

**Program studiów**

**mechanika i budowa maszyn**

**pierwszego stopnia**

Profil studiów: praktyczny



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

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

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

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

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

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

Liczba semestrów	studia stacjonarne i studia niestacjonarne: <b>8</b>
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa I - Inżynieria technologii specjalnych K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie P - Pojazdy specjalne i specjalizowane studia niestacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa I - Inżynieria technologii specjalnych K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie P - Pojazdy specjalne i specjalizowane
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>240</b>
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa: <b>2655</b> I - Inżynieria technologii specjalnych: <b>2655</b> K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie: <b>2655</b> P - Pojazdy specjalne i specjalizowane: <b>2655</b> studia niestacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa: <b>1550</b> I - Inżynieria technologii specjalnych: <b>1550</b> K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie: <b>1559</b> P - Pojazdy specjalne i specjalizowane: <b>1556</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma wiedzę z zakresu matematyki niezbędną do formułowania i rozwiązywania typowych, prostych zadań z zakresu studiowanego kierunku studiów	<b>P6S_WG</b>
K_W02	Ma wiedzę z zakresu fizyki niezbędną do formułowania i rozwiązywania typowych, prostych zadań z zakresu studiowanego kierunku studiów	<b>P6S_WG</b>
K_W03	Ma elementarną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych z mechaniką i budową maszyn, takich jak np: automatyka i robotyka, techniki wytwarzania (odlewnictwo, spawalnictwo, obróbka skrawaniem, przeróbka plastyczna) informatyka, elektronika i elektrotechnika, termodynamiki i mechaniki płynów w zakresie niezbędnym do wykonywania zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	<b>P6S_WK</b>
K_W04	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów maszyn	<b>P6S_WK</b>
K_W05	Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu mechaniki i budowy maszyn	<b>P6S_WG</b>

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	<b>P6S_WG</b>
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	<b>P6S_WK</b>
K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metrologii, metod szacowania błędów oraz posługiwania się aparaturą pomiarową	<b>P6S_WG</b>
K_W09	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze mechaniki i budowy maszyn (m.in. technikach wytwarzania, ergonomii, zintegrowanych systemach wytwarzania)	<b>P6S_WK</b>
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	<b>P6S_WK</b>
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	<b>P6S_WK</b>
K_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego, w tym zarządzania jakością i produkcją z wykorzystaniem narzędzi komputerowego wspomagania	<b>P6S_WK</b>
K_W13	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu realizacji procesu technologicznego dla podstawowych maszyn i urządzeń, z uwzględnieniem ich budowy, kinematyki, przeznaczenia i możliwości technologicznych	<b>P6S_WK</b>
K_W14	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą prowadzenie podstawowych analiz zagadnień liniowych wytrzymałości konstrukcji	<b>P6S_WG</b>
K_W15	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu budowy maszyn technologicznych w tym obrabiarek sterowanych numerycznie oraz charakterystyki stosowanych w nich układów napędowych	<b>P6S_WG</b>
K_W16	Ma podstawową wiedzę z zakresu technologii obróbki ubytkowej, w tym również z rozwiązaniami konstrukcyjnymi narzędzi skrawających i ściernych, właściwościami nowoczesnych materiałów narzędziowych oraz stosowanym oprzyrządowaniem	<b>P6S_WG</b>
K_W17	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	<b>P6S_WK</b>
K_W18	Ma wiedzę na temat aplikacji komputerowych wspomagających projektowanie i wytwarzanie oraz realizujących badania symulacyjne części i systemów mechanicznych; ma wiedzę na temat prezentacji otrzymanych wyników w formie liczbowej i graficznej oraz ich interpretacji	<b>P6S_WG</b>
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	<b>P6S_UK</b>
K_U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku obcym, przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu mechaniki i budowy maszyn	<b>P6S_UK</b>
K_U03	Posiada podstawowe umiejętności konieczne do opracowania, udokumentowania i przedstawienia przy użyciu metodologii i technik stosowanych w nauce i technice, w sposób komunikatywny, precyzyjny i zrozumiały w środowisku inżynierów ale także poza nim, także w języku obcym, różnego rodzaju projektów, raportów, sprawozdań i opracowań dotyczących zagadnień z mechaniki i budowy maszyn	<b>P6S_UW</b>
K_U04	Potrafi, w ramach realizacji zadań inżynierskich z dziedziny mechaniki i budowy maszyn, posługiwać się wybranym językiem obcym w sposób spełniający wymagania Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego na poziomie B2	<b>P6S_UK</b>
K_U05	Ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	<b>P6S_UU</b>
K_U06	Potrafi planować i przeprowadzać badania własności maszyn i ich elementów, w tym pomiary, eksperymenty fizyczne i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	<b>P6S_UW</b>
K_U07	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń mechanicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	<b>P6S_UO</b>
K_U08	Ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle maszynowym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym	<b>P6S_UW</b>
K_U09	Potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich oraz posiada umiejętność posługiwania się systemami normatywnymi oraz konkretnymi normami i regułami	<b>P6S_UO</b>
K_U10	Potrafi zaplanować i przeprowadzić testy części i urządzeń mechanicznych oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania i zaplanować działania zapobiegawcze	<b>P6S_UW</b>
K_U11	Potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych oraz prostych działań projektowych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	<b>P6S_UW</b>
K_U12	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich typowych dla mechaniki i budowy maszyn oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	<b>P6S_UW</b>
K_U13	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować urządzenie, system mechaniczny, proces produkcyjny zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi	<b>P6S_UW</b>
K_U14	Posiada umiejętność projektowania oraz doskonalenia konkretnych procesów produkcyjnych i systemów zarządzania z wykorzystaniem standartowych metod i narzędzi	<b>P6S_UW</b>

K_U15	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania organizacyjne i techniczne w szczególności systemy, procesy, usługi i urządzenia	P6S_UW
K_K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego kształcenia się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych	P6S_KK
K_K02	Ma świadomość pozatechnicznych skutków działalności inżynierskiej i związanej z tym odpowiedzialności, dostrzega aspekty społeczne, ekologiczne i ochrony środowiska przyrodniczego w rozwiązaniach technicznych i technologicznych przemysłu maszynowego	P6S_KO
K_K03	Ma świadomość opiniotwórczej i kulturotwórczej roli społecznej absolwenta wyższej uczelni, prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera oraz przestrzega zasad etyki zawodowej i profesjonalizmu	P6S_KR
K_K04	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz potrafi podporządkowywać się zasadom pracy w zespole, potrafi zdefiniować priorytety w działalności indywidualnej i grupowej oraz ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P6S_KO
K_K05	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K06	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu - m.in. poprzez środki masowego przekazu - informacji o osiągnięciach techniki oraz innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały	P6S_KO

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

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

#### 3.1. S - Inżynieria spawalnictwa, stacjonarne

##### 3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	137 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	139 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	106 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1148&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	

1	FB	Matematyka 1	30	60	0	0	90	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>240</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	60	0	0	90	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>135</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>195</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>15</b>	<b>435</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	

4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>180</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>165</b>	<b>60</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KO	Metalurgia procesów spawalniczych	30	0	30	0	60	4	N	
6	KO	Napężenia i odkształcenia spawalnicze	30	0	30	0	60	6	T	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KO	Projektowanie konstrukcji spawanych	30	0	15	30	75	5	N	
6	KO	Technologie spawalnicze	30	0	30	0	60	6	T	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>165</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>45</b>	<b>360</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KO	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	5	T	
7	KO	Badania niszczące złączy spawanych	30	0	30	0	60	5	N	
7	KO	Obróbka cieplna spoin	30	0	30	0	60	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KO	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	30	0	15	0	45	3	N	
7	KO	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	30	0	0	15	45	5	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>135</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>15</b>	<b>255</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	

8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>1245</b>	<b>525</b>	<b>705</b>	<b>180</b>	<b>2655</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	17
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	9 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	846 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	48
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	39 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	18 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	136 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	17
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	105.50 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	231 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	38
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	316 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1148&C=2021>

### 3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1148&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłowników z wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	K_W08
<p>Badania nieniszczące złączy spawanych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi.</li> </ul> <p>Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.</p>	K_W08
<p>Badania niszczące złączy spawanych</p>	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi.</li> <li>• 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.</li> </ul>	K_W11, K_U08
<p>BHP i ergonomia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Ocena ryzyka zawodowego - wstęp • Ocena ryzyka zawodowego. Ryzyko zawodowe na wybranym stanowisku pracy. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyfikacja rodzajów wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • 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 • System zarządzania BHP. • Bezpieczeństwo pracy - ergonomia. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Podstawowe zasady i wymagania BHP przy użytkowaniu maszyn. • System ochrony pracy w Polsce.</li> </ul>	K_W11, K_U08
<p>Chemia ogólna 1</p>	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	K_W02
<p>Chemia ogólna 2</p>	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne.</li> <li>• Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	K_W11, K_K02
<p>Ekologia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu.</li> <li>• Formy ochrony przyrody. Akty prawne i instytucje ochrony przyrody. • Krążenie materii w ekosystemach. • Odnawialne źródła energii.</li> <li>• Gospodarka odpadami. • Charakterystyka zanieczyszczeń środowiska. • Zanieczyszczenia wody i powietrza oraz metody ich usuwania. • Zasoby wody w Polsce i na świecie. • Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie. • Idea zrównoważonego rozwoju - ekologiczne warunki korzystania z zasobów Ziemi. • Stan środowiska w Polsce. • Ograniczoność zasobów przyrodniczych i ich wykorzystanie. • Prawo wodne w Polsce.</li> </ul>	K_W11, K_K02
<p>Fizyka</p>	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	K_W02, K_U06
<p>Fizyka metali</p>	K_W02, K_U06



<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebiecia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutuującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. • Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanieadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	
Język angielski 3	K_U04

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

Język angielski 4	K_U04
-------------------	-------

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

Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
--	-------

• Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych

Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
------------------------	---------------------

• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki 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, 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 oszkłowania 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 obwodniowe, 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 obwodniowe, 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 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 1	K_W01
--------------	-------

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

Matematyka 2	K_W01
--------------	-------

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

Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
----------------------------------	-------

<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>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.</li> <li>Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych.</li> <li>Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych</li> <li>Idealna budowa krystaliczna</li> <li>Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów</li> <li>Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali</li> <li>Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych</li> <li>Krystalizacja metali i stopów</li> <li>Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja</li> <li>Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC w warunkach równowagi</li> <li>Staliwo i stal niestopowa</li> <li>Zeliwo</li> <li>Budowa krystaliczna metali i stopów</li> <li>Badania metalograficzne mikroskopowe</li> <li>Badania metalograficzne makroskopowe</li> <li>Metalografia ilościowa</li> <li>Odształcenie plastyczne; Zgniot i rekrytalizacja</li> <li>Układ równowagi żelazo-węgiel</li> <li>Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi</li> <li>Stal niestopowa</li> <li>Odlewnicze stopy żelaza</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów</li> <li>Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej</li> <li>Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplne</li> <li>Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza</li> <li>Rodzaje i charakterystyka stali stopowych</li> <li>Stopy metali nieżelaznych</li> <li>Materiały spiekane</li> <li>Podstawy obróbki cieplnej</li> <li>Hartowność stali</li> <li>Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej</li> <li>Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn</li> <li>Obrobka cieplna stopów metali nieżelaznych</li> <li>Stal konstrukcyjna stopowa</li> <li>Stal narzędziowa</li> <li>Stal o szczególnych właściwościach</li> <li>Stopy aluminium</li> <li>Stopy miedzi</li> <li>Stopy niklu i tytanu</li> <li>Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu</li> </ul>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała.</li> <li>Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów.</li> <li>Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione.</li> <li>Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu.</li> <li>Para sił, twierdzenia o parach sił.</li> <li>Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił.</li> <li>Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę.</li> <li>Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych.</li> <li>Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady.</li> <li>Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu.</li> <li>Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu.</li> <li>Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich.</li> <li>Ruch złożony punktu, rozkład prędkości, przykłady.</li> <li>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.</li> <li>Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił.</li> <li>Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił.</li> <li>Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił.</li> <li>Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył.</li> <li>Kolokwium nr 1.</li> <li>Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia.</li> <li>Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach.</li> <li>Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego.</li> <li>Kolokwium nr 2.</li> <li>Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego.</li> <li>Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady.</li> <li>Ruch płaski bryły, rozkład prędkości.</li> <li>Ruch złożony punktu.</li> </ul>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady.</li> <li>Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady.</li> <li>Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności.</li> <li>Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> <li>Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady</li> <li>Dynamika układów punktów materialnych, środek</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>mas, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>Kolokwium nr 1.</li> <li>Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>Kolokwium nr 2.</li> <li>Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> </ul>	
Mechanika płynów	K_W02, K_W03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 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 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.</li> </ul>	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spawalnicze źródła ciepła. Zjawiska cieplne i metalurgiczne w procesach spawalniczych. • Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Procesy metalurgiczne zachodzące w czasie spawania gazowego i elektrodami otulonymi, GTAW, GMAW, łukiem krytym, elektrodużłowego, plazmowego, elektronowego, laserowego, zgrzewania i lutowania. • Gazy osłonowe i formujące. • Własności eksploatacyjne podstawowych stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi. • Budowa SWC. Procesy cieplne spawania. Krystalizacja spoin. • Przemiany fazowe i strukturalne w procesach spawania stali i metali nieżelaznych. • Pęknięcie połączeń spawanych. Przyczyny i rodzaje pęknięć, mechanizm ich przebiegu, zapobieganie ich powstawaniu. • Badania bilansu cieplnego w procesie spawania. • Analiza kształtu wykresu CTPc-S. Kształtowanie właściwości SWC (strefy wpływu ciepła). • Doświadczalne metody określania spawalności. • Prognozowanie struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.</li> </ul>	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiarów chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenia to inżynierii odwrotnej.</li> </ul>	K_W15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	K_W07

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna klasyfikacja naprężeń i odkształceń w połączeniach spawanych. Odształcenia 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 • Odształcenia spawalnicze liniowe. • Odształcenia spawalnicze podłużne i</li> </ul>	
określenie skurczu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, łukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.	
Obróbka cieplna spoin	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</li> <li>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</li> </ul>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 zmęczeniowa 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. • Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyskowanie osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczne. Konstrukcja łożysk ślizgowych i tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywotność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczanie sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem 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</li> </ul>	

obliczenia wałka metodą wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki ciepłno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.

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

• Napędy. Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa 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 teorii tarcia i zużycia maszyn • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwodniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębata i reduktory. Rodzaje kół zębatach i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatach i przekładni zębatach. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębata 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.

Podstawy MES	K_W18
--------------	-------

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

Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
-------------------	--------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podział i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji. rodzaje regulatorów. Typowe człony, układy korekcji.</li> <li>Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów</li> <li>Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań</li> <li>Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytki, klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków</li> <li>Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędu i sterowania.</li> <li>Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym.</li> <li>Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora (Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki</li> <li>Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc).</li> <li>Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu.</li> <li>Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie</li> <li>Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sporządzenie planu pracy dyplomowej.</li> <li>Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej.</li> <li>Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej.</li> <li>Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> <li>Zredagowanie pracy dyplomowej.</li> <li>Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania według założonego planu zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta.</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji , metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Charakterystyka połączeń spawanych: geometria spoin, ograniczenia geometryczne i konstrukcyjne, zasady konstruowania połączeń spawanych</li> <li>Materiały stosowane na konstrukcje stalowe i ich właściwości mechaniczne, właściwości mechaniczne spoin</li> <li>Naprężenia spawalnicze: mechanizm powstawania naprężeń, rozkłady naprężeń własnych, odprężanie konstrukcji spawanych</li> <li>Projektowanie konstrukcji spawanych przy obciążeniach statycznych: rodzaje złączy spawanych, wymiary spoin, zasady doboru naprężeń dopuszczalnych</li> <li>Obliczenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obliczenia wg zaleceń Unii Europejskiej</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania</li> <li>Przegląd technik CAx</li> <li>Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>Modelowanie obiektowe</li> <li>Modelowanie parametryczne</li> <li>Modelowanie hybrydowe</li> <li>Stykowe i</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Techniki RP</li> <li>Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej</li> <li>Projektowanie współbieżne</li> <li>Integracja systemów CAD/MES</li> <li>Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>Element typu kostka</li> <li>Element typu płytka</li> <li>Element typu foremka</li> <li>Element typu tulejka</li> <li>Element typu wspornik</li> <li>Element typu dźwignia</li> <li>Element typu złączka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego)</li> <li>Zespół: Wyciskacz</li> <li>Zespół: Wał maszynowy</li> <li>Zespół: Zespół sprzęgłowy</li> <li>Zespół: Rolka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>• Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>• Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>• Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>• Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania;</li> <li>• Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>• Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>• Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>• Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>• Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>• Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>• Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>• Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>• Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>• Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>• Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>• Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernej.</li> <li>• Ostrzenia narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów.</li> <li>• Geometria ostrzy narzędzi skrawających.</li> <li>• Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>• Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>• Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>• Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>• Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	<p>K_W03, K_U10, K_U14</p>
<p>Techniki wytwarzania - Odlewnictwo</p>	<p>K_W03, K_U10, K_U14</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych..</li> <li>• Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania.</li> <li>• Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki.</li> <li>• Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>• Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe.</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> </ul>	<p>Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna</p> <p>K_W03, K_U14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanizm odkształceń plastycznych w metalach. Wielkości liniowe charakteryzujące odkształcenie (względne i bezwzględne). Istota zjawiska umocnienia metali, umocnienie odkształceniowe, efekt Bauschingera, sposoby wyznaczania krzywych umocnienia.</li> <li>• Obróbka cieplna materiałów odkształconych plastycznie. Rekrytalizacja materiału, zgniot, zdrowienie. Zgniot, tekstura zgniotu, rodzaje odkształceń występujących w operacjach przeróbki plastycznej, wpływ zgniotu na właściwości materiału.</li> <li>• Cechy materiału wpływające na jego zachowanie w procesach przeróbki plastycznej. Anizotropia właściwości plastycznych blach ( przyczyny, rodzaje, metody wyznaczania, zjawiska związane z kształtowaniem metali). Elipsy plastyczności dla blach o izotropowych i anizotropowych właściwościach plastycznych. Ocena anizotropii płaskiej i normalnej w tłocznictwie blach.</li> <li>• Rodzaje operacji tłoczenia blach, rozciąganie i obciąganie na stemplu. Metody kształtowania wyrobów z blach, wytlaczanie, gięcie, stan naprężeń i odkształceń w czasie operacji kształtowania, charakterystyki siłowe, współczynnik odkształcenia. Rozkład naprężeń i odkształceń podczas gięcia plastycznego, stan naprężeń przy gięciu pasów wąskich i szerokich przy małej krzywiznie, metody gięcia plastycznego. Zjawisko sprężynowania w przeróbce plastycznej blach- czynniki określające to zjawisko</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych, metody wykrawania, charakterystyki siłowe, obliczanie siły wykrawania, fazy procesu wykrawania, wykrawanie dokładne. Tarcie w procesach przeróbki plastycznej (walcowanie, tłoczenie, spęczanie, kucie). metody zwiększania bądź zmniejszania tarcia. Metody objętościowej przeróbki plastycznej: spęczanie, kucie swobodne i matrycowe, wyciskanie i ciągnienie.</li> <li>• Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu. Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu</li> <li>• Wyznaczenie wskaźników wytrzymałościowych blach używanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie krzywej umocnienia dla wybranych materiałów stosowanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie anizotropii blach</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych</li> <li>• Problemy kształtowania wyrobów w technologii spęczania</li> <li>• Kształtowanie wyrobów w technologii wytlaczania</li> <li>• Wykonanie projektu technologii wytwarzania wyrobów i półfabrykatów dla wybranych technologii przeróbki plastycznej (gięcie, wykrawanie, wytlaczanie)</li> </ul>
<p>Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p>	<p>K_W03, K_U14</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych</li> <li>• Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pV,T, projektowanie przetwórstwa.</li> <li>• 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</li> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania</li> <li>• Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów.</li> <li>• Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie.</li> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych.</li> <li>• Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru.</li> <li>• Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych</li> <li>• Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych</li> <li>• Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania</li> <li>• Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny</li> <li>• Typy produkcji</li> <li>• Normowanie procesów technologicznych</li> <li>• Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę</li> <li>• Zasady ustalania części podczas obróbki</li> <li>• Dokładność obróbki części maszyn</li> <li>• Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki</li> <li>• Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP</li> <li>• Struktura procesu technologicznego</li> <li>• Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach</li> <li>• Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych</li> <li>• Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu</li> <li>• Błąd zamocowania</li> <li>• Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</li> </ul>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji</li> <li>• Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych</li> <li>• Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie</li> <li>• Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne</li> <li>• Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa</li> <li>• Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy</li> <li>• Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów</li> <li>• Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript</li> <li>• Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych</li> <li>• Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL</li> <li>• Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja</li> <li>• Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszyc czujników</li> <li>• Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika)</li> <li>• Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom</li> <li>• Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego</li> <li>• Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich</li> <li>• Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	
Technologie spawalnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie.</li> <li>• Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie elektrodożulowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Lutowanie – metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie gazowe. Cięcie gazowe i plazmowe.</li> <li>• Spawanie i napawanie elektrodami otulonymi.</li> <li>• Spawanie GTAW.</li> <li>• Spawanie GMAW.</li> <li>• Zgrzewanie elektryczne zwarciowe i punktowe.</li> <li>• Lutowanie miękkie i lutowanie twarde.</li> <li>• Pomiary geometrii spoin.</li> </ul>	
Termodynamika	K_W02, K_W03

<ul style="list-style-type: none"> <li>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 <math>X=const</math>, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	K_W10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, elektrodużłowego, plazmowego, elektrycznego 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.</li> </ul>	K_W10
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	K_K04
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	K_K04
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 JohnsonaOstenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, 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 • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte. • Ramy symetryczne i antysymetryczne. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych. • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręconych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastoptyczne. • Zailczenie.</li> </ul>	K_W04, K_W14
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07

<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natryskiwanych cieplnie.</li> <li>Klasy konstrukcji spawanych zgrzewanych i lutowanych oraz dopuszczalność wad złączy. Uprawnienia zakładów produkcyjnych do prac spawalniczych. Certyfikacja laboratoriów spawalniczych.</li> <li>Program zapewnienia jakości prac spawalniczych. Księga jakości. Poziomy zapewnienia jakości. Podręcznik kontroli jakości, plan kontroli jakości i organizacja kontroli jakości.</li> <li>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.</li> <li>Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu łukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO<sub>2</sub> 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.</li> <li>Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego.</li> <li>Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze.</li> </ul>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ; • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. • Wskaźniki środowiskowych efektów działalności. • Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływanie przedsiębiorstwa na środowisko. • Ocena oddziaływania na środowisko - OOS. • Wymagania i obowiązki wynikające z przepisów ochrony środowiska. • Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP). Inne programy ochrony środowiska. • Ustawa (20 lipca 2017 r.)- Prawo wodne. Pozwolenia wodno-prawne. • Najlepsze dostępne techniki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel). • Ochrona przed hałasem i wibracjami. • Gospodarka odpadami. Ekonomia w ochronie środowiska. • Sprawdzian. • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji). Analiza aktualnych działań pro-środowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej. Opracowanie programu środowiskowego. Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. Prezentacje i Zaliczenie.</li> </ul>	

### 3.2. I - Inżynieria technologii specjalnych, stacjonarne

#### 3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	138 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	138 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	106 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 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;
- rozwnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&C=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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	



5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
		Język angielski 3								
5	DJ		0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>165</b>	<b>60</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	4	T	
6	KO	Krystalizacja metali i stopów	30	0	30	0	60	5	N	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KO	Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym	30	0	30	0	60	6	T	
6	KO	Obróbka cieplna i cieplnochemiczna	30	0	30	0	60	6	T	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KO	Specjalne technologie odlewnicze	30	0	30	0	60	4	N	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>165</b>	<b>30</b>	<b>135</b>	<b>15</b>	<b>345</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KO	Badania nieniszczące	15	0	30	0	45	4	T	
7	KO	Badania właściwości materiałów metalicznych	15	15	0	0	30	3	N	
7	KO	Badania właściwości warstw powierzchniowych	15	0	15	0	30	4	T	
7	KW	Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	15	0	0	30	45	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KO	Specjalne technologie spajania metali	30	0	30	0	60	4	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	15	0	15	0	30	3	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	15	0	15	0	30	3	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>120</b>	<b>15</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>270</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>1230</b>	<b>540</b>	<b>720</b>	<b>165</b>	<b>2655</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja 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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	60 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	864 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	19 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	141 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	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	118.50 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	158 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	40
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	357 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&C=2021>

### 3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunek jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne.</li> <li>Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty</li> <li>Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H</li> <li>Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim</li> <li>Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim</li> <li>Sterowniki PLC podstawy programowania LD</li> <li>Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC</li> <li>Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC</li> <li>Pozycjonowanie dowolne.</li> <li>Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania</li> <li>Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania</li> <li>Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna</li> <li>Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny</li> <li>Realizacja pracy układów siłownikówz wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny</li> <li>Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC</li> <li>Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
Badania nieniszczące	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Badania wizualne.</li> <li>Badania penetracyjne.</li> <li>Badania magnetyczno-proszkowe.</li> <li>Metoda prądów wirowych.</li> <li>Badania powłok i udziału ferrytu.</li> <li>Badania ultradźwiękowe.</li> <li>Badania radiograficzne.</li> <li>Badania wizualne.</li> <li>Badania penetracyjne.</li> <li>Badania magnetyczno-proszkowe.</li> <li>Badania prądami wirowymi.</li> <li>Badania ultradźwiękowe.</li> <li>Badania powłok i udziału ferrytu.</li> <li>Badania radiograficzne</li> </ul>	

Badania właściwości materiałów metalicznych	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Struktura materiałów metalicznych: metalografia, podstawowe metody mikroskopowe, makroskopowe oraz faktograficzne stosowane do oceny struktury; zastosowanie, metodyka i aparatura badawcza.</li> <li>Właściwości mechaniczne materiałów metalicznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>właściwości określone metodami badań statycznych; próba rozciągania, ściskania, zginania,</li> <li>twardość; statyczne próby twardości,</li> <li>udarność; właściwości wyznaczane w próbach udarowych,</li> <li>wytrzymałość zmęczeniowa; próby zmęczeniowe.</li> </ul> </li> <li>Metody oceny plastycznego odkształcania materiałów metalicznych pod stałym obciążeniem; wysokotemperaturowe pełzanie.</li> <li>Obciążenia cieplne; metody określenia wpływu obciążeń cieplnych</li> <li>Korozja; wpływ i ocena efektów oddziaływania cieczy na powierzchnię materiałów metalicznych. Zjawisko kawitacji; wpływ kawitacji na powierzchnię materiałów metalicznych.</li> <li>Badania metalograficzne materiałów metalicznych.</li> <li>Badania własności mechanicznych i plastycznych materiałów metalicznych.</li> <li>Badania odporności na zużycie ścierne i współczynnika tarcia.</li> <li>Badania wytrzymałości na wysokotemperaturowe pełzanie.</li> <li>Badania odporności na korozję w środowisku cieczy.</li> </ul>	
Badania właściwości warstw powierzchniowych	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ogólna klasyfikacja warstw powierzchniowych.</li> <li>Klasyfikacja warstw powierzchniowych ze względu na zastosowanie.</li> <li>Warstwy wierzchnie i powłoki.</li> <li>Metody konstituowania warstw powierzchniowych.</li> <li>Budowa warstw powierzchniowych.</li> <li>Właściwości warstw powierzchniowych: mikrotwardość, odporność na zużycie tribologiczne, ocena grubości i przyczepności powłok.</li> <li>Badania metalograficzne warstw powierzchniowych.</li> <li>Badania mikrotwardości warstw powierzchniowych.</li> <li>Badania grubości powłok.</li> <li>Ocena przyczepności powłok próba zarysowania "scratch test".</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Ocena ryzyka zawodowego - wstęp</li> <li>Ocena ryzyka zawodowego. Ryzyko zawodowe na wybranym stanowisku pracy.</li> <li>Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia).</li> <li>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</li> <li>System zarządzania BHP.</li> <li>Bezpieczeństwo pracy - ergonomia. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna.</li> <li>Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy.</li> <li>Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy.</li> <li>Podstawowe zasady i wymagania BHP przy użytkowaniu maszyn.</li> <li>System ochrony pracy w Polsce.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza</li> <li>Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zateżnianie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne.</li> <li>Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu.</li> <li>Formy ochrony przyrody. Akty prawne i instytucje ochrony przyrody.</li> <li>Krażenie materii w ekosystemach.</li> <li>Odnawialne źródła energii.</li> <li>Gospodarka odpadami.</li> <li>Charakterystyka zanieczyszczeń środowiska.</li> <li>Zanieczyszczenia wody i powietrza oraz metody ich usuwania.</li> <li>Zasoby wody w Polsce i na świecie.</li> <li>Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie.</li> <li>Idea zrównoważonego rozwoju - ekologiczne warunki korzystania z zasobów Ziemi.</li> <li>Stan środowiska w Polsce.</li> <li>Ograniczoność zasobów przyrodniczych i ich wykorzystanie.</li> <li>Prawo wodne w Polsce.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania.</li> <li>Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe.</li> <li>Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów.</li> <li>Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne</li> <li>Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego.</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego</li> <li>Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne</li> <li>Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu</li> <li>Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego</li> <li>Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste</li> <li>Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej).</li> <li>Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina</li> <li>Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne</li> <li>Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów</li> <li>Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki</li> <li>Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej</li> <li>Widmo atomowe</li> <li>Przepływ ciepła w metalach i stopach</li> <li>Przewodnictwo elektryczne metali i stopów</li> <li>Właściwości magnetyczne metali i stopów</li> <li>Zjawiska termoelektryczne</li> <li>Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały</li> </ul>	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny.</li> <li>• Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie.</li> <li>• Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami.</li> <li>• Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów.</li> <li>• Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów.</li> <li>• Zaliczenie treści wykładowych.</li> <li>• Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył.</li> <li>• Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu.</li> <li>• Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn.</li> <li>• Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy.</li> <li>• Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate.</li> <li>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>• Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie,</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>• Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwyczaję z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia. Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>• Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnicтво. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki</li> <li>• Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>• Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous)</li> <li>• List do samego siebie. Zdania wyrażające cel.</li> <li>• Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie.</li> <li>• Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym.</li> <li>• Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone.</li> <li>• Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna</li> <li>• Rozprawka wyrażająca opinię</li> <li>• Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń.</li> <li>• Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia.</li> <li>• Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki.</li> <li>• Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny.</li> <li>• Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym.</li> <li>• Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Język angielski 4</li> </ul>	K_U04



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuály i zachowania typowe dla rnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamieć – co i jak pamieätamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępców. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	K_K02
<p>Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne rnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki rnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych</li> </ul>	K_W07
<p>Krystalizacja metali i stopów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zagadnienia ogólne. Pojęcie równowagi. Siła pędna i równowagowa temperatura krystalizacji. Energia swobodna faz. • Wykresy fazowe. • Zarodkowanie kryształów. • Wzrost kryształów jako proces atomowy. • Segregacja składnika, normalna krystalizacja stopów, topienie strefowe, krystalizacja z konwekcyjnym i bezkonwekcyjnym mieszaniem kąpieli. • Topienie strefowe. Krystalizacja i klasyfikacja eutektyk. • Krystalizacja komórkowa, dendrytyczna, perytektyczna. Szybka krystalizacja. • Kształtowanie pierwotnej struktury odlewów. • Badanie punktów przelomowych krzepnięcia stopów, krzywych chłodzenia. • Wpływ oddziaływania ochładzalników na głębokość zabielenia odlewów żeliwnych. • Próba lejnoci stopów odlewniczych. • Badania metalograficzne eutektyk. • Badania twardosci odlewów.</li> </ul>	K_W07
<p>Maszyny technologiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. Przięgiarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany przecięgarek. • 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 zębätych 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 zębätych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.</li> </ul>	K_W13, K_W15, K_U15
<p>Matematyka 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</li> </ul>	K_W01
<p>Matematyka 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</li> </ul>	K_W01
<p>Matematyka 3 (metody numeryczne)</p>	K_W18

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>• 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.</li> <li>• Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych.</li> <li>• Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>• Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>• Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>• Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>• Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>• Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych</li> <li>• Idealna budowa krystaliczna</li> <li>• Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów</li> <li>• Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali</li> <li>• Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych</li> <li>• Krystalizacja metali i stopów</li> <li>• Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja</li> <li>• Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC w warunkach równowagi</li> <li>• Staliwo i stal niestopowa</li> <li>• Żeliwo</li> <li>• Budowa krystaliczna metali i stopów</li> <li>• Badania metalograficzne mikroskopowe</li> <li>• Badania metalograficzne makroskopowe</li> <li>• Metalografia ilościowa</li> <li>• Odkształcenie plastyczne; Zgniot i rekrytalizacja</li> <li>• Układ równowagi żelazo-węgiel</li> <li>• Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi</li> <li>• Stal niestopowa</li> <li>• Odlewnicze stopy żelaza</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów</li> <li>• Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej</li> <li>• Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplne</li> <li>• Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza</li> <li>• Rodzaje i charakterystyka stali stopowych</li> <li>• Stopy metali nieżelaznych</li> <li>• Materiały spiekane</li> <li>• Podstawy obróbki cieplnej</li> <li>• Hartowność stali</li> <li>• Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej</li> <li>• Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn</li> <li>• Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych</li> <li>• Stal konstrukcyjna stopowa</li> <li>• Stal narzędziowa</li> <li>• Stal o szczególnych właściwościach</li> <li>• Stopy aluminium</li> <li>• Stopy miedzi</li> <li>• Stopy niklu i tytanu</li> <li>• Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym</li> </ul>	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólny podział i charakterystyka materiałów stosowanych do wytwarzania uzbrojenia: stale stopowe i nanokrystaliczne, stopy metali nieżelaznych, materiały ceramiczne, wyroby z proszków spiekanych, materiały kompozytowe.</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów uzbrojenia: ulepszenie cieplne, obróbka cieplna z wymrażaniem, obróbka cieplno-chemiczna (technologia tenifer).</li> <li>• Pancerze ceramiczne. CAWA i CAWA - 1NA.</li> <li>• Pancerze reaktywne, aktywne i wielowarstwowe typu CAWA - 2.</li> <li>• Ulepszenie cieplne stali konstrukcyjnej.</li> <li>• Wpływ temperatury obróbki cieplnej podzerowej (wymrażania) na twardość stali.</li> <li>• Patentowanie stali.</li> <li>• Badania strukturalne węglików spiekanych.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanika ogólna 1</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała.</li> <li>• Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów.</li> <li>• Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przeszytynione.</li> <li>• Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu.</li> <li>• Para sił, twierdzenia o parach sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił.</li> <li>• Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę.</li> <li>• Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych.</li> <li>• Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady.</li> <li>• Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu.</li> <li>• Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu.</li> <li>• Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich.</li> <li>• Ruch złożony punktu, rozkład prędkości, przykłady.</li> <li>• 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.</li> <li>• Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił.</li> <li>• Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia.</li> <li>• Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach.</li> <li>• Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego.</li> <li>• Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady.</li> <li>• Ruch płaski bryły, rozkład prędkości.</li> <li>• Ruch złożony punktu.</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanika ogólna 2</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady.</li> <li>• Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu,</li> </ul>	K_W02, K_W04

<p>przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</p>	
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W02, K_W03</p>
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu- równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania 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 ściśniętego i nieściśniętego. 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 nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.</p>	
<p>Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej</p>	<p>K_W18</p>
<p>• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Zaawansowane modelowanie 3D, tworzenie dokumentacji technicznej • Tworzenie modeli złożów zespołów maszynowych metodami od góry i od dołu, Tworzenie dokumentacji technicznej zespołów • Przygotowanie, export i import danych do i z systemów CAx • Stosowanie narzędzi projektowania funkcjonalnego do projektowania zespołów maszynowych • Tworzenie konstrukcji spawanych w środowisku CAD-Inventor • Wykonywanie analiz wytrzymałościowych nieskomplikowanych zespołów z użyciem MES</p>	
<p>Metrologia i systemy pomiarowe</p>	<p>K_W08</p>
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiarów chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</p>	
<p>Napędy i sterowanie maszyn</p>	<p>K_W15</p>
<p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych 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 cieplna i cieplno-chemiczna	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy teoretyczne i klasyfikacja przemian fazowych w stopach żelaza i stopach metali nieżelaznych: przemiany podczas nagrzewania, przemiany podczas chłodzenia, przemiana bainityczna i martenzytyczna, przemiany podczas odpuszczania martenzytu.</li> <li>Hartowność stali i metody jej określenia: średnica krytyczna i intensywność chłodzenia, hartowność jako kryterium doboru stali konstrukcyjnej.</li> <li>Technologia obróbki cieplnej konwencjonalnej: rodzaje wyżarzania, hartowanie objętościowe wyrobów stalowych, patentowanie, ulepszenie i utwardzanie cieplne.</li> <li>Obróbka cieplna narzędzi</li> <li>Obróbka cieplna metali nieżelaznych.</li> <li>Technologia obróbki cieplno-chemicznej: nawęglanie, azotowanie, borowanie, aluminiowanie i chromowanie.</li> <li>Wpływ temperatury austenitowania stali na rozmiar ziarn austenitu.</li> <li>Badanie hartowności stali.</li> <li>Badanie</li> </ul>	
<p>przebiegu odpuszczania stali konstrukcyjnej węglowej i stali konstrukcyjnej stopowej.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nawęglanie stali i obróbka cieplna wyrobów nawęglonych.</li> <li>Badanie wpływu temperatury i czasu nawęglania na głębokość warstwy.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej.</li> <li>Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego.</li> <li>Ochrona praw autorskich.</li> <li>Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how.</li> <li>Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe.</li> <li>Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji.</li> <li>Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn.</li> <li>Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn.</li> <li>Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy.</li> <li>Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu.</li> <li>Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</li> <li>Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania.</li> <li>Opis techniczny wybranego obiektu.</li> <li>Charakterystyka eksploatacyjna obiektu.</li> <li>Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwanie maszyny technologicznej.</li> <li>Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji.</li> <li>Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny.</li> <li>Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu.</li> <li>Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</li> </ul>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna.</li> <li>Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis.</li> <li>Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych.</li> <li>Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.</li> <li>Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania.</li> <li>Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe.</li> <li>Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne.</li> <li>Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych.</li> <li>Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 zmęczeniowoskałtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej.</li> <li>Elementy tribologii.</li> <li>Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i obliczeń wytrzymałościowych tych połączeń i technologia ich wykonania.</li> <li>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.</li> <li>Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, klinowych, wielowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń.</li> <li>Elementy podatne</li> <li>Przewody rurowe i ich połączenia, zawory.</li> <li>Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów.</li> <li>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.</li> <li>Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania.</li> <li>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.</li> <li>Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykresową - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11

- Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół 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 korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy teorii tarcia i zużycia maszyn • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych,

planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczenie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwodniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatach i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczenie charakterystyki sprzęgła tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczenie 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.

Podstawy MES	K_W18
• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podział i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji. rodzaje regulatorów. Typowe człony, układy korekcji. • Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań • Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytki, klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędu i sterowania. • Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym. • Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora(Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki • Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc). • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu. • Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie • Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej. • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania według założonego planu zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta.	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	

Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Specjalne technologie odlewnicze	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych</li> <li>Odlewanie ciśnieniowe</li> <li>Odlewani kokilowe</li> <li>Odlewanie niskociśnieniowe</li> <li>Odlewanie ciągle</li> <li>Odlewanie precyzyjne</li> <li>Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimmokomorowych</li> <li>Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorącomorowych</li> <li>Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu</li> <li>Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium</li> <li>Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Could box</li> <li>Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego</li> <li>Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych</li> <li>Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.</li> </ul>	
Specjalne technologie spajania metali	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Klasyfikacja i charakterystyka procesów spawania i procesów pokrewnych (zgrzewania, lutowania, napawania i klejenia).</li> <li>Przetwarzanie energii do celów spajalniczych (nagrzewanie płomieniem acetylenowo - tlenowym, nagrzewanie łukiem elektrycznym, skoncentrowanym strumieniem światła, wiązką elektronową, nagrzewanie tarciove).</li> <li>Stale na konstrukcje spawane (stale niestopowe, stopy stopowe, stopy stopowe specjalne).</li> <li>Metale nieżelazne stosowane na konstrukcje spajane (stopy niklu i kobaltu, stopy miedzi, stopy aluminium i inne metale).</li> <li>Spawalność tworzyw metalicznych i jej cechy.</li> <li>Specjalne technologie lutowania, zgrzewania i klejenia metali.</li> <li>Badanie sprawności cieplnej łuku elektrycznego argonowego i helowego.</li> <li>Wpływ parametrów spawania stali austenitycznej chromowo - niklowej na zawartość ferrytu delta w złączach spawanych.</li> <li>Spawanie płomieniem acetylenowo - tlenowym.</li> <li>Badania wizualne wpływu parametrów zgrzewania punktowego na jakość zgrzein.</li> <li>Badania makroskopowe i pomiary twardości złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych.</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania</li> <li>Przegląd technik CAX</li> <li>Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>Modelowanie obiektowe</li> <li>Modelowanie parametryczne</li> <li>Modelowanie hybrydowe</li> <li>Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Techniki RP</li> <li>Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej</li> <li>Projektowanie współbieżne</li> <li>Integracja systemów CAD/MES</li> <li>Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>Element typu kostka</li> <li>Element typu płytka</li> <li>Element typu foremka</li> <li>Element typu tulejka</li> <li>Element typu wspornik</li> <li>Element typu dźwignia</li> <li>Element typu złączka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego)</li> <li>Zespół: Wyciskacz</li> <li>Zespół: Wał maszynowy</li> <li>Zespół: Zespół sprzęgłowy</li> <li>Zespół: Rolka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęcznianie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania.</li> <li>Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>Przeciagania: ogólna charakterystyka przeciagania; budowa i geometria przeciagaczy; jakość powierzchni.</li> <li>Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic.</li> <li>Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów.</li> <li>Geometria ostrzy narzędzi skrawających.</li> <li>Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych..</li> <li>• Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania.</li> <li>• Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki.</li> <li>• Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>• Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe.</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> </ul>	K_W03, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanizm odkształceń plastycznych w metalach. Wielkości liniowe charakteryzujące odkształcenie (względne i bezwzględne). Istota zjawiska umocnienia metali, umocnienie odkształceniowe, efekt Bauschingera, sposoby wyznaczania krzywych umocnienia.</li> <li>• Obróbka cieplna materiałów odkształconych plastycznie. Rekrytalizacja materiału, zgniot, zdrowienie. Zgniot, tekstura zgniotu, rodzaje odkształceń występujących w operacjach przeróbki plastycznej, wpływ zgniotu na właściwości materiału.</li> <li>• Cechy materiału wpływające na jego zachowanie w procesach przeróbki plastycznej. Anizotropia właściwości plastycznych blach ( przyczyny, rodzaje, metody wyznaczania, zjawiska związane z kształtowaniem metali). Elipsy plastyczności dla blach o izotropowych i anizotropowych właściwościach plastycznych. Ocena anizotropii płaskiej i normalnej w tłocznictwie blach.</li> <li>• Rodzaje operacji tłoczenia blach, rozciąganie i obciąganie na stemplu. Metody kształtowania wyrobów z blach, wytłaczanie, gięcie, stan naprężeń i odkształceń w czasie operacji kształtowania, charakterystyki siłowe, współczynnik odkształcenia. Rozkład naprężeń i odkształceń podczas gięcia plastycznego, stan naprężeń przy gięciu pasów wąskich i szerokich przy małej krzywiznie, metody gięcia plastycznego. Zjawisko sprężynowania w przeróbce plastycznej blach- czynniki określające to zjawisko</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych, metody wykrawania, charakterystyki siłowe, obliczanie siły wykrawania, fazy procesu wykrawania, wykrawanie dokładne. Tarcie w procesach przeróbki plastycznej (walcowanie, tłoczenie, spęczanie, kucie). metody zwiększania bądź zmniejszania tarcia. Metody objętościowej przeróbki plastycznej: spęczanie, kucie swobodne i matrycowe, wyciskanie i ciągnięcie.</li> <li>• Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu. Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu</li> <li>• Wyznaczenie wskaźników wytrzymałościowych blach używanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie krzywej umocnienia dla wybranych materiałów stosowanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie anizotropii blach</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych</li> <li>• Problemy kształtowania wyrobów w technologii spęczania</li> <li>• Kształtowanie wyrobów w technologii wytłaczania</li> <li>• Wykonanie projektu technologii wytwarzania wyrobów i półfabrykatów dla wybranych technologii przeróbki plastycznej (gięcie, wykrawanie, wytłaczanie)</li> </ul>	
<p>Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p>	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych</li> <li>• Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa.</li> <li>• 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</li> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania</li> <li>• Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów.</li> <li>• Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych.</li> </ul>	
<p>Zaliczenie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych.</li> <li>• Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru.</li> <li>• Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych</li> <li>• Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych</li> <li>• Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania</li> <li>• Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie</li> </ul>	
<p>Techniki wytwarzania - Spawalnictwo</p>	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	
<p>Techniki wytwarzania - Technologia maszyn</p>	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny</li> <li>• Typy produkcji</li> <li>• Normowanie procesów technologicznych</li> <li>• Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę</li> <li>• Zasady ustalania części podczas obróbki</li> <li>• Dokładność obróbki części maszyn</li> <li>• Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki</li> <li>• Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP</li> <li>• Struktura procesu technologicznego</li> <li>• Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach</li> <li>• Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych</li> <li>• Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu</li> <li>• Błąd zamocowania</li> <li>• Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</li> </ul>	
<p>Technologia informacyjna 1</p>	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji</li> <li>• Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych</li> <li>• Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie</li> <li>• Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne</li> <li>• Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa</li> <li>• Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy</li> <li>• Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów</li> <li>• Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript</li> <li>• Arduino jako przykład przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych</li> <li>• Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL</li> <li>• Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane</li> </ul>	

numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna klasyfikacja powierzchni • Struktura geometryczna powierzchni • Wpływ warstwy wierzchniej na własności użytkowe części maszyn • Kształtowanie warstw powierzchniowych metodami obróbki ubytkowej i bezubytkowej • Wybrane metody strukturyzowania powierzchni • Tarcie i zużycie warstw powierzchniowych • Zajęcia organizacyjne, zapoznanie z laboratorium, BHP • Pomiary i obserwacje SGP po toczeniu • Pomiary i obserwacje SGP po szlifowaniu • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu tocznym • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu ślizgowym • Pomiary i obserwacje SGP po gładzeniu • Pomiary i obserwacje SGP po strukturyzowaniu powierzchni</li> </ul>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warstwy powierzchniowe, powłoki, warstwy wierzchnie i ich ogólna klasyfikacja. • Materiały stosowane na powłoki napawane i natryskiwane cieplnie. • Spawalnicze technologie nakładania powłok, napawanie gazowe, napawanie łukiem elektrycznym spawalniczym. • Napawanie laserowe. • Napawanie tarciove i wybuchowe. • Technologie natryskiwania cieplnego płomieniowego, łukowego i plazmowego. • Odlewnicze technologie wytwarzania warstw wierzchnich. Wytwarzanie warstw wierzchnich metodą obróbki cieplnej i cieplno - chemicznej. • Badanie głębokości zabeleń warstwy wierzchniej odlewów żeliwnych. • Natryskiwanie plazmowe powłok. • Badanie twardości powłok i warstw wierzchnich. • Napawanie gazowe powłok. • Badania metalograficzne powłok i warstw wierzchnich.</li> </ul>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14



• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte. • Ramy symetryczne i antysymetryczne. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych. • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcane, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastooptyczne. • Zaliczenie.

Zarządzanie środowiskowe K\_W12, K\_U13, K\_K05

• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ; • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. • Wskaźniki środowiskowych efektów działalności. • Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko. • Ocena oddziaływania na środowisko - OoŚ. • Wymagania i obowiązki wynikające z przepisów ochrony środowiska. • Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP). Inne programy ochrony środowiska. • Ustawa (20 lipca 2017 r.)- Prawo wodne. Pozwolenia wodno-prawne. • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel). • Ochrona przed hałasem i wibracjami. • Gospodarka odpadami. Ekonomia w ochronie środowiska. • Sprawdzian. • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji). Analiza aktualnych działań pro-środowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej. Opracowanie programu środowiskowego. Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. Prezentacje i Zaliczenie.

### 3.3. K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie, stacjonarne

#### 3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	137 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	106 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	

1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	
1	FB	Matematyka 1	30	60	0	0	90	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>240</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	60	0	0	90	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>135</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>195</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>15</b>	<b>435</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	5	T	

4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>180</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>165</b>	<b>60</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KW	Przygotowanie i organizacja produkcji	30	0	30	15	75	6	T	
6	KW	Systemy CAM 1	15	0	30	0	45	4	N	
6	KW	Zastosowania MES w technologii maszyn	15	0	45	0	60	6	T	
6	KW	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	30	0	0	30	60	5	N	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>135</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>60</b>	<b>345</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KW	Modelowanie procesów produkcyjnych	15	0	30	0	45	4	N	
7	KW	Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	15	0	45	0	60	6	T	
7	KW	Oprządkowanie technologiczne	15	0	0	30	45	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KW	Produkcja odchudzona	15	0	30	0	45	5	T	
7	KW	Systemy CAM 2	0	0	30	0	30	3	N	
7	KW	Systemy komputerowe w praktyce inżynierskiej	15	0	0	30	45	3	N	

<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>75</b>	<b>0</b>	<b>135</b>	<b>60</b>	<b>270</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>1155</b>	<b>525</b>	<b>735</b>	<b>240</b>	<b>2655</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	883 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	36 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	13 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	136 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	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	109.50 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	233 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	32
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	264 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&C=2021>

### 3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłownikówz wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Ocena ryzyka zawodowego - wstęp • Ocena ryzyka zawodowego. Ryzyko zawodowe na wybranym stanowisku pracy. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyfikacja rodzajów wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • 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 • System zarządzania BHP. • Bezpieczeństwo pracy - ergonomia. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Podstawowe zasady i wymagania BHP przy użytkowaniu maszyn. • System ochrony pracy w Polsce.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczenie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne. • Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. • Formy ochrony przyrody. Akty prawne i instytucje ochrony przyrody. • Krążenie materii w ekosystemach. • Odnawialne źródła energii. • Gospodarka odpadami. • Charakterystyka zanieczyszczeń środowiska. • Zanieczyszczenia wody i powietrza oraz metody ich usuwania. • Zasoby wody w Polsce i na świecie. • Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie. • Idea zrównoważonego rozwoju - ekologiczne warunki korzystania z zasobów Ziemi. • Stan środowiska w Polsce. • Ograniczoność zasobów przyrodniczych i ich wykorzystanie. • Prawo wodne w Polsce.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	

Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny.</li> <li>• Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie.</li> <li>• Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami.</li> <li>• Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Widoki i przekroje proste przedmiotów.</li> <li>• Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów.</li> <li>• Zaliczenie treści wykładowych.</li> <li>• Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył.</li> <li>• Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu.</li> <li>• Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn. Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn.</li> <li>• Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy.</li> <li>• Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate.</li> <li>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe – wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>• Ogłoszenia i reklamy. Gruczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>• Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwyczaję z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia. Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>• Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki</li> <li>• Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>• Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	
Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous)</li> <li>• List do samego siebie. Zdania wyrażające cel.</li> <li>• Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie.</li> <li>• Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym.</li> <li>• Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone.</li> <li>• Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna</li> <li>• Rozprawka wyrażająca opinię</li> <li>• Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń.</li> <li>• Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia.</li> <li>• Trudna sytuacja – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki.</li> <li>• Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny.</li> <li>• Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym.</li> <li>• Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	
Język angielski 4	K_U04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuály i zachowania typowe dla ró¿nych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamieć – co i jak pamietamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępców. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych</li> </ul>	K_W13, K_W15, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. 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 osiełkowania 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.</li> </ul>	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</li> </ul>	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</li> </ul>	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. • Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. • Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiały konstrukcyjne 1</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10

• 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

Materiały konstrukcyjne 2 K\_W07, K\_U06, K\_U10

• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki 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\_W04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego

dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił. • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości. • Ruch złożony punktu.

Mechanika ogólna 2 K\_W02, K\_W04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady

Mechanika płynów K\_W02, K\_W03



<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 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. Przepływowierz 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. Zablokowanie przewodu.</li> </ul>	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiarów chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</li> </ul>	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 „warunków- zdarzeń” • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. Model analityczny: funkcje wejść, wyjść, macierz incydencji, znakowanie początkowe. Dynamika wykonania sieci Petri, graf znakowań osiągalnych. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Opis poszczególnych operacji technologicznych za pomocą modeli sieciowych. Modelowanie procesów technologicznych obróbki i montażu. Optymalizacja rozwiązań technologicznych. Analiza i ocena modeli czasowych sieci Petri. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Ocena wydajności systemów produkcyjnych za pomocą czasowych sieci Petri. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych z wykorzystaniem Enterprise Dynamics. Modelowanie elastycznych systemów i zrobotyzowanych. • Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Opracowanie aplikacji do komputerowego wspomagania harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab. • Zaliczenie</li> </ul>	K_W15
Napędy i sterowanie maszyn	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędnych i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie.</li> <li>• Podstawowe układy sterujące. Programowanie sterowniki logiczne PLC. Podstawy sterowania numerycznego. Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego.</li> <li>• Sterownik położenia napędu. Podstawy programowania układów sterowania numerycznego. Struktura programu sterującego</li> <li>• Sterowanie komputerowe obrabiarek. Komputerowe układy sterowania CNC. Układu CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej.</li> <li>• Układy sterowania adaptacyjnego AC.</li> <li>• Charakterystyki mechaniczne serwonapędu osi sterowanej ruchu prostoliniowego.</li> <li>• Badanie charakterystyk statycznych i dynamicznych napędu z silnikiem skokowym.</li> <li>• Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych.</li> <li>• Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie.</li> <li>• Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</li> </ul>	
Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do CNC: porównanie obrabiarek konwencjonalnych, NC, CNC; układy sterowania NC; cechy charakterystyczne obrabiarek NC; wymagania stawiane obrabiarkom CNC; zalety obrabiarek CNC; punkty charakterystyczne obrabiarki CNC. Sterowanie obrabiarek: układ otwarty, zamknięty; regulacja; rodzaje sterowania układów CNC; interpolacja; układy sterowania.</li> <li>• Modułowa budowa obrabiarek: istota i zasady budowy modułowej; aspekty modułowej budowy obrabiarek; obrabiarki przekształcalne; dokładność geometryczna i dokładność pozycjonowania; sztywność statyczna obrabiarek; drgania w obrabiarkach; stabilność termiczna; obrabiarka sterowana numerycznie jako obiekt mechatroniczny.</li> <li>• Elementy, mechanizmy i komponenty obrabiarek: korpusy obrabiarek; połączenia prowadnicowe.</li> <li>• Napędy główne: wymagania i klasyfikacja napędów głównych w obrabiarkach; wrzeciona obrabiarek – podstawowe wymagania; łożyskowanie wrzecion; Mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; wrzecienniki – zespoły wrzecionowe; elektrowrzeciona.</li> <li>• Napędy ruchu posuwowego: klasyfikacja i charakterystyka napędów ruchu posuwowego; mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; przekładnie przekształcające ruch obrotowy na postępowy. Elektryczne układy napędowe, układy sensoryczne: układy napędowe prądu stałego; układy napędowe prądu przemiennego; cyfrowe układy napędowe; układy sensoryczne.</li> <li>• Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmianny konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania.</li> <li>• Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru</li> <li>• Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki</li> <li>• Ustawianie obrabiarek - ustawianie frezarki</li> <li>• Pomiar dokłądności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych.</li> <li>• Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC.</li> <li>• Projektowanie napędu głównego obrabiarki CNC.</li> <li>• Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego</li> <li>• Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego</li> <li>• Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego.</li> <li>• Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt</li> <li>• Ekonomia eksploatacji narzędzi składanych; cel, wymogi i ekonomika stosowania systemów narzędziowych; kodowanie i identyfikacja narzędzi, zarządzanie danymi narzędziowymi w produkcji.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej.</li> <li>• Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego.</li> <li>• Ochrona praw autorskich.</li> <li>• Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how.</li> <li>• Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</li> </ul>	
Oprzrządowanie technologiczne	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. Uniwersalne oprzrządowanie technologiczne, automatyzacja oprzrządowania, uniwersalne przyrządy składane UPS, systemy pozycjonujące. Systemy mocowania narzędzi, kompleksowe systemy budowy maszyn.</li> <li>• 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.</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe.</li> <li>• Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji.</li> <li>• Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych.</li> </ul>	

<p>Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</p> <p>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<p>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<p>• 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 zmęczeniowoskałtowa 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 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11

- Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa 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 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 teorii tarcia i zużycia maszyn • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło

przekładni pasowej, o przełożeniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowego oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.

Podstawy MES	K_W18
• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podział i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji. rodzaje regulatorów. Typowe człony, układy korekcji. • Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań • Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytki, klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytków • Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędu i sterowania. • Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym. • Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora(Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki • Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc). • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu. • Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie • Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej. • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania według założonego planu zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta.	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	

Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Produkcja odchudzona	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczupłe praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidika, Andon, Chaku-chaku).</li> <li>Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych.</li> <li>Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S</li> <li>Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE.</li> <li>Redukcja czasów przebrajania maszyn technologicznych - metoda SMED.</li> <li>Zapobieganie błędom - Poka Yoke. System ZQC</li> <li>Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych.</li> <li>Mapowanie strumienia Wartości VSM</li> </ul>	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>Istota zarządzania produkcją i usługami. Definicje pojęć: zarządzanie, produkcja, usługi. Cele i zadania zarządzania produkcją – jakość, niezawodność, konkurencyjność. Fazy rozwoju zarządzania produkcją i usługami.</li> <li>Charakterystyka systemu produkcyjnego. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego. Otoczenie systemu produkcyjnego. Produktowność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności.</li> <li>Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmiotów pracy, środków pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niezgodnych-braków).</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracownikóv). 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.</li> <li>Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń).</li> <li>Organizacja stanowisk roboczych.</li> <li>Ocena ergonomiczności stanowisk pracy.</li> <li>Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych.</li> <li>Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>Analiza opracowań studentóv, dyskusja</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania</li> <li>Przegląd technik CAx</li> <li>Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>Modelowanie obiektowe</li> <li>Modelowanie parametryczne</li> <li>Modelowanie hybrydowe</li> <li>Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Techniki RP</li> <li>Rola systemóv CAD w inżynierii odwrotnej</li> <li>Projektowanie współbieżne</li> <li>Integracja systemóv CAD/MES</li> <li>Perspektywy i kierunki rozwoju systemóv CAD</li> <li>Element typu kostka</li> <li>Element typu płytka</li> <li>Element typu foremka</li> <li>Element typu tulejka</li> <li>Element typu wspornik</li> <li>Element typu dźwignia</li> <li>Element typu złączka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego)</li> <li>Zespół: Wyciskacz</li> <li>Zespół: Wał maszynowy</li> <li>Zespół: Zespół sprzęgłowy</li> <li>Zespół: Rolka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Systemy CAM 1	K_W05

<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 2.5-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów.</li> </ul>	
Systemy CAM 2	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie obróbki tokarskiej. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. 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. 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.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania;</li> <li>Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ścierniej.</li> <li>Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów.</li> <li>Geometria ostrzy narzędzi skrawających.</li> <li>Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych..</li> <li>Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania.</li> <li>Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki.</li> <li>Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe.</li> <li>Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	K_W03, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanizm odkształceń plastycznych w metalach. Wielkości liniowe charakteryzujące odkształcenie (względne i bezwzględne). Istota zjawiska umocnienia metali, umocnienie odkształceniowe, efekt Bauschingera, sposoby wyznaczania krzywych umocnienia.</li> <li>• Obróbka cieplna materiałów odkształconych plastycznie. Rekrytalizacja materiału, zgniot, zdrowienie. Zgniot, tekstura zgniotu, rodzaje odkształceń występujących w operacjach przeróbki plastycznej, wpływ zgniotu na właściwości materiału.</li> <li>• Cechy materiału wpływające na jego zachowanie w procesach przeróbki plastycznej. Anizotropia właściwości plastycznych blach ( przyczyny, rodzaje, metody wyznaczania, zjawiska związane z kształtowaniem metali). Elipsy plastyczności dla blach o izotropowych i anizotropowych właściwościach plastycznych. Ocena anizotropii płaskiej i normalnej w łocznictwie blach.</li> <li>• Rodzaje operacji tłoczenia blach, rozciąganie i obciąganie na stemplu. Metody kształtowania wyrobów z blach, wytłaczanie, gięcie, stan naprężeń i odkształceń w czasie operacji kształtowania, charakterystyki siłowe, współczynnik odkształcenia. Rozkład naprężeń i odkształceń podczas gięcia plastycznego, stan naprężeń przy gięciu pasów wąskich i szerokich przy małej krzywiznie, metody gięcia plastycznego. Zjawisko sprężynowania w przeróbce plastycznej blach- czynniki określające to zjawisko</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych, metody wykrawania, charakterystyki siłowe, obliczanie siły wykrawania, fazy procesu wykrawania, wykrawanie dokładne.Tarcie w procesach przeróbki plastycznej (walcowanie, tłoczenie, spęczanie, kucie). metody zwiększania bądź zmniejszania tarcia. Metody objętościowej przeróbki plastycznej: spęczanie, kucie swobodne i matrycowe, wyciskanie i ciągnięcie.</li> <li>• Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki walcowej. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu. Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu</li> <li>• Wyznaczenie wskaźników wytrzymałościowych blach używanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie krzywej umocnienia dla wybranych materiałów stosowanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie anizotropii blach</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych</li> <li>• Problemy kształtowania wyrobów w technologii spęczania</li> <li>• Kształtowanie wyrobów w technologii wytłaczania</li> <li>• Wykonanie projektu technologii wytwarzania wyrobów i półfabrykatów dla wybranych technologii przeróbki plastycznej (gięcie, wykrawanie, wytłaczanie)</li> </ul>	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych</li> <li>• Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa.</li> <li>• 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</li> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania</li> <li>• Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów.</li> <li>• Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie.</li> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych.</li> <li>• Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru.</li> <li>• Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych</li> <li>• Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych</li> <li>• Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania</li> <li>• Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie</li> </ul>	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny</li> <li>• Typy produkcji</li> <li>• Normowanie procesów technologicznych</li> <li>• Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę</li> <li>• Zasady ustalania części podczas obróbki</li> <li>• Dokładność obróbki części maszyn</li> <li>• Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki</li> <li>• Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP</li> <li>• Struktura procesu technologicznego</li> <li>• Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatach</li> <li>• Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych</li> <li>• Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu</li> <li>• Błąd zamocowania</li> <li>• Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</li> </ul>	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji</li> <li>• Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych</li> <li>• Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie</li> <li>• Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne</li> <li>• Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa</li> <li>• Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejsy sieciowy przewodowy i bezprzewodowy</li> <li>• Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów</li> <li>• Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript</li> <li>• Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych</li> <li>• Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL</li> <li>• Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja</li> <li>• Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników</li> <li>• Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika)</li> <li>• Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom</li> <li>• Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego</li> <li>• Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich</li> <li>• Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	K_W02, K_W03
Termodynamika	K_W02, K_W03

• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamość termodynamiczna. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy:

obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy  $X=const$ , mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.

Wychowanie fizyczne 1 K\_K04

• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.

Wychowanie fizyczne 2 K\_K04

• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia. • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.

Wytrzymałość materiałów 2 K\_W04, K\_W14

• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte. • Ramy symetryczne i antysymetryczne. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych. • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcane, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastooptyczne. • Zailczenie.

Zarządzanie środowiskowe K\_W12, K\_U13, K\_K05

• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ; • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. • Wskaźniki środowiskowych efektów działalności. • Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływanie przedsiębiorstwa na środowisko. • Ocena oddziaływania na środowisko - OoŚ. • Wymagania i obowiązki wynikające z przepisów ochrony środowiska. • Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP). Inne programy ochrony środowiska. • Ustawa (20 lipca 2017 r.)- Prawo wodne. Pozwolenia wodno-prawne. • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel). • Ochrona przed hałasem i wibracjami. • Gospodarka odpadami. Ekonomia w ochronie środowiska. • Sprawdzian. • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji). Analiza aktualnych działań pro-środowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej. Opracowanie programu środowiskowego. Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. Prezentacje i Zaliczenie.

Zastosowania MES w technologii maszyn K\_W18



• Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania procesów plastycznego kształtowania. Modelowanie numeryczne procesu spęczania na zimno w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Budowa modelu powierzchniowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami bez zastosowania dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. • Komputerowe bazy danych właściwości tworzyw sztucznych. Zasady korzystania oraz modyfikacji. Przygotowanie modelu komputerowego do analiz CAE, rodzaje modeli i analiz MES, ustalanie warunków brzegowych i początkowych na wybranych przykładach praktycznych, strukturalna analiza wytrzymałościowa MES. Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programów CAE do symulacji procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do środowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych tłoczników i form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD.

Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W12
--	-------

• Zarządzanie produkcją. Istota zarządzania produkcją. Tendencje rozwojowe w zarządzaniu produkcją. Geneza i rozwój systemów komputerowego wspomaganie zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. Szeregi czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategię planowania zagregowanego. • Planowanie i sterowanie zasobami produkcyjnymi – systemy MRP II. Rodzaje struktur produktów. Podsystem struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP. • Planowanie i sterowanie przepływem produkcji – systemy PPC. Funkcje systemów planowania i sterowania produkcją PPC. Integracyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy kierowania wytwarzaniem SFC. • Harmonogramowanie dyskretnych procesów produkcyjnych. Klasyfikacja problemów harmonogramowania. Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego. • Analiza porównawcza efektywności wybranych metod prognozowania produkcji (model ważonej średniej ruchomej, model IBrowna, model Wintera). • Symulacja komputerowa planowania zagregowanego – porównanie efektów ekonomicznych strategii: poziomu zdolności produkcyjnej, pogoni za popytem, mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz kompletacyjnej wyrobu. • Symulacja planowania potrzeb materiałowych MRP. • Symulacja komputerowa planowania zapotrzebowania na zdolności produkcyjne CRP. • Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie metodą węgierską i dekompozycji grafu. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn – algorytm Johsona. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego, algorytm harmonogramowania wielopoziomowego.

### 3.4. P - Pojazdy specjalne i specjalizowane, stacjonarne

#### 3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	136 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	140 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	106 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1244&C=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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	
1	FB	Matematyka 1	30	60	0	0	90	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>240</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	60	0	0	90	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>135</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	

3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>195</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>15</b>	<b>435</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>180</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>165</b>	<b>60</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	KW	Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	30	0	30	0	60	6	T	
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KW	Materiały eksploatacyjne	15	0	15	0	30	3	N	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KW	Silniki spalinowe	30	0	30	0	60	6	N	
6	KW	Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	30	0	15	15	60	6	T	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>150</b>	<b>30</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>315</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

7	KW	Diagnostyka (wybór)	15	0	30	0	45	4	T	
7	KW	Ekologia (wybór)	15	0	0	15	30	3	N	
7	KW	Eksploatacja (wybór)	30	0	30	0	60	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KW	Sterowanie (wybór)	30	0	30	0	60	4	N	
7	KW	Systemy CAD/CAM w projektowaniu (wybór)	15	0	15	30	60	4	N	
7	KW	Systemy komputerowe w projektowaniu pojazdów	15	0	0	30	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>120</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>75</b>	<b>300</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>1215</b>	<b>525</b>	<b>690</b>	<b>225</b>	<b>2655</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	33 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	876 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	40 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	13 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	136 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	16

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	94.50 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	223 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	37
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	293 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1244&C=2021>

### 3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1244&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z</li> </ul>	
<p>wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłowników z wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</p>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>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. • Ocena ryzyka zawodowego - wstęp • Ocena ryzyka zawodowego. Ryzyko zawodowe na wybranym stanowisku pracy. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • 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 • System zarządzania BHP. • Bezpieczeństwo pracy - ergonomia. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Podstawowe zasady i wymagania BHP przy użytkowaniu maszyn. • System ochrony pracy w Polsce.</li> </ul>	
Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W13
<ul style="list-style-type: none"> <li>Klasyfikacja pojazdów specjalnych i specjalizowanych. Budowa pojazdów specjalnych do prac ziemnych: koparki, zgarniarki, równiarki, spycharki, zrywarki, ładowarki. Budowa pojazdów specjalnych na bazie pojazdów samochodowych: cysterny, dźwigi samochodowe, pojazdy do oczyszczania dróg i miast, pojazdy sanitarne, pojazdy strażackie. Budowa pojazdów do przewozów specjalnych. Budowa podnośnikowych wózków jezdnych. Budowa pojazdów komunalnych. Budowa pojazdów specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, sklepy, siłownie itp. Budowa pojazdów do przewozów specjalistycznych. Budowa pojazdów samowładzawczych i samoładzawczych. Pojazdy wojskowe – podział, budowa, własności trakcyjne. Specjalne pojazdy wojskowe. Bojowe pojazdy pancerne – cechy konstrukcyjne, przeznaczenie. Pojazdy proekologiczne.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne.</li> <li>• Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu.</li> <li>• Formy ochrony przyrody. Akty prawne i instytucje ochrony przyrody. • Krążenie materii w ekosystemach. • Odnawialne źródła energii.</li> <li>• Gospodarka odpadami. • Charakterystyka zanieczyszczeń środowiska. • Zanieczyszczenia wody i powietrza oraz metody ich usuwania. • Zasoby wody w Polsce i na świecie. • Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie. • Idea zrównoważonego rozwoju - ekologiczne warunki korzystania z zasobów Ziemi. • Stan środowiska w Polsce. • Ograniczoność zasobów przyrodniczych i ich wykorzystanie. • Prawo wodne w Polsce.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót 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 obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. • Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	K_U04
<p>Język angielski 2</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	K_U04
<p>Język angielski 3</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous)</li> <li>• List do samego siebie. Zdania wyrażające cel.</li> <li>• Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie.</li> <li>• Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym.</li> <li>• Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone.</li> <li>• Wydarzenia prawdziwe i zmyśnione. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń.</li> <li>• Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia.</li> <li>• Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki.</li> <li>• Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym.</li> <li>• Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	K_U04
<p>Język angielski 4</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”.</li> <li>• Program telewizyjny o mowie ciała.</li> <li>• Pamięć – co i jak pamiętamy. Przepięstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop.</li> <li>• Synonimy. Czasowniki, które występują z przymnikami. Przepięstwa. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> <li>• Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami.</li> <li>• Przepięstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi.</li> <li>• Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody</li> <li>• Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne.</li> <li>• Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy</li> <li>• Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>• Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>• Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> <li>• Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	K_U04
<p>Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania</p>	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych</li> </ul>	
<p>Maszyny technologiczne</p>	K_W13, K_W15, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny.</li> <li>• 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.</li> <li>• Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytyowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie.</li> <li>• Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki.</li> <li>• Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki.</li> <li>• Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe.</li> <li>• Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmianny przeciagarek.</li> <li>• Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiełkowania i docierania.</li> <li>• Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe.</li> <li>• Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół</li> </ul>	

<p>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 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.</p>	
Matematyka 1	K_W01
<p>• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</p>	
Matematyka 2	K_W01
<p>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</p>	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<p>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. • Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. • Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</p>	
Materiały eksploatacyjne	K_W07
<p>• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw oraz substancji smarowych. Wykorzystanie paliw ciekłych – podstawy działania systemów zasilania spalinowych napędów środków transportu. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie iskrowym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie benzyn silnikowych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie olejów napędowych. Paliwa roślinne i alkohole. Paliwa gazowe. Tarcie i smarowanie elementów maszyn. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Płyny hydrauliczne i płyny do układów chłodzenia. Smary plastyczne – klasyfikacja i ocena jakości. Prawne, techniczne i ekonomiczne aspekty stosowania biopaliw. Metody badawcze paliw i środków smarowych. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliwa konwencjonalnego i biopaliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.</p>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<p>• Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych • Idealna budowa krystaliczna • Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów • Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali • Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych • Krystalizacja metali i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach 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 2	K_W07, K_U06, K_U10
<p>• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych • Stal konstrukcyjna stopowa • Stal narzędziowa • Stal o szczególnych właściwościach • Stopy aluminium • Stopy miedzi • Stopy niklu i tytanu • Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu</p>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04



• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego

dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości. • Ruch złożony punktu.

Mechanika ogólna 2

K\_W02, K\_W04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady

Mechanika płynów

K\_W02, K\_W03

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba 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 promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowski 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 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.

Metrologia i systemy pomiarowe

K\_W08

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiarów chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</li> </ul>	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>hydrostatycznych. • Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</li> <li>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyn. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</li> </ul>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11

- Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość 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\_W05, K\_W06, K\_U03, K\_U11

- Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach.
- Przekładnie mechaniczne.
- Metody analizy układów kinematycznych.
- Przekładnie walcowe o zębach prostych.
- Podstawowe wymiary kół 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 cięgowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej.
- Podstawy teorii tarcia i zużycia maszyn
- Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn.
- Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD).
- Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń.
- Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych.
- Organizacja procesów obsługowych,

planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn.

- Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium.
- Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach 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. 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\_W18

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

Podstawy robotyki

K\_W03, K\_U09

<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podział i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji. rodzaje regulatorów. Typowe człony, układy korekcji.</li> <li>Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów</li> <li>Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań</li> <li>Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytki, klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków</li> <li>Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędu i sterowania.</li> <li>Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym.</li> <li>Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora (Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki</li> <li>Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku. (Circular Arc).</li> <li>Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu.</li> <li>Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie</li> <li>Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sporządzenie planu pracy dyplomowej.</li> <li>Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej.</li> <li>Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej.</li> <li>Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> <li>Zredagowanie pracy dyplomowej.</li> <li>Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania według założonego planu zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta.</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Silniki spalinowe	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości wstępne – podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste tłokowych silników spalinowych. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Proces spalania – silnik z zapłonem iskrowym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania i proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych.</li> <li>Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Ocena parametrów pracy aparatury wtryskowej. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych.</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania</li> <li>Przegląd technik CAx</li> <li>Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>Modelowanie obiektowe</li> <li>Modelowanie parametryczne</li> <li>Modelowanie hybrydowe</li> <li>Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych</li> <li>Techniki RP</li> <li>Rola systemów CAD w inżynierii</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>odwrotnej</li> <li>Projektowanie współbieżne</li> <li>Integracja systemów CAD/MES</li> <li>Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>Element typu kostka</li> <li>Element typu płytka</li> <li>Element typu foremka</li> <li>Element typu tulejka</li> <li>Element typu wspornik</li> <li>Element typu dźwignia</li> <li>Element typu złączka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego)</li> <li>Zespół: Wyciskacz</li> <li>Zespół: Wał maszynowy</li> <li>Zespół: Zespół sprzęgłowy</li> <li>Zespół: Rolka</li> <li>Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>• Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>• Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>• Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>• Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania;</li> <li>• Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>• Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>• Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>• Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>• Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>• Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>• Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>• Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>• Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>• Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>• Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>• Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernej.</li> <li>• Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów.</li> <li>• Geometria ostrzy narzędzi skrawających.</li> <li>• Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>• Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>• Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>• Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>• Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	K_W03, K_U10, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Odlewnictwo</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych..</li> <li>• Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania.</li> <li>• Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki.</li> <li>• Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>• Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe.</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> </ul>	K_W03, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna</p>	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanizm odkształceń plastycznych w metalach. Wielkości liniowe charakteryzujące odkształcenie (względne i bezwzględne). Istota zjawiska umocnienia metali, umocnienie odkształceniowe, efekt Bauschingera, sposoby wyznaczania krzywych umocnienia.</li> <li>• Obróbka cieplna materiałów odkształconych plastycznie. Rekrytalizacja materiału, zgniot, zdrowienie. Zgniot, tekstura zgniotu, rodzaje odkształceń występujących w operacjach przeróbki plastycznej, wpływ zgniotu na właściwości materiału.</li> <li>• Cechy materiału wpływające na jego zachowanie w procesach przeróbki plastycznej. Anizotropia właściwości plastycznych blach ( przyczyny, rodzaje, metody wyznaczania, zjawiska związane z kształtowaniem metali). Elipsy plastyczności dla blach o izotropowych i anizotropowych właściwościach plastycznych. Ocena anizotropii płaskiej i normalnej w tłocznictwie blach.</li> <li>• Rodzaje operacji tłoczenia blach, rozciąganie i obciąganie na stemplu. Metody kształtowania wyrobów z blach, wytlaczanie, gięcie, stan naprężeń i odkształceń w czasie operacji kształtowania, charakterystyki siłowe, współczynnik odkształcenia. Rozkład naprężeń i odkształceń podczas gięcia plastycznego, stan naprężeń przy gięciu pasów wąskich i szerokich przy małej krzywiznie, metody gięcia plastycznego. Zjawisko sprężynowania w przeróbce plastycznej blach- czynniki określające to zjawisko</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych, metody wykrawania, charakterystyki siłowe, obliczanie siły wykrawania, fazy procesu wykrawania, wykrawanie dokładne. Tarcie w procesach przeróbki plastycznej (walcowanie, tłoczenie, spęczanie, kucie). metody zwiększania bądź zmniejszania tarcia. Metody objętościowej przeróbki plastycznej: spęczanie, kucie swobodne i matrycowe, wyciskanie i ciągnięcie.</li> <li>• Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu. Rozkład nacisków na powierzchni spęczanego walca, obszary spęczanej próbki walcowej. Wpływ siły tarcia i wysokości na kształt spęczanej próbki, strefy odkształceń spęczanego walca. Rodzaje procesów wyciskania, wady i zalety. Rozkład sił w momencie chwytu blachy przez walce, warunek kąta chwytu</li> <li>• Wyznaczenie wskaźników wytrzymałościowych blach używanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie krzywej umocnienia dla wybranych materiałów stosowanych w przeróbce plastycznej</li> <li>• Wyznaczenie anizotropii blach</li> <li>• Ocena jakości wyrobów wykrawanych</li> <li>• Problemy kształtowania wyrobów w technologii spęczania</li> <li>• Kształtowanie wyrobów w technologii wytlaczania</li> <li>• Wykonanie projektu technologii wytwarzania wyrobów i półfabrykatów dla wybranych technologii przeróbki plastycznej (gięcie, wykrawanie, wytlaczanie)</li> </ul>	K_W03, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p>	K_W03, K_U14

- Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości
- Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: 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  $p_vT$ , 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

Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
-------------------------------------	---------------------

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

Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
---	---------------------

- Proces produkcyjny i proces technologiczny
- Typy produkcji
- Normowanie procesów technologicznych
- Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę
- Zasady ustalania części podczas obróbki
- Dokładność obróbki części maszyn
- Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki
- Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP
- Struktura procesu technologicznego
- Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach
- Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych
- Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu
- Błąd zamocowania
- Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi

Technologia informacyjna 1	K_W03
----------------------------	-------

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

Technologia informacyjna 2	K_U05
----------------------------	-------

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

Termodynamika	K_W02, K_W03
---------------	--------------

- 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie  $p-v$  oraz  $T-s$ . 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, 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  $X=const$ , mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Peçleta. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika.
- Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.

Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W05
---	-------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rola i zadania układu napędowego. Rodzaje napędów w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. Mechaniczne układy napędowe. Sprzęgła. Przekładnie. Wały napędowe i osie. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. Mosty napędowe. Hydromechaniczne układy napędowe. Hydrostatyczne układy napędowe. Pneumatyczne (powietrzne) układy napędowe. Układy napędowe ciągników drogowych i pozadrogowych na podwoziu kołowym. Układy napędowe kołowych maszyn roboczych. Układy napędowe pojazdów gąsienicowych. Hybrydowe układy napędowe w pojazdach specjalnych i specjalizowanych.</li> <li>• Obliczenia i dobór sprzęgła ciernego. Dobór podzespołu hydrokinetycznego (sprzęgła hydrokinetycznego, przekładni hydrokinetycznej). Dobór przekładni mechanicznej w układzie napędowym. Obliczenia i dobór przekładni hydrostatycznej. Dobór wału napędowego i przegubu napędowego. Mechanizm skrętu pojazdu gąsienicowego.</li> <li>• Sprzęgła cierne. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Przekładnie mechaniczne. Przekładnia automatyczna. Most napędowy. Wały i przeguby napędowe. Napęd hydrostatyczny.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia.</li> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami.</li> <li>• Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studentów z warunkami uczestnictwa w zajęciach sportowych, zasadami bhp i warunkami korzystania ze sprzętu sportowego. Podanie warunków uzyskania zaliczenia.</li> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami.</li> <li>• Test sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna</li> <li>• Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha</li> <li>• Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych).</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfelda.</li> <li>• Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano</li> <li>• Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych</li> <li>• Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych</li> <li>• Ramy płaskie zamknięte.</li> <li>• Ramy symetryczne i antysymetryczne.</li> <li>• Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych.</li> <li>• Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych.</li> <li>• Pręty silnie zakrzywione.</li> <li>• Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcane, projektowanie przekrojów prętów skręcanych.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta.</li> <li>• Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> <li>• Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych).</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych.</li> <li>• Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych.</li> <li>• Kolokwium nr 2</li> <li>• Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne.</li> <li>• Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne.</li> <li>• Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania.</li> <li>• Statyczna próba ściskania, próba udarności.</li> <li>• Badania twardości metali.</li> <li>• Tensometria oporowa.</li> <li>• Tensometria optyczna.</li> <li>• Modelowe badania elastooptyczne.</li> <li>• Zailczenie.</li> </ul>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ;</li> <li>• Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm;</li> <li>• Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015</li> <li>• Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji.</li> <li>• Wskaźniki środowiskowych efektów działalności.</li> <li>• Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko.</li> <li>• Ocena oddziaływania na środowisko - OoŚ.</li> <li>• Wymagania i obowiązki wynikające z przepisów ochrony środowiska.</li> <li>• Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP). Inne programy ochrony środowiska.</li> <li>• Ustawa (20 lipca 2017 r.)- Prawo wodne. Pozwolenia wodno-prawne.</li> <li>• Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique )</li> <li>• Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel).</li> <li>• Ochrona przed hałasem i wibracjami.</li> <li>• Gospodarka odpadami. Ekonomia w ochronie środowiska.</li> <li>• Sprawdzian.</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji). Analiza aktualnych działań pro-środowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej. Opracowanie programu środowiskowego. Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. Prezentacje i Zaliczenie.</li> </ul>	

### 3.5. S - Inżynieria spawalnictwa, niestacjonarne

#### 3.5.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	93 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	129 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	88 ECTS

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1156&C=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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>144</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>90</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	



3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>117</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>9</b>	<b>261</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>99</b>	<b>36</b>	<b>81</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KO	Metalurgia procesów spawalniczych	18	0	18	0	36	4	N	
6	KO	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	18	0	18	0	36	6	T	

6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KO	Projektowanie konstrukcji spawanych	18	0	9	18	45	5	N	
6	KO	Technologie spawalnicze	18	0	18	0	36	6	T	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>99</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>27</b>	<b>216</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KO	Badania nieniszczące złączy spawanych	9	0	18	0	27	5	T	
7	KO	Badania niszczące złączy spawanych	18	0	18	0	36	5	N	
7	KO	Obróbka cieplna spoin	18	0	18	0	36	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KO	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	18	0	9	0	27	3	N	
7	KO	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	18	0	0	9	27	5	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>81</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>9</b>	<b>153</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	9	9	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>747</b>	<b>272</b>	<b>423</b>	<b>108</b>	<b>1550</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.5.3. 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	17
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	11 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	892 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	48
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	58 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	27 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	152 godz.

Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	141.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	283 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	37
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	347 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1156&C=2021>

### 3.5.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1156&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłownikówz wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.</li> </ul>	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. • Badania własności mechanicznych złączy. • Badania odporności złączy spawanych i zgrzewanych na pęknięcie. Badania odporności na korozję złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. • Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw napawanych i 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.</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne.</li> <li>• Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Bariery rozwoju cywilizacji. • Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. • 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.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. • Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1 – połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe – wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaże z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przepięstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymiokami. Przepięstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przepięstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	K_U04
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne</li> </ul>	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15

<ul style="list-style-type: none"> <li>Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny.</li> <li>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.</li> <li>Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywne, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie.</li> <li>Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki.</li> <li>Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki.</li> <li>Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe.</li> <li>Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiiany przeciagarek.</li> <li>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.</li> <li>Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe.</li> <li>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.</li> <li>Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatach CNC, Centra obróbkowe CNC.</li> <li>Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Frezarka obwiedniowa do kół zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.</li> </ul>	<p>K_W01</p>
<p>Matematyka 1</p>	<p>K_W01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych.</li> <li>Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny.</li> <li>Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego.</li> <li>Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola.</li> <li>Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</li> </ul>	<p>K_W01</p>
<p>Matematyka 2</p>	<p>K_W01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice.</li> <li>Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych.</li> <li>Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</li> </ul>	<p>K_W18</p>
<p>Matematyka 3 (metody numeryczne)</p>	<p>K_W18</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>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.</li> <li>Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych.</li> <li>Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p>
<p>Materiały konstrukcyjne 1</p>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista</li> <li>Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz</li> <li>Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja</li> <li>Stopy żelaza z węglem wykres równowagi fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo.</li> <li>Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych.</li> <li>Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</li> </ul>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p>
<p>Materiały konstrukcyjne 2</p>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych</li> <li>Miedź i jej stopy.</li> <li>Stopy aluminium</li> <li>Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne</li> <li>Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi</li> <li>Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów. Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej</li> <li>Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej</li> <li>Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych</li> <li>Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</li> </ul>	<p>K_W02, K_W04</p>
<p>Mechanika ogólna 1</p>	<p>K_W02, K_W04</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu</li> </ul>	
<p>sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości. • Ruch złożony punktu.</p>	
<p>Mechanika ogólna 2</p>	<p>K_W02, K_W04</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> </ul>	
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W02, K_W03</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 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. Płyn nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.</li> </ul>	
<p>Metalurgia procesów spawalniczych</p>	<p>K_W07</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
<p>Metrologia i systemy pomiarowe</p>	<p>K_W08</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 napędów z silnikami skokowymi. • Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych. • Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie.</li> </ul>	
Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Obróbka cieplna spoin	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie mfszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</li> <li>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</li> </ul>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Beźlączkowe 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.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne- połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia śrub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje, zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przelazieniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębata reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać 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. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni</li> </ul>	
Podstawy MES	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.</li> </ul>	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji, rodzaje regulatorów. • Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań • Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytaaki, klasyfikacja chwytaków. • Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędowe i sterujące • Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym • Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora (Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki • Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc). • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu. • Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie • Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej. • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>• Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>• Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka połączeń spawanych: geometria spoin, ograniczenia geometryczne i konstrukcyjne, zasady konstruowania połączeń spawanych</li> <li>• Materiały stosowane na konstrukcje stalowe i ich właściwości mechaniczne, właściwości mechaniczne spoin</li> <li>• Naprężenia spawalnicze: mechanizm powstawania naprężeń, rozkłady naprężeń własnych, odprężanie konstrukcji spawanych</li> <li>• Projektowanie konstrukcji spawanych przy obciążeniach statycznych: rodzaje złączy spawanych, wymiary spoin, zasady doboru naprężeń dopuszczalnych</li> <li>• Obliczenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obliczenia wg zaleceń Unii Europejskiej</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>• Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>• Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>• Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>• Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>• Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>• Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX</li> <li>• Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>• Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>• Modelowanie obiektowe</li> <li>• Modelowanie parametryczne</li> <li>• Modelowanie hybrydowe</li> <li>• Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP.</li> <li>• Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne.</li> <li>• Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>• Element typu kostka, płytki</li> <li>• Element typu foremka, wspornik</li> <li>• Element typu tulejka, dźwignia</li> <li>• Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń</li> <li>• Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy</li> </ul>	
Zespół: Zespół sprzęgłowy	
Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>• Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>• Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>• Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>• Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania;</li> <li>• Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>• Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>• Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>• Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>• Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>• Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>• Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>• Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>• Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>• Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>• Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>• Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ścierniej.</li> <li>• Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>• Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>• Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>• Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>• Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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.</li> <li>• Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem.</li> <li>• Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>• Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.</li> </ul>	K_W03, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Odształcenie 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 zgniatanie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, rozłaczanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości.</li> <li>• 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 cylindrycznego. Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego.</li> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, w tym przetwórcze; stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• 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</li> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego – fizycznego polimerów. Zaliczenie</li> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych -1</li> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U10, K_U14
<p>Techniki wytwarzania - Spawalnictwo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	K_W09, K_U14, K_K06
<p>Techniki wytwarzania - Technologia maszyn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny. Typy produkcji</li> <li>• Normowanie procesów technologicznych</li> <li>• Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę</li> <li>• Zasady ustalania części podczas obróbki. Dokładność obróbki części maszyn</li> <li>• Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki</li> <li>• Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego</li> <li>• Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach. Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych</li> <li>• Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu. Błąd zamocowania</li> <li>• Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</li> </ul>	K_W03
<p>Technologia informacyjna 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji</li> <li>• Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych</li> <li>• Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie</li> <li>• Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne</li> <li>• Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa</li> <li>• Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy</li> <li>• Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów</li> <li>• Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript</li> <li>• Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych</li> <li>• Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL</li> <li>• Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja</li> <li>• Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	K_U05
<p>Technologia informacyjna 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników</li> <li>• Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa</li> </ul>	

silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego	
Technologie spawalnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie.</li> <li>• Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie elektrodożłowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Lutowanie – metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie.</li> <li>• Spawanie gazowe. Cięcie gazowe i plazmowe.</li> <li>• Spawanie i napawanie elektrodami otulonymi.</li> <li>• Spawanie GTAW.</li> <li>• Spawanie GMAW.</li> <li>• Zgrzewanie elektryczne zvarciowe i punktowe.</li> <li>• Lutowanie miękkie i lutowanie twarde.</li> <li>• Pomiary geometrii spoin.</li> </ul>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła.</li> <li>• 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika.</li> <li>• Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	
Urządzenia i osprzęt spawalniczy	K_W10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Źródła prądu do spawania łukowego ręcznego elektrodą otuloną, GTA oraz do spawania zmechanizowanego.</li> <li>• Napędy hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne. Urządzenia do spawania półautomatycznego i automatycznego GMA, GTA, łukiem krytym, elektrodożłowego, plazmowego, elektronowego i laserowego.</li> <li>• Urządzenia do zgrzewania elektrycznego oporowego. Urządzenia do natryskiwania cieplnego i do napawania łukowego. Urządzenia do lutowania twardego i miękkiego. Urządzenia do cięcia termicznego.</li> <li>• Mechanizacja stanowisk spawalniczych. Układy sterowania spawalniczych stanowisk zmechanizowanych i zautomatyzowanych. Budowa spawalniczych robotów przemysłowych i elementy składowe zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych.</li> <li>• Metody programowania robotów spawalniczych oraz zakres zastosowania. Przyrządy, stoły, obrotniki i uchwyty spawalnicze. Odciaży dymów spawalniczych.</li> <li>• Pomiary parametrów elektrycznych i mechanicznych urządzeń spawalniczych.</li> <li>• Zapoznanie z budową i obsługą podstawowych urządzeń do spawania i zgrzewania.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta.</li> <li>• 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.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, czyste ścinanie.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy.</li> <li>• Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne.</li> <li>• Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a.</li> <li>• Wyteżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego.</li> <li>• Charakterystyki geometryczne figur płaskich.</li> <li>• Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna</li> <li>• Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha</li> <li>• Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych).</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda.</li> <li>• Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych</li> <li>• Ramy płaskie – wyznaczanie sił wewnętrznych</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych.</li> <li>• Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych.</li> <li>• Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek.</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych.</li> <li>• Kolokwium nr 2</li> <li>• Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania.</li> <li>• Statyczna próba ściskania, próba udarowości.</li> <li>• Badania twardości metali.</li> <li>• Tensometria oporowa.</li> <li>• Modelowe badania elastooptyczne.</li> </ul>	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natryskiwanych cieplnie.</li> <li>• Klasy konstrukcji spawanych zgrzewanych i lutowanych oraz dopuszczalność wad złączy. Uprawnienia zakładów produkcyjnych do prac spawalniczych. Certyfikacja laboratoriów spawalniczych.</li> <li>• Program zapewnienia jakości prac spawalniczych. Księga jakości. Poziomy zapewnienia jakości. Podręcznik kontroli jakości, plan kontroli jakości i organizacja kontroli jakości.</li> <li>• 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.</li> <li>• Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu łukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO<sub>2</sub> 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.</li> <li>• Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego.</li> <li>• Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze.</li> </ul>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ;</li> <li>• Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm.</li> <li>• Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015</li> <li>• Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. Wskaźniki środowiskowych efektów działalności.</li> <li>• Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko.</li> <li>• Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP),</li> <li>• Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique)</li> <li>• Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel)</li> <li>• Test</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji)</li> <li>• Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej</li> <li>• Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Sporządzanie Polityki Środowiskowej;</li> <li>• Opracowanie programu środowiskowego</li> <li>• Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp</li> <li>• Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego.</li> <li>• Prezentacje i Zaliczenie</li> </ul>	

### 3.6. I - Inżynieria technologii specjalnych, niestacjonarne

#### 3.6.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	94 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	128 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	88 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	7	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>										
			<b>144</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	0	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>										
			<b>90</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>										
			<b>90</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	

3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>117</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>9</b>	<b>261</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>99</b>	<b>36</b>	<b>81</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	4	T	
6	KI	Krystalizacja metali i stopów	18	0	18	0	36	5	N	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KO	Materiały stosowane w przemysle zbrojeniowym	18	0	18	0	36	6	T	
6	KO	Obróbka cieplna i ciepłno- chemiczna	18	0	18	0	36	6	T	

6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KO	Specjalne technologie odlewnicze	18	0	18	0	36	4	N	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>99</b>	<b>18</b>	<b>81</b>	<b>9</b>	<b>207</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KO	Badania nieniszczące	9	0	18	0	27	4	T	
7	KO	Badania właściwości materiałów metalicznych	9	9	0	0	18	3	N	
7	KO	Badania właściwości warstw powierzchniowych	9	0	9	0	18	4	T	
7	KW	Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	9	0	0	18	27	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KO	Specjalne technologie spajania metali	18	0	18	0	36	4	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	9	0	9	0	18	3	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	9	0	9	0	18	3	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>72</b>	<b>9</b>	<b>63</b>	<b>18</b>	<b>162</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	9	9	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>738</b>	<b>281</b>	<b>432</b>	<b>99</b>	<b>1550</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.6.3. 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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	65 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	888 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	55 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	20 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)	33
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	139.50 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	252 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	38
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	385 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&C=2021>

### 3.6.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłownikówz wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
Badania nieniszczące	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	
Badania właściwości materiałów metalicznych	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Struktura materiałów metalicznych: metalografia, podstawowe metody mikroskopowe, makroskopowe oraz faktograficzne stosowane do oceny struktury; zastosowanie, metodyka i aparatura badawcza. • Właściwości mechaniczne materiałów metalicznych: • właściwości określane metodami badań statycznych; próba rozciągania, ściskania, zginania, • twardość; statyczne próby twardości, • udurość; właściwości wyznaczane w próbach udarowych, • wytrzymałość zmęczeniowa; próby zmęczeniowe. • Metody oceny plastycznego odkształcania materiałów metalicznych pod stałym obciążeniem; wysokotemperaturowe pełzanie. • Obciążenia cieplne; metody określenia wpływu obciążeń cieplnych • Korozja; wpływ i ocena efektów oddziaływania cieczy na powierzchnię materiałów metalicznych. Zjawisko kawitacji; wpływ kawitacji na powierzchnię materiałów metalicznych. • Badania metalograficzne materiałów metalicznych. • Badania własności mechanicznych i plastycznych materiałów metalicznych. • Badania odporności na zużycie ścierne i współczynnika tarcia. • Badania wytrzymałości na wysokotemperaturowe pełzanie. • Badania odporności na korozję w środowisku cieczy.</li> </ul>	
Badania właściwości warstw powierzchniowych	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ogólna klasyfikacja warstw wierzchniowych. • Klasyfikacja warstw wierzchniowych ze względu na zastosowanie. • Warstwy wierzchnie i powłoki. • Metody konstituowania warstw wierzchniowych. • Budowa warstw wierzchniowych. • Właściwości warstw wierzchniowych: mikrotwardość, odporność na zużycie tribologiczne, ocena grubości i przyczepności powłok. • Badania metalograficzne warstw wierzchniowych. • Badania mikrotwardości warstw wierzchniowych. • Badania grubości powłok. • Ocena przyczepności powłok próba zarysowania "scratch test".</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08

<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii.</li> <li>Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia).</li> <li>Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie.</li> <li>Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy.</li> <li>Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy.</li> <li>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.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza</li> <li>Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne.</li> <li>Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Bariery rozwoju cywilizacji.</li> <li>Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych.</li> <li>Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany.</li> <li>Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne.</li> <li>Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju.</li> <li>Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania.</li> <li>Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki.</li> <li>Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego</li> <li>Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne</li> <li>Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu</li> <li>Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego</li> <li>Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste</li> <li>Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej).</li> <li>Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina</li> <li>Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne</li> <li>Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów</li> <li>Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki</li> <li>Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej</li> <li>Widmo atomowe</li> <li>Przepływ ciepła w metalach i stopach</li> <li>Przewodnictwo elektryczne metali i stopów</li> <li>Właściwości magnetyczne metali i stopów</li> <li>Zjawiska termoelektryczne</li> <li>Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały</li> </ul>	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny.</li> <li>Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebiecia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i 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.</li> <li>Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami.</li> <li>Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów.</li> <li>Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów.</li> <li>Zaliczenie treści wykładowych.</li> <li>Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady.</li> <li>Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył.</li> <li>Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu.</li> <li>• Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn.</li> <li>• Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy.</li> <li>• Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate.</li> <li>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe – wykonanieadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>• Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>• Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>• Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki</li> <li>• Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>• Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	
Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous)</li> <li>• List do samego siebie. Zdania wyrażające cel.</li> <li>• Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie.</li> <li>• Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym.</li> <li>• Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone.</li> <li>• Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna</li> <li>• Rozprawka wyrażająca opinię</li> <li>• Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń.</li> <li>• Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia.</li> <li>• Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki.</li> <li>• Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny.</li> </ul>	
Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”.</li> <li>• Program telewizyjny o mowie ciała.</li> <li>• Pamięć – co i jak pamiętamy. Przesłpstwa i przestpcy. Nasze zachowanie wobec przestpstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop.</li> <li>• Synonimy. Czasowniki, które wystpują z przyimkami. Przesłpstwa. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> <li>• Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeñ. Pisanie: ulotkami z poradami.</li> <li>• Przesłpstwa. Zgłaszanie przestpstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi.</li> <li>• Zwyczajli ludzie w niezwyklych sytuacjach. Przedmioty niezbedne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody</li> <li>• Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne.</li> <li>• Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy</li> <li>• Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>• Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>• Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> <li>• Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne</li> </ul>	
Krystalizacja metali i stopów	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zagadnienia ogólne. Pojęcie równowagi. Siła pędna i równowagowa temperatura krystalizacji. Energia swobodna faz.</li> <li>• Wykresy fazowe.</li> <li>• Zarodkowanie kryształów.</li> <li>• Wzrost kryształów jako proces atomowy.</li> <li>• Segregacja składnika, normalna krystalizacja stopów, topienie strefowe, krystalizacja z konwekcyjnym i bezkonwekcyjnym mieszaniami kąpieli.</li> <li>• Topienie strefowe. Krystalizacja i klasyfikacja eutektyk.</li> <li>• Krystalizacja komórkowa, dendrytyczna, perytektyczna. Szybka krystalizacja.</li> <li>• Kształtowanie pierwotnej struktury odlewów.</li> <li>• Badanie punktów przełomowych krzepnięcia stopów, krzywych chłodzenia.</li> <li>• Wpływ oddziaływania ochładzalników na głębokość zabielenia odlewów żeliwnych.</li> <li>• Próba lejności stopów odlewniczych.</li> <li>• Badania metalograficzne eutektyk.</li> <li>• Badania twardości odlewów.</li> </ul>	

Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny.</li> <li>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.</li> <li>Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywne, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie.</li> <li>Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki.</li> <li>Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki.</li> <li>Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe.</li> <li>Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany przeciagarek.</li> <li>Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiełkowania i docierania.</li> <li>Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe.</li> <li>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.</li> <li>Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC.</li> <li>Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja.</li> <li>Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.</li> </ul>	
Matematyka 1	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotometryczne. Przegląd funkcji elementarnych.</li> <li>Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny.</li> <li>Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego.</li> <li>Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola.</li> <li>Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</li> </ul>	
Matematyka 2	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice.</li> <li>Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych.</li> <li>Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</li> </ul>	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>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.</li> <li>Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji splejanych.</li> <li>Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista</li> <li>Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz</li> <li>Odształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja</li> <li>Stopy żelaza z węglem - wykres równowagi fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo.</li> <li>Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych.</li> <li>Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych</li> <li>Miedź i jej stopy.</li> <li>Stopy aluminium</li> <li>Technologia obróbki cieplnej - podstawy teoretyczne</li> <li>Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi</li> <li>Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów. Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej</li> <li>Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej</li> <li>Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych</li> <li>Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</li> </ul>	
Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym	K_W07

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólny podział i charakterystyka materiałów stosowanych do wytwarzania uzbrojenia: stale stopowe i nanokrystaliczne, stopy metali nieżelaznych, materiały ceramiczne, wyroby z proszków spiekanych, materiały kompozytowe.</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno - chemiczna elementów uzbrojenia: ulepszanie cieplne, obróbka cieplna z wymrażaniem, obróbka cieplno - chemiczna (technologia tenifer).</li> <li>• Panczerze ceramiczne. CAWA i CAWA - 1NA.</li> <li>• Panczerze reaktywne, aktywne i wielowarstwowe typu CAWA - 2.</li> <li>• Ulepszanie cieplne stali konstrukcyjnej.</li> <li>• Wpływ temperatury obróbki cieplnej podzerowej (wymrażania) na twardość stali.</li> <li>• Patentowanie stali.</li> <li>• Badania strukturalne węglików spiekanych.</li> </ul>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała.</li> <li>• Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów.</li> <li>• Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione.</li> <li>• Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu.</li> <li>• Para sił, twierdzenia o parach sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił.</li> <li>• Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę.</li> <li>• Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych.</li> <li>• Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady.</li> <li>• Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu.</li> <li>• Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu.</li> <li>• Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich.</li> <li>• 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.</li> <li>• Równowaga zbieżnego układu sił.</li> <li>• Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia.</li> <li>• Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach.</li> <li>• Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego.</li> <li>• Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady.</li> <li>• Ruch płaski bryły, rozkład prędkości.</li> <li>• Ruch złożony punktu.</li> </ul>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczonego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczonego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> </ul>	
Mechanika płynów	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu</li> <li>• 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</li> <li>• Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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</li> <li>• 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.</li> </ul>	
Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie</li> <li>• Zaawansowane modelowanie 3D, tworzenie dokumentacji technicznej</li> <li>• Tworzenie modeli złożeń zespołów maszynowych</li> </ul>	

<p>metodami od góry i od dołu, Tworzenie dokumentacji technicznej zespołów • Przygotowanie, export i import danych do i z systemów CAx • Stosowanie narzędzi projektowania funkcjonalnego do projektowania zespołów maszynowych • Tworzenie konstrukcji spawanych w środowisku CAD-Inventor • Wykonywanie analiz wytrzymałościowych nieskomplikowanych zespołów z użyciem MES</p>	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • 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.</p>	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
<p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych 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 cieplna i cieplno-chemiczna	K_W05
<p>• Podstawy teoretyczne i klasyfikacja przemian fazowych w stopach żelaza i stopach metali nieżelaznych: przemiany podczas nagrzewania, przemiany podczas chłodzenia, przemiana bajnityczna, martenzytyczna, przemiany podczas odpuszczania martenzytu. • Hartowność stali i metody jej określania: średnica krytyczna i intensywność chłodzenia, hartowność jako kryterium doboru stali konstrukcyjnej. • Technologia obróbki cieplnej konwencjonalnej: rodzaje wyżarzania, hartowanie objętościowe wyrobów stalowych, patentowanie, ulepszenie i utwardzanie cieplne. • Obróbka cieplna narzędzi. • Obróbka cieplna metali nieżelaznych. • Technologia obróbki cieplno - chemicznej: nawęglanie, azotowanie, borowanie, aluminiowanie i chromowanie. • Wpływ temperatury austenitowania stali na rozmiar ziarn austenitu. • Badanie hartowności stali. • Badanie przebiegu odpuszczania stali konstrukcyjnej węglowej i stali konstrukcyjnej stopowej. • Nawęglanie stali i obróbka cieplna wyrobów nawęglonych. • Badanie wpływu temperatury i czasu nawęglania na głębokość warstwy.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<p>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</p>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<p>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie mfszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</p> <p>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03

- Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor rodzaje, właściwości, zastosowania. 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 płyt drukowanych.

Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
-------------------------------	----------------------------

- Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne- połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia śrub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.

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

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

Podstawy MES	K_W18
--------------	-------

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

Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
-------------------	--------------

- Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji, rodzaje regulatorów. • Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań • Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytaaki, klasyfikacja chwytaków. • Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędowe i sterujące • Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym • Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora(Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki • Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc). • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu. • Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie • Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.

Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
-----------------	----------------------------

- Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej. • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.

Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
---------------------------	---------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>• Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>• Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>• Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>• Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>• Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>• Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>• Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Specjalne technologie odlewnicze	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych</li> <li>• Odlewanie ciśnieniowe</li> <li>• Odlewani kokilowe</li> <li>• Odlewanie niskociśnieniowe</li> <li>• Odlewanie ciągłe</li> <li>• Odlewanie precyzyjne</li> <li>• Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimnokomorowych</li> <li>• Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorąkokomorowych</li> <li>• Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu</li> <li>• Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium</li> <li>• Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Could box</li> <li>• Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego</li> <li>• Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.</li> </ul>	
Specjalne technologie spajania metali	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja i charakterystyka procesów spawania i procesów pokrewnych (zgrzewania, lutowania, napawania i klejenia).</li> <li>• Przetwarzanie energii do celów spajalniczych (nagrzewanie płomieniem acetylenowo - tlenowym, nagrzewanie łukiem elektrycznym, skoncentrowanym strumieniem światła, wiązką elektronową, nagrzewanie tarciove).</li> <li>• Stale na konstrukcje spawane (stale niestopowe, stale stopowe, stale stopowe specjalne).</li> <li>• Metale nieżelazne stosowane na konstrukcje spajane (stopy niklu i kobaltu, stopy miedzi, stopy aluminium i inne metale).</li> <li>• Spawalność tworzyw metalicznych i jej cechy.</li> <li>• Specjalne technologie lutowania, zgrzewania i klejenia metali.</li> <li>• Badanie sprawności cieplnej łuku elektrycznego argonowego i helowego.</li> <li>• Wpływ parametrów spawania stali austenitycznej chromowo - niklowej na zawartość ferrytu delta w złączach spawanych.</li> <li>• Spawanie płomieniem acetylenowo - tlenowym.</li> <li>• Badania wizualne wpływu parametrów zgrzewania punktowego na jakość zgrzein.</li> <li>• Badania makroskopowe i pomiary twardości złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych.</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>• Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX</li> <li>• Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>• Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>• Modelowanie obiektowe</li> <li>• Modelowanie parametryczne</li> <li>• Modelowanie hybrydowe</li> <li>• Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP.</li> <li>• Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne.</li> <li>• Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>• Element typu kostka, płytka</li> <li>• Element typu foremka, wspornik</li> <li>• Element typu tulejka, dźwignia</li> <li>• Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń</li> <li>• Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy</li> <li>• Zespół: Zespół sprzęgłowy</li> <li>• Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>• Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>• Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>• Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>• Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność <math>T(v_c)</math>; dobór parametrów skrawania; Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>• Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>• Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>• Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>• Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>• Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>• Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.</li> <li>• Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>• Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>• Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>• Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>• Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernej.</li> <li>• Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>• Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>• Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>• Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>• Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	<p>K_W03, K_U10, K_U14</p>
<p>Techniki wytwarzania - Odlewnictwo</p>	<p>K_W03, K_U10, K_U14</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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.</li> <li>• Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem.</li> <li>• Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>• Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> <li>• Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.</li> </ul>	<p>Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna</p> <p>K_W03, K_U14</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciącie i wykrawanie, gięcie, wytlaczanie, przetwarzanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, roztlaczanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości.</li> <li>• 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 wytlaczania naczynia cylindrycznego. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego.</li> <li>• 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</li> </ul>	<p>Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p> <p>K_W03, K_U14</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, w tym przetwórcze; stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• 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</li> </ul>	<p>charakterystyka urządzeń</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego – fizycznego polimerów. Zaliczenie</li> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych -1</li> <li>• 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</li> </ul>
<p>Techniki wytwarzania - Spawalnictwo</p>	<p>K_W03, K_U10, K_U14</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna klasyfikacja powierzchni • Wpływ warstwy wierzchniej na własności użytkowe części maszyn • Kształtowania warstw powierzchniowych metodami obróbki ubytkowej i bezubytkowej • Tarcie i zużycie warstw powierzchniowych • Zajęcia organizacyjne, zapoznanie z laboratorium, BHP • Pomiary i obserwacje SGP po toczeniu i szlifowaniu • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu tocznym i ślizgowym • Pomiary i obserwacje SGP po gładzeniu • Pomiary i obserwacje SGP po strukturyzowaniu powierzchni</li> </ul>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warstwy powierzchniowe, powłoki, warstwy wierzchnie i ich ogólna klasyfikacja. Materiały stosowane na powłoki napawane i natryskiwanie cieplne. • Spawalnicze technologie nakładania powłok, napawanie gazowe, napawanie łukiem elektrycznym spawalniczym. • Napawanie laserowe, tarciove i wybuchowe. • Technologie natryskiwania cieplnego płomieniowego, łukowego i plazmowego. • Odlewnicze technologie wytwarzania warstw wierzchnich. wytwarzanie warstw wierzchnich metodą obróbki cieplnej i cieplno - chemicznej. • Badanie głębokości zabielenia warstwy wierzchniej odlewów żeliwnych. • Badanie twardości powłok i warstw wierzchnich. Napawanie gazowe powłok. • Badania metalograficzne powłok i warstw wierzchnich.</li> </ul>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamość termodynamiczna. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. 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, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieźnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta.</li> <li>• 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.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, czyste ścinanie.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy.</li> <li>• Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne.</li> <li>• Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a.</li> <li>• Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego.</li> <li>• Charakterystyki geometryczne figur płaskich.</li> <li>• Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna</li> <li>• Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha</li> <li>• Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych).</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfielda.</li> <li>• Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych</li> <li>• Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych.</li> <li>• Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych.</li> <li>• Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek.</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych.</li> <li>• Kolokwium nr 2</li> <li>• Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania.</li> <li>• Statyczna próba ściskania, próba udarowości.</li> <li>• Badania twardości metali.</li> <li>• Tensometria oporowa.</li> <li>• Modelowe badania elastoptyczne.</li> </ul>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ;</li> <li>• Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm.</li> <li>• Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015</li> <li>• Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. Wskaźniki środowiskowych efektów działalności.</li> <li>• Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko.</li> <li>• Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP),</li> <li>• Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel)</li> <li>• Test</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji)</li> <li>• Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej</li> <li>• Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Sporządzanie Polityki Środowiskowej;</li> <li>• Opracowanie programu środowiskowego</li> <li>• Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp</li> <li>• Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego.</li> <li>• Prezentacje i Zaliczenie</li> </ul>	

### 3.7. K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie, niestacjonarne

#### 3.7.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	93 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	134 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	88 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związków efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunku jest przyporządkowany;

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>144</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>90</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	

3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>117</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>9</b>	<b>261</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>99</b>	<b>36</b>	<b>81</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KW	Przygotowanie i organizacja produkcji	18	0	18	9	45	6	T	
6	KW	Systemy CAM 1	9	0	18	0	27	4	N	
6	KW	Zastosowania MES w technologii maszyn	9	0	27	0	36	6	T	
6	KW	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	18	0	0	18	36	5	N	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>81</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>207</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KW	Modelowanie procesów produkcyjnych	18	0	18	0	36	4	N	

7	KW	Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	9	0	27	0	36	6	T	
7	KW	Oprządkowanie technologiczne	9	0	0	18	27	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KW	Produkcja odchudzona	9	0	18	0	27	5	T	
7	KW	Systemy CAM 2	0	0	18	0	18	3	N	
7	KW	Systemy komputerowe w praktyce inżynierskiej	9	0	0	18	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>54</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>36</b>	<b>171</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	9	9	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>702</b>	<b>272</b>	<b>441</b>	<b>144</b>	<b>1559</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.7.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	38 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	873 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	47 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	19 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	152 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	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	119.50 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	10

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	355 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	31
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	273 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&C=2021>

### 3.7.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłownikówz wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne. • Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Bariery rozwoju cywilizacji. • Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. • 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.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego</li> <li>• Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne</li> <li>• Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu</li> <li>• Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego</li> <li>• Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste</li> <li>• Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej).</li> <li>• Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina</li> <li>• Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne</li> <li>• Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów</li> <li>• Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki</li> <li>• Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej</li> <li>• Widmo atomowe</li> <li>• Przepływ ciepła w metalach i stopach</li> <li>• Przewodnictwo elektryczne metali i stopów</li> <li>• Właściwości magnetyczne metali i stopów</li> <li>• Zjawiska termoelektryczne</li> <li>• Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały</li> </ul>	K_W03, K_W06, K_U12
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny.</li> <li>• Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie.</li> <li>• Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami.</li> <li>• Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów.</li> <li>• Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów.</li> <li>• Zaliczenie treści wykładowych.</li> <li>• Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył.</li> <li>• Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	K_W03, K_W06, K_U12
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu.</li> <li>• Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn.</li> <li>• Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy.</li> <li>• Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate.</li> <li>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe – wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	K_U04
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>• Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>• Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępkości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	K_U04
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia. Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>• Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki</li> <li>• Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>• Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	K_U04
Język angielski 3	K_U04



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

Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.

Język angielski 4	K_U04
-------------------	-------

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

Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
--	-------

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

Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
------------------------	---------------------

- Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły 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 osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do 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 1	K_W01
--------------	-------

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

Matematyka 2	K_W01
--------------	-------

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

Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
----------------------------------	-------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>• 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.</li> <li>• Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych.</li> <li>• Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>• Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>• Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>• Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>• Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>• Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista</li> <li>• Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz</li> <li>• Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja</li> <li>• Stopy żelaza z węglem wykres równowagi fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo.</li> <li>• Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych.</li> <li>• Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych</li> <li>• Miedź i jej stopy.</li> <li>• Stopy aluminium</li> <li>• Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi</li> <li>• Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów. Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej</li> <li>• Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej</li> <li>• Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</li> </ul>	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała.</li> <li>• Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów.</li> <li>• Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione.</li> <li>• Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu.</li> <li>• Para sił, twierdzenia o parach sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił.</li> <li>• Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę.</li> <li>• Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych.</li> <li>• Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady.</li> <li>• Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu.</li> <li>• Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu.</li> <li>• Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich.</li> <li>• 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.</li> <li>• Równowaga zbieżnego układu sił.</li> <li>• Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Tarcie, hamulec taśmowy i</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• klockowy, tarcie toczenia.</li> <li>• Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach.</li> <li>• Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego.</li> <li>• Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady.</li> <li>• Ruch płaski bryły, rozkład prędkości.</li> <li>• Ruch złożony punktu.</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> </ul>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanika płynów</li> </ul>	K_W02, K_W03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 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.</li> </ul>	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretny systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. Systematyka modeli procesów produkcyjnych (logiczne i matematyczne, analityczne i symulacyjne, deterministyczne i probabilistyczne, z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji). • Podstawowe elementy teorii sieci Petri. Algebraiczna i graficzna reprezentacje sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego. Czasowe sieci 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. • Zasady symulacji komputerowej. Symulacja z ustalonym taktom czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego. Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. • Modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Harmonogramowanie w systemach elastycznych. Planowanie i sterowanie produkcją. Modelowanie systemów zrobotyzowanych. Zastosowanie technologii sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Systemy ekspertowe. Inteligentne systemy wspomaganie decyzji w sterowaniu i zarządzaniu systemami produkcyjnymi. • Modelowanie i symulacja kolejności montażu za pomocą teorii grafów. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. Model analityczny: funkcje wejść, wyjść, macierz incydencji, znakowanie początkowe. Dynamika wykonania sieci Petri, graf znakowań osiągalnych. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Opis poszczególnych operacji technologicznych za pomocą modeli sieciowych. Modelowanie procesów technologicznych obróbki i montażu. Optymalizacja rozwiązań technologicznych. Analiza i ocena modeli czasowych sieci Petri. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Ocena wydajności systemów produkcyjnych za pomocą czasowych sieci Petri. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych z wykorzystaniem Enterprise Dynamics. Modelowanie elastycznych systemów i zrobotyzowanych. • Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Opracowanie aplikacji do komputerowego wspomaganie harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab.. Zaliczenie przedmiotu.</li> </ul>	K_W15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie</li> </ul>	

<p> ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyny; sprzężenie mechaniczne i przez układ sterowania; sztywność kinematyczna sprzężenia. Interpolacja – rodzaje i realizacja. • Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędnych i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie. • Podstawowe układy sterujące. Programowalne sterowniki logiczne PLC. Podstawy sterowania numerycznego. Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego. • Sterownik położenia napędu. Podstawy programowania układów sterowania numerycznego. Struktura programu sterującego • Sterowanie komputerowe obrabiarek. Komputerowe układy sterowania CNC. Układu CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej. • Układy sterowania adaptacyjnego AC. • Charakterystyki mechaniczne serwonapędu osi sterowanej ruchu prostoliniowego. • Badanie charakterystyk statycznych i dynamicznych napędu z silnikiem skokowym. • Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych. • Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie.</p>	
Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	K_W09
<p>• Wprowadzenie do CNC: porównanie obrabiarek konwencjonalnych, NC, CNC; układy sterowania NC; cechy charakterystyczne obrabiarek NC; wymagania stawiane obrabiarkom CNC; zalety obrabiarek CNC; punkty charakterystyczne obrabiarki CNC. Sterowanie obrabiarek: układ otwarty, zamknięty; regulacja; rodzaje sterowania układów CNC; interpolacja; układy sterowania. • Modułowa budowa obrabiarek: istota i zasady budowy modułowej; aspekty modułowej budowy obrabiarek; obrabiarki przekształcalne; dokładność geometryczna i dokładność pozycjonowania; sztywność statyczna obrabiarek; drgania w obrabiarkach; stabilność termiczna; obrabiarka sterowana numerycznie jako obiekt mechatroniczny. • Elementy, mechanizmy i komponenty obrabiarek: korpusy obrabiarek; połączenia przewodnicowe. • Napędy główne: wymagania i klasyfikacja napędów głównych w obrabiarkach; wrzeciona obrabiarek – podstawowe wymagania; łożyskowanie wrzecion; Mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; wrzecienniki – zespoły wrzecionowe; elektrowrzeciona. • Napędy ruchu posuwowego: klasyfikacja i charakterystyka napędów ruchu posuwowego; mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; przekładnie przekształcające ruch obrotowy na postępowy. Elektryczne układy napędowe, układy sensoryczne: układy napędowe prądu stałego; układy napędowe prądu przemiennego; cyfrowe układy napędowe; układy sensoryczne. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmianny konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki • Ustawianie obrabiarek - ustawianie frezarki • Pomiaru dokładności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Projektowanie napędu głównego obrabiarki CNC. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego. • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Ekonomia eksploatacji narzędzi składanych; cel, wymogi i ekonomika stosowania systemów narzędziowych; kodowanie i identyfikacja narzędzi, zarządzanie danymi narzędziowymi w produkcji.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<p>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</p>	
Oprzrządowanie technologiczne	K_W05
<p>• 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.</p>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<p>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie 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 użytkowania i obsługiwanie maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i proekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno-</li> </ul>	
<p>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. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 1</p>	<p>K_W05, K_W06, K_U03, K_U11</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe</li> <li>• Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne- połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia</li> <li>• 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</li> <li>• 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.</li> <li>• Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów.</li> <li>• 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.</li> <li>• Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych.</li> <li>• Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie</li> <li>• 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.</li> <li>• Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</li> </ul>	
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p>	<p>K_W05, K_W06, K_U03, K_U11</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn</li> <li>• Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów.</li> <li>• Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych</li> <li>• Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe</li> <li>• Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe.</li> <li>• Przekładnie ślimakowe</li> <li>• Przekładnie cięgnowe</li> <li>• Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych</li> <li>• Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym</li> <li>• Normalizacja i typizacja części maszynowych</li> <li>• Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór</li> <li>• Badania stanowiskowe sprzęgieł</li> <li>• Badania stanowiskowe przekładni</li> </ul>	
<p>Podstawy MES</p>	<p>K_W18</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy matematyczne modelowania MES</li> <li>• Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.</li> </ul>	
<p>Podstawy robotyki</p>	<p>K_W03, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji, rodzaje regulatorów.</li> <li>• Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów</li> <li>• Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań</li> <li>• Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytaaki, klasyfikacja chwytaaków.</li> <li>• Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędowe i sterujące</li> <li>• Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym</li> <li>• Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora(Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki</li> <li>• Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku.( Circular Arc).</li> <li>• Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu.</li> <li>• Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie</li> <li>• Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.</li> </ul>	
<p>Praca dyplomowa</p>	<p>K_U01, K_U02, K_U05, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sporządzenie planu pracy dyplomowej.</li> <li>• Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej.</li> <li>• Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej.</li> <li>• Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> <li>• Zredagowanie pracy dyplomowej.</li> <li>• Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
<p>Praktyka dyplomowa (360h)</p>	<p>K_K01, K_K03, K_K04</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji , metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie	
Produkcja odchudzona	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczupłe praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidika, Andon, Chaku-chaku). • Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych. • Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S • Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE. • Redukcja czasów przebrabiania maszyn technologicznych - metoda SMED. • Zapobieganie błędom - Poka Yoke. System ZQC</li> <li>• Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych. • Mapowanie strumienia Wartości VSM</li> </ul>	
Przygotowanie i organizacja produkcji	
	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 robocze i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Prognozowanie popytu. Planowanie i sterowanie produkcją i realizacją usług. Zasady planowania produkcji (sterowanie ilością lub terminami). Sterowanie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe. Normatywy sterowania przepływem produkcji. Analiza przepływu produkcji – metody symulacyjne i analityczne. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i harmonogramowanie. • 7. Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas”, OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. Metody diagnozowania i usprawniania procesów produkcyjnych. Mapowanie strumienia wartości. • Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórki produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór hali typowej. Rozmieszczenie stanowisk roboczych metodą MAT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe, pomocnicze i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomiczności stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka, płytki • Element typu foremka, wspornik • Element typu tulejka, dźwignia • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń • Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy</li> <li>• Zespół: Zespół sprzęgłowy • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	

Systemy CAM 1	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM</li> <li>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. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 2.5-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów.</li> </ul>	
Systemy CAM 2	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie obróbki tokarskiej. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. 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. 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.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.</li> <li>Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.</li> <li>Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.</li> <li>Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.</li> <li>Zużycie i trwałość</li> </ul>	
<p>ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stępienie ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.</li> <li>Czas maszynowy i czas skrawania</li> <li>Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.</li> <li>Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.</li> <li>Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</li> <li>Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.</li> <li>Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczenie.</li> <li>Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.</li> <li>Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.</li> <li>Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.</li> <li>Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.</li> <li>Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernej.</li> <li>Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.</li> <li>Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego</li> <li>Pomiar temperatury w procesie skrawania</li> <li>Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania</li> <li>Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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.</li> <li>Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem.</li> <li>Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.</li> <li>Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</li> <li>Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	K_W03, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 walców w procesie kucia swobodnego.</li> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, w tym przetwórcze; stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości</li> <li>• 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</li> <li>• Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego – fizycznego polimerów. Zaliczenie</li> <li>• Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych</li> <li>• Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych -1</li> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny. Typy produkcji</li> <li>• Normowanie procesów technologicznych</li> <li>• Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę</li> <li>• Zasady ustalania części podczas obróbki. Dokładność obróbki części maszyn</li> <li>• Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki</li> <li>• Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego</li> <li>• Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach. Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych</li> <li>• Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu. Błąd zamocowania</li> <li>• Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</li> </ul>	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji</li> <li>• Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych</li> <li>• Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie</li> <li>• Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne</li> <li>• Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa</li> <li>• Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy</li> <li>• Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów</li> <li>• Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript</li> <li>• Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych</li> <li>• Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL</li> <li>• Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja</li> <li>• Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszyc czujników</li> <li>• Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika)</li> <li>• Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom</li> <li>• Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego</li> <li>• Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich</li> <li>• Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	K_W02, K_W03
Termodynamika	K_W02, K_W03



<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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: obliczenia objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy <math>X=const</math>, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wychowanie fizyczne 1</li> </ul>	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wychowanie fizyczne 2</li> </ul>	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Kolokwium nr 1</li> </ul>	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, stała materiałowa. 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. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Kolokwium nr 1</li> </ul>	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 JohnsonaOstenfelda. • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarowości. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne.</li> </ul>	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarządzanie środowiskowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ; • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm. • Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. Wskaźniki środowiskowych efektów działalności. • Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływanie przedsiębiorstwa na środowisko. • Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki</li> </ul>

Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie	
Zastosowania MES w technologii maszyn	K_W18
<p>• Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania procesów plastycznego kształtowania. Modelowanie numeryczne procesu spęcznienia na zimno w osiowoosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykręcania w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Budowa modelu powierzchniowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami bez zastosowania dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. • Komputerowe bazy danych właściwości tworzyw sztucznych. Zasady korzystania oraz modyfikacji. Przygotowanie modelu komputerowego do analiz CAE, rodzaje modeli i analiz MES, ustalanie warunków brzegowych i początkowych na wybranych przykładach praktycznych, strukturalna analiza wytrzymałościowa MES. Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programów CAE do symulacji procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do środowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych tłoczników i form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD.</p>	
Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W12
<p>• Zarządzanie produkcją. Istota zarządzania produkcją. Tendencje rozwojowe w zarządzaniu produkcją. Geneza i rozwój systemów komputerowego wspomaganie zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. Szeregi czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategie planowania zagregowanego. • Planowanie i sterowanie zasobami produkcyjnymi – systemy MRP II. Rodzaje struktur produktów. Podsystem struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP. • Planowanie i sterowanie przepływem produkcji – systemy PPC. Funkcje systemów planowania i sterowania produkcją PPC. 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 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.</p>	

### 3.8. P - Pojazdy specjalne i specjalizowane, niestacjonarne

#### 3.8.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	93 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	132 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	88 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	720 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	11 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1266&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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	7	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>144</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	7	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	0	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>90</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	

<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>117</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>9</b>	<b>261</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	5	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>99</b>	<b>36</b>	<b>81</b>	<b>18</b>	<b>234</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6	KW	Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	18	0	18	0	36	6	T	
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	4	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KW	Materiały eksploatacyjne	9	0	9	0	18	4	N	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KW	Silniki spalinowe	18	0	18	0	36	5	N	
6	KW	Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	18	0	9	9	36	6	T	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>90</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>18</b>	<b>189</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	KW	Diagnostyka (wybór)	9	0	18	0	27	4	T	
7	KW	Ekologia (wybór)	9	0	0	9	18	3	N	
7	KW	Eksploatacja (wybór)	18	0	18	0	36	6	T	

7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (120h)	0	0	0	0	0	4	N	
7	KW	Sterowanie (wybór)	18	0	18	0	36	4	N	
7	KW	Systemy CAD/CAM w projektowaniu (wybór)	15	0	9	18	42	4	N	
7	KW	Systemy komputerowe w projektowaniu pojazdów	9	0	0	18	27	3	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>78</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>45</b>	<b>186</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KW	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	T	
8	KI	Praktyka dyplomowa (360h)	0	0	0	0	0	12	N	
8	KW	Seminarium dyplomowe	0	0	0	9	9	3	N	
<b>Sumy za semestr: 8</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>735</b>	<b>272</b>	<b>414</b>	<b>135</b>	<b>1556</b>	<b>240</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

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

### 3.8.3. 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 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	17
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	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	895 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	49 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	17 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	152 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	17
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	149.50 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	329 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	35
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	344 godz.

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

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1266&C=2021>

### 3.8.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunek jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1266&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia mechanizacji i automatyzacji. Rola manipulatorów i robotów w mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Istota małej automatyzacji przy pomocy elementów pneumatyki. Rodzaje sygnałów w układach automatyki – elektryczne i pneumatyczne. • Układy sterowania dyskretnego. Teoria Boola, relacje, prawa, aksjomaty • Elementy sterowania w pneumatyce i hydraulice, analogia elektryczna FluidSim P, i FluidSim H • Synteza automatu kombinacyjnego modelowanie w środowisku FluidSim • Synteza automatu sekwencyjnego, modelowanie w środowisku FluidSim • Sterowniki PLC podstawy programowania LD • Realizacja automatu kombinacyjnego- synteza, programowanie sterownika PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego z wykorzystaniem języka LD na sterowniku PLC • Pozycjonowanie dowolne. • Zapoznanie się z elementami napędowymi i rozdzielaczami w pneumatyce, układy sterowania siłownikiem jednostronnego działania • Układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy- praca półautomatyczna i automatyczna- cykliczna • Praca siłowników z wykorzystaniem elementów logicznych i czasowych w oparciu o cyklogram, praca dwóch siłowników automat kombinacyjny i sekwencyjny • Realizacja pracy układów siłowników z wykorzystaniem sterowników PLC i programu FST-automat kombinacyjny • Automat sekwencyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Układ pozycjonowania dowolnego</li> </ul>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</li> </ul>	
Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja pojazdów specjalnych i specjalizowanych. Budowa pojazdów specjalnych do prac ziemnych: koparki, zgarniarki, równiarki, spycharki, zrywarki, ładowarki. Budowa pojazdów specjalnych na bazie pojazdów samochodowych: cysterny, dźwigi samochodowe, pojazdy do oczyszczania dróg i miast, pojazdy sanitarne, pojazdy strażackie. Budowa pojazdów do przewozów specjalnych. Budowa podnośnikowych wózków jezdnych. Budowa pojazdów komunalnych. Budowa pojazdów specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, sklepy, siłownie itp. Budowa pojazdów do przewozów specjalistycznych. Budowa pojazdów samowładowczych i samoładowczych. Pojazdy wojskowe – podział, budowa, własności trakcyjne. Specjalne pojazdy wojskowe. Bojowe pojazdy pancerne – cechy konstrukcyjne, przeznaczenie. Pojazdy proekologiczne.</li> </ul>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza • Podstawy obliczeń chemicznych. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie i zatężanie roztworów, mieszanie roztworów. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji. Systematyka pierwiastków.</li> </ul>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stany skupienia materii. Elektrochemia. Korozja i ochrona przed korozją. Podstawy chemii organicznej. Tworzywa sztuczne. • Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów o zadanym stężeniu. Pomiar pH i przewodnictwa roztworów. Roztwory buforowe. Typy reakcji chemicznych. Miareczkowanie. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów. Kinetyka reakcji chemicznych.</li> </ul>	
Ekologia	K_W11, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Bariery rozwoju cywilizacji. • Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. • 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.</li> </ul>	
Fizyka	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne</li> </ul>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego</li> <li>• Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne</li> <li>• Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu</li> <li>• Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego</li> <li>• Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste</li> <li>• Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej)</li> <li>• Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina</li> <li>• Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne</li> <li>• Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów</li> </ul>	
<p>Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej</li> <li>• Widmo atomowe</li> <li>• Przepływ ciepła w metalach i stopach</li> <li>• Przewodnictwo elektryczne metali i stopów</li> <li>• Właściwości magnetyczne metali i stopów</li> <li>• Zjawiska termoelektryczne</li> <li>• Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały</li> </ul>	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny.</li> <li>• Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebiecia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i 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.</li> <li>• Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami.</li> <li>• Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Widoki i przekroje proste przedmiotów.</li> <li>• Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów.</li> <li>• Zaliczenie treści wykładowych.</li> <li>• Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady.</li> <li>• Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył.</li> <li>• Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych.</li> </ul>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu.</li> <li>• Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn. Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn.</li> <li>• Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy.</li> <li>• Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy.</li> <li>• Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate.</li> <li>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe – wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>• Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>• Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>• Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>• Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>• Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>• Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>• Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>• Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>• Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>• Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>• Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>• Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>• Niezwykłe doświadczenia. Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>• Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>• Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>• Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>• Czytelnicтво. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki</li> <li>• Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>• Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>• Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>• Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>• Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>• Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>• Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	
Język angielski 3	K_U04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plany na przyszłość. optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przepięstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymiokami. Przepięstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przepięstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne</li> </ul>	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany przeciagarek. • Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiełkowania 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 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.</li> </ul>	
Matematyka 1	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</li> </ul>	
Matematyka 2	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</li> </ul>	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych.</li> <li>• 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.</li> <li>• Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych.</li> <li>• Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych.</li> <li>• Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej.</li> <li>• Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</li> <li>• Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej.</li> <li>• Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych.</li> <li>• Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny.</li> <li>• Tworzenie procedur numerycznych.</li> </ul>	
Materiały eksploatacyjne	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw oraz substancji smarowych. Wykorzystanie paliw ciekłych – podstawy działania systemów zasilania spalinowych napędów środków transportu. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie iskrowym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie benzyn silnikowych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie olejów napędowych. Paliwa roślinne i alkohole. Paliwa gazowe. Tarcie i smarowanie elementów maszyn. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Płyny hydrauliczne i płyny do układów chłodzenia. Smary plastyczne – klasyfikacja i ocena jakości. Prawne, techniczne i ekonomiczne aspekty stosowania biopaliw. Metody badawcze paliw i środków smarowych.</li> <li>• Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczenie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliwa konwencjonalnego i biopaliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista</li> <li>• Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz</li> <li>• Odształcenie plastyczne metali i stopów, zgmiot, rekrystalizacja</li> <li>• Stopy żelaza z węglem</li> <li>• Wykres równowagi fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo.</li> <li>• Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych.</li> <li>• Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</li> </ul>	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych</li> <li>• Miedź i jej stopy.</li> <li>• Stopy aluminium</li> <li>• Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi</li> <li>• Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów. Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej</li> <li>• Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej</li> <li>• Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych</li> <li>• Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</li> </ul>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka – siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała.</li> <li>• Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów.</li> <li>• Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione.</li> <li>• Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu.</li> <li>• Para sił, twierdzenia o parach sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił.</li> <li>• Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu.</li> <li>• Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę.</li> <li>• Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych.</li> <li>• Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady.</li> <li>• Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu.</li> <li>• Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu.</li> <li>• Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich.</li> <li>• 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.</li> <li>• Równowaga zbieżnego układu sił.</li> <li>• Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił.</li> <li>• Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia.</li> <li>• Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach.</li> <li>• Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego.</li> <li>• Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady.</li> <li>• Ruch płaski bryły, rozkład prędkości.</li> <li>• Ruch złożony punktu.</li> </ul>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady.</li> <li>• Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady.</li> <li>• Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 1.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski.</li> <li>• Dynamika ruchu układu brył, przykłady.</li> <li>• Kolokwium nr 2.</li> <li>• Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady.</li> <li>• Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</li> </ul>	

Mechanika płynów	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, zwięzła 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 Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniuetonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.</li> </ul>	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn.</li> <li>• Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</li> </ul>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • 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.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 uzyskania, 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 i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</li> </ul>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. 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. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni</li> </ul>	
Podstawy MES	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.</li> </ul>	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowanie. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym. Podział układów regulacji, rodzaje regulatorów.</li> <li>• Rodzaje robotów, manipulatorów z uwagi na stosowane napędy: elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne. Elementy składowe i budowa robotów, podstawowe układy robotów</li> <li>• Klasyfikacja i systematyzacja robotów na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz obszaru zastosowań</li> <li>• Wybrane przetworniki wielkości fizycznych. Chwytki, klasyfikacja chwytków.</li> <li>• Roboty w technologii pneumatycznej, wybrane elementy napędowe i sterujące</li> <li>• Tworzenie stanowiska roboczego w środowisku wirtualnym</li> <li>• Programowanie robotów w środowisku Roboguide przy użyciu edytora (Simul. Program Editor) proste pozycje i ścieżki</li> <li>• Programowanie robotów przemysłowych w Roboguide -tworzenie ścieżek kołowych i po łuku. (Circular Arc).</li> <li>• Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide- tworzenie ścieżek na podstawie obrazu CAD i automatyczne generowanie programu.</li> <li>• Nauka układu narzędziowego (Tool Frame) oraz użytkownika (User Frame) na rzeczywistym robocie</li> <li>• Tworzenie programu oraz zapisywanie współrzędnych pozycji robota w programie.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sporządzenie planu pracy dyplomowej.</li> <li>• Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej.</li> <li>• Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej.</li> <li>• Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> <li>• Zredagowanie pracy dyplomowej.</li> <li>• Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (360h)	K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>• Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 2 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 3 (120h)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> <li>• Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</li> <li>• Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka</li> <li>• Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym</li> <li>• Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe</li> <li>• Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie</li> <li>• Projektowanie planu pracy dyplomowej</li> <li>• Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Silniki spalinowe	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne – podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste tłokowych silników spalinowych. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Proces spalania – silnik z zapłonem iskrowym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania i proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych.</li> <li>• Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Ocena parametrów pracy aparatury wtryskowej. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych.</li> </ul>	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych</li> <li>• Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX</li> <li>• Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD</li> <li>• Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D</li> <li>• Modelowanie obiektowe</li> <li>• Modelowanie parametryczne</li> <li>• Modelowanie hybrydowe</li> <li>• Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP.</li> <li>• Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne.</li> <li>• Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD</li> <li>• Element typu kostka, płytki</li> <li>• Element typu foremka, wspornik</li> <li>• Element typu tulejka, dźwignia</li> <li>• Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń</li> <li>• Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy</li> </ul>	
Zespół: Zespół sprzęgłowy	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14

- Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania.
- Geometria ostrza skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła.
- Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych.
- Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona.
- Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność  $T(v_c)$ ; dobór parametrów skrawania;
- Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe.
- Czas maszynowy i czas skrawania
- Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni.
- Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy.
- Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.
- Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem.
- Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie.
- Toczenie: zapoznanie z odmianami

toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu.

- Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia.
- Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce.
- Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka.
- Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic.
- Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów.
- Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego
- Pomiar temperatury w procesie skrawania
- Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania
- Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.

Techniki wytwarzania - Odlewnictwo

K\_W03, K\_U10, K\_U14

- Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania
- Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania.
- Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem.
- Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów.
- Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.
- Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.

Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna

K\_W03, K\_U14

- Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą kół Mohra. Warunki plastyczności i ich graficzna interpretacja.
- Odkształcenie plastyczne; stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał polikryształicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów.
- Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania.
- Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wytłaczanie, 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 naczynia cylindrycznego. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego.
- Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego

Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych

K\_W03, K\_U14

- Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, w tym przetwórcze; stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości
- Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVT, projektowanie przetwórstwa. Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń
- Charakterystyka technologii 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

Techniki wytwarzania - Spawalnictwo

K\_W03, K\_U10, K\_U14

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą MIG/MAG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</li> </ul>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</li> </ul>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</li> </ul>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skala temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy 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 <math>X=const</math>, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 10. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 11. 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. 5. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach termodynamicznych. 6. Ciepło właściwe i ciepło przemiany. 7. Sprawność cyklu silnika. • Wprowadzenie, BHP. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. Wyznaczanie stałej czasowej kalorymetru. Zjawisko termoelektryczne. Silnik Stirlinga. Wyznaczanie ciepła właściwego metali. Przewodnictwo cieplne metali.</li> </ul>	
Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rola i zadania układu napędowego. Rodzaje napędów w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. Mechaniczne układy napędowe. Sprzęgła. Przekładnie. Wały napędowe i osie. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. Mosty napędowe. Hydromechaniczne układy napędowe. Hydrostatyczne układy napędowe. Pneumatyczne (powietrzne) układy napędowe. Układy napędowe ciągników drogowych i pozadrogowych na podwoziu kołowym. Układy napędowe kołowych maszyn roboczych. Układy napędowe pojazdów gąsienicowych. Hybrydowe układy napędowe w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. • Obliczenia i dobór sprzęgła ciernego. Dobór podzespołu hydrokinetycznego (sprzęgła hydrokinetycznego, przekładni hydrokinetycznej). Dobór przekładni mechanicznej w układzie napędowym. Obliczenia i dobór przekładni hydrostatycznej. Dobór wału napędowego i przegubu napędowego. Mechanizm skrętu pojazdu gąsienicowego. • Sprzęgła cierne. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Przekładnie mechaniczne. Przekładnia automatyczna. Most napędowy. Wały i przeguby napędowe. Napęd hydrostatyczny.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	

Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta.</li> <li>• 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.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, . Czyste ścinanie.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy.</li> <li>• Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne.</li> <li>• Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a.</li> <li>• Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego.</li> <li>• Charakterystyki geometryczne figur płaskich.</li> <li>• Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów.</li> <li>• Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> </ul>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna</li> <li>• Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha</li> <li>• Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych).</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfelda.</li> <li>• Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych</li> <li>• Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych</li> <li>• Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych.</li> <li>• Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</li> <li>• Kolokwium nr 1</li> <li>• Wyboczenie sprężyste prętów prostych.</li> <li>• Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek.</li> <li>• Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych.</li> <li>• Kolokwium nr 2</li> <li>• Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania.</li> <li>• Statyczna próba ściskania, próba udarowości.</li> <li>• Badania twardości metali.</li> <li>• Tensometria oporowa.</li> <li>• Modelowe badania elastooptyczne.</li> </ul>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie; Związki gospodarki społeczeństwa i środowiska. Podstawowe pojęcia w SZŚ;</li> <li>• Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm.</li> <li>• Struktura i treść normy PNEN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015</li> <li>• Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji. Wskaźniki środowiskowych efektów działalności.</li> <li>• Ocena oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko.</li> <li>• Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP),</li> <li>• Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique ) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel)</li> <li>• Test</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji)</li> <li>• Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej</li> <li>• Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Sporządzanie Polityki</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Środowiskowej;</li> <li>• Opracowanie programu środowiskowego</li> <li>• Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp</li> <li>• Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego.</li> <li>• Prezentacje i Zaliczenie</li> </ul>	