

Program studiów

Lotnictwo i kosmonautyka

pierwszego stopnia

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Lotnictwo i kosmonautyka
Poziom studiów	pierwszego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	inżynieria mechaniczna
Liczba semestrów	8
Specjalności realizowane na kierunku	Awionika Pilotaż Płatowce Silniki lotnicze
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	240
Łączna liczba godzin zajęć	Awionika : 2850 Pilotaż : 3045 Płatowce : 2850 Silniki lotnicze : 2850
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	ma wiedzę w zakresie matematyki niezbędną do opisu zagadnień technicznych z uwzględnieniem problemów występujących w lotnictwie, w tym: rachunek macierzowy, rachunek całkowy, rachunek operatorowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, elementy probabilistyki i statystyki matematycznej oraz elementy matematyki dyskretniej.	P6S_WG
K_W02	posiada wiedzę w zakresie fizyki obejmującą mechanikę punktu materialnego i bryły sztywnej, ruch drgający i falowy, termodynamikę, fizykę statystyczną, elektryczność i magnetyzm, oraz optykę niezbędną do zrozumienia i opisu zjawisk fizycznych występujących w zagadnieniach technicznych, a szczególnie lotniczych.	P6S_WG
K_W03	ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki dotyczącą przetwarzania informacji, elementów sprzętowych i programowych systemów mikrokomputerowych, algorytmiki i programowania oraz z zakresu automatyki dotyczącą typowych układów regulacji automatycznej i sterowania, ich opisu i właściwości.	P6S_WG
K_W04	posiada podstawową uporządkowaną wiedzę w zakresie elektrotechniki obejmującą podstawowe prawa, metody pomiarowe, maszyny elektryczne i elementy obwodów elektrycznych oraz wiedzę z zakresu elektroniki dotyczącą elementów oraz układów elektronicznych stosowanych w lotnictwie	P6S_WG
K_W05	ma uporządkowaną wiedzę związaną z grafiką inżynierską, odwzorowaniem i wymiarowaniem konstrukcji oraz technikami komputerowego wspomagania projektowania maszyn	P6S_WG
K_W06	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki technicznej i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych w lotnictwie	P6S_WG
K_W07	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów pozwalającą opisywać i modelować zjawiska fizyczne, w tym wymianę ciepła w procesach oraz siły działające na opływające ciało	P6S_WG
K_W08	posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie	P6S_WG
K_W09	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu silników lotniczych	P6S_WG
K_W10	posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie wyposażenie pokładowego, instalacji pokładowych oraz lotniczych systemów sterowania	P6S_WG
K_W11	posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki lotu i aerodynamiki oraz budowy i projektowania obiektów latających	P6S_WG
K_W12	orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa	P6S_WK
K_W13	posiada podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów lotniczych oraz metodach planowania i nadzorowania zadań obsługowych dla zapewnienia ich niezawodnej eksploatacji	P6S_WK
K_W14	ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej; zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące w przemyśle lotniczym	P6S_WK
K_W15	ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w przedsiębiorstwach lotniczych, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	P6S_WK
K_W16	ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego	P6S_WK
K_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	P6S_UW
K_U02	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik, stosując profesjonalny język właściwy dla danego zagadnienia i środowiska zawodowego, a także w innych środowiskach	P6S_UW
K_U03	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków.	P6S_UO
K_U04	ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P6S_UU
K_U05	posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, a także czytania ze zrozumieniem katalogów, instrukcji obsługi urządzeń, opisów narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów.	P6S_UK
K_U06	potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi technikami oraz narzędziami informatycznymi do realizacji zadań inżynierskich	P6S_UW
K_U07	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P6S_UO
K_U08	potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P6S_UW
K_U09	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń stosowanych w lotnictwie, dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	P6S_UW
K_U10	ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle lotniczym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy związane z tą pracą	P6S_KO
K_U11	potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich	P6S_UO
K_U12	potrafi korzystać z dokumentacji technicznej producentów oraz dokonywać analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji lub systemów stosowanych w lotnictwie	P6S_UW
K_U13	potrafi zaplanować i przeprowadzić badania stosowanych w lotnictwie urządzeń, przyrządów, systemów lub ich części oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania	P6S_UW
K_U14	potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń lub systemów stosowanych w lotnictwie, obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	P6S_UW
K_U15	potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich, w tym typowych dla zagadnień lotniczych, oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	P6S_UO
K_U16	potrafi opracować projekt urządzenia, instalacji lub systemu stosowanego w lotnictwie, zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.	P6S_UW
K_U17	potrafi sformułować algorytm i opracować program komputerowy w języku programowania, stosownie do postawionego problemu	P6S_UW
K_K01	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	P6S_KR
K_K02	ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera lotnictwa, w tym jego wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje	P6S_KR
K_K03	ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	P6S_KR
K_K04	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, potrafi określić priorytety służące realizacji postawionego zadania	P6S_KO
K_K05	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_UO
K_K06	rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały	P6S_KK

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

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

3.1. Awionika

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.	126 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	84 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	81 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1472&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 1			225	90	0	0	315	30	2	4
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			180	60	120	0	360	30	2	2
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 3			210	165	75	0	450	30	3	3
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn (S+C)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	105	105	30	435	30	2	2
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MI	Metrologia 1	15	15	15	0	45	2	N	
5	MI	Mikroprocesory i układy programowalne	30	0	30	0	60	4	N	
5	MI	Pokładowe systemy sterowania 1	30	15	30	0	75	5	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MI	Przyrządy pokładowe 1	30	0	15	0	45	3	T	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	MI	Teoria sterowania	30	0	15	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 5			195	90	135	0	420	30	3	4
6	MI	Informatyczne systemy awioniki	15	0	30	0	45	4	N	
6	MI	Instalacje pokładowe 1	30	15	0	0	45	4	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MI	Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki	30	0	15	0	45	3	N	
6	MI	Pokładowe systemy sterowania 2	0	0	0	45	45	4	N	
6	MI	Przyrządy pokładowe 2	0	0	0	45	45	4	N	
6	MI	Sterowanie zespołami napędowymi	30	0	15	0	45	3	T	
6	MI	Urządzenia radiowe	30	0	45	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 6			135	45	105	90	375	30	4	1

7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	MI	Instalacje pokładowe 2	15	0	30	45	90	6	T	
7	MI	Lotnicze układy pomiarowe	30	0	15	0	45	4	N	
7	MI	Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki	0	0	0	30	30	5	N	
7	MI	Prawo i przepisy lotnicze 1	30	0	0	0	30	3	N	
7	MI	Technika eksperymentu	0	30	0	0	30	4	N	
7	MI	Technika symulacji lotu	0	0	30	0	30	5	N	
Sumy za semestr: 7			90	30	90	75	285	30	1	0
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Projektowanie lotniczych układów automatyki	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	MI	Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			90	30	0	90	210	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1320	615	630	285	2850	240	17	16

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.1.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/szkiełki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	

3.1.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	26 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	464.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	30 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	26 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	235 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	31
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	114.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	215 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	154.17 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1472&C=2019>

Niezawodność systemów lotniczych, Struktury niezawodnościowe i modele diagnostyczne systemów, Czynniki ludzkie w niezawodności i diagnostyce układów lotniczych • Klasyfikacja metod oceny i kształtowania niezawodności układów lotniczych, Wymagania, konstrukcja i montaż sprzętu i wyposażenia z uwzględnieniem bezpieczeństwa. • Przegląd metod detekcji uszkodzeń urządzeń lotniczych, Podstawy lokalizacji uszkodzeń, Działania, funkcje i stosowanie sprzętu do dokonywania ogólnej kontroli urządzeń lotniczych • Techniki inspekcji i prowadzenia napraw. • Procedury obsługowe, Centralne komputery obsługowe, dane i biblioteki elektroniczne, Diagnostyka systemów lotniczych z wykorzystaniem narzędzi eksploatacyjnej • Analityczne niezawodnościowe i sterowanie i nawigacji systemów • Obróbka danych • Analiza uszkodzeń wybranego systemu sterowania samolotem • Detekcja uszkodzeń – metody bazujące na analizie sygnałów pomiarowych • Detekcja uszkodzeń – wykorzystanie obserwatorów stanu • Detekcja uszkodzeń – równania parzystości • Lokalizacja uszkodzeń – system informacyjny, optymalizacja eksperymentu diagnostycznego • Projekt układu diagnostyki urządzenia awioniki • Analiza niezawodności wybranego w pierwszej części projektu urządzenia awioniki wraz z systemem diagnostyki	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekofery, Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształują klimat Ziemi), jak i w skali molekularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z ómówieniem wykulonności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wyczuwanie i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazony przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emulujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania im: zanieczyszczenia powietrza, hałas, tony chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawyowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie spalin do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Adsorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca – ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana – temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena – rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany – wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna – składniki, promieniowanie ciepłe – mechanizmy generacji i pochłaniania widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania ciepłego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usunania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przezroczystości atmosfery, siła absorpcja w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emulujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ mas optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchni - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórka struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głebione, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne, Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój ciepły oceanu, wpływ zasolenia na wzniesienia wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głebokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmittancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślenie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmittancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcenia schematów blokowych • Opis układów dynamicznych stanów stężeń • Fazywne zmienne stanu • Fazywne zmienne stanu • Kryterium Hurwitza • Kryterium Nyquista • Mikrowspółczynniki Nyquista, dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory PI, PD, PID, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne biernie, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotyki, uniwersalne, tranzystory bipolarny, układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET. Elementy elektroniczne w obwodach prądu zmiennego trystor, triak, ALU. • 3. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne, liczniki dziesiętne, liczniki rowersyjne, liczniki programowane, zmiana modułu licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 4. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 5. Optoelektronika. Diody LED parametry, układy zasilania, diody LED dużej mocy- warunki pracy, ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD, fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 6. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów, zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 7. Mikroprocesory i mikrokomputery jednokładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM, RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednokładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera VFD-timer. Architektura mikrokomputera jednokładowego. • 8. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki i nadajniki, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transcewery. Nadawanie sygnałów radiowych modulacje ciągłe, AM, FM, Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny przętowe, anteny kierunkowe. • 9. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 10. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspaniania technologii motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 11. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń, zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • 12. Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikami prądu stałego, Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu, Układy zasilacze, Badanie parametrów stabilizatora liniowego, Badanie parametrów stabilizatora impulsowego, Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejs szeregowy RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.	
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytworzenie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Trójką impedancji. 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 i elektronicznej przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i elektronicznych. • Układy trójfazowe - 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. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.	
Podstawy zarządzania	K_W15
• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacja i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierownictwa. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania.	

Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyfikacja modeli podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjne - decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Procesy kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie	K_W10, K_W11, K_U06, K_U07, K_U09
Pokładowe systemy sterowania 1	K_W10, K_W11, K_U06, K_U07, K_U09
• Struktury układów sterowania samolotem • Układy współrzędnych • Równania ruchu samolotu: równania ogólne ruchu, równania ruchu podługnego i boczno, aproksymacja ruchem podługnym i boczno. • Uwagi o pochodnych aerodynamicznych. Przemiana samolotu. Identyfikacja właściwości statycznych i dynamicznych samolotu • Właściwości atmosfery. Ocena właściwości pilotażowych samolotu • Sterowanie lotem przez operatora: elementy układu sterowania ręcznego (lotki, ster wysokości, ster kierunku) i ręczne i automatyczne trymowanie samolotu, urządzenia podnosnikowe. Tłumiki drgań krótkookresowych i holendrowania, ograniczniki sterów, blokady podmuchu, busterwzmocniacz • Systemy ochrony przed przecięciem: rozwiązania mechaniczne i automatyczne. Hamulce: aerodynamiczne, hydrauliczne, pneumatyczne. • Autopilot. Sterowanie samolotem w ruchu podłużnym: czujniki nawigacyjne, przetworniki sygnałów, mechanizmy wykonawcze, mechanizmy wykonawcze dla płaszczyn sterowych, układy stabilizacji wysokości lotu. • Sterowanie samolotem w ruchu boczny: automat stateczności bocznej, układy sterowania kątem przechylenia, układy sterowania kursem samolotu. Sterowanie samolotem wg VOR. • Systemy automatycznego ładowania. Systemy automatycznej regulacji mocy silnika przy podchodzeniu do lądowania • Systemy monitorowania położenia samolotu: zasady i kryteria, tryby działania, podejście, lot ślizgowy, lądowanie, kołowanie. Systemy monitorowania samolotu i warunki niepowodzenia wykonania misji • Aktywne sterowanie samolotem • Metody adaptacyjne i optymalizacyjne sterowania samolotem. • Panel dyskusyjny na temat współczesnych systemów sterowania samolotem zwłaszcza informatycznymi systemami rozproszonymi	K_W03, K_W10, K_U06, K_U07, K_U09, K_U14
Pokładowe systemy sterowania 2	K_W03, K_W10, K_U06, K_U07, K_U09, K_U14
• Wykonać syntezę systemu sterowania w podanej fazie lotu oraz dokonać syntezy prawa sterowania metodami: charakterystyk logarytmicznych, linii pierwiastkowych, przy użyciu kryterium kwadratowego wskaźnika jakości (z zwłaszcza w postaci dyskretnej) oraz metody logiki rozmytej	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21, K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_U26, K_U27, K_U28, K_U29, K_U30, K_U31, K_U32, K_U33, K_U34, K_U35, K_U36, K_U37, K_U38, K_U39, K_U40, K_U41, K_U42, K_U43, K_U44, K_U45, K_U46, K_U47, K_U48, K_U49, K_U50, K_U51, K_U52, K_U53, K_U54, K_U55, K_U56, K_U57, K_U58, K_U59, K_U60, K_U61, K_U62, K_U63, K_U64, K_U65, K_U66, K_U67, K_U68, K_U69, K_U70, K_U71, K_U72, K_U73, K_U74, K_U75, K_U76, K_U77, K_U78, K_U79, K_U80, K_U81, K_U82, K_U83, K_U84, K_U85, K_U86, K_U87, K_U88, K_U89, K_U90, K_U91, K_U92, K_U93, K_U94, K_U95, K_U96, K_U97, K_U98, K_U99, K_U100, K_U101, K_U102, K_U103, K_U104, K_U105, K_U106, K_U107, K_U108, K_U109, K_U110, K_U111, K_U112, K_U113, K_U114, K_U115, K_U116, K_U117, K_U118, K_U119, K_U120, K_U121, K_U122, K_U123, K_U124, K_U125, K_U126, K_U127, K_U128, K_U129, K_U130, K_U131, K_U132, K_U133, K_U134, K_U135, K_U136, K_U137, K_U138, K_U139, K_U140, K_U141, K_U142, K_U143, K_U144, K_U145, K_U146, K_U147, K_U148, K_U149, K_U150, K_U151, K_U152, K_U153, K_U154, K_U155, K_U156, K_U157, K_U158, K_U159, K_U160, K_U161, K_U162, K_U163, K_U164, K_U165, K_U166, K_U167, K_U168, K_U169, K_U170, K_U171, K_U172, K_U173, K_U174, K_U175, K_U176, K_U177, K_U178, K_U179, K_U180, K_U181, K_U182, K_U183, K_U184, K_U185, K_U186, K_U187, K_U188, K_U189, K_U190, K_U191, K_U192, K_U193, K_U194, K_U195, K_U196, K_U197, K_U198, K_U199, K_U200, K_U201, K_U202, K_U203, K_U204, K_U205, K_U206, K_U207, K_U208, K_U209, K_U210, K_U211, K_U212, K_U213, K_U214, K_U215, K_U216, K_U217, K_U218, K_U219, K_U220, K_U221, K_U222, K_U223, K_U224, K_U225, K_U226, K_U227, K_U228, K_U229, K_U230, K_U231, K_U232, K_U233, K_U234, K_U235, K_U236, K_U237, K_U238, K_U239, K_U240, K_U241, K_U242, K_U243, K_U244, K_U245, K_U246, K_U247, K_U248, K_U249, K_U250, K_U251, K_U252, K_U253, K_U254, K_U255, K_U256, K_U257, K_U258, K_U259, K_U260, K_U261, K_U262, K_U263, K_U264, K_U265, K_U266, K_U267, K_U268, K_U269, K_U270, K_U271, K_U272, K_U273, K_U274, K_U275, K_U276, K_U277, K_U278, K_U279, K_U280, K_U281, K_U282, K_U283, K_U284, K_U285, K_U286, K_U287, K_U288, K_U289, K_U290, K_U291, K_U292, K_U293, K_U294, K_U295, K_U296, K_U297, K_U298, K_U299, K_U300, K_U301, K_U302, K_U303, K_U304, K_U305, K_U306, K_U307, K_U308, K_U309, K_U310, K_U311, K_U312, K_U313, K_U314, K_U315, K_U316, K_U317, K_U318, K_U319, K_U320, K_U321, K_U322, K_U323, K_U324, K_U325, K_U326, K_U327, K_U328, K_U329, K_U330, K_U331, K_U332, K_U333, K_U334, K_U335, K_U336, K_U337, K_U338, K_U339, K_U340, K_U341, K_U342, K_U343, K_U344, K_U345, K_U346, K_U347, K_U348, K_U349, K_U350, K_U351, K_U352, K_U353, K_U354, K_U355, K_U356, K_U357, K_U358, K_U359, K_U360, K_U361, K_U362, K_U363, K_U364, K_U365, K_U366, K_U367, K_U368, K_U369, K_U370, K_U371, K_U372, K_U373, K_U374, K_U375, K_U376, K_U377, K_U378, K_U379, K_U380, K_U381, K_U382, K_U383, K_U384, K_U385, K_U386, K_U387, K_U388, K_U389, K_U390, K_U391, K_U392, K_U393, K_U394, K_U395, K_U396, K_U397, K_U398, K_U399, K_U400, K_U401, K_U402, K_U403, K_U404, K_U405, K_U406, K_U407, K_U408, K_U409, K_U410, K_U411, K_U412, K_U413, K_U414, K_U415, K_U416, K_U417, K_U418, K_U419, K_U420, K_U421, K_U422, K_U423, K_U424, K_U425, K_U426, K_U427, K_U428, K_U429, K_U430, K_U431, K_U432, K_U433, K_U434, K_U435, K_U436, K_U437, K_U438, K_U439, K_U440, K_U441, K_U442, K_U443, K_U444, K_U445, K_U446, K_U447, K_U448, K_U449, K_U450, K_U451, K_U452, K_U453, K_U454, K_U455, K_U456, K_U457, K_U458, K_U459, K_U460, K_U461, K_U462, K_U463, K_U464, K_U465, K_U466, K_U467, K_U468, K_U469, K_U470, K_U471, K_U472, K_U473, K_U474, K_U475, K_U476, K_U477, K_U478, K_U479, K_U480, K_U481, K_U482, K_U483, K_U484, K_U485, K_U486, K_U487, K_U488, K_U489, K_U490, K_U491, K_U492, K_U493, K_U494, K_U495, K_U496, K_U497, K_U498, K_U499, K_U500, K_U501, K_U502, K_U503, K_U504, K_U505, K_U506, K_U507, K_U508, K_U509, K_U510, K_U511, K_U512, K_U513, K_U514, K_U515, K_U516, K_U517, K_U518, K_U519, K_U520, K_U521, K_U522, K_U523, K_U524, K_U525, K_U526, K_U527, K_U528, K_U529, K_U530, K_U531, K_U532, K_U533, K_U534, K_U535, K_U536, K_U537, K_U538, K_U539, K_U540, K_U541, K_U542, K_U543, K_U544, K_U545, K_U546, K_U547, K_U548, K_U549, K_U550, K_U551, K_U552, K_U553, K_U554, K_U555, K_U556, K_U557, K_U558, K_U559, K_U560, K_U561, K_U562, K_U563, K_U564, K_U565, K_U566, K_U567, K_U568, K_U569, K_U570, K_U571, K_U572, K_U573, K_U574, K_U575, K_U576, K_U577, K_U578, K_U579, K_U580, K_U581, K_U582, K_U583, K_U584, K_U585, K_U586, K_U587, K_U588, K_U589, K_U590, K_U591, K_U592, K_U593, K_U594, K_U595, K_U596, K_U597, K_U598, K_U599, K_U600, K_U601, K_U602, K_U603, K_U604, K_U605, K_U606, K_U607, K_U608, K_U609, K_U610, K_U611, K_U612, K_U613, K_U614, K_U615, K_U616, K_U617, K_U618, K_U619, K_U620, K_U621, K_U622, K_U623, K_U624, K_U625, K_U626, K_U627, K_U628, K_U629, K_U630, K_U631, K_U632, K_U633, K_U634, K_U635, K_U636, K_U637, K_U638, K_U639, K_U640, K_U641, K_U642, K_U643, K_U644, K_U645, K_U646, K_U647, K_U648, K_U649, K_U650, K_U651, K_U652, K_U653, K_U654, K_U655, K_U656, K_U657, K_U658, K_U659, K_U660, K_U661, K_U662, K_U663, K_U664, K_U665, K_U666, K_U667, K_U668, K_U669, K_U670, K_U671, K_U672, K_U673, K_U674, K_U675, K_U676, K_U677, K_U678, K_U679, K_U680, K_U681, K_U682, K_U683, K_U684, K_U685, K_U686, K_U687, K_U688, K_U689, K_U690, K_U691, K_U692, K_U693, K_U694, K_U695, K_U696, K_U697, K_U698, K_U699, K_U700, K_U701, K_U702, K_U703, K_U704, K_U705, K_U706, K_U707, K_U708, K_U709, K_U710, K_U711, K_U712, K_U713, K_U714, K_U715, K_U716, K_U717, K_U718, K_U719, K_U720, K_U721, K_U722, K_U723, K_U724, K_U725, K_U726, K_U727, K_U728, K_U729, K_U730, K_U731, K_U732, K_U733, K_U734, K_U735, K_U736, K_U737, K_U738, K_U739, K_U740, K_U741, K_U742, K_U743, K_U744, K_U745, K_U746, K_U747, K_U748, K_U749, K_U750, K_U751, K_U752, K_U753, K_U754, K_U755, K_U756, K_U757, K_U758, K_U759, K_U760, K_U761, K_U762, K_U763, K_U764, K_U765, K_U766, K_U767, K_U768, K_U769, K_U770, K_U771, K_U772, K_U773, K_U774, K_U775, K_U776, K_U777, K_U778, K_U779, K_U780, K_U781, K_U782, K_U783, K_U784, K_U785, K_U786, K_U787, K_U788, K_U789, K_U790, K_U791, K_U792, K_U793, K_U794, K_U795, K_U796, K_U797, K_U798, K_U799, K_U800, K_U801, K_U802, K_U803, K_U804, K_U805, K_U806, K_U807, K_U808, K_U809, K_U810, K_U811, K_U812, K_U813, K_U814, K_U815, K_U816, K_U817, K_U818, K_U819, K_U820, K_U821, K_U822, K_U823, K_U824, K_U825, K_U826, K_U827, K_U828, K_U829, K_U830, K_U831, K_U832, K_U833, K_U834, K_U835, K_U836, K_U837, K_U838, K_U839, K_U840, K_U841, K_U842, K_U843, K_U844, K_U845, K_U846, K_U847, K_U848, K_U849, K_U850, K_U851, K_U852, K_U853, K_U854, K_U855, K_U856, K_U857, K_U858, K_U859, K_U860, K_U861, K_U862, K_U863, K_U864, K_U865, K_U866, K_U867, K_U868, K_U869, K_U870, K_U871, K_U872, K_U873, K_U874, K_U875, K_U876, K_U877, K_U878, K_U879, K_U880, K_U881, K_U882, K_U883, K_U884, K_U885, K_U886, K_U887, K_U888, K_U889, K_U890, K_U891, K_U892, K_U893, K_U894, K_U895, K_U896, K_U897, K_U898, K_U899, K_U900, K_U901, K_U902, K_U903, K_U904, K_U905, K_U906, K_U907, K_U908, K_U909, K_U910, K_U911, K_U912, K_U913, K_U914, K_U915, K_U916, K_U917, K_U918, K_U919, K_U920, K_U921, K_U922, K_U923, K_U924, K_U925, K_U926, K_U927, K_U928, K_U929, K_U930, K_U931, K_U932, K_U933, K_U934, K_U935, K_U936, K_U937, K_U938, K_U939, K_U940, K_U941, K_U942, K_U943, K_U944, K_U945, K_U946, K_U947, K_U948, K_U949, K_U950, K_U951, K_U952, K_U953, K_U954, K_U955, K_U956, K_U957, K_U958, K_U959, K_U960, K_U961, K_U962, K_U963, K_U964, K_U965, K_U966, K_U967, K_U968, K_U969, K_U970, K_U971, K_U972, K_U973, K_U974, K_U975, K_U976, K_U977, K_U978, K_U979, K_U980, K_U981, K_U982, K_U983, K_U984, K_U985, K_U986, K_U987, K_U988, K_U989, K_U990, K_U991, K_U992, K_U993, K_U994, K_U995, K_U996, K_U997, K_U998, K_U999, K_U1000, K_U1001, K_U1002, K_U1003, K_U1004, K_U1005, K_U1006, K_U1007, K_U1008, K_U1009, K_U1010, K_U1011, K_U1012, K_U1013, K_U1014, K_U1015, K_U1016, K_U1017, K_U1018, K_U1019, K_U1020, K_U1021, K_U1022, K_U1023, K_U1024, K_U1025, K_U1026, K_U1027, K_U1028, K_U1029, K_U1030, K_U1031, K_U1032, K_U1033, K_U1034, K_U1035, K_U1036, K_U1037, K_U1038, K_U1039, K_U1040, K_U1041, K_U1042, K_U1043, K_U1044, K_U1045, K_U1046, K_U1047, K_U1048, K_U1049, K_U1050, K_U1051, K_U1052, K_U1053, K_U1054, K_U1055, K_U1056, K_U1057, K_U1058, K_U1059, K_U1060, K_U1061, K_U1062, K_U1063, K_U1064, K_U1065, K_U1066, K_U1067, K_U1068, K_U1069, K_U1070, K_U1071, K_U1072, K_U1073, K_U1074, K_U1075, K_U1076, K_U1077, K_U1078, K_U1079, K_U1080, K_U1081, K_U1082, K_U1083, K_U1084, K_U1085, K_U1086, K_U1087, K_U1088, K_U1089, K_U1090, K_U1091, K_U1092, K_U1093, K_U1094, K_U1095, K_U1096, K_U1097, K_U1098, K_U1099, K_U1100, K_U1101, K_U1102, K_U1103, K_U1104, K_U1105, K_U1106, K_U1107, K_U1108, K_U1109, K_U1110, K_U1111, K_U1112, K_U1113, K_U1114, K_U1115, K_U1116, K_U1117, K_U1118, K_U1119, K_U1120, K_U1121, K_U1122, K_U1123, K_U1124, K_U1125, K_U1126, K_U1127, K_U1128, K_U1129, K_U1130, K_U1131, K_U1132, K_U1133, K_U1134, K_U1135, K_U1136, K_U1137, K_U1138, K_U1139, K_U1140, K_U1141, K_U1142, K_U1143, K_U1144, K_U1145, K_U1146, K_U1147, K_U1148, K_U1149, K_U1150, K_U1151, K_U1152, K_U1153, K_U1154, K_U1155, K_U1156, K_U1157, K_U1158, K_U1159, K_U1160, K_U1161, K_U1162, K_U1163, K_U1164, K_U1165, K_U1166, K_U1167, K_U1168, K_U1169, K_U1170, K_U1171, K_U1172, K_U1173, K_U1174, K_U1175, K_U1176, K_U1177, K_U1178, K_U1179, K_U1180, K_U1181, K_U1182, K_U1183, K_U1184, K_U1185, K_U1186, K_U1187, K_U1188, K_U1189, K_U1190, K_U1191, K_U1192, K_U1193, K_U1194, K_U1195, K_U1196, K_U1197, K_U1198, K_U1199, K_U1200, K_U1201, K_U1202, K_U1203, K_U1204, K_U1205, K_U1206, K_U1207, K_U1208, K_U1209, K_U1210, K_U1211, K_U1212, K_U1213, K_U1214, K_U1215, K_U1216, K_U1217, K_U1218, K_U1219, K_U1220, K_U1221, K_U1222, K_U1223, K_U1224, K_U1225, K_U1226, K_U1227, K_U1228, K_U1229, K_U1230, K_U1231, K_U1232, K_U1233, K_U1234, K_U1235, K_U1236, K_U1237, K_U1238, K_U1239, K_U1240, K_U1241, K_U1242, K_U1243, K_U1244, K_U1245, K_U1246, K_U1247, K_U1248, K_U1249, K_U1250, K_U1251, K_U1252, K_U1253, K_U1254, K_U1255, K_U1256, K_U1257, K_U1258, K_U1259, K_U1260, K_U1261, K_U1262, K_U1263, K_U1264, K_U1265, K_U1266, K_U1267, K_U1268, K_U1269, K_U1270, K_U1271, K_U1272, K_U1273, K_U1274, K_U1275, K_U1276, K_U1277, K_U1278, K_U1279, K_U1280, K_U1281, K_U1282, K_U1283, K_U1284, K_U1285, K_U1286, K_U1287, K_U1288, K_U1289, K_U1290, K_U1291, K_U1292, K_U1293, K_U1294, K_U1295, K_U1296, K_U1297, K_U1298, K_U1299, K_U1300, K_U1301, K_U1302, K_U1303, K_U1304, K_U1305, K_U1306, K_U1307, K_U1308, K_U1309, K_U1310, K_U1311, K_U1312, K_U1313, K_U1314, K_U1315, K_U1316, K_U1317, K_U1318, K_U1319, K_U1320, K_U1321, K_U1322, K_U1323, K_U1324, K_U1325, K_U1326, K_U1327, K_U1328, K_U1329, K_U1330, K_U1331, K_U1332, K_U1333, K_U1334, K_U1335, K_U1336, K_U1337, K_U1338, K_U1339, K_U1340, K_U1341, K_U1342, K_U1343, K_U1344, K_U1345, K_U1346, K_U1347, K_U1348, K_U1349, K_U1350, K_U1351, K_U1352, K_U1353, K_U1354, K_U1355, K_U1356, K_U1357, K_U1358, K_U1359, K_U1360, K_U1361, K_U1362, K_U1363, K_U1364, K_U1365, K_U1366, K_U1367, K_U1368, K_U1369, K_U1370, K_U1371, K_U1372, K_U1373, K_U1374, K_U1375, K_U1376, K_U1377, K_U1378, K_U1379, K_U1380, K_U1381, K_U1382, K_U1383, K_U1384, K_U1385, K_U1386, K_U1387, K_U1388, K_U1389, K_U1390, K_U1391, K_U1392, K_U1393, K_U1394, K_U1395, K_U1396, K_U1397, K_U1398, K_U1399, K_U1400, K_U1401, K_U1402, K_U1403, K_U1404, K_U1405, K_U1406, K_U1407, K_U1408, K_U1409, K_U1410, K_U1411, K_U1412, K_U1413, K_U1414, K_U1415, K_U1416, K_U1417, K_U1418, K_U1419, K_U1420, K_U1421, K_U1422, K_U1423, K_U1424, K_U1425, K_U1426, K_U1427, K_U1428, K_U1429, K_U1430, K_U1431, K_U1432, K_U1433, K_U1434, K_U1435, K_U1436, K_U1437, K_U1438, K_U1439, K_U1440, K_U1441, K_U1442, K_U1443, K_U1444, K_U1445, K_U1446, K_U1447, K_U1448, K_U1449, K_U1450, K_U1451, K_U1452, K_U1453, K_U1454, K_U1455, K_U1456, K_U1457, K_U1458, K_U1459, K_U1460, K_U1461, K_U1462, K_U1463, K_U1464, K_U1465, K_U1466, K_U1467, K_U1468, K_U1469, K_U1470, K_U1471, K_U1472, K_U1473, K_U1474, K_U1475, K_U1476, K_U1477, K_U1478, K_U1479, K_U1480, K_U1481, K_U1482, K_U1483, K_U1484, K_U1485, K_U1486, K_U1487, K_U1488, K_U1489, K_U1490, K_U1491, K_U1492, K_U1493, K_U1494, K_U1495, K_U1496, K_U1497, K_U1498, K_U1499, K_U1500, K_U1501, K_U1502, K_U1503, K_U1504, K_U1505, K_U1506, K_U1507, K_U1508, K_U1509, K_U1510, K_U1511, K_U1512, K_U1513, K_U1514, K_U1515, K_U1516, K_U1517, K_U1518, K_U1519, K_U1520, K_U1521, K_U1522, K_U1523, K_U1524, K_U1525, K_U1526, K_U1527, K_U1528, K_U1529, K_U1530, K_U1531, K_U1532, K_U1533, K_U1534, K_U1535, K_U1536, K_U1537, K_U1538, K_U1539, K_U1540, K_U1541, K_U1542, K_U1543, K_U1544, K_U1545, K_U1546, K_U1547, K_U1548, K_U1549, K_U1550, K_U1551, K_U1552, K_U1553, K_U1554, K_U1555, K_U1556, K_U1557, K_U1558, K_U1559, K_U1560, K_U1561, K_U1562, K_U1563, K_U1564, K_U1565, K_U1566, K_U1567, K_U1568, K_U1569, K_U1570, K_U1571, K_U1572, K_U1573, K_U1574, K_U1575, K_U1576, K_U1577, K_U1578, K_U1579, K_U1580, K_U1581, K_U1582, K_U1583, K_U1584, K_U1585, K_U1586, K_U1587, K_U1588, K_U1589, K_U1590, K_U1591, K_U1592, K_U1593, K_U1594, K_U1595, K_U1596, K_U1597, K_U1598, K_U1599, K_U1600, K_U1601, K_U1602, K_U1603, K_U1604, K_U1605, K_U1606, K_U1607, K_U1608, K_U1609, K_U1610, K_U1611, K_U1612, K_U1613, K_U1614, K_U1615, K_U1616, K_U1617, K_U1618, K_U1619, K_U1620, K_U1621, K_U1622, K_U1623, K_U1624, K_U1625, K_U1626, K_U1627, K_U1628, K_U1629, K_U1630, K_U1631, K_U1632, K_U1633, K_U1634, K_U1635, K_U1636, K_U1637, K_U1638, K_U1639, K_U1640, K_U1641, K_U1642, K_U1643, K_U1644, K_U1645, K_U1646, K_U1647, K_U1648, K_U1649, K_U1650, K_U1651, K_U1652, K_U1653, K_U1654, K_U1655, K_U1656, K_U1657, K_U1658, K_U1659, K_U1660, K_U1661, K_U1662, K_U1663, K_U1664, K_U1665, K_U1666, K_U1667, K_U1668, K_U1669, K_U1670, K_U1671, K_U1672, K_U1673, K_U1674, K_U1675, K_U1676, K_U1677, K_U1678, K_U1679, K_U1680, K_U1681, K_U1682, K_U1683, K_U1684, K_U1685, K_U1686, K_U1687, K_U1688, K_U1689, K_U1690, K_U1691, K_U1692, K_U1693, K_U1694, K_U1695, K_U1696, K_U1697, K_U1698, K_U1699, K_U1700, K_U1701, K_U1702, K_U1703, K_U1704, K_U1705, K_U1706, K_U1707, K_U1708, K_U1709, K_U1710, K_U1711, K_U1712, K_U1713, K_U1714, K_U1715, K_U1716, K_U1717, K_U1718, K_U1719, K_U1720, K_U1721, K_U

eksperymentu w warunkach rzeczywistych. Konfiguracja systemu akwizycji danych. Instalacja przetworników pomiarowych - kondycjonowanie sygnału, ustawienia parametrów akwizycji danych. • Wykonanie eksperymentu na obiekcie rzeczywistym (dron, samolot bezzałogowy , motolotnia, szybowiec) • Analiza wykonanego w warunkach rzeczywistych eksperymentu badawczego, weryfikacja uzyskanych wyników, przygotowanie raportu z wykonanych eksperymentów.	K_W12, K_U02, K_U16, K_K01, K_K03
Technika symulacji lotu	K_W12, K_U02, K_U16, K_K01, K_K03
• Budowa symulatora, struktury symulatorów lotu na przykładzie posiadanych symulatorów • Metody odwzorowania rzeczywistych własności samolotów • Technika symulacji wskaźni przyrządów pokładowych • Symulacja stanów awaryjnych. Układy nadzorowania pracy symulatora • Porównanie i ocena komputerowych programów symulatorów lotu • Pomiar parametrów wybranego przyrządu symulatora lotu • Określenie czasu reakcji przyrządów na stan awaryjny • Badanie liniowych i nieliniowych modeli samolotu w systemach symulacji • Rejestracja symulowanego lotu na podstawie danych symulatora • Układy nadzorowania pracy symulatora	K_W08, K_U04, K_K01
Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01
• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka pooodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie lukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niezdziałonych • Wykonanie form z modeli działonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniu plastycznemu: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu ciecicia, gęcia i kształtowania wtyłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odłuku materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Cią-gnienie: wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne: metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, budowa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidispersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. • Zachowanie polimerów w obrębie jednoosiowego rozciągania, palżanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie - naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. • Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecie lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga i efekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetworstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarczowe. • Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gęcia blach (wyznaczanie charakterystyki gęcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). • Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Spęcznie wałców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia białka, prędkości odkształcenia, nacisku jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. • Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie sprężniania, temperatura wtrysku, temperatura formy. • Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.	
Techniki wytwarzania 2	K_W08
• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka pooodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie lukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niezdziałonych • Wykonanie form z modeli działonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW	
Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01
• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-odł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy obrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy ubudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowalność. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: assembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator. Interpreter. Konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.	
Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01
• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, opraki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustawianie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrządowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów, tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kółkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu	
Teoria sterowania	K_W03, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02
• Układy liniowe. Sterowalność. Obserwowalność. Lokowanie biegunów układu dynamicznego w zadanych położeniach. Obserwacja stanu. Synteza obserwatora stanu pełnego rzędu • Wprowadzenie pojęć analizy funkcjonalnej wykorzystywanych w teorii sterowania. Metody Lapunowa. Koncepcja sterowania według modelu. Adaptacyjne sterowanie według modelu (Model Reference Adaptive Control) • Układy dyskretne. Opis matematyczny. Stabilność. Przekształcanie układu ciągłego na układ dyskretny. • Układy sterowania odporne, samostrojenie regulatorów.	
Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02
• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równoważa, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana. zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • Systemy substancji czystej: substancja czysta, faza. Odziyalnawia molekular, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycony, stopień suchoty, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy P-v, P-T, P-T-v, P-T-v. Opis stanu - para czysta, para czysta przegrzana, gaz rzeczywisty - P-v gaz doskonały; Równanie stanu, równania Clapeyrona, prawo Avogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynniki ściślności, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmannna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabaty, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszanie gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana poliprowa, poliprowa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obieg lewy i prawy obiegi - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne. Źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne - sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne - sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dysypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe - obiegi: Otto-Beau de Rochasa, Diesla, Seilgera-Sabathe, silniki przepływowe - obiegi: Braytona-Joula a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe - obiegi: Braytona-Joula a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne: określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-x - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adyabaty - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równoważa globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadyabaty, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabaty, równoważa powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Słownia parowa, parowózny obieg Clausiusa-Rankine'a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyściana, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyściana, liczba Prandtl'a, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie, ciała doskonale czarne, prawo Stefana-Bilzmannna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia jednostki i Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszanie gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia - sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury - przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie	

wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opalowej paliw gazowych.	
Urządzenia radiowe	K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K02, K_K03
• Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych, pasma radiowe i ich wykorzystanie w lotnictwie • Typy anten, uproszczone schematy blokowe nadajników i odbiorników radiowych • Łączność VHF: techniczne charakterystyki łączności, radiostacje pokładowe, radiostacje ratunkowe, uproszczone schematy blokowe torów nadajnika i odbiornika radiostacji, łączność wewnątrz samolotu – rozmównice pokładowe, systemy i panele sterujące audio • Łączność HF: własności propagacyjne fal radiowych z pasma HF, modulacja AM/SSB, radiostacje HF – budowa i wykorzystanie w lotnictwie, rejestrator rozmów w kabinie załogi. • Lotnicze systemy komunikacji satelitarnej, Systemy komunikacji tekstowej, ACARS, CPDLC. • System ADF: charakterystyki techniczne systemu, uproszczone schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatorni NDB, odbiornik pokładowy ADF – zasada działania i obsługa, typowe wskaźniki systemu i interpretacja wskazań, porównanie systemów VOR i ADF. Systemy lokalizacji na żądanie. • System VOR: charakterystyki techniczne systemu, uproszczone schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatorni VOR, radiolatornie DVOR, odbiornik pokładowy systemów VOR/ILS – zasada działania i obsługa, wskaźniki TDI, CDI, RMI i interpretacja wskazań. • System ILS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolatornie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczone schemat blokowy i zasada działania, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczone schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskazań. • System DME: parametry techniczne, kanały X i Y systemu, uproszczone opis działania części naziemnej, schemat blokowy części pokładowej – zasada działania, tryby pracy, system DME/P. • System MLS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolatornie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczone schemat blokowy i zasada działania, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczone schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskazań, porównanie systemów ILS i MLS. Podstawy nawigacji hiperbolicznej: system Omega – parametry techniczne, naziemne stacje systemu, uproszczone schemat blokowy odbiornika/komputera pokładowego i wykorzystanie w nawigacji, wykorzystanie stacji wojskowych VLF w systemie Omega. • Radiowysokościomierz, zasada działania, podstawowe parametry techniczne i ich wpływ na dokładność pomiaru wysokości, rodzaje radiowysokościomierzy, wskaźniki i interpretacja wskazań. Radar Dopplera: efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych i jego wykorzystanie do pomiaru prędkości podróży i kąta znoszenia samolotu, wielowiązkowe radary Dopplera – uproszczone schematy blokowe, geometria wiązek i zasada działania, dopplerowski przelicznik nawigacyjny – źródła danych, obliczenia nawigacyjne, tryby pracy, uproszczone schemat blokowy. • System GPS: podstawy działania nawigacyjnych systemów satelitarnych GNSS – charakterystyki techniczne, porównanie systemów, zasady działania, uproszczone schematy blokowe nadajnika i odbiornika GPS, wyznaczanie danych nawigacyjnych w systemie GPS. Przeliczniki nawigacyjne RNAV i GPS: algorytmy obliczeń nawigacyjnych w komputerach nawigacji obszarowej i nawigacji globalnej. Systemy GPS, VOR, DME i VORTAC jako podstawowe źródła danych dla przeliczników. • Transponder S i ATC radaru wtórnego: zasada działania radaru wtórnego – charakterystyki techniczne, tryby zapytania, uproszczone schemat blokowy i zasada działania pokładowego transponderów, zasady współdziałania radaru wtórnego i transpondera. • Zautomatyzowane systemy kierowania ruchem lotniczym. System antykolizyjny TCAS: opis zasad działania systemów antykolizyjnych, typu systemów TCAS i CAS, struktura zapytań i odpowiedzi w systemie TCAS, wskaźniki i interpretacja wskazań. System ostrzegania przed bliskością ziemi GPWS: opis zasad działania systemów ostrzegających, tryby pracy, wykorzystanie systemów w locie. • Pokładowy detektor burzowy. Pokładowy radar pogodowy: zasada działania, uproszczone schemat blokowy, charakterystyki techniczne, wskaźniki analogowe i cyfrowe, interpretacja wskazań. • Analizator widma fal elektromagnetycznych, charakterystyki częstotliwościowe stacji nadawczych. • Budowa i obsługa radiostacji VHF: pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ADF, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika VOR, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ILS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radaru pogodowego – pasywnego, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radaru pogodowego – aktywnego, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego zintegrowanego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego przenośnego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika pokładowego DME, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań transpondera SSR, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu.	
Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie	K_W01, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02
• Podstawowe zagadnienia programowania liniowego. Przestrzenie liniowe, zbiory wypukłe. Ekstremum funkcji celu • Postać ogólna, standardowa i kanoniczna zadania programowania liniowego. Algorytm sympleks. • Programowanie liniowe w zbiorach dyskretnych, zadanie transportowe, przepływy w sieciach. • Podstawowe zagadnienia programowania nieliniowego. Rozwiązywanie analityczne. Programowanie nieliniowe bez ograniczeń. Programowanie nieliniowe z ograniczeniami równościowymi i nierównościami. Zadanie programowania wypukłego. • Numeryczne metody rozwiązywania zadań programowania nieliniowego z ograniczeniami. Algorytmy bezpośrednie i pośrednie. • Programowanie dynamiczne. Zasada optymalności Bellmana. Elementy rachunku wariacyjnego. • Programowanie wielokriterialne. Zasada Pareto. Metody: SAW, TOPSIS, AHP. Systemy podejmowania decyzji wielokriterialnych z logiką rozmytą. • Podsumowanie wykładu. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania liniowego. • Rozwiązywanie zadań z pomocą metody sympleks. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania liniowego w zbiorach dyskretnych. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania nieliniowego. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania wielokriterialnego. • Sprawdzian.	
Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu prawidłowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dolnego (pokaz, objaśnienie), dosłóg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (plywanie dokładną z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnianie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniali się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwszy na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wypożyczenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnienia powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błąd instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcową, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trybów wyskokówowych, błąd przyrządowy, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych luków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Naped elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierny i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedziałowe wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, cylindromierz poprzeczny, zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Żyroskop kalkujący, pion żyroskopowy, szkiełko horyzont żyroskopowy, żyroskopowy, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyroskopowa), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewożeniu materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury gwieździ i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-stacyna 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 nieliniowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Breda. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów skręcanych i zginanych, energia sprężysta i siły wewnętrzne. Siły wewnętrzne i uogólnione współczynniki ślapyego rona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wareszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslina (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01

Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls”. • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Planu wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen”. • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu” przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, uciechy typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyjazdowych rozmów klient-doradca ustnie i pisemnie, uzgadnianie terminu spotkania, Reklama czosznikowa. • Doradztwo w sprawie wyboru zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji społecznych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor” i „während”. • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt – zawod a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • IStruktura prezentacji, wzór, typowe zwroty. • Czynniki warunkujące dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania nierzeczywiste w przeszłości. • Relacje z doznanych niepowodzeń – audycja radiowa. Tryb przypuszczający Konjunktiv II. • Telefon zaufania, rozmowy o zainstalowanych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte” + Partiz II. • Opis konkretnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażanie oczekiwania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. Czas zaprzeczony Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomysłowych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem”. • Praca z filmem – „Nasz kawalek szczęścia”. Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.

Język niemiecki (B) K_U05

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawijanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przystawki czasu. • Biznesowe spotkanie w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykulary modalne i organizacja urzędności. Zaproszenia i zaproszenia. Uzgadnianie terminu spotkania. Reklama czosznikowa. Przystawki zaimkowe w pytaniami i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest”. • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przepuszczenia - czasownik „werden + sth” + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I”. • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkania. Rzeczniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyrimi określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • Idealni i miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy: Radcy i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit” i „um...zu”. • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk, wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przechylenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein” - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn”, „weil”, „nämlich”, „deshalb”. • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teledurnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzywania konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywne, negatywne. • Zawieszanie konta bankowe, karty kredytowej. • Zdobycie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopelnianie rzeczowników. • Zawieszanie techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyrimi określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyrimi z celownikiem i biernikiem. • Awaria i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język rosyjski (A) K_U05

• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne. Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami a, i, no, imi. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/ł mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące этот, эта, это, эти, тот, та, то, те. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas. • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie mejskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, нигде, нелегко. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracy. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/ł planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótowe. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja статьи/быть/работать (чем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). • Konstrukcja несмотря на то, что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie /relacjonowanie przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podróżowaniem połączonym. • Rzecznikowie n/ł. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotek reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie czynności związanych z postępowaniem wycieczki i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótów турского трыбаса, жд., • Czasownik сказать, задать вопрос. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowane w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. • Redagowanie listu prywatnego n/ł pechowego wyjazdu. • Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie: tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chronić przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/ł działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/ł zagrożeń środowiska. • Kiejski Zwiolowce. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie kiejski Zwiolowców. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awaria. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy równi. • Konstruowanie wypowiedzi n/ł społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/ł partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równoprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażanie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultury. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określanie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone • Towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytane: dialogi n/ł awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. • Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wpływ zakupów internetowych. • Żąd produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1, 2, 3, 4 w połączeniu z. • Wyrażanie opinii n/ł służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet); dyskusja; • Słowa i wyrażenia związane z prężaniem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytane: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такор! • Problemy społeczne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/ł problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przymnikami за i через. • Mistrz i Malgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michala Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/ł Domnowaja • ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/ł malarzy rosyjskich: Iwana Szyszkina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytane dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.

Język rosyjski(B) K_U05

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przymikiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas terażniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzecznikowie i Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать w Rosji. • System oświaty w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przymiki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas terażniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzecznikowie. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledy i przyjacieli. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przystawki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. • Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie i opisywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1, 2, 3, 4 w połączeniu z. • Przymiotnik i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki кунить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzecznikowie pybń. • Towary. • Reklama. Przystawki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzecznikowie zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas terażniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzecznikowie z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przymiki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i Internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet”. • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i kiejski Zwiolowce. • Przymiotniki twar-do- i miekkotematowe. • Katastrofy i kiejski Zwiolowce. • Przymiotniki twar-do- i miekkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacja społeczne i międzynarodowe. • Czas terażniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe. • Życie społeczne. Zaimke sebia. • Wyrażenie pyry dpyra. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такор! • Problemy społeczne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przymnikami за i через. • Mistrz i Malgorzata. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michala Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/ł Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szyszkin. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/ł Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzecznikowie z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

3.2. Pilotaż

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.	127 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub	13 ECTS

nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	94 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	150 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1473&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 1			225	90	0	0	315	30	2	4
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			180	60	120	0	360	30	2	2
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 3			210	165	75	0	450	30	3	3
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	ML	Budowa samolotów	30	0	15	0	45	4	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Meteorologia 1	15	0	0	0	15	1	N	
4	MI	Nawigacja 1	15	15	0	0	30	2	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn (S+C)	30	0	0	30	60	4	N	
4	MI	Prawo lotnicze i przepisy 2	15	0	0	0	15	1	N	
4	MI	Przygotowanie do lotów 1	0	15	0	0	15	1	N	
4	MI	Wybrane zagadnienia pilotażowe	30	15	0	0	45	3	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe [C]	30	0	15	0	45	3	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
4	MI	Łączność lotnicza 1	0	15	0	0	15	1	N	
Sumy za semestr: 4			210	150	60	30	450	30	2	5
5	MI	Instalacje pokładowe 3	30	0	15	0	45	4	T	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 1	15	0	15	0	30	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	4	T	
5	MI	Meteorologia 2	30	15	0	0	45	4	N	
5	MI	Metrologia 2	15	0	15	0	30	3	N	
5	MI	Nawigacja 2	15	30	0	0	45	4	T	
5	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	3	N	
5	MI	Przygotowanie do lotów 2	0	30	0	0	30	3	N	
5	MZ	Szkolenie praktyczne 1	0	0	0	0	0	0	N	
5	WF	Trening kondycyjny 1	0	30	0	0	30	0	N	
Sumy za semestr: 5			165	180	75	0	420	30	3	2
6	MI	Fizjologia i psychologia lotnicza	15	15	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 2	30	0	15	0	45	4	T	
6	MI	Prawo lotnicze i przepisy 3	30	0	0	0	30	3	N	
6	MI	Procedury operacyjne	0	30	0	0	30	3	N	
6	MZ	Przygotowanie do lotów 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	MT	Technologia lotnicza (C)	30	0	15	0	45	3	N	
6	WF	Trening kondycyjny 2	0	30	0	0	30	0	N	
6	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	T	
6	MI	Wyposażenie radiowe	30	0	15	0	45	4	T	

6	MI	Łączność lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			165	165	60	0	390	30	4	1
7	ML	Eksploatacja statków latających 2	15	0	15	0	30	2	N	
7	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 3	30	0	15	0	45	3	N	
7	MI	Meteorologia 3	0	15	0	0	15	3	N	
7	MI	Nawigacja 3	30	30	0	0	60	4	T	
7	MI	Planowanie lotu	15	45	0	0	60	4	N	
7	MI	Pokładowe systemy sterowania	30	0	15	0	45	4	T	
7	MI	Prawo lotnicze i przepisy 4	30	0	0	0	30	2	N	
7	MZ	Przygotowanie do lotów 4	0	30	0	0	30	3	N	
7	ML	Silniki lotnicze	15	0	0	0	15	3	N	
7	MZ	Szkolenie praktyczne 2	0	0	0	0	0	0	N	
7	WF	Trening kondycyjny 3	0	30	0	0	30	0	N	
7	MI	Łączność lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			165	180	45	0	390	30	2	1
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MI	Inteligentne systemy decyzyjne w lotnictwie	30	15	0	0	45	4	N	
8	MI	Metody symulacji w lotnictwie	30	15	0	0	45	4	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot hum. -psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	MZ	Przygotowanie do lotów 5	0	30	0	0	30	2	N	
8	WF	Trening kondycyjny 4	0	30	0	0	30	0	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			90	90	0	90	270	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1410	1080	435	120	3045	240	18	18

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.2.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/szkiełki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	

3.2.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	10
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	429.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	63
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	31 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	9 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	217 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	25
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	49.50 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	2

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	95 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	95.17 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1473&C=2019>

3.2.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1473&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrócone w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4” Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśniętości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl-Glauerta. • Profili o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu systemowego do wyznaczania opływu profilu. Rozdział 5. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przejądź metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśniętości: poprawka von Kármána-Tsienia • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulენტnej warstwy przyściennej. Metoda Hama dla turbulენტnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajera, funkcja Theodorsena, przeciagacizce dynamiczne • Wyznaczenie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową; zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profilu lotniczych w tunelu wodnym; • Wyznaczenie charakterystyk profilu z kłapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej 	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (o bezpieczeństwie opłwu cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu. • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przejądź układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne. 	
Budowa samolotów	K_W06, K_W11, K_U09, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Cykł życia konstrukcji lotniczej - od projektu do złomowania. Przepisy budowy i eksploatacji statków powietrznych. • Podstawowe modele i schematy statyczne w strukturach lotniczych. • Struktury cienkościennie. • Struktury kompozytowe i przekładkowe. • Stateczność konstrukcji lotniczych. • Podział konstrukcyjny i technologiczny płatowca. • Schematy konstrukcyjne skrzydeł i innych powierzchni nośnych. • Schematy konstrukcyjne kadłubów. • Schematy konstrukcyjne podwozi. • Elementy budowy śmigłowców. • Budowa innych statków powietrznych. • Nazienne próby stanowiskowe i próby w locie. • Historia myśli konstrukcyjnej w budowie płatowców. • Praktyczny opis samolotu, jego elementów konstrukcyjnych. Identyfikacja roli i charakteru pracy struktury nośnej. 	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęcyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricto i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej. 	
Eksploatacja statków latających 2	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziennej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie 	
Fizjologia i psychologia lotnicza	K_W14, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Metabolizm, wydzielanie i regulacja temperatury: □ Trzustka i jej funkcje □ Enzymy trawienne □ Wydalanie przez skórę: □ Funkcje □ Regulacja temperatury organizmu □ Układ moczowy: □ Budowa i funkcje • Układ wzrokowy: □ Budowa oka □ Uzyskiwanie obrazu □ Cechy widzenia □ Wady układu wzrokowego □ Widzenie kolorów □ Widzenie w nocy □ Wpływ światła słonecznego na układ wzrokowy □ Iluzje wzrokowe: □ Orientacja przestrzenna □ Dezorientacja przestrzenna □ Złudzenia prowadzące do problemów przy lądowaniu □ Złudzenia w powietrzu □ Złudzenia w nocy □ Złudzenia w deszczu □ Ostrość widzenia □ Martwy punkt □ Układ słuchowy i błędnik □ Budowa ucha środkowego i wewnętrznego □ Hałas, jego skutki i ochrona □ Błędnik □ Złudzenia związane z błędnikiem: □ Pochodzące od przesyłań □ Pochodzące od przyspieszeń liniowych □ Vertigo □ Pochodzące od przyspieszeń katowych □ Zapobieganie skutkom złudzeń □ Wpływ wysokości na organizm: □ Skład powietrza atmosferycznego □ Zapotrzebowanie na tlen □ Choroba wysokościowa i jej formy: □ Objawy □ Fazy (stadia) □ Czynniki zwiększające podatność □ Czas do wystąpienia choroby wysokościowej w zależności od wysokości □ Hiperwentylacja, objawy, sposób postępowania □ Gwałtowna dekompresja □ Problemy przy zniżaniu/wznoszeniu dotyczące zatok i uszu □ Choroba dekompresyjna, objawy, sposób postępowania • Problemy związane z lotami na dużych wysokościach: □ Promieniowanie kosmiczne □ Ozon □ Wilgotność □ Kabinę ciśnieniową □ Instalacje tlenowe • Zdrowie i higiena: □ Wymagania odnośnie sprawności psychofizycznej członka personelu lotniczego Ultra sprawność psychofizycznej □ Ciśnienie krwi, niedociśnienie, nadciśnienie □ Oddawanie krwi □ Choroba wieńcowa, czynniki ryzyka, zawał □ Anemia □ Otyłość, jej efekty i wskaźnik BMI □ Hipoglikemia □ Choroby tropikalne, możliwe sposoby zarażenia □ Wpływ palenia tytoniu na zdrowie □ Przyjmowanie leków □ Wpływ picia alkoholu na zdrowie □ Wpływ kofeiny na zdrowie □ Wpływ czynników toksycznych na zdrowie □ Epilepsja i omdlenia □ Wpływ przyspieszeń na człowieka □ Choroba lokomocyjna • Sen: □ Zmęczenie □ Sen □ Skutki braku snu □ Zaburzenia snu □ Układ nerwowy: □ Centralny system nerwowy □ Ósrodkowy układ nerwowy 	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Organa harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska. • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki. 	
Fizyka 2	K_W02, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej: zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz 	

Instalacja elektryczna samolotu - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, Analiza parametrów lotniczej prądniczki prądu stałego, Przetwarzanie energii elektrycznej, Skalowanie palimowierza lotniczego, System przeciwpożarowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, Obsługa i parametry charakterystyczne akumulatorów lotniczych.	
Inteligentne systemy decyzyjne w lotnictwie	K_W03, K_U01, K_U05, K_U09, K_U15, K_K01, K_K02
• Sztuczna inteligencja. Systemy inteligentnego podejmowania decyzji. Systemy ekspertowe (SE). Zalety, wady, zastosowania systemów ekspertowych ze szczególnym uwzględnieniem lotnictwa. Struktura SE, proces tworzenia, zarządzenie tworzenia, własności kategorii systemów ekspertowych. • Metody reprezentacji wiedzy w systemach ekspertowych • Maszyna wnioskująca SE – wnioskowanie w przód, wstecz, mieszane. Maszyna wnioskująca indukcyjna – generowanie reguł za pomocą drzew decyzyjnych - algorytm ID3. • Teoria zbiorów rozmytych, system wnioskowania rozmytego. • Teoria zbiorów przybliżonych i jej zastosowanie w systemach inteligentnego podejmowania decyzji. • Sztuczne sieci neuronowe. Model neuronu, typy sieci, metody uczenia SSN • Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, systemy hybrydowe. • Podsumowanie wykładu. • Wykonywanie zadań obliczeniowych z zakresu wnioskowania w systemach eksperckich: w przód, wstecz, mieszane oraz z zakresu generowania optymalnych drzew decyzyjnych z zastosowaniem algorytmu ID3. • Rozwiązywanie zadań dotyczących operacji na zbiorach rozmytych i relacjach rozmytych oraz wnioskowania rozmytego • Analiza tablic decyzyjnych z wykorzystaniem zbiorów przybliżonych. • Sztuczne sieci neuronowe-zadania • Zastosowanie metod inteligentnego podejmowania decyzji w zagadnieniach lotniczych- prezentacje studenckie • Sprawdzian.	
Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Elementy logiki matematycznej, funkcje i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadne Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymienne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach: prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej: działania na wektorach, równania płaszczyzn i powierzchni, płaszczyzny prostej, płaszczyzny równoległej do krzywych opisanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...), Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.	
Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezyjskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniami funkcyjnymi i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej. Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.	
Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-Studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.	
Materiały lotnicze	K_W08, K_W12
• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (kryształizacja, umocnienie odczastaleniowe, rekryształizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnice stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe	
Mechanika lotu1	K_W11
• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nosności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkość • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbosmigłowy i turbopodrzędny • Zasada działania, charakterystyki i dobór silników samolotu, wyznaczanie charakterystyk prędkości lotu w celu i czasu wzniesienia • Wzrost i spadek prędkości, metoda mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu, wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwłość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła statego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylnymi klapami i wpływem ziemi • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwłości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu	
Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Wzajemne zależności, reakcje przegubowe, równowaga. • Zbiór zadań. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry katowe ruchu, Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na osi, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenia i rzucie wektora sumy na osi, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy układu sił. • Równowaga bieżącego układu sił • Równowaga bieżącego układu sił • Równowaga bieżącego układu sił przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klokowy, tarcie toczenia. • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu punktowego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandta, zweźka Venturiego, krzyża ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumieniicy. Pojęcie tonu elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sonda Prandtia i Sonda Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka katowa sondy Prandtia. Pomiar lepkości cieczy. • 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 maszyn przepływowych. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowo-symetryczny • Przepływ Couette'a. Zarys teorii smarowania. Współczynniki strat liniowych. Równanie Bernoulliego. Napięcia powierzchniowe. Przepływność laminarna. Doświadczalnie Reynoldsa • Ruch płynu rzeczywistego II; Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nienuitonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres pizometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przycięsnej. Opór. Zjawisko odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aerohydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przycięsnej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/punkt, Dipol. Zasada superpozycji. Optym walca kołowego. Odzworowanie konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przycięsna: Warunki powstawania. Równania Prandtia i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przycięsnej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przycięsnej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przycięsnej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ściślność cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsenowa. Zasada zachowania masy; różne postaci równań 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 do płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtia, zweźka Venturiego, krzyża ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumieniicy. Pojęcie tonu elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sonda Prandtia i Sonda Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka katowa sondy Prandtia. Pomiar lepkości cieczy. • 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 maszyn przepływowych. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowo-symetryczny • Przepływ Couette'a. Zarys teorii smarowania. Współczynniki strat liniowych. Równanie Bernoulliego. Napięcia powierzchniowe. Przepływność laminarna. Doświadczalnie Reynoldsa • Ruch płynu rzeczywistego II; Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nienuitonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres pizometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przycięsnej. Opór. Zjawisko odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aerohydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przycięsnej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/punkt, Dipol. Zasada superpozycji. Optym walca kołowego. Odzworowanie konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przycięsna: Warunki powstawania. Równania Prandtia i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przycięsnej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przycięsnej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przycięsnej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Meteorologia 1	K_W02, K_W07, K_U01
• 050 01 00 00 Atmosfera: - Własności, skład i parametry opisujące atmosferę - Budowa atmosfery i własności poszczególnych sfer • Międzynarodowa Atmosfera Wzorcowa • 050 02 00 00 Wiatr: - Definicje i pojęcia - Kierunek i prędkość wiatru, sposób ich zaznaczenia na mapie - Siły działające na masy powietrza i ich wpływ na jego ruch - Wiatr geostroficzny - Wiatr gradientowy - Wiatry w pobliżu równika - Równikowa Strefa Zbieżności - Wiatr przyziemi - Pomiar prędkości wiatru • 050 03 00 00 Termodynamika: Ciśnienie: - Ciśnienie atmosferyczne - Sposoby pomiaru ciśnienia atmosferycznego - Zmiany ciśnienia atmosferycznego Temperatura: - Jednostki - Sposób pomiaru - Nagrzewanie atmosfery - Dobowe wahania Waga w atmosferze: Ciężar właściwy: - Ciężar właściwy w warunkach standardowych - Ciężar właściwy w warunkach rzeczywistych - Punkt rosy - Wysokość wystąpienia kondensacji - Dobowe wahania wilgotności - Pomiar wilgotności Gęstość: - Prawa gazowe - Zmiany gęstości z wysokością i szerokością geograficzną - Wysokość gęstościowa - Wpływ zmian gęstości powietrza na samolot – ogólnie Chwiejność: - Przemiana	

adiabatyczna - Rodzaje gradientów temperatury - Chwiejność, stabilność atmosfery – rodzaje i warunki wystąpienia. • 050 07 00 00 Układy ciśnienia atmosferycznego: - Definicje i pojęcia związane z ciśnieniem i układami ciśnienia - Zależności pomiędzy QFE, QNH i QFF - Układy niskiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Układy wysokiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Przemieszczanie się układów ciśnienia atmosferycznego - Mapy synoptyczne	
Meteorologia 2	K_W12, K_U01, K_K01
• Chmury i mgła a. Chmury - Typy chmur, ich cechy charakterystyczne - Sposoby powstawania chmur: - Konwekcyjne - Frontowe - Orograficzne - Powstałe na skutek turbulencji - Powstałe na skutek konwencji b. Widzialność i mgły - Rodzaje widzialności - Ograniczenia widzialności - Pomiar widzialności i RVR - Widzialność w locie - Typy mgieł i sposób powstawania - Inne czynniki zmniejszające widzialność • Opady - Sposób powstawania opadu - Intensywność opadu - Typy opadów i ich własności - Grad • Masy powietrza i fronty atmosferyczne a. Masy powietrza - Pochodzenie i klasyfikacja - Zmiany parametrów masy powietrza - Masy powietrza docierające nad Europę, ich własności i rodzaje związanej z nimi pogody b. Fronty atmosferyczne: - Typy frontów i ich cechy - Fronty quasi - stacjonarne - Zmiany ciśnienia podczas przechodzenia frontów - Front polarny, arktyczny i śródziemnomorski - Tropikalna strefa konwencji - Niże powstające na froncie polarnym - Pogoda związana z niżem na froncie polarnym: - Front ciepły - Front chłodny - Wycinek ciepły niżu - Okluzja ciepła - Okluzja chłodna c. Masy powietrza nie związane z frontami: - Niże - Niż islandzki - Niż wrotny - Niż pochodzenia orograficznego - Niż pochodzenia termicznego - Niż pochodzący od chwiejnej masy powietrza - Niż śródziemnomorski - Niż polarny - Niż bałtycki - Wyże: - Wyże subtropikalne - Wyże pochodzenia kontynentalnego - Wyże za przemieszczając się rodzina niżów • Informacja meteorologiczna a. Lotnicza służba meteorologiczna: - Pomiar i obserwacje na małej wysokości, sposób wykonywania, mierzone parametry - Pomiar na dużej wysokości, sposób wykonywania, mierzone parametry - Tolerancje dokładności pomiarów - Raporty meteorologiczne z powietrza: - Uskok wiatru - Turbulencja w czystym powietrzu (CAT), intensywność - Obłoczenie b. Depesze lotniczej służby meteorologicznej, warunki wydawania, odczytywanie: - VOLMET - METAR, SPECI, TREND - SNOWTAM - TAF - AIRMET, SIGMET, specjalny meldunek z powietrza - GAMET, GAFOR - ASHTAM - Ostrzeżenia lotniskowe c. Mapy synoptyczne - Mapy synoptyczne z obraz bez zaznaczonych czynników pogodowych przy stacji meteorologicznej - Oznaczenia czynników pogodowych przy stacji meteorologicznej	
Meteorologia 3	K_W02, K_U01, K_U04, K_K01
• 1. Zagrożenia dla lotu a. Wysokościomierze: - Nastawa wysokościomierza - Błędy wysokościomierza - Błąd związany z nastawą ciśnienia - Poprawka temperaturowa - Błąd związany z lotem nad lądowiskiem górskim - Minimalny poziom lotu - Burze: - Warunki sprzyjające występowaniu - Rodzaje burz - Stadia rozwoju burzy - Superkomórki - Przemieszczanie się burzy - Linia szkwałów - Zagrożenia związane z burzą - Wykonywanie zagrożeń za pomocą radaru pogodowego • Obłoczenie: - Warunki sprzyjające wystąpieniu obłoczenia - Wpływ obłoczenia na samolot - Intensywność obłoczenia - Przechłodzone krople wody - Proces powstawania obłoczenia - Rodzaje obłoczenia, warunki przy jakich występują i ich wpływ na samolot - Czynniki wpływające na intensywność obłoczenia - Obłoczenie mające wpływ na silnik: - Obłoczenie przewodów paliwowych - Obłoczenie gaźnika w silniku tłokowym - Obłoczenie wlotu w silniku odrzutowym - Rodzaje instalacji przeciwooblodzeniowych i oblodzeniowych • Uskok wiatru i turbulencja: - Czynniki sprzyjające wystąpieniu uskoku wiatru i ich charakterystyka: - Burze - Fronty - Inwersje - Turbulentna warstwa powietrza przy ziemi - Teren - Wpływ uskoku wiatru na samolot - Mikroskwał, występowanie i wpływ na samolot - Turbulencja, czynniki sprzyjające występowaniu: - Aktywność termiczna terenu - Tarcie - Fale orograficzne - Inwersje	
Meteorologia 2	K_W04, K_W08, K_U12, K_K01
• Podstawowe parametry meteorologiczne • Mierniki podstawowych wielkości elektrycznych i ich właściwości, oscyloskop, wybrane pomiary wielkości nieelektrycznych • Pomiar temperatury powietrza • Wpływ prędkości samolotu na pomiar temperatury powietrza • Rodzaje przyrządów i czujników - budowa i zasada działania Czujniki mierzące ciśnienie: • Rurka Pitota • Dajniki ciśnienia statycznego • Alternatywne źródło ciśnienia statycznego • Błędy czujników mierzących ciśnienie Przystroje mierzące temperaturę i ciśnienie: • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących ciśnienie • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących ciśnienie • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących temperaturę • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących temperaturę • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących prędkość obrotową i układy synchronizacji śmigieł: • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących prędkość obrotową śmigieł • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących prędkość obrotową śmigieł • Budowa układu synchronizacji śmigieł Przystroje mierzące moment obrotowy: • Budowa Przystroje mierzące drgania: • Budowa systemu Przystroje mierzące ilość paliwa: • Rodzaje • Budowa • Budowa przyrządów mierzących przepływ paliwa Pomiar ciśnienia statycznego i dynamicznego: • Czujniki mierzące ciśnienie statyczne - budowa • Czujniki mierzące ciśnienie dynamiczne - budowa • Czujniki zespolone • Błędy pomiaru ciśnienia statycznego i dynamicznego • Prezentacja i przesyłanie informacji pomiarowej: System EICAS, System ECAM	
Nawigacja 1	K_W02, K_W10
• 061 01 00 00 Podstawy nawigacji: Kształt Ziemi: 1. Bieguny 2. Główne kierunki 3. Duże koła 4. Małe koła 5. Równik 6. Południki 7. Równoleżniki 8. Ortodroma 9. Loksodroma Pozycja na Ziemi: 1. Długość geograficzna - Szerokość geograficzna - Określanie pozycji na powierzchni Ziemi - Różnica szerokości geograficznej (ch lat) - Średnia szerokość geograficzna - Różnica długości geograficznej (chlong) Odległość: - Jednostki miar używane do pomiaru odległości i zależności między nimi - Mila morska ICAO Kierunek: - Podstawowe definicje (kął drogi oraz kurs; geograficzny, magnetyczny i busoli) - Deklinacja, dewiacja - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Izogona, agona - Kął kursowy (relative bearing) Prędkość: - Jednostki miar używane do pomiaru prędkości i zależności między nimi - Definicje i zależności pomiędzy: - Prędkością wskazywaną - Prędkością kalibrowaną - Prędkością równoważną - Prędkością rzeczywistą - Prędkością względem ziemi - Liczba Macha Wysokość: - Rzeczywista - Wskazywana - Względna - Bezwzględna - Poziom lotu - Nastawy wysokościomierza i zależność między nimi a wysokością Czas - Układ słoneczny, orbita i ruchy Ziemi - Pory roku - Dzień, średni dzień słoneczny - Rok, rok kalendarzowy - Czas lokalny (LMT) - Uniwersalny Czas Skoordynowany (UTC) - Czas sreńlowy i czas urzędowy - Ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - przeliczenia pomiędzy UTC i LMT - Linia zmiany daty - Definicje: wschód i zachód słońca, zmierzch, świt - Ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - obliczenia godzin wschodu i zachodu słońca • 061 02 00 00 Magnetyzm i rodzaje busoli Magnetyzm samolotu: - Ziemskie pole magnetyczne: - Wektor pola magnetycznego - Deklinacja - Inklinacja, izoklina, aklina - Pole magnetyczne samolotu: - Ferromagnetyki twarde - Ferromagnetyki miękkie Busole: - Rodzaje - Budowa - Własności - Błędy • 061 04 00 00 Nawigacja zliczeniowa Nawigacyjny trójkąt prędkości: - Elementy składowe - Obliczanie zależności pomiędzy elementami składowymi - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Zasada 1:60 • 061 05 00 00 Nawigacja w locie Planowanie lotu nawigacyjnego - omówienie oraz ćwiczenia w przygotowaniu nawigacyjnym przelotu Nanoszenie pozycji na mapę Nawigacja w trakcie lotu: - Zasady prowadzenia nawigacji - Obliczenia - Symbole na mapie oraz sposób odwzorowania terenu - Czytanie mapy i określanie pozycji (w dzień i w nocy, w różnym terenie, dla różnych wysokości i prędkości lotu, przy dobrej i ograniczonej widzialności, dla map o różnych skalach)	
Nawigacja 2	K_W10, K_U01, K_K01
• 061 03 00 00 Mapy Informacje ogólne: Własności mapy Definicje (elipsoida, geoida, ortom orfizm, długość geograficzna i geocentryczna) Sposób wykonania mapy (zgodność z Załącznikiem ICAO) Rodzaje odwzorowań Symbole na mapie Sposób odwzorowania terenu Skala mapy Odległości na siatce kartograficznej: Odległość ortodromiczna - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odległość między dwoma południkami na tym samym równoleżniku (departure) - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Zbieżność południków - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odzworowanie Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nenoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odzworowanie stożkowe Lamberta: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nenoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Stereograficzne odwzorowanie biegunowe: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nenoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odzworowanie poprzeczne Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nenoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odzworowanie ukośne Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nenoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych 062 02 00 00 Pomoce radiowe NDB - ADF - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji DME - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów • Obliczenia parametrów nawigacyjnych - definicje oraz zadania: Przeliczenia jednostek Czas - odległość - prędkość Zużycie paliwa Wysokość rzeczywista Wysokość wskazywana dla określonej wysokości rzeczywistej Wysokość gęstościowa Przeliczenie wysokości - ciśnienie - ewelacja Prędkość rzeczywista, liczba Macha i wzrost temperatury z użyciem temperatury wskazywanej Prędkość rzeczywista z użyciem liczby Macha i temperatury wskazywanej Prędkość dźwięku w ISA - Temperatura na określonej wysokości według ISA - Prędkość rzeczywista i liczba Macha z użyciem temperatury zewnętrznej (OAT) Przeliczenia gradientów na stopnie Wysokość przy danym kącie ścieżki i odległości Przeliczenia gradientów na stopnie Wysokość przy danym kącie ścieżki i odległości Prędkość wznoszenia/zniżania spełniająca określony gradient przy określonej prędkości postępowej Prędkość wznoszenia/zniżania spełniająca określony gradient przy określonej prędkości postępowej Przeliczenie stop na milę na stopy na minutę dla określonej prędkości Obliczanie TOC, TOD, ROC, ROD Punkt równego czasu (PET) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Punkt bezpiecznego powrotu (PSR) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Promień działania Przeliczenie liniowego boczego odchylenia na kątowce boczne odchylenie Kął przechylenia w zakręcie rate one Promień zakrętu rate one Kął drogi - kurs - prędkość względem ziemi - poprawka na wiatr Prędkość wiatru Składowa boczna wiatru Czas i dystans do stacji 061 05 00 00 Nawigacja w locie Planowanie lotu nawigacyjnego - omówienie oraz ćwiczenia w przygotowaniu nawigacyjnym przelotu Nenoszenie pozycji na mapę Nawigacja w trakcie lotu: Zasady prowadzenia nawigacji Obliczenia Symbole na mapie oraz sposób odwzorowania terenu	
Nawigacja 3	K_W12, K_U01, K_K01
• 062 02 00 00 Pomoce radiowe VDF - Użycie w locie NDB - ADF - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji VOR - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji DME - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów ILS - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Procedury w locach według wskazań przyrządów i sposób ich wykonania - omówienie oraz ćwiczenia w wykonywaniu: Intercepcje: Informacje ogólne Sposób wykonania (NDB/ADF) Sposób wykonania (VOR) Lot po łuku DME Procedury oczekiwania Informacje ogólne Sposób wejścia Wykonanie Korekcja na wpływ wiatru Procedury odlotu Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury w trakcie lotu po trasie Informacje ogólne Wysokości w locach według wskazań przyrządów Procedury dolotu Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury podejścia do lądowania Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury po nieudanym podejściu Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury korzystanie i interpretacja danych nawigacyjnych dostępnych dla pilota (karty odlotów, dolotów i podejść instrumentalnych, mapy trasowe) • 061 04 00 00 Nawigacja zliczeniowa Obliczenia parametrów nawigacyjnych - definicje oraz zadania: Przeliczenia jednostek Czas - odległość - prędkość Zużycie paliwa Wysokość rzeczywista Wysokość wskazywana dla określonej wysokości rzeczywistej Wysokość gęstościowa Przeliczenie wysokości - ciśnienie - ewelacja Prędkość rzeczywista, liczba Macha i wzrost temperatury z użyciem temperatury wskazywanej Prędkość rzeczywista z użyciem liczby Macha i temperatury zewnętrznej (OAT) Przeliczenia gradientów na stopnie Wysokość przy danym kącie ścieżki i odległości Prędkość wznoszenia/zniżania spełniająca określony gradient przy określonej prędkości postępowej Przeliczenie stop na milę na stopy na minutę dla określonej prędkości Obliczanie TOC, TOD, ROC, ROD Punkt równego czasu (PET) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Punkt bezpiecznego powrotu (PSR) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Promień działania Przeliczenie liniowego boczego odchylenia na kątowce boczne odchylenie Kął przechylenia w zakręcie rate one Promień zakrętu rate one Kął drogi - kurs - prędkość względem ziemi - poprawka na wiatr Prędkość wiatru Składowa boczna wiatru Czas i dystans do stacji 062 06 00 00 GNSS Użycie odbiornika GNS 430 w locie - omówienie oraz ćwiczenia: Sposób obsługi odbiornika Użycie odbiornika do nawigacji obszarowej Użycie w trakcie wykonywania procedur według wskazań przyrządów Użycie wskaźnika CDI/HSI/RMI w trybie GPS - namiar i odległość do wybranego punktu	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, atmosfera, idea zrównowazonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekofery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrofera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole-kulanej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wzrywanie się, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazony przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe	

	zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiar i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Adsorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca – ciało doskonale czarne, stała Plancka, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - energia na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania ciepłego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek metny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrodkowe i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne związków, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przestępskości atmosfery, siła absorpcji w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniania, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszone, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchni - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadleya - przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatr, mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: masy i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój ciepły oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie - powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa - przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyor Belt.
Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
	• 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
Planowanie lotu	K_W11
	• Masa i wyważenie: samoloty a. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu jednosilnikowego tokowego - omówienie i ćwiczenia praktyczne b. Określanie pozycji środka ciężkości - Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu jednosilnikowego tokowego - omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Rozmieszczenie ładunku - Rozmieszczenie ładunku w samolocie jednosilnikowym tokowym - omówienie i ćwiczenia praktyczne • Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Informacje ogólne - Planowanie lotu IFR - samolot jednosilnikowy tokowy, omówienie i ćwiczenia praktyczne b. Planowanie paliwa - Polityka paliwowa dla samolotów jednosilnikowych tokowych o klasie osiągow B - omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Przygotowanie przed lotem - Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem jednosilnikowym tokowym o klasie osiągow B - omówienie i ćwiczenia praktyczne • Plan lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS - ćwiczenia praktyczne e. Monitorowanie lotu i zmiana planowania w locie - Zagadnienia spotykane w praktyce
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
	• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Rodzaje i struktury układów sterowania. Modele matematyczne obiektów automatyki. • Metody analizy układów dynamicznych. Transmisja operatorowa. Transmisja i widmowa charakterystyka czasowej czułości „siłowej”. Struktura złożonych układów dynamicznych, systemy zwarte i zanikłe, przekształcanie schematów blokowych. • Struktura układów regulacji, sprzężenia zwrotne, obiekty, regulatory, czujniki pomiarowe, przetworniki analogowe i cyfrowe, elementy wykonawcze, nastawniki. • Projektowanie liniowych układów regulacji, dobór nastaw regulatorów (PI, PD, PID). • Wymagania stawiane układom automatyki. Sterowalność, obserwowalność, stabilność, warunki konieczne i dostateczne stabilności, kryteria stabilności • Dokładność statyczna, układy statyczne i astatyczne. • Jakość dynamiczna, kryteria czasowe, dostatecznościowe i całkowite. • Rodzaje regulatorów, zasady konstrukcji i nastawy parametrów. Elementy projektowania układów automatyki. • Równania stanu, budowa, modelowanie równań, rozwiązywanie, obserwatory stanu. • Dyskretne układy sterowania, sterowanie procesami dyskretnymi. Regulacja predykcyjna, sterowanie hierarchiczne w zastosowaniach przemysłowych. • Układy regulacji nieliniowej: typy nieliniowości, regulacja dwu i trójpołożeniowa, układy automatyki z opóźnieniem. • Systemy cyfrowe w automatyce. • Opis układów dynamicznych: transformaty całkowite, transmisja, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. • Przekształcanie schematów blokowych. • Badania stabilności zmian dynamicznych. Wyznaczenie czasu ustalania impulsowego, kryteria jakości dywergencji. • Układy wyliczenia. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwo-mechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika. Diody LED parametry, układy zasilania, diody LED dużej mocy- warunki pracy i ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD, fotoelementy, fototransystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów, zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednokładkowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM, RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednokładkowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednokładkowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemianą częstotliwości, transcewery. Nadawanie sygnałów radiowych, modulacje amplitudowe, AM, FM, modulacje impulsowe, PAM, PDM, PFM, PCM. Anteny przelotowe, anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologii montażu podzespółów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia EMS przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozpraszania się zakłóceń, zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikami prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie granicy sprawności układu zasilającego. • Kopowanie i kwalifikacja komponentów. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejs szeregowy RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na brankach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
	• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie 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. Trójkąt impedancji. 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, zasady działania, rodzaje zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe, budowa, zasady działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział, mikromaszyny, zastosowanie, własności.
Podstawy zarządzania	K_W15
	• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacja i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierunków. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji - funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania • Zarządzanie potencjałem społecznym i indywidualnym. Zarządzanie personelem. Zarządzanie zespołami. • Zarządzanie w przedsiębiorstwie. Zarządzanie jakością. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzania innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania

środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie	
Pokładowe systemy sterowania	K_W10, K_U07, K_U08, K_U09, K_U16
• Wykład: Tematyka określona w przepisach JAR FCL 022 02 00 00 AUTOMATYCZNE SYSTEMY STEROWANIA 022 02 01 00 Wskaźnik dyrektywny funkcja i zastosowanie schemat blokowy, elementy składowe rodzaje pracy nastawienie rodzaju pracy w różnych fazach lotu nakazowe tryby pracy wskaźnik rodzaju pracy monitorowanie systemu ograniczenia. • ograniczenia użytkowania 022 02 02 00 Pilot automatyczny funkcja i zastosowanie rodzaje (różne osie) schemat blokowy, elementy składowe działanie w osi poprzecznej działanie w osi podłużnej działanie w obu osiach lądowanie automatyczne, kolejność działań koncepcje działania systemu przy automatycznym lądowaniu, odejście na drugi krag, starcie, niesprawności nie mające wpływu na działanie innych elementów systemu, usterki pozwalające na działanie systemu w ograniczonym zakresie zakresy sterowania sygnały wykonawcze oddziaływujące na powierzchnie sterujące użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu monitorowanie działania systemu ograniczenia, ograniczenie użytkowe 022 02 04 00 Źmuk odchylenia kierunku (Yaw demper) funkcja schemat blokowy, elementy składowe oddziaływanie sygnałów wykonawczych na stabilizator pionowy Tematyka uzupełniająca i dodatkowa Klasyfikacja, przeznaczenie i funkcje pokładowych systemów sterowania. Wymagania stawiane pokładowym systemom sterowania samolotem. Model matematyczny samolotu jako obiektu sterowania: założenia, uproszczenia, zakres zastosowań. Struktura układów automatycznego sterowania samolotem - elementy składowe, właściwości, ogólne zasady syntezy właściwości układów automatycznego sterowania samolotu. Kryteria, metody. Rodzaje autopilotów (klasyfikacja), wymagania, właściwości. Automatyczna stabilizacja kąta pochylenia i kąta przechylenia samolotu: schemat blokowy, przykładowe prawa sterowania, właściwości. Automatyczna stabilizacja wysokości lotu i kursu samolotu: schemat blokowy, przykładowe prawa sterowania, właściwości. Automatyczne sterowanie wg sygnałów odbiornika VOR oraz ILS: schemat blokowy, prawa sterowania, właściwości. Rodzaje i zakres zastosowań układów wspomagających sterowanie ręczne samolotem, wymagania stawiane urządzeniom wspomagającym sterowanie ręczne. Pilot-operator w układzie sterowania: model matematyczny, właściwości, ograniczenia. Kryteria oceny stateczności i sterowności samolotu w ruchu podłużnym i ruchu boczny; przykłady (skala Cooper-Harpera), interpretacja. Zastosowanie wzmacniaczy siły (np. hydraulicznych) w układach ręcznego sterowania: schemat, zasadnicze właściwości, funkcje. Podsystemy układu sterowania wspomaganego: tłumiki oscylacji kątowych samolotu, automat stateczności podłużnej i stateczności bocznej, automat regulacji stateczności, automaty trymerowania; wpływ parametrów układów na właściwości pilotażowe samolotu. • Cwiczenia laboratoryjne (7 wybranych ćwiczeń po 2 godziny): 1. Ruch podłużny samolotu - modele i symulacja 2. Ruch boczny (niesymetryczny) samolotu - modele i symulacja 3. Dobór parametrów tłumika pochylenia 4. Dobór parametrów tłumika holendrowania 5. Autopilot - sterowanie pochyleniem i stabilizacją wysokości 6. Autopilot - sterowanie przechyleniem i stabilizacją kursu 7. Sterowanie automatyczne podczas podejścia do lądowania 8. Badanie właściwości cyfrowego autopilota APC-1P 9. Modelowanie odległościowego układu ręcznego sterowania samolotem 10. Ocena właściwości pilotażowych samolotu	
Prawo lotnicze i przepisy 2	K_W14, K_K02, K_K03
• 010 01 00 00 Prawo międzynarodowe: konwencje, porozumienia i organizacje Wymagane definicje Skróty Historia międzynarodowego prawodawstwa lotniczego oraz Konwencja Chicagowska i ICAO: Rodzaje umów międzynarodowych Konwencja paryska 1919 Konwencja warszawska 1929: Bilet i kwit bagażowy Odpowiedzialność Przewoźnika Konwencja chicagowska: Artykuły ICAO - cele, struktura i funkcje poszczególnych organów Załączniki Inne dokumenty ICAO wraz z ich statusem Wolności lotnicze Konwencja tokijska 1963 Konwencja haska 1970 Konwencja montrealaska 1971 Inne międzynarodowe i europejskie organizacje: IATA Konwencje rzymskie 1933/1952 Leasing - różne formy EAOA IAA. Funkcje Publikacje Struktura EJUROCONTROL Struktura prawa lotniczego i jego zastosowanie Akty prawne obowiązujące na terenie RP - zastosowanie, różnice w stosunku do dokumentów międzynarodowych, analiza • 010 05 00 00 Przepisy ruchu lotniczego Załącznik 2 ICAO: Stosowanie przepisów ruchu lotniczego Przepisy ogólne Przepisy wykonywania lotów z widocznością Przepisy wykonywania lotów według wskazań przyrządów Przechwytywanie cywilnych statków powietrznych Bezprawna ingerencja Zalecane poziomy przelotów Sygnały : Sygnały w niebezpieczeństwie i sytuacji nagłej Lotniskowe sygnali świetlne Znaki poziome Sygnali przekazywane pomiędzy pilotem i koordynatorem ruchu naziemnego (marshaller)	
Prawo lotnicze i przepisy 3	K_W14, K_K02, K_K03
• Struktura prawa lotniczego i jego zastosowanie • Akty prawne obowiązujące na terenie RP • 010 02 00 00 Zdątnosc statku powietrznego do lotu • Zdątnosc statku powietrznego do lotu: informacja ogólna Świadeztwo Zdątnosci do Lotu Zarządzanie zdątnością do lotu • 010 03 00 00 Znaki przynależności państwowej oraz rejestracyjne Znaki przynależności państwowej oraz rejestracyjne: Wygląd Umieszczenie Świadeztwo Rejestracja Plakietki identyfikacyjne • 010 05 00 00 Przepisy ruchu lotniczego Załącznik 2 ICAO: Stosowanie przepisów wykonywania lotów z widocznością Przepisy wykonywania lotów z widocznością Przepisy wykonywania lotów według wskazań przyrządów Przechwytywanie cywilnych statków powietrznych Bezprawna ingerencja Zalecane poziomy przelotów Sygnali : Sygnali w niebezpieczeństwie i sytuacji nagłej Lotniskowe sygnali świetlne Znaki poziome Sygnali przekazywane pomiędzy pilotem i koordynatorem ruchu naziemnego (marshaller) • 010 07 00 00 Przepisy ruchu lotniczego oraz zarządzanie ruchem lotniczym Służby ruchu lotniczego oraz zagadnienia dotyczące przestrzeni: Cele służb ruchu lotniczego Podział służb ruchu lotniczego Klasyfikacja przestrzeni powietrznej, cechy poszczególnych klas przestrzeni powietrzni przestrzeni powietrznej i poszczególne jej elementy Jednostki zapewniające służby ruchu lotniczego w poszczególnych elementach przestrzeni Służby zapewniające statełowi powietrznemu w niebezpieczeństwie Oznaczenia dróg lotniczych Nieprawidlowosci w ruchu lotniczym, przeżycie zgłoszen nieprawidlowosci Systemy ostrzegania przed kolizją - użycie Służba kontroli ruchu lotniczego: Rodzaje służb kontroli ruchu lotniczego Separacja - metody Przekazanie kontroli Inne jednostki Zwolzenia - wydawanie, potwierdzanie, zezwolenia warunkowa, granica zezwolenia Informacja o ruchu kontroli przewoźnika lotniczego i nadzoru: ogólne zasady dotyczące Służba alarmowa: Informacja ogólna Fazy procedury alarmowej Służba informacji lotniczej (FIS): Informacje ogólne Informacje przekazywane statełowi powietrznemu przez FIS Służba kontroli lotniska: Informacja ogólna Funkcje Prawa i obowiązki Informacje przekazywane statełowi powietrznemu Kategorie samolotów ze względu na turbulencje w śladzie aerodynamicznym - minima separacji Służba kontroli zbliżania: Informacje ogólne Funkcje Odloty Doloty Kolejowanie do lądowania Informacje przekazywane statełowi powietrznemu Służba kontroli obszaru: Informacje ogólne Funkcje Separacja: Pionowa Pozioma Podłużna Boczna Separacja na wznoszeniu i zniżaniu Zredukowane minima separacji Służba doradczą: Informacje ogólne Funkcje Radar w służbie kontroli ruchu lotniczego: Informacje ogólne Sposoby identyfikacji Informacja o pozycji Wskazywanie radarowe Minima separacji radarowej Minima separacji radarowej ze względu na kategorie turbulencji w śladzie aerodynamicznym Sytuacje awaryjne Podejście do lądowania z użyciem radaru: PARSRA Kontrola ruchu naziemnego za pomocą radaru Procedury dotyczące radaru wtórnego (SSR): Informacje ogólne Mody transpondera Kody specjalne Procedury normalne Procedury awaryjne Przykłady procedur użycia transpondera w kontroli ruchu naziemnego na wybranych lotniskach • 010 08 00 00 Służby informacyjne lotniczej Celem i funkcji ICAO AIP i Suplement meteorologiczny Elementy składowe Spisok publikowania informacji Oznaczenia (kolory stron) i poszukiwanie informacji w dokumencie AIC: Informacje ogólne NOTAM: Informacje ogólne Odczytywanie AUP: Informacje ogólne Sposób pozyskiwania informacji SNOTAM Informacje ogólne Odczytywanie ASHTAM Informacje ogólne Odczytywanie PIB	
Procedury operacyjne	K_W12, K_U02, K_U10, K_K02, K_K03
• PROCEDURY OPERACYJNE – SAMOLOTY. ZASADY OGÓLNE. 6. Części I, II i III (jeśli mają zastosowanie): definicje, zastosowanie, ogólne podział i zawartosc. Wymagania PL-OPS 1 (JAR-OPS 1). Ogólne wymagania dotyczące: systemu jakości, dodatkowych członków załogi, metod przewozu osób, wpuszczania na pokład załogi, przewozu nieupoważnionego, przenośnych urządzeń elektronicznych, naruszania zasad bezpieczeństwa, dodatkowych druków informacyjnych i formularzy jakie muszą znajdować się na pokładzie, informacji otrzymywanych na ziemi, upoważnienia do przeprowadzenia inspekcji statełku, sporządzania dokumentacji i zapisów, zabezpieczania dokumentacji, dzielnicy. Wymagania dot. certyfikacji przewoźnika lotniczego i nadzoru: ogólne zasady dotyczące Przewoźnika Lotniczego (Air Operator Certificate - AOC), wydanie, zmiany i ciągłość ważności AOC, wymagania administracyjne. Wymagania dot. procedur operacyjnych: kontrola i nadzór operacyjny, korzystanie ze służb ATS, procedury odlotu i podejścia wg wskazań przyrządów, przewóz osób o ograniczonych możliwościach poruszania się, przewóz pasażerów zawroczonych z granicy, deportowanych lub osób znajdujących się pod nadzorem, załadunek bagażu i frachtu, montaż i rozmieszczanie pasażerów w kabine pasażerskiej, zabezpieczenie kabiny pasażerskiej i kuchni, palenie tytoniu na pokładzie, warunki do startu, stosowanie minimum do startu. Wymagania operacyjne dla lotów w każdych warunkach meteorologicznych (All Weather Operations - AWO) i operacje przy ograniczonej widzialności (Low visibility operations): minima operacyjne lotniska - ogólne zasady, terminologia, operacje przy ograniczonej widzialności - ogólne zasady operacyjne, operacje przy ograniczonej widzialności - rozważania dotyczące lotniska, operacje przy ograniczonej widzialności - wyszkolenie i kwalifikacje, operacje przy ograniczonej widzialności - procedury operacyjne, operacje przy ograniczonej widzialności - wyposażenie minimalne, minima operacyjne dla lotów VFR. Wymagania dot. przyrządów i wyposażenia: ogólne wprowadzenie, rozrządzenia z obowiązkami obowiązkimi (bezwzględnie), wysieraczkii przedniej szyby, pokładowy radar meteorologiczny, telefon pokładowy członków załogi lotniczej i rozgłośnia pokładowa, wewnętrzne drzwi i zasłony. Wymagania dotyczące wyposażenia nawigacyjnego i łączności: wyposażenie radiowe, tablica wyboru źródła sygnałów akustycznych. Wymagania dotyczące wyposażenia nawigacyjnego i łączności: terminologia, zgłaszanie i zatwierdzanie systemu obsługi technicznej Przewoźnika i zarządzania obsługą techniczną, system jakości, kierowanie obsługą techniczną, program obsługi technicznej samolotu, ciągłość ważności Świadeztwa Przewoźnika Lotniczego (AOC) w odniesieniu do systemu obsługi technicznej, przypadki równoważnego bezpieczeństwa. Personel pokładowy. SPECJALNE PROCEDURY OPERACYJNE ORAZ ZAGROZENIA. ASPEKTY OGÓLNE. Lista wyposażenia minimalnego (Minimum Equipment List - MEL). Instrukcja użytkowania samolotu w locie (Airplane Flight Manual - AFM). Odladanie na ziemi: warunki dla powstawania oblodzenia, definicje i rozpoznawanie oblodzenia na ziemi i w powietrzu, odladanie zapobieganie oblodzeniu, rodzaje płynów odladzających, pogorszenie osiągnięć na ziemi i w powietrzu. Ryzyko związane ze zderzeniami z ptakami i unikanie. Ograniczenie hałasu: wpływ procedur (odlot, przelot, podejście), wpływ działań pilota (ustawianie prętości, mały odpr. mała moga). Pożar i dym: pożar gaśnika, pożar silnika, pożar w kabine pasażerskiej, w kabine załogi, w ładowiach (dobór odpowiednich środków gaśniczych w zależności od rodzaju pożaru oraz użycie gaśnic), działania w przypadku przegrzania hamulców po przerywaniu starcie i lądowaniu, dym w kabine załogi i pasażerskiej (skutki i podejmowane działania). Dekompresja kabiny hermetycznej; dekompresja powolna, dekompresja gwałtowna lub eksplozyjna, niebezpieczeństwa i podejmowane działania. Uskok wiatru, mikrozaburzenia atmosfery: definicje i opis, skutki i rozpoznanie w czasie startu i podejścia, działania w celu uniknięcia i działania podejmowane w razie napotkania zjawiska. Turbulencja w śladzie aerodynamicznym: przyczyny powstawania, wpływ prędkości i masy, wiatr, działania podejmowane w bezpośredniej bliskości ruchu lotniczego, w czasie startu i lądowania. Ochrona linii: bezprawne działania. Lądowanie awaryjne i zapobiegawcze: definicje, przyczyny, czynniki jakie należy uwzględnić (wiatr, teren, przygotowanie, taktyka lotu, lądowanie w różnym terenie i wodowanie), informacja dla pasażerów, ewakuacja, czynności po wylądowaniu. Zrzucanie paliwa: aspekty bezpieczeństwa, aspekty prawne. Przewóz materiałów niebezpiecznych: ICAO Aneks 18, praktyczne aspekty. Zanieczyszczenia dróg startowych: rodzaje zanieczyszczeń, hamowanie, współczynnik hamowania, poprawki i obliczenia osiągiów.	
Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	
Silniki lotnicze	K_W09, K_U01, K_U12, K_K03
• "Wprowadzenie" - Przepisy budowy silników lotniczych - zarys, - Systemy projektowania silników lotniczych - zarys, • "Wprowadzenie" - Przegląd silników turbinowych • "Rozwiązania konstrukcyjne silników lotniczych" • "Część zimna silnika turbinowego" • "Część gorąca silnika turbinowego" • Sprawdzian zaliczeniowy	
Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01
• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-mody, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy obrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statełkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec testowania oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: assembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator. Interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy	

koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Oswajanie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, posłizgu nauka prawidłowej pracy NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie) posług na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (plywanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej pracy RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniali się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwszy na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U01, K_U05, K_U07, K_K03
• Układy nawigacji bezwładnościowej: Rodzaje Budowa Uzgadnianie położenia Tryby pracy i oznaczenia Platformy żyroskopowe: Budowa Zasada działania Uzgadnianie położenia platformy Błędy Tryby pracy i oznaczenia Rejestratory: Budowa i zasada działania rejestratora parametrów lotu (FDR) Budowa i zasada działania rejestratora rozróż w kokpicie (CVR) Układy alarmujące załogę: ogólne wprowadzenie System ostrzegania przed przeciągnięciem Elektroniczny system przyrządów pokładowych (Electronic Flight Instrument System - EFIS). Żyroskopy predekładowe mikroelektronikowe (MEMS). Żyroskopy optyczne: laserowe (RLG) i światłowodowe (FOG), błędy, układy korekcyjne. Inercyjne układy orientacji przestrzennej (IRU): układy odniesienia, pomiar przyspieszeń, pomiar temperatury powierzchni, filtry, filtry kalman, filtry Kalmana, rachunek kwaternionowy. Bezkarbowe układy odniesienia pionu i kursu (AHRS). Integracja systemów pokładowych, pokładowe sieci przesyłania informacji (standardy ARINC, MIL, ACSSB). Przykłady wyposażenia pokładowego transportowych. Tendencje rozwojowe w budowie wyposażenia pokładowego samolotów. • Ćwiczenia laboratoryjne (7 wybranych ćwiczeń po 2 godziny). W trakcie ćwiczeń badane są właściwości przyrządów i systemów pokładowych na przykładzie następujących urządzeń: 1. Przetworniki ciśnienia. 2. Żyroskopy predekładowe, zakretnierz i koordynator zakretni. 3. Żyroskopy optyczne (FOG). 4. Żyroskopy układy odniesienia pionu, sztuczny horyzont. 5. Układy kursowe, żyroskopy wskaźnik kursu. 6. Busola żyrod indukcyjna. 7. Platforma żyroskopowa, stabilizacja siłowa. 8. Inercjalny układ odniesienia.	
Wyposażenie pokładowe [C]	K_W10, K_W12, K_U02, K_K01, K_K03
• Przyrządy ciśnieniowe - podstawy teoretyczne pomiaru oraz zasada działania. Wysokościomierz barometryczny: Budowa Zasada działania Nastawa wysokościomierza Typy wskaźników Błędy Serwo-wysokościomierz Kodowanie wysokości Waniometr: Budowa Zasada działania Błędy Prędkościomierz: Budowa Zasada działania Błędy Wskaźnik liczby Macha: Budowa Zasada działania Błędy Zespoły przyrządów mierzących prędkość i liczbę Macha • Podstawowe informacje dotyczące żyroskopu: Podstawy teoretyczne przyrządów żyroskopowych Budowa żyroskopu Właściwości żyroskopu Typy żyroskopów Zasilenie żyroskopów Żyroskopy o osi poziomej Żyroskopy o osi pionowej Żyroskopowy wskaźnik kursu: Budowa Zasada działania Błędy Sztuczny horyzont: Budowa sztucznych horyzontów zasilanych powietrzem i elektrycznie Zasada działania Błędy Zakretnierz i chyłomierz poprzeczny: Budowa Zasada działania Koordynator zakretni: Budowa Zasada działania • Podstawy magnetyzmu: Własności pola magnetycznego Własności magnetyczne materiałów Magnetyzm ziemski: Pole magnetyczne Ziemi Inklination Deklination Magnetyzm samolotu: Rodzaje magnetyzmu samolotu Składowe pola magnetyczne ferromagnetyków twardych Składowe pola magnetyczne ferromagnetyków miękkich Kompensacja busoli Urządzenia do kompensacji dewiacji busoli Busola magnetyczna: Budowa Własności busoli magnetycznej Błędy busoli Busola odległościowa: Zasada działania Budowa układu Nadajnik magnetyczny (układ pomiarowy) Porównanie busoli bezpośredniej i odległościowej • Przyrządy kontroli pracy silnika: Budowa i zasada działania. Obrtomierz Wskaźnik ciśnienia ładowania Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa Wskaźnik ciśnienia, pomiar przyspieszeń, pomiar temperatury powierzchni i temperatury gazów wylotowych • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskaźni • Zintegrowany układ wskaźni	
Wyposażenie radiowe	K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K02, K_K03
• Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych, pasma radiowe i ich wykorzystanie w lotnictwie, polaryzacja i właściwości fal elektromagnetycznych • Typy anten, uproszczone schematy blokowe nadajników i odbiorników radiowych, bilans łącza radiowego • Łączność VHF: techniczne charakterystyki łączności, radiostacje pokładowe, radiostacje ratunkowe, uproszczone schematy blokowe torów nadajnika i odbiornika radiostacji, łączność wewnątrz samolotu – rozmównice pokładowe, systemy i panele sterujące audio • Systemy łączności HF: informacje ogólne, rodzaje, właściwości propagacyjne fal radiowych z pasma HF, modulacja AM/SSB, radiostacje HF – budowa i wykorzystanie w lotnictwie, rejestrator rozróż w kokpicie załogi. • Lotnicze systemy łączności satelitarnej: informacje ogólne, rodzaje. Systemy komunikacji tekstowej ACARS, CPDLC • System ADF: charakterystyki techniczne systemu, uproszczone schematy blokowe i zasada działania nazimniej radiolaterni NDB, odbiornik pokładowy ADF – zasada działania i obsługa, typowe wskaźniki systemu i interpretacja wskaźni, zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. Systemy lokalizacji na żądanie. Nazimnie urządzenia namiarowe D/F; zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. • System VOR: charakterystyki techniczne systemu, uproszczone schemat blokowy i zasada działania nazimniej radiolaterni VOR, radiolaternie DVOR, odbiornik pokładowy systemów VOR/ILS – zasada działania i obsługa, wskaźniki TDI, CDI, RMI i interpretacja wskaźni. Porównanie systemów VOR i ADF. • System DME: parametry techniczne, kanały X i Y systemu, uproszczony opis działania części nazimniej, schemat blokowy części pokładowej – zasada działania, tryby pracy, system DME/P; zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. • System ILS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolaternie nazimnie - rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczone schemat blokowy, zasada działania, odbiorniki pokładowe - instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskaźni. • System GPS, podstawy działania nawigacyjnych systemów satelitarnych GNSS - charakterystyki techniczne, porównanie systemów, zasady działania, uproszczone schematy blokowe nadajnika i odbiornika GPS, wyznaczanie danych nawigacyjnych w systemie GPS. Przeliczniki nawigacyjne RNAV i GPS: algorytmy obliczeń nawigacyjnych w komputerach nawigacji obszarowej i nawigacji globalnej. Systemy GPS, VOR, DME i VORTAC jako podstawowe źródła danych dla przeliczników. • Podstawy i zasady działania radaru. Radiowysokościomierz: budowa układu, zasada działania, błędy, zasady użytkowania, podstawowe parametry techniczne. Radar Dopplera. Transponder S i ATC radaru wtórnego: zasada działania radaru wtórnego – charakterystyki techniczne, tryby zapytania, uproszczony schemat blokowy i zasada działania pokładowego transponderów, zasady współdziałania radaru wtórnego i transpondera. • Analizator widma fal elektromagnetycznych, charakterystyki częstotliwościowe stacji nadawczych. • Budowa i obsługa radiostacji HF i VHF; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni odbiornika ADF; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni odbiornika VOR; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni odbiornika ILS; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni radaru pogodowego, pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni lotniczego zintegrowanego odbiornika GNSS; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskaźni lotniczego przenośnego odbiornika GNSS; pomiar podstawowych parametrów eksploatacyjnych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałowych. • Próba rozciągania i naprężenia - wyznaczenie granicy sprężystości, warunków wytrzymałościowych, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnychych i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytyczenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramięgo, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Henckya. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętów, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia i odkształceń - zasady transformacyjne, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykres momentów gnychych i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i 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, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabreia, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie i wyznaczenie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabreia, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ścisnienia, próba udamności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców	
Łączność lotnicza 1	K_W13, K_U05, K_U12, K_K03
• 091 01 00 00 Definicje Definicje wszystkich niezbędnych w łączności VFR pojęć Rozwinięcia skrótów używanych w łączności lotniczej 091 02 00 00 Ogólne procedury operacyjne: Kategorie depezs radiowych, Ogólne procedury łączności radiowej, Łączność z kontrolą lotniska 091 03 00 00 Terminy dotyczące informacji o pogodzie: Zawartość meldunków meteorologicznych Rozgłaszanie informacji meteorologicznych • 091 04 00 00 Czynności do wykonania w przypadku awarii łączności: Czynności w przypadku częstotliwości lub całkowitej utraty łączności Ćwiczenia w stosowaniu powyższych zasad i procedur symulowane w sytuacjach zagrożenia lub całkowitej utraty łączności 091 05 00 00 Komunikacja w sytuacjach niebezpiecznych i nagłych: Rozpoczęcie i zakończenie ciszy radiowej; Przykłady korespondencji; Usterki techniczne samolotu • Problemy medyczne na pokładzie • Utrata orientacji geograficznej • Ćwiczenia w stosowaniu powyższych zasad i procedur – symulowanie procedur w sytuacjach niebezpiecznych i nagłych	
Łączność lotnicza 2	K_W13, K_U05, K_U12, K_K03
• 090 00 00 00 ŁĄCZNOŚĆ 091 00 00 00 ŁĄCZNOŚĆ W LOTACH VFR • 091 01 00 00 DEFINICJE 091 01 01 00 Pojęcia i znaczenie używanej terminologii 091 01 02 00 Skroty stosowane przez służby ruchu lotniczego 091 01 03 00 Skroty kodu K najczęściej używane w radiotelefonicznej łączności powietrze -ziemia 091 01 04 00 Kategorie depezs • 091 02 00 00 OGÓLNE PROCEDURY OPERACYJNE 091 02 01 00 Nadawanie liter 091 02 02 00 Nadawanie cyfr (podawanie poziomów lotu) 091 02 03 00 Nadawanie czasu 091 02 04 00 Technika nadawania 091 02 05 00 Standardowe wyrazy i zwroty (wraz z odnośną frazeologią R/T) 091 02 06 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze stacji lotniczych wraz z użyciem skrótowych znaków wywoławczych 091 02 07 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze samolotu wraz z użyciem skrótowych znaków wywoławczych 091 02 08 00 Przekazywanie łączności 091 02 09 00 Procedury sprawdzania łączności (stała czytelność) 091 02 10 00 Wymagania dotyczące potwierdzenia i potwierdzenia odbioru 091 02 11 00 Radarowa frazeologia proceduralna • 091 03 00 00 TERMINOLOGIA INFORMACJI METEOROLOGICZNEJ (VFR) 091 03 01 00 Pogoda na lotnisku 091 03 02 00 Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 091 04 00 00 DZIAŁANIA PODEJMOWANE W PRZYPADKU UTRATY ŁĄCZNOŚCI 091 05 00 00 PROCEDURY W NIEBEZPIECZESTWIE	

<p>PONAGLENIA 091 05 01 00 Niebezpieczeństwo (definicja - częstotliwości - prowadzenie naskachu na częstotliwości niebezpieczeństwa - sygnały w niebezpieczeństwie, - meldunki w niebezpieczeństwie) 091 05 02 00 Sytuacje nagłaje (definicja - częstotliwości - sygnały ponaglenia - meldunki ponaglenia) • 091 06 00 00 OGÓLNE ZASADY PROPAGACJI FAL VHF ORAZ WYZNACZONE CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ŁĄCZNOŚCI</p>	
<p>Łączność lotnicza 3</p>	K_W13, K_U05, K_U12, K_K01, K_K03
<p>• 092 01 00 00 DEFINICJE 092 01 01 00 Pojęcia i znaczenie używane terminologii 092 01 02 00 Skrót słosowane w kontroli ruchu lotniczego 092 01 03 00 Skrót kodu Q najczęściej używane w radiotelefonicznej łączności 092 01 04 00 Kategorie depesz i zastosowań 092 02 00 00 OGÓLNE PROCEDURY OPERACYJNE 092 02 01 00 Nadawanie liter 092 02 02 00 Nadawanie cyfr (podawanie poziomów lotu) 092 02 03 00 Nadawanie czasu 092 02 04 00 Technika nadawania 092 02 05 00 Standardowe wyraży i zwroty (wraz z odnośną frazeologią R/T) 092 02 06 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze stacji lotniczych wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 092 02 07 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze samolotu wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 092 02 08 00 Przekazywanie łączności 092 02 09 00 Procedury sprawdzania łączności (skala czytelności), nawiązanie łączności radiotelefonicznej 092 02 10 00 Wymagania dotyczące powtórzenia i potwierdzenia odbioru 092 02 11 00 Radarowa frazeologia proceduralna 092 02 12 00 Zmiany poziomów lotu i zgłaszanie ich • 092 03 00 00 DZIAŁANIA PODEJMOWANE W PRZYPADKU UTRATY ŁĄCZNOŚCI 092 04 00 00 PROCEDURY W NIEBEZPIECZENSTWIE I PONAGLENIU 092 04 01 00 Sygnal PAN żądania pomocy medycznej 092 04 02 00 Niebezpieczeństwo (definicja - częstotliwości - prowadzenie naskachu na częstotliwości niebezpieczeństwa - sygnały w niebezpieczeństwie, - meldunki w niebezpieczeństwie) Pogoda na lotnisku 092 04 03 00 Sytuacje nagłaje (definicja - częstotliwości - sygnały ponaglenia - meldunki ponaglenia) Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 092 05 00 00 TERMINOLOGIA INFORMACJI METEOROLOGICZNEJ (IFR) 092 05 01 00 Pogoda na lotnisku 092 05 02 00 Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 092 06 00 00 OGÓLNE ZASADY PROPAGACJI FAL VHF ORAZ WYZNACZONE CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ŁĄCZNOŚCI • 092 07 00 00 ALFABET MORSE' A</p>	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Język angielski (A)	K_U05
<p>• Opowiadanie o sobie, rodzinie, domu, upodobaniach. Zadawanie różnego rodzaju pytań. • Rozmowa na temat ważnych miejsc i dat. Pisanie e-maila formalnego. • Wypowiadanie się na temat różnic między kobietami i mężczyznami oraz stereotypów i wyrażanie opinii. • Opisywanie ludzi. • Powtórzenie czasów gramatycznych (Present Simple i Continuous). Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Rozmowy i wywiady. Opisywanie zdjęć. • Udzielanie rad dotyczących udziału w rozmowie o pracę. Mówienie o sobie samym • Wypowiadanie się na temat filmu. Wyrażanie opinii na temat filmów. • Pytanie o doświadczenia i opisywanie doświadczeń. Czasz gramatyczne Present Perfect i Past Simple. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Mówienie o mediach. Wyrażanie opinii na temat teorii spiskowych. Dobieranie nagłówków prasowych do wyjaśnień. • Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości. Pisanie artykułu z opisem wydarzenia. • Wypowiadanie się na temat kłamstw i kłamania. Używanie czasowników 'say' and 'tell'. • Słuchanie anegdota. Opowiadanie anegdota i historii z przeszłości. • Wyrażania używane do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie o najszczęśliwszych momentach. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Mówienie o problemach nastolatów i ich rodziców. Wyrażanie opinii na podstawie przeczytanego tekstu. • Wyrażanie przyszłości: czasz Present Continuous, going to, might. Pisanie wiadomości i robienie notacji. • Wyrażanie przyszłości (z wyjątkiem czasu): will, might, may, going to, likely to. Określenie czasu przyszłego, wyrażenia idiomatyczne. • Słuchanie o przewidywaniach na temat przyszłości komunikacji. Mówienie o tym, jak rzeczy zmienia się w przyszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Czytanie opowiadania o nieporozumieniach. Radzenie sobie z nieporozumieniami. Rodzaje nieporozumień. Wyrażania służące poproszeniu o parafrazowanie wypowiedzi. • Słuchanie rozmowy telefonicznej zawierającej nieporozumienie. Parafraza i relacjonowanie opowieści o nieporozumieniach. Odgrywanie sytuacji rozwiązywania nieporozumień. • Czytanie tekstu o milionerach. Czasowniki modalne: must, have to, should. • Dyskusja na temat cech potrzebnych do wykonywania danych zawodów. Odpowiadanie na pytania w ankiecie i omawianie wyników. • Czytanie o marzeniach z dzieciństwa. Czytanie ogłoszeń o pracę. Used to i would. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Słuchanie wypowiedzi na temat niepowodzeń w wykonywanych zawodach. Mówienie o zyczących w przeszłości. Pisanie listu motywacyjnego. • Podchodzenie do porozumienia. Koloakacje z zakresu języka biznesowego. Wyrażanie opinii. Omawianie wyników. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusji. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażania używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmienia świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słotowótrstwo: przymiotnika. • Słuchanie ludzi odpowiadających z zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Odpowiadanie na pytanie z zakresu specjalizacji studenta. • Uprzejme prośby. Problemy i ich rozwiązywanie. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie prób i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Koloakacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie podcasta z których ludzi otrzymała wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszczęśliwsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównanie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie szesczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandidata na stanowisko. Wyrażanie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedmiki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskutowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrzym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia w gościnności. Przymiowanie przepisów. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</p>	
Język angielski (B)	K_U05
<p>• Mieszkanie, rodzina, współkolatorzy. 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. Słotowótrstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeszne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: szesczenie • 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) • Wyniki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinie. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczegółowa i pełniejsza ankieta dotycząca szesczenia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zyczące z przeszłości. Zachowanie, które nas denuruje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepolicalne i policalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działania Użykiwanie informacji Czasowniki • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasz przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Zyczenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Szesczenie Książek. Uwielbione książki • Uwielbiona scena z filmu. Pisanie: opis uwielbionej sceny • Najgorzej wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana kierunku. Różnicowanie. Gramatyka: artykuł. • Kolokacje. Decyzje, które były trudne podjąć. • Gramatyka: zdania warunkowe. • Język nieformalny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podjęcie do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotnika. Porady dt zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezreczynych sytuacji. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przeszłość i przestępczość. Nasze zachowanie wobec przestępców. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymnikami. Przeszłość. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach? • Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłość. Zgłaszanie przestępców. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczajki ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na trawie ratunkowe. 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.</p>	
Język francuski (A)	K_U05
<p>• Zaimki pytające (inwersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji: komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasz l'imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach. • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie cen. • Praca domowa, podział obowiązków w rodzinie. • Uwielbiona potrawa- przygotowanie sondażu, komentowanie pisanego wyników sondażu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach; uroczysty rodzinny. • Zaimki względne. • Wyrażenie opinii; względny. • Słotki i transzort- porównanie. • Język nieformalny; czas le plus-que-parfait. • Rola mody w życiu: prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażanie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „gérondif” jako wyrażenie równoczesności, sposobu, przyczyny. • Rozrywka i spędzanie czasu wolnego. • Pytania w mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. • Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif”- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasz przyszłe: le futur proche/ le futur simple, zdanie warunkowe „si+présent+futur simple” • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe „si+ imparfait+conditionnel présent” • Wyrażanie życzeń. • Przymiotnik- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list przywatny.</p>	
Język francuski (B)	K_U05
<p>• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązywanie problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif” w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granicą, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki”. • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyczynowości. • Emigracja i mobilność, wyrażenie opinii. • „Le savoir-vivre” zasady dobrego wychowania. • Wypadał nie wypadła podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeszłość- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo. • Działek względny. • Nasze zawody ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażanie czasu. • Emergencja- kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały</p>	

za i cepea. • Mistrz i Malgorzata. Rozumienie tekstu czytanej zawierajacego informacje dotyczace zycia i tworczości Michala Butakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczace wybranych zagadnień z mitologii slowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanej zawierajacego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanej zawierajacego informacje n/t Iwana Szyszkiina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie swiat. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie swiat.

3.3. Płatowce

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.	127 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	65 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1471&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 1			225	90	0	0	315	30	2	4
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Infomatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			180	60	120	0	360	30	2	2
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 3			210	165	75	0	450	30	3	3
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	105	105	30	435	30	2	3
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MD	Aerodynamika 2	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [A]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Wytrzymałość konstrukcji lotniczych	30	15	0	15	60	5	T	
Sumy za semestr: 5			195	90	60	45	390	30	3	1
6	ML	Budowa silników lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	

6	ML	Konstrukcja samolotu 1	30	15	15	0	60	5	N	
6	ML	Mechanika lotu 2	30	30	0	0	60	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MD	Śmigła	30	0	0	15	45	4	N	
6	MP	Technologia samolotu	15	0	15	15	45	4	N	
Sumy za semestr: 6			165	105	45	30	345	30	3	1
7	ML	Badania konstrukcji lotniczych	15	0	30	0	45	4	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Komputerowe wspomaganie projektowania samolotu	15	0	0	30	45	4	N	
7	ML	Konstrukcja samolotu 2	30	0	0	30	60	5	T	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe-CAD w konstrukcji samolotów	0	0	0	45	45	4	N	
7	ML	Projektowanie samolotu	30	0	0	30	60	5	T	
7	MI	Wyposażenie samolotu	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 7			120	0	90	135	345	30	2	0
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania płatowców	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			90	30	0	90	210	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1380	645	495	330	2850	240	17	14

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.3.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/scieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/Lektorat	Laboratorium	Projekt/Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	

5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	0	30	60	4	T
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowych	30	15	0	0	45	5	T	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	

3.3.4. 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	9
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	18 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	449.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	33 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	16 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	222 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	27
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	67.50 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	184.50 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	161.17 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?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1471&C=2019>

3.3.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1471&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizm zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównomierność pracy układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównoważanie mas mechanicznych z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-ny stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibrozłozacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ech stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flutteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.	

Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
<p>• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienia proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4” Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśłości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu panelowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśłości: poprawka von Kármána-Tsienia • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulენტnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulენტnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Terowanie cyrkulacji na profilu, efekt Coandry. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego; definicja powierzchni nośnej, wydłużenia, średnia ciężwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Trefftz-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany; twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczenie szacowania wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajra, funkcja Theodorsena, wyciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową; zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapa szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagi sily nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej</p>	
Aerodynamika 2	K_W11
<p>• Aerodynamika małych prędkości: Teoria powierzchni nośnej i jej realizacja numeryczna: metoda siatki wirowej („vortex-lattice”) Zastosowania metody siatki wirowej. Metody redukcji oporu indukowanego: winglety, płyty brzegowe, sharklety, kierownice strug. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ekranu na charakterystyki aerodynamiczne płata. Układy wielopłatowe: dwupłat, kaczką, układ klasyczny; wpływ płata na usterzenie. Zarys teorii skrzydeł małym wydłużeniu, nośność wirowa. Skrzydło pasmowe: porównanie z płatem klasycznym. Uogólniona metoda siatki wirowej (GVLM). Informacja o metodach panelowych dla konfiguracji trójwymiarowych. • Przepływy ściślane I: Jednowymiarowe przepływy izentropowe. Równanie ciągłości dla jednowymiarowego przepływu ściślanego. Równanie Bernoulliego dla przepływów izentropowych. Zależności pomiędzy parametrami krytycznymi i spiętrzenia a parametrami przepływu. Przepływ czynnika ściślanego przez kanały. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Laval. Prędkość wypływu z dyszy. Stany pracy dyszy. Ciąg silnika rakietowego. Pomiar prędkości przepływu z uwzględnieniem ściśłości. Liczby Macha i de Laval. Związek między nimi. Pomiar prędkości sondy w zakresie poddźwiękowym. • Przepływy ściślane II: Płene równanie ściślanego przepływu potencjalnego. Przepływy naddźwiękowe. Równanie przepływu potencjalnego dla osrodka ściślanego. Epicykloidy Busemanna. Zastosowanie metody charakterystyk do analizy przepływu wokół konturów wypukłych. Linearyzacja równania potencjału. Przekształcenie afiniczne. Poprawka Prandtl-Glauerta. Krytyczna liczba Macha dla profilu. Wpływ ściśłości na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływów podkrytycznych i transonicznych. Poprawka von Kármána-Tsienia. • Przepływy ściślane III: Fale uderzeniowe. Warunki powstawania skośnych fal uderzeniowych. Zasady zachowania w zastosowaniu do fal uderzeniowych. Biegunowe fal uderzeniowych. Wyznaczenie parametrów za falą uderzeniową. Fale silne i słabe; związek fal słabych z charakterystykami. Fala związana i fala odsunięta. Oddziaływanie fal uderzeniowych tej samej rodziny. Opływ profilu naddźwiękowego. Opór falowy. Oddziaływanie fal uderzeniowych z charakterystykami. Prostopadała fala uderzeniowa. Wloty naddźwiękowe. Pomiar prędkości przepływu w zakresie naddźwiękowym. Naddźwiękowe i transoniczne tunele aerodynamiczne. Techniki pomiarowe dla przepływów naddźwiękowych. Metoda smugowa: „Schlieren” • Przepływy ściślane IV: Zróżnicowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla osrodka ściślanego. Rozkłady ciśnienia na profilu. Wzory Ackersa. Teoria cienkiego płata o skończonym wydłużeniu. Naddźwiękowa i poddźwiękowa krawędź natarcia. Strefy wpływu. Dekompozycja opływu płata na opływ szkieletowej i formy symetrycznej. Opływ bryły osiowoosymetrycznej strumieniem naddźwiękowym. Opór falowy. Reguła równoważności Oswatisha-Kuene-Warda. „Reguła pol” Whitcomba. Bryła o minimalnym oporze falowym. • Przepływy ściślane V: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Teoria Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał. Układy aerodynamiczne hipersonicznych obiektów latających.</p>	
Badania konstrukcji lotniczych	K_W06, K_W11, K_W12, K_U15, K_K04
<p>• PRÓBY PŁATOWCA 1. Etapy życia konstrukcji lotniczej, klasyfikacja prób płatowca. 2. Przepisy budowy i badania konstrukcji lotniczych, organizacja prób. 3. Niwelacja płatowca i stabilizacja powierzchni ruchomych. 4. Naziemne próby stanowiskowe - próby sztywności, statyczne, zmęczeniowe, rezonansowe. 5. Próby w locie. • STATYKA MODELOWA 1. Modelowanie i symulacje. 2. Podobieństwo i analiza wymiarowa. 3. Kryteria podobieństwa w mechanice. • DOŚWIADCZALNE METODY ANALIZY NAPRZEŻEN I ODKSZTAŁCEN 1. Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia. 2. Tensometria. 3. Metody światła spolaryzowanego. 4. Inne metody.</p>	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
<p>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie odpowiedzialności bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budownictwa uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako zrzuciszcie przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej i psychicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesami i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz uświadnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożen (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</p>	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
<p>• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu; zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.</p>	
Budowa silników lotniczych	K_W07, K_W08, K_W09, K_W14, K_U02, K_U07, K_U08, K_U09, K_U12, K_U13, K_U15, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
<p>• Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Silniki rzędowe, przeciwobrotowe („boxer”), gwiazdowe, widlaste. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesel, Sabathe’a- Stieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Silnik doladowany(wysokościowy) i niedoladowany. Wyznaczenie parametrów obiegu porównawczego silnika tłokowego. Prognozowanie charakterystyki silnika. Charakterystyki zewnętrzne silnika tłokowego. Charakterystyka śmigłowa. • Zasadnicze elementy konstrukcyjne silnika z zapłonem iskrowym i wysokoprężnego (kadłub, tłok, mechanizm korbowy, układ zapłonowy, układ zasilania si smarowania, mechanizm rozrządu, zawory, układ dolotowy i wylotowy). Procesy spalania w komorze silnika z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Aspekty ekologiczne w eksploatacji silnika tłokowego. Regulacja i sterowanie pracą silnika spalinalowego. Rozruch silnika lotniczego. Doladowanie silników – systemy doladowania, granice możliwości doladowania. • Silniki przepływowo. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Dopalacz i sposoby zwiększania ciągu. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. • Silniki odrzutowe i śmigłowe. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Przykład obliczeniowy. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. Charakterystyki wysokościowe i prędkościowe silnika odrzutowego. • Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowego). Funkcja i zadania wlotu powietrza. Podział sprężarek lotniczych i zasada działania. Komora spalania- organizacja procesów spalania w komorze. Turbina osiowa – procesy cieplne. Chłodzenie turbin. Dysza wylotowa – rozprężanie zupełne i niezupełne. Systemy zasilania paliwem. Walty silników odrzutowych. Konstrukcje betonowe i stalowe – zalety i wady. Łożyiska toczne i ich dobór. Systemy smarowania silników. Odpylanie powietrza wlotowego silników. Sposoby mocowania silnika do płatowca. • Przegląd wybranych konstrukcji. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Awarie silników lotniczych i sposoby ich zapobiegania. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych • 1. Wyznaczenie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2. Określenie głównych wymiarów silnika 3. Kinematyka mechanizmu korbowego 4. Dobór parametrów obiegu porównawczego silnika jednoprzepływowego i wyznaczenie ciągu jednostkowego silnika jednoprzepływowego 5. Wymiarowanie silnika jednoprzepływowego 6. Wyznaczenie obciążeń zespołów konstrukcyjnych w silniku jednoprzepływowym • 1. Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych. 2. Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3. Rysunki konstrukcyjne silników odrzutowych, śmigłowych i śmigłowych 4. Dokumentacja silnika turbinalowego jednoprzepływowego i śmigłowego - zapoznanie 5. Rozruch silnika turbinalowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej</p>	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
<p>• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zaganienwa kosztów a płynność finansowa • Konkurencja doskonała • Konkurencja monopolistyczna • Konkurencja ograniczona - monopoli i oligopoli. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarstwa (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricto i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilośćowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, zasoby i problemy migracyjnych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.</p>	
Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
<p>• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi nazemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie</p>	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • Elementy mechaniki klasycznej: Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska. • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki. 	K_W02, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej: zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej) • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy rownowagi fazowej • Reguła faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i peritektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe 	K_W05, K_U12, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. 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: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczenie rzeczywistej wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczek, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześciennego, trygonometryczna i europejska metoda rzutowania. • Schematy mechaniczne. Rzut wieloosiowy. Punkt przecięcia wielościanu prosta. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcienną metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowo: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta. 	K_W05, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomnienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpuśtowych, wielowypustowych, spręgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych mechanicznych, zgrzewanych, lutowniczych, klejonych. • Schematy mechaniczne. Schematy hydrauliczne. Wyciszy Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń. Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki raketowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej 	K_W05, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy, Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horizontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe i Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnictwo silnikowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthofen, Albert Ball, Rene Fonck, Oswald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Mechanizm hydrauliczny. Wyciszy Londyn-Melbourne • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń. Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki raketowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej 	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie wiadomości z Technologii Informatycznej. Programowanie proceduralne w języku C++. • Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturalnych. Tworzenie zmiennych strukturalnych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. • Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy, Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestry i wyznaczenie wartości skrajnych. Tablice liczb całkowitych zapisanych w pliku. Wyszukiwanie danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo. 	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Metody numeryczne w budowie i projektowaniu konstrukcji lotniczych. • Model samolotu, rodzaje modeli stosowanych w projektowaniu samolotu, model topologiczny, wybór układu samolotu, modele parametryczne. • Modelowanie konstrukcji - wykorzystanie technik MES. Modelowanie charakterystyk masowych samolotu. • Modelowanie charakterystyk aerodynamicznych. Wykorzystanie technik CFD. • Modelowanie charakterystyk zespołu napędowego. Wybór i optymalizacja zespołu napędowego. • Modelowanie charakterystyk osiagowych. Model misji. Optymalizacja charakterystyk operacyjnych samolotu. • Wykorzystanie modeli obliczeniowych w procesie projektowania samolotu. Techniki MDO oraz optymalizacji multykryterialnej. • Wprowadzenie. Omówienie możliwości wykorzystania komputerów w projektowaniu technicznym. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych skrzydła. Zastosowanie metody panelowej. Zastosowanie programu TORNADO. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych skrzydła. Zastosowanie metody linii nośnej. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych profilu lotniczego. Wykorzystanie programów XFoil oraz XFLR 4. • Modelowanie CAD. Modele brylowe wybranych elementów płatowca. • Modelowanie CAD. Modelowanie powierzchniowe powłoki skrzydła. • Model obliczeniowy samolotu. Sposoby opisu geometrii, charakterystyk aerodynamicznych, masowych oraz osiagowych samolotu. • Metody optymalizacji stosowane w projektowaniu samolotu: metody losowe oraz systematycznego przeszukiwania. Algorytmy obliczeniowe oraz przykładowe realizacje numeryczne. 	K_W06, K_W08, K_U10, K_U01, K_U03, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Projekt samolotu - wymagania klienta, możliwości projektanta i producenta, ograniczenia środowiskowe i formalne. • Źródła obciążeń. Rodzaje obciążeń. Trójkąt sił Collara. • Przepisy budowy płatowców. • Filozofie projektowania konstrukcji oraz wynikające z nich sposoby eksploatacji. • Obciążenia stochastyczne w turbulencyjnej atmosferze. • Elementy mechaniki pęknięcia. Drgania konstrukcji. Zagadnienia aeroelastyczne. • Flatter konstrukcji. Zaliczenie treści wykładów. Sprawdzian z zadań rachunkowych. Prezentacja wyników z laboratoriów. • Współczynnik obciążenia w manewrze ustalonym. Obwiednia obciążeń manewrowych. Zakręt. • Współczynnik obciążeń w manewrze ustalonym. Współczynnik obciążeń od podmuchu. • Atmosfera wzorowa. Redukcja osiagów. Obwiednia osiagów. • Obciążenia na ziemi. Ładownice. • Cykliczne obciążenia w locie i na ziemi. Wytrzymałość zmęczeniowa. • Dwuwymiarowe zagadnienia aeroelastyczności. • Dane statyczne samolotów. • Zakręt, przeciągnięcie i przepadnięcie. • Profil misji i spektrum obciążeń. 	K_W02, K_W06, K_U01, K_U04, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe układy konstrukcyjne samolotów. • Schematy ogólne struktur nośnych i ich związek z obciążeniami • Schematy struktur nośnych i ich związek z obciążeniami - kadłub (hermetyzacja, podłogi nośne, rampy i drzwi ładunkowe). • Schematy struktur nośnych i ich związek z obciążeniami - usterzenia (poziome, pionowe, usterzenia nielasyne). • Podwozia (instalacje i chowane, systemy chowania, amortyzatory, hamulce). • Zespół napędowy (zawieszenia silników, osłony, urządzenia wlotowe i wylotowe, struktura). • Mechanizmy kłady sterowania (w kabine pilota, sterów, lotek, klap, podwozia, zespołu napędowego) • Ogólne informacje o instalacjach energetycznych samolotu (elektrycznej, hydraulicznej, pneumatycznej) • Instalacje zespołu napędowego (paliwowa, zbiorniki paliwa, odwracania ciągu, dopalania). • Materiały konstrukcyjne i metody łączenia • Zajęcia wprowadzające, Cel i forma pracy projektowej • Elementy konstrukcji skrzydła dzwigarowego • Elementy konstrukcji skrzydła półskorupowego 	K_W06, K_U06, K_K02

Elementy mechanizacji płata • Elementy kadłuba • Elementy usterzenia poziomego • Elementy usterzenia pionowego • Podwozie stałe • Podwozie chowane	
Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
<p>• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcusiny, R i artanie), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczenie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy, równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy, rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.</p>	
Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
<p>• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniami funkcyjnymi i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej. Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe twierdzenia z teorii różniczkowej z dwiema zmiennymi, warunki brzegowe i warunki różniczkowe, rozwiązanie równań różniczkowych zmiennych rozdzielonych, rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne. • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.</p>	
Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
<p>• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-Studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczenie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.</p>	
Materiałoznawstwo lotnicze [A]	K_W02, K_W08, K_U05, K_K04
<p>• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na zbrojenie materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pęknięcie, zmęczenie, pęcznienie</p>	
Materiały lotnicze	K_W08, K_W12
<p>• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniami, rekrytalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnice stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania niszczące i makroskopowe</p>	
Mechanika lotu 1	K_W11
<p>• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowości samolotu bez usterzenia. • Ustalony lot służący samolotu, biegunowa prędkość. • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbosmigłowy i turbodźrużowy • Zasaada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczenie charakterystycznych prędkości lotu, ustępu i czasu wzniesienia metodą mocy i cięgów • Start i lądowanie samolotu, wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczenie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczenie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczenie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła statego i "constant speed" • Wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapyami i wpływem ziem • Wyznaczenie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczenie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągnięć samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu</p>	
Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
<p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Węzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytynione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Węzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec kłockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowne ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, twierdzenie o sumie na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolkowium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i kłockowy, tarcie toczenia • Kolkowium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,</p>	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
<p>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady, Pęd i popęd, przykłady, Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • 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 układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Zyrroskop, teoria uproszczona. • Kolkowium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady</p>	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ścisłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy; różni postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu. Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu- równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtlia, zwięzka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumieniowy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtlia i Sondą Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowna sondy Prandtlia. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszynny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej Charakterystyki mechaniczne maszynny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej; turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odsrodkowa, Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki pompy • 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. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowoosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradse'ego. 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 nienuitonskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres pizometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przechigniecie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i przepływ warstwy przyściennej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/ust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odzworowania konformne. Profil Zukowskiego. Warunek Kutty-Zukowskiego. Wzór Zukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyściennej: Warunki powstawania, Równania Prandtlia i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)</p>	
Metoda elementów skończonych	K_U06
<p>• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowego – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element trójkątny – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometrycznej • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacje Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych</p>	
Metody komputerowe-CAD w konstrukcji samolotów	K_W05, K_W08, K_W12, K_U01, K_U06, K_K03, K_K05
<p>• pozyskiwanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomaganie projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju</p>	

Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zbiorowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe: BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podzaj systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowalutowość. Systemy rozproszone. Emulacja komputerów. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: assembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator. Interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.	
Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01
• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu. Środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawy, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustawienie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrządowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpułstowe, klinowe, kołkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie na obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu	
Technologia samolotu	K_W08, K_U02, K_U09, K_K02, K_K04
• Ocena zdolności materiałów metalicznych do przejmania odkształceń plastycznych w procesach obróbki na zimno, gorąco oraz półgorąco • Materiały polimerowe i kompozytowe stosowane w technologiach lotniczych. • Sposoby kształtowania materiałów trudno odkształcalnych oraz materiałów o specjalnych właściwościach (np. żarowytrzymałych, odpornych na korozję) • Kierunki rozwoju procesów plastycznego kształtowania metali oraz tworzyw polimerowych • Sposoby łączenia w technologiach lotniczych: nitowanie, spawanie, zgrzewanie oporowe, zgrzewanie mieszaniem materiału (FSW), klejenie, połączenia hybrydowe • Określenie właściwości mechanicznych materiałów metalicznych w próbie jednoosiowego rozciągania (stopy aluminium i magnezu) • Określenie właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych w próbie jednoosiowego rozciągania • Wykonanie złączy nitowych, zgrzewanych z mieszaniem materiału oraz klejowych • Ocena właściwości mechanicznych złączy nitowych, FSW i klejowych w próbie jednoosiowego rozciągania • Projekt procesu technologicznego wytwarzania konstrukcji lotniczej	
Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02
• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, zmienna termodynamiczna, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równoważa, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • Systemy substancji czyste: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Avogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśniętości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii; Działania termiczne, ciepło, system adiabaty, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemięchaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia ciepła i entalpia; Ciepło właściwe gazów – rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; Związek między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszanki gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obieg lewo i prawobieżne – właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy ciepła – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przeniesienie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych; entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dysypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto-Beau de Rochasa, Diesla, Seligera-Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule'a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule'a, Ericsona, Stirlinga; Pompy ciepłe - obieg Joule'a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej; Energia ciepła i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne: określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne – sucha i wilgotna adiabat. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, zmienna statyczna, dynamiczne i spójrzania, przepływy przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Siatka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równoważa globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równoważa powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine'a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa ciepła, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyściana, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyściana, liczba Prandtl'a, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fourier'a, przewodność cieplna, dyfuzywność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Boltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciała, emisyjność, absorcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszanki gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.	
Współczesne techniki projektowania i badania płatowców	
• Wprowadzenie do współczesnych metod projektowania samolotów. Proces projektowania samolotu w ujęciu systemowym. • Wprowadzenie do koncepcji inżynierii systemów (Systems Engineering). Podstawowe założenia i definicje. Projektowanie złożonych systemów lotniczych zgodnie z koncepcją inżynierii systemów. • 3. Cykl życia projektu/programu w ujęciu inżynierii systemów. Charakterystyka faz: rozwój koncepcji i technologii (Concept and Technology Development), projekt wstępny i techniczny (Preliminary Design and Technology Completion), projekt końcowy (Final Design and Fabrication), wytwarzanie, integracja i badania systemu, wdrożenie (System Assembly, Integration and Test, Launch), użytkowanie operacyjne, ulepszenia i rozwój (Operations and Sustainment), zakończenie użytkowania (Closeout). Weryfikacja i walidacja wyników. • Charakterystyka i metody multidyscyplinarnych projektowania samolotów. Wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Nowoczesne metody optymalizacji: metody i techniki heurystyczne, algorytmy genetyczne, algorytmy inspirowane biologicznie, algorytmy neuronowe. • Uwzględnienie wielozadaniowości i wielocelowości systemu lotniczego w procesie projektowania. Optymalizacja wielokryterialna systemów lotniczych. Uwzględnienie niepewności i nieokreśloności w procesie projektowania systemów lotniczych. • Współczesne metody zarządzania procesem projektowania złożonych systemów lotniczych. Podstawy standardów: PRINCE2, Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Management of Risk (M_o_R), metody Agile. • Wprowadzenie do współczesnych metod badania samolotów. Etapy życia konstrukcji lotniczej, klasyfikacja prób płatowca i samolotu. • Przepisy budowy i badań konstrukcji lotniczych. Charakterystyka wymagań. Organizacja prób. • Próby niezależne samolotu: niwelacja płatowca, stabilizacja powierzchni ruchomych, nazimne próby stanowiskowe. Próby sztywnościowe, statyczne, zmęczeniowe i rezonansowe. • Próby w locie. Charakterystyka rodzajów prób w locie. Charakterystyka metod i narzędzi stosowanych podczas prób w locie. Przygotowanie nazimne prób. • Metody określenia podstawowych charakterystyk samolotu w trakcie prób w locie. Metody analizy wyników. • Charakterystyka modeli i metod stosowanych w badaniach płatowców. Klasyfikacja i charakterystyka modeli. Klasyfikacja i charakterystyka metod symulacyjnych. • Podobieństwo i analiza wymiarowa. Kryteria podobieństwa w mechanice. • Doświadczalne metody analizy naprężeń i odkształceń: Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia; Tensometria; Metody światła spolaryzowanego; Inne metody. • Opracowanie listy wymagań procesu projektowania koncepcyjnego samolotu wybranej kategorii • Weryfikacja i walidacja listy wymagań procesu projektowania koncepcyjnego samolotu wybranej kategorii • Analiza wybranych wymagań przepisów budowy samolotów pod traktowanych jako wymagania projektowe • Opracowanie wybranego fragmentu programu prób w locie • Doświadczalne metody analizy naprężeń i odkształceń	
Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, wytrzymałości, głębokości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na pierścieniach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływakich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie) nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na pierścieniach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej pracy RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływakich. • Nauka skoku na nły i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości.	

<p>Jak zmieniły się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty</p>	
<p>Wyposażenie pokładowe</p>	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
<p>• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnienia powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego wy - rurka Pitota. Błąd używania położenia czujników ciśnienia, przelotowy instalacji, elementy grzejne, błąd pomiaru instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu - zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcową, poziom lotu, odczyt wskaźnik wysokościomierzy trzywysokościowych, błąd przyrządowy, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza - zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błąd przyrządowy, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych luków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr - zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskaźnik, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Zrykoskopy pomiarowe (zasada działania, błąd - precyja) i ich zastosowania w lotnictwie przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment elektryczny oraz pneumatyczny gioskopowy. Gioskop o dwóch stopniach swobody, Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskaźnik, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, cyfrowy przelicznik, zasada działania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Zrykoskop całkujący, pion zrykoskopowy, sztuczny horyzont (zrykoskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskaźnik, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: zrykoskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskaźnik, używanie wraz z busolą magnetyczną (zyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błąd, środki ostrożności przy przewoźniku materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowicy i temperatury gazów wylotowych □ Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy zrykoskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyfikacja układów wskaźnik • Zintegrowany układ wskaźnik</p>	
<p>Wyposażenie samolotu</p>	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_K03, K_K05
<p>• Zasada działania i właściwości eksploatacyjne współczesnych czujników ciśnienia. Algorytm wyznaczania wielkości aerometrycznych. • Gioskopy optyczne. Zasada działania, właściwości. • Technologia MEMS, zasada działania i budowa gioskopów drgających. Wpływ temperatury. Problemy eksploatacyjne. • Zasada działania oraz budowa czujników pola magnetycznego, przyspieszeniometry inklinometry. • Algorytm wyznaczania kursu magnetycznego. Właściwości magnetometrów. • Algorytm bezkardanowego układu odniesienia i kursu. Problematyka układów korekcyjnych. • Nawigacja inercjalna. Koncepcja. Typy. Algorytm. • Podstawy projektowania podstawowych układów sterowania samolotem. • Wprowadzenie do nieautonomicznych systemów nawigacyjnych. Radiokompas. Właściwości eksploatacyjne. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System VOR. Właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System DME: właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System ILS. Właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. • System GPS: rozszerzenie wiadomości. Zasada działania. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System DGPS: koncepcja, wykorzystanie. Inne systemy nawigacyjne wykorzystujące sygnały satelitarne. Architektura niezależna awioniki. Architektura niezależna, federacyjna, modułowa. Magistrale danych stosowane na pokładach współczesnych samolotów. • Koncepcja systemu sterowania typu pośredniego (Fly-By-Wire). Koncepcja aktywnego sterowania siłą nośną, korzyści dla konstrukcji. • Problematyka ergonomii współczesnej kabiny. • Badanie właściwości modeli matematycznych samolotu wykorzystujących do projektowania wyposażenia pokładowego • Badanie taniego układu odniesienia i kursu. • Badanie właściwości i skalowanie przyrządów ciśnieniowych • Uproszczona synteza i badanie właściwości układów wspomagających pilota (tłumik pochylania, tłumik holendrowania) • Uproszczona synteza i badanie właściwości systemu sterowania ruchem podłużnym samolotu • Uproszczona synteza i badanie właściwości systemu sterowania ruchem boczny samolotu • Instalacje na pokładzie samolotu</p>	
<p>Wytrzymałość konstrukcji lotniczych</p>	K_W06, K_U01, K_U13, K_K05, K_K06
<p>- - - podstawowe założenia statyki ustrojów nośnych płatowców, podział ustrojów, metody określania stanu sił wewnętrznych • - ramy płaskie statycznie wyznaczalne, jedno i wieloobwodowe - metoda przegubów oraz metoda przegubów w zastosowaniu w zastosowaniu do teorii ram ścienne płaskich • - konstrukcje cienkościennie, wstęp i podział zagadnień, statyka cienkościennych prętów, podstawowe założenia i zależności • - czyste ścinanie płaszcza, skracanie rur jednoobwodowych, swobodne skracanie profili otwartych, skracanie rur wieloobwodowych • - przenoszenie sił wzdłużnych i momentów gnących, bezskraceniowe przenoszenie sił gnących - środek sił poprzecznych • - niewzobudne skracanie prętów o przekroju otwartym, określanie naprężeń, analogia do belki zginanej - odpowiedniość warunków brzegowych, sztywności i obciążeń • - przenoszenie obciążeń poprzecznych przez rury jedno i wieloobwodowe - wpływ zbieżności konstrukcji na rozkład naprężeń. Statyka zeber. Stosowność modelu pręta do analizy ustroju nośnego • - Statyka tarcz i brył cienkościennych - zastępczy model ustroju. Tarcze statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne - analogia kratownicowa • - Statycznie wyznaczalne bryły o ściankach płaskich. Podstawowe ustroje ze ściankami zakrzywionymi: statyka dźwigar trójpasowego, pół skorupowy dźwigar cztero pasowy z trzema ściankami, statycznie wyznaczalne bryły o ściankach zakrzywionych • - Złożone ustroje statycznie wyznaczalne. Ustroje statycznie niewyznaczalne: statyka ustrojów wieloobwodowych • - Zarys teorii stateczności. Metody badania ustrojów: metoda analizy równowagi, metoda energetyczna, podział zagadnień stateczności konstrukcji, wyoboczenie giętno-skretne i skretne profili otwartych • - Obciążenia krytyczne płyty i powłok - omówienie wyników. Praca konstrukcji po utracie stateczności, lokalne zniszczenie płyty i powłok zebrowanych, praca ścinanej płyty po utracie stateczności</p>	
<p>Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1</p>	K_W06, K_U08, K_K01
<p>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałowych - statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia - wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przyrządy szczególne płaskiego stanu naprężenia, Czyste ścinanie. • Skracanie prętów o przekrojach kołowych - założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skracanie prętów o przekrojach nieliniowych - założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skracanie prętów cienkościennych - wzory Bredta. • Zginanie proste - założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił gnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia - oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytyczenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego - Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego - Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych - analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia - zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skracanie prętów o przekrojach kołowych - analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste - wykresy momentów gnących i sił gnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</p>	
<p>Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2</p>	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
<p>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek - metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna - sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyoboczenie sprężyste prętów prostych - wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyoboczenie niesprężyste - wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił gnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne - układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna - sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyoboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometry oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców</p>	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

<p>Dynamika maszyn</p>	K_W06, K_U08, K_K01
<p>• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizmy planetarne, mechanizmy różnicowe, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierówności prędkości układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównywanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-ym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstość tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drganiami swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.</p>	
<p>Aerodynamika 1</p>	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
<p>• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienia proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model 1/4-3/4 Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśłości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl-Glauerta. • Profili o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profilu pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśłości: poprawka von Kármána-Tsien'a • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Head'a dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonej wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia ciężca aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Trefftz-Glauerta. Kat indukcyjny, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukcyjny. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukcyjnego Cz. Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukcyjny: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajra, funkcja Theodorsena, przeciagnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapą szczelinową • Płat o skończonej wydłużeniu : pomiar wagiowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej</p>	
<p>Badania silników lotniczych</p>	K_W08, K_U04, K_K01
<p>• Badania wizualne • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne, badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne</p>	
<p>BHP i ergonomia</p>	K_W14, K_U10
<p>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie</p>	

zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej (dynamicznej i pracy fizycznej statycznej). • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.). zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiagi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie) • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie) • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytutach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Dynamika gazów	
• Pojęcie ściśłości. Równanie stanu gazu doskonałego.Przemiana adiabatyczna. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku.Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów. Ocena wpływu pominięcia ściśłości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Równanie zachowania energii. Parametry spłęzienia. Parametry krytyczne. • Wypływ adiabatyczny gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemian adiabatycznych wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśliwy. Przepływ gazu przez kanał. Przepływ gazu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Laval. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Laval. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzeczeniowa. Biegunowa fala w płaszczyźnie hodografu prędkości. Słaba i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływ wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki przepływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływy adiabatyczny z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła.Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśliwego. Porównanie równań ruchu płynu ściśliwego i nieściśliwego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów, długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricto i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz skutki społeczne i ekonomiczne, politywe i podażowe przyrosty inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.	
Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi nazemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska. • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.	
Fizyka 2	K_W02, K_U08
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego • Wzajemne przenikanie dwóch prostych. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia. Punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady. Obrót wokół prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześciącej, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościący. Rzuty wielościący. Przekroje wielościący. Punkt przebiecia wielościący prosta. Przenikanie wielościący. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prosta, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i klady przedmiotów. • Aksonometria, izometryczna, dimetryczna, skośna. • Ogólne zasady rysowania: wymiarowanie, wykreślanie prostego, miarowego, wymiarowego, zaliczanie warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześciącej metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupelnienie dokumentacji studenta.	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04
• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia. Położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady. Obrót wokół prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześciącej, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościący. Rzuty wielościący. Przekroje wielościący. Punkt przebiecia wielościący prosta. Przenikanie wielościący. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prosta, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i klady przedmiotów. • Aksonometria, izometryczna, dimetryczna, skośna. • Ogólne zasady rysowania: wymiarowanie, wykreślanie prostego, miarowego, wymiarowego, zaliczanie warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześciącej metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupelnienie dokumentacji studenta.	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01
• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomnienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprężel, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomaganie programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zjęcia na pracowni komputerowej; Podstawowe elementy rysunku, modyfikacja rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonawstwo rysunku, rysowanie, zaliczenie warstw, zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.	
Historia techniki lotniczej	K_W12
• Epoka pierwszych zlinków balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina i struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Wzrost znaczenia sterowców w lotnictwie, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy Biegunowa profilu, skrzydła samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthala. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowe	

<p>Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif”- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czas przyszły: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple” • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe « si+ imparfait+conditional présent » • Wyrażanie życzeń. • Przysłówki- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.</p>	<p>K_U05</p>
<p>Język francuski (B)</p> <p>• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażenie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif” w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granicą, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki”. • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nierogulanych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre” zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przerzucenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postępowaniu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wiza rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciele idealni; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.</p>	<p>K_U05</p>
<p>Język niemiecki (A)</p> <p>• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n”. • Opis osób, przedstawianie i charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczoniki odprymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klasowe po latach i znajdowanie kolegow przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawianie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. • Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawdzanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne. • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu. • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl” i „trotzdem”. • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wizie postępu technicznego w przyszłości. • Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls”. • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. • Czasowniki „haben” i „sein”. • Media, opinie, recenzje. • Charakterystyka wybranego czasopisma. • Prezentacja. • Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu” przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wypracowanie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji społecznych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor” i „während” • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt – zawód a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • Istotna prezentacja, tryb, typowe zwroty. • Czynnik warunkujący dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania warunkowe w zdaniach głównym. • Relacje zawodowe, odpowiedzialność, niepowodzenie, przywołanie przykładów. • Telefon, wiadomości i rozmowy o zainstalnych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte” + Partizip II. • Opis kontrowersyjnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażenie rozczarowania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. • Czas zaprzeczony Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomyślnych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem”. • Praca z filmem – Nasz kawalek szczęścia “ Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.</p>	<p>K_U05</p>
<p>Język niemiecki (B)</p> <p>• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność tworzącego wykorzystania zasobów w uczeniu się języka obcego, naukowe i naukowe w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partyleki modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Reakcje czasownikowe. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest”. • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przepuszczenia - czasownik „werden + woh!” + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. • Czas przyszły „Futur I”. • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczoniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wsielokopiec, Biuro wyposażenia, przepisywanie, przywołanie przykładów. • Wspólnota mieszkaniowa, ludzi biznesu, wady i zalety. • Przedstawianie wykonywanego zawodu - praca z filmem • Idealne miejsce pracy. Tryb przyszydzający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit” i „um...zu”. • Podanie o pracę, udzielenie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przerzucenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein” - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn”, „weil”, „nämlich”, „deshalb”. • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturystyka. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywne, negatywne. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego. Przyimki z celownikami i biernikiem. • Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.</p>	<p>K_U05</p>
<p>Język rosyjski (A)</p> <p>• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne! Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami a, i, no, inili. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu/ filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/ł mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące ztot, zta, zto, zti, tot, ta, to, te. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas? • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie męskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, нигуда, некуда. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracę. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/ł planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótkowce. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja статься/быть/работать (кем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). •Konstrukcja несмотря на то,что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie (relacjonowanie) przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podziałem na podziemie i nadziemie. • Rzeczoniki n/ł. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotki reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie bazy noclegowej. • Opisywanie wycieczki i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótkowców турбурю, турбаза, жд. • Czasowniki заказать, забронировать. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowanie w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, снять, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. •Redagowanie listu prywatnego n/ł pechowego wyjazdu. • Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie; tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chorob przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/ł działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/ł zagrożen środowiska. • Kłeski żywiołowe. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie kłesk żywiołowych. • Ekologiczny kryzys. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie kłesk żywiołowych. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awarie. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy różni. • Konstruowanie wypowiedzi n/ł społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/ł partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równouprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażenie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultura. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określenie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone - towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytanego: dialogi n/ł awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. • Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wypowiadanie się n/ł zakupów internetowych. • Biernik liczby mnogiej rzeczowników żywotnych i nieżywotnych. • Wojna. • Wyrażenie opinii n/ł służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet); dyskusja. • Słowa i wyrażenia związane z państwem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytanego: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такор!. • Problemy społeczne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/ł problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przymkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michala Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/ł Domowia - ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje o malarzy rosyjskich - Iwana Szyszkińa i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w europie. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.</p>	<p>K_U05</p>
<p>Język rosyjski(B)</p> <p>• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przymikiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas terażniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczoniki Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przymiotniki • na • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dotyczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas terażniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzeczoniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły</p>	<p>K_U05</p>

<p>spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikami i przymiotnikami. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki кинуть/покинуть. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik пыль. • Towary. • Reklama. Przysłowy stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий/-ия, -ие. Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Rozdawanie błogę. • Działymy statku (morski). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas teraźniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przymyki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet”. • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twarde. • Klęski żywiołowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twarde- i miękkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas teraźniejszy czasowników. • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek ośb. • Wyrażenie apyr apyra. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы рапорт. • Problemy społeczne. Składowo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przymiotnikami za i पेpes. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanej zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhkowa. • Cytologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskiy. Rozumienie tekstu czytelnego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szuszyzn. Rozumienie tekstu czytelnego zawierającego informacje n/t Iwana Szuszyzina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.</p>	
<p>Konstrukcja samolotów</p>	
<p>• WYKŁAD: Wprowadzenie. Obciążenia samolotu: ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące, współzinczynki obciążen i prędkości obliczeniowe. Symetryczne obciążenia sterowane i od podmuchów. • Obciążenia niesymetryczne. Brutalne sterowanie. Obciążenia przy starcie, lądowaniu. Obciążenia awaryjne i obsługowe. • Obciążenia zespołu napędowego i wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenia silnika. Wyznaczenie nęba silnikowego i sąsiednich elementów konstrukcji. • Projektowanie samolotu, etapy projektowania. Ogólne postać zadania projektowego, zmienne, ograniczenia, kryteria. Metody wyboru rozwiązania projektowego. • Układy konstrukcyjne samolotów: rozmieszczenie skrzydeł, usterzeń, podwozia i napędu. • Schematy wytrzymałościowe konstrukcji: kratownic, konstrukcje półskorpowej i skorpowej, zakresy stosowności. • Rozwiązania konstrukcyjne głównych zespołów samolotu: skrzydeł, kadłubów, usterzeń, podwozi, zespołów napędowych (śmigłowych i odrzutowych). • Obciążenia usterzenia. Obciążenia podczas lądowania. Obciążenia zespołu napędowego</p>	
<p>Konstrukcja silników lotniczych 1</p>	<p>K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04</p>
<p>• Podział silników lotniczych – schematy konstrukcyjne. Obciążenia zespołów konstrukcyjnych (podział obciążen: mechaniczne, gazodynamiczne, cieplne), sposoby rozmieszczenia podparć wirników, siły bezwładności i momenty. Struktura nośna silnika - Kadłuby jako elementy nośne konstrukcji. Specyfika obciążen silników śmigłowych i śmigłowcowych. Węzły mocowania silników do płatowca. • Łożyszkowanie wirników. Rodzaje łożysk. Uszczelnienia labiryntowe. Zasady kształtowania podparć. Wpływ sprężarki na profilowanie kanału przepływowego na rodzaj podparć. • Sprężarki lotnicze. Podział sprężarek (osiowe, diagonalne, promieniowe). Klasyfikacja sprężarek osiowych. Konstrukcja sprężarki osiowej (wirnik, typy wirników, sposoby przenoszenia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelnienia. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwołobodzeniowe. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatki, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatki wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Łopatki, tarcze, wały. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgia. Rozkłady temperatur w turbinach. Łopatki, tarcze, wały). Specyfika obliczeń konstrukcyjnych tarcz turbin. Chłodzenie turbin. Sposoby chłodzenia łopatek turbin (obliczenia wydatku powietrza chłodzącego, sprawność procesu chłodzenia), schematy chłodzenia łopatek turbin, schematy i sposoby chłodzenia tarcz turbin. Materiały konstrukcyjne. • Obliczenia łopatek (profilowanie łopatek sprężarki i turbin). Wyznaczenie nęba w łopatkach (rozciągających, zginających, skręcających). Momenty gwałtowne – kompensacja momentów gwałtownych. Wyznaczenie środków ciężkości profilu, momentu bezwładności, dobór obliczeniowego układu współrzędnych. Skręcanie łopatek. Wyznaczenie naprężeń w zamku trapezowym łopatki sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka wielo-trapezowego łopatki turbiny. Wyznaczenie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopatkach. Ocena zapasu wytrzymałości łopatki. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatki sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstotliwość drgań własnych łopatki. Wpływ sposobu mocowania łopatki na drgania. Wyznaczenie częstotliwości wymuszających drgania łopatki. Rezonans drgań. Identyfikacja postaci drgań. Sposoby obniżania częstotliwości drgań własnych i naprężeń dynamicznych w łopatkach silników. • Wirniki bębnowe i tarczowe. Wały i zalety. Ocena stanu wytężenia wirnika bębnowego. Stan naprężeń w tarczy pełnej, z otworem centralnym, z łopatkami. Współzinczynnik bezpieczeństwa konstrukcji tarczy i bębna, rozkłady współzinczynnika bezpieczeństwa. Technologiczne aspekty konstrukcji bębnowej i tarczowej. Sposoby połączenia tarczy i wałów turbin i sprężarek. • Komory spalania. Schematy konstrukcyjne, wymiary, elementy konstrukcji komory. Podział komór spalania. Komory rurowe, pierścieniowe, rodzaje komór, wały. Organizacja pracy spalania w komorze. Obliczenia konstrukcji komór i spalania – wytrzymałościowe, dynamiczne. Dobór parametrów komory spalania. Kierunki rozwoju komór spalania. Ekologiczne aspekty organizacji procesów spalania w komorze. Materiały do budowy komór spalania. • Dopalacze. Podstawy procesów spalania w komorze dopalacza. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe). Spalania wibracyjne i niestacne zakresy pracy dopalacza. Zarys obliczeń wytrzymałościowych dopalacza. Dobór i uszkodzenia komory dopalacza. Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowego dwuprzepływowego, identyfikacja wytrzymałościowa, wymiarowanie silnika, 3. Węzły mocowania silnika do płatowca, 4. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 5. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 6. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 7. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 8. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 9. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 10. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 11. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 12. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 13. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 14. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 15. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 16. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 17. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 18. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 19. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 20. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 21. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 22. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 23. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 24. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 25. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 26. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 27. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 28. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 29. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 30. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 31. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 32. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 33. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 34. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 35. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 36. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 37. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 38. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 39. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 40. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 41. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 42. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 43. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 44. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 45. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 46. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 47. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 48. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 49. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 50. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 51. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 52. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 53. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 54. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 55. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 56. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 57. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 58. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 59. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 60. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 61. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 62. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 63. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 64. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 65. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 66. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 67. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 68. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 69. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 70. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 71. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 72. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 73. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 74. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 75. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 76. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 77. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 78. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 79. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 80. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 81. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 82. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 83. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 84. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 85. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 86. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 87. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 88. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 89. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 90. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 91. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 92. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 93. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 94. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 95. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 96. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 97. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 98. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 99. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 100. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 101. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 102. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 103. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 104. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 105. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 106. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 107. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 108. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 109. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 110. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 111. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 112. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 113. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 114. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 115. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 116. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 117. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 118. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 119. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 120. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 121. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 122. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 123. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 124. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 125. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 126. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 127. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 128. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 129. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 130. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 131. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 132. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 133. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 134. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 135. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 136. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 137. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 138. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 139. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 140. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 141. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 142. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 143. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 144. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 145. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 146. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 147. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 148. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 149. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 150. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 151. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 152. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 153. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 154. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 155. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 156. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 157. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 158. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 159. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 160. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 161. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 162. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 163. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 164. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 165. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 166. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 167. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 168. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 169. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 170. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 171. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 172. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 173. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 174. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 175. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 176. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 177. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 178. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 179. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 180. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 181. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 182. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 183. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 184. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 185. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 186. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 187. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 188. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 189. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 190. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 191. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 192. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 193. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 194. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 195. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 196. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 197. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 198. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 199. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 200. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 201. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 202. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 203. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 204. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 205. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 206. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 207. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 208. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 209. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 210. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 211. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 212. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 213. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 214. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 215. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 216. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 217. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 218. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 219. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 220. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 221. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 222. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 223. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 224. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 225. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 226. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 227. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 228. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 229. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 230. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 231. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 232. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 233. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 234. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 235. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 236. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 237. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 238. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 239. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 240. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 241. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 242. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 243. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 244. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 245. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 246. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 247. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 248. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 249. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 250. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 251. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 252. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 253. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 254. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 255. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 256. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 257. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 258. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 259. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 260. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 261. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 262. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 263. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 264. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 265. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 266. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 267. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 268. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 269. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 270. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 271. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 272. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 273. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 274. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 275. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 276. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 277. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 278. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 279. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 280. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 281. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 282. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 283. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 284. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 285. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 286. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 287. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 288. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 289. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 290. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 291. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 292. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 293. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 294. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 295. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 296. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 297. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 298. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 299. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 300. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 301. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 302. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 303. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 304. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 305. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 306. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 307. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 308. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 309. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 310. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 311. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 312. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 313. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 314. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 315. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 316. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 317. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 318. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 319. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 320. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 321. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 322. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 323. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 324. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 325. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 326. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 327. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 328. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 329. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 330. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 331. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 332. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 333. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 334. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 335. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 336. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 337. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 338. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 339. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 340. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 341. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 342. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 343. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 344. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 345. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 346. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 347. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 348. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 349. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 350. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 351. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 352. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 353. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 354. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 355. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 356. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 357. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 358. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 359. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 360. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 361. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 362. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 363. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 364. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 365. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 366. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 367. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 368. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 369. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 370. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 371. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 372. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 373. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 374. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 375. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 376. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 377. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 378. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 379. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 380. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 381. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 382. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 383. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 384. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 385. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 386. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 387. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 388. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 389. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 390. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 391. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 392. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 393. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 394. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 395. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 396. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 397. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 398. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 399. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 400. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 401. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 402. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 403. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 404. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 405. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 406. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 407. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 408. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 409. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 410. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 411. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 412. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 413. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 414. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 415. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 416. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 417. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 418. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 419. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 420. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 421. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 422. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 423. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 424. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 425. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 426. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 427. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 428. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 429. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 430. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 431. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 432. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 433. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 434. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 435. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 436. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 437. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 438. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 439. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 440. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 441. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 442. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 443. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 444. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 445. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 446. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 447. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 448. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 449. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 450. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 451. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 452. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 453. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 454. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 455. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 456. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 457. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 458. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 459. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 460. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 461. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 462. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 463. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 464. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 465. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 466. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 467. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 468. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 469. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 470. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 471. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 472. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 473. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 474. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 475. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 476. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 477. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 478. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 479. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 480. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 481. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 482. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 483. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 484. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 485. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 486. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 487. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 488. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 489. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 490. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 491. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 492. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 493. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 494. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 495. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 496. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 497. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 498. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 499. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 500. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 501. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 502. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 503. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 504. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 505. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 506. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 507. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 508. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 509. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 510. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 511. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 512. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 513. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 514. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 515. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 516. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 517. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 518. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 519. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 520. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 521. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 522. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 523. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 524. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 525. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 526. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 527. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 528. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 529. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 530. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 531. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 532. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 533. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 534. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 535. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 536. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 537. Węzły mocowania silnika do kadłuba, 538. Wę</p>	

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (kryształizacja, umocnienie odkształceniami, rekryształizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnice stopu żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe	
Mechanika lotu 1	K_W11
• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia. • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbosmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, palupa i czasu wzniesienia metodą mocy i ciążów • Start i lądowanie samolotu, wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczenie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczenie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła statego i "constant speed" • Wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapiami i wpływem wiatru • Wyznaczenie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczenie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezliniowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągnięć samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu	
Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Węzy, ich rodzaje, reakcje węzy. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Węzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec kłockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie kinetyczne, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowne ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmu płaskich. Ruch układu bryły • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu bryły. • Tarcie, hamulec taśmowy i kłockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów bryły i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • 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 układu bryły, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Zrynoskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienia, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie wrodzkiej lepkości cieczy. Pojęcie lepkości dynamicznej i kinematycznej, 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. Ciśnienie w rurociągu. Wyznaczenie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowna sondy Prandtlia. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszynny przepływowy: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszynny przepływowy. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równanie Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S; liczyby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowy symetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla 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 Nikuradego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nienuitowniskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział bryły na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aerodynamicznych. Charakterystyki profili lotniczych. Przewodność cieplna. Ciśnienie w raku kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Właściwości przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienne. Potencjalny przepływ: funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/lupust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odzworowania konformne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutły-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienne: Warunki powstawania, Równania Prandtlia i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metoda elementów skończonych	K_U06
• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II - analiza poszczególnych elementów, etap III - analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowo - belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym - przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: macierz tarczowa w trójwymiarowej macierzy sztywności i warstwie przyściennej. Potencjalny przepływ: funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/lupust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odzworowania konformne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutły-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienne: Warunki powstawania, Równania Prandtlia i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01
• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomagane poprzez komputerowe systemy wspomagania projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza) i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali molekularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem warunków geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wzrywanie światła, zasoby leśne, zasoby surowców mineralnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości wody, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiar i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Adsorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalizacyjne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca - powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmanna - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmanna, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmanna, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodki metny - rozpraszanie, rozpraszanie - rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przezroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejedolnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórka struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimat Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a - przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, ruch strumieniowy, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój ciepły oceanu, wpływ zasolenia na właściwości wody, falowanie - powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa - przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.	

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• 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	
Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03
• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwimkowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury i mocy. Korytki i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa numkowa – element układu sterowania. Źródłomowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenia Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Poniższe: transjancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych charakterystyk czwowych. Wykresy Amplitudowo-Przebiegowe. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcenie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarymiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID, Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarymicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwanie się sprzętem laboratoryjnym tj. milimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne biernie, parametry tolerancji wykonania, warunki pracy. Rodziny półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarnie, układy pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego trystry, triak. Ograniczenia w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. Układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne linieowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, wzmacniacz różnicowy, wórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarymujący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusoidalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5. Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTL, LS, CMOS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multiplexery i demultiplexery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczna logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne, liczniki dziesiętne, liczniki rewersyjne, liczniki programowane, zmiana modułu licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwo mechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika. Diody LED parametry, układy zasilania, diody LED dużej mocy- warunki pracy i ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD, fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów, zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednocukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM, RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednocukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednocukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transceivery. Nadawanie sygnałów radiowych, modulacje ciągłe, AM, FM, Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe, anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologii montażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozpoznania i eliminacji się zakłóceń, zakłócenia przewodzone, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, milimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejs szeregowy RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacza odwracającego, wzmacniacza nieodwracającego, wórnika. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.	
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie 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, indukccyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnego zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazujące prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06
• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osiar, waly, przeznaczanie, zasady obliczeń i wytrzymałościowe. • Połączenia walcowe: walcowe, walcowe z przystawką, walcowe z uszczelnieniem • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupelnienie dokumentacji studenta	
Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16
• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cieżnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupelnienie dokumentacji studenta	
Podstawy zarządzania	K_W15
• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacja i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierownictwa. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania. Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji. (planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyfikacja modeli podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacji. Zarządzanie jakością. Środowiskiem i bezpieczeństwem. • Pojęcie jakości. Rodzaje zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TOM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie	
Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_U16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	
Projektowanie silników lotniczych	K_W09
• Proces konstrukcyjnego i technologicznego przygotowania produkcji seryjnej. Wytczne taktyczno-techniczne. Projekt wstępny. Projekt	

<p>techniczny. Robocza dokumentacja konstrukcyjna. Technologiczne przygotowanie produkcji prototypu. Technologiczne przygotowanie produkcji serii próbnej i produkcji seryjnej. Naukowe badania stosowane. Badania doświadczalne. Dobór wlotu i dyszy wylotowej. Metody modyfikacji lotniczych silników turbinowych - poprawa sprawności zespołów, zmiana sprężu sprężarki, zmiana strumienia masy powietrza. Zastosowanie stopnia zerowego, zmiana prędkości obrotowej roboczych zakresów pracy, zmiana temperatury spaliny przed turbiną. Zmiana temperatury spaliny wylotowej, modelowanie, rozszerzenie użytecznego zakresu pracy sprężarki. • Warunki obliczeniowe lotu silnika. Wybór parametrów obiegu silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego. Dobór sprawności i współczynników jakości działania zespołów silnika odrzutowego. Model jednoprzepływowego silnika odrzutowego. Model silnika śmigłowego i śmigłowcowego z wolną turbiną napędową. Model silnika dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowego silnika: odrzutowego, śmigłowego i śmigłowcowego oraz dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów.</p>	
<p>Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza</p>	K_W14, K_W15, K_K03
<p>• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społecznej • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy</p>	
<p>Przekładnie lotnicze</p>	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01
<p>• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonej na przekładnie proste wałowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielołożne. • Dobór przełożeń przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczenie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii łożebni i ząbów. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Konstrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, pośrednich i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni ich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złozeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złozeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołkowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złozeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złozeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.</p>	
<p>Silniki lotnicze i kosmiczne</p>	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni - przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze - zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe - kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika - moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne silnika odrzutowego, silniki rzędowe, przeciwbiegunowe (dwu- i trójbiegunowe, wylotowe). Główne zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego - zarys konstrukcyjny. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanek paliwowo-powietrznej. Współzwiązek nadmieru powietrza - mieszanika uboga i bogata. Powstawianie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaznikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a - Stieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników - systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokoosiowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika - źródło ciągu, wyznaczenie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe, obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowcowego (śmigłowcowy): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki raketowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach raketowych. Charakterystyki silników raketowych. Silniki statków kosmicznych - perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczenie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczenie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego. 4.Wyznaczenie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczenie ciągu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczenia charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.</p>	
<p>Techniki wytwarzania 1</p>	K_W08, K_U04, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka podlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niezdziałnych • Wykonanie form z modeli działnych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznym, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, wiotkość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcenie graniczne. • Tłoczenie i formowanie (śmigłowcowe): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki raketowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach raketowych. Charakterystyki silników raketowych. Silniki statków kosmicznych - perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczenie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczenie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego. 4.Wyznaczenie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczenie ciągu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczenia charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.</p>	
<p>Techniki wytwarzania 2</p>	K_W08
<p>• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka podlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niezdziałnych • Wykonanie form z modeli działnych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW</p>	
<p>Technologia informacyjna</p>	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01
<p>• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozytywne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych; kod znakomiejscowy; kod uzupełniony do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych; zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Zmiana znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC, Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy obrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: assembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.</p>	
<p>Technologia lotnicza</p>	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01
<p>• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawy, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustawienie i zamocowanie przedmiotu do uzupelnienia do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych; zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Zmiana znaków. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kółkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu</p>	
<p>Technologia silników lotniczych</p>	K_W08, K_U15, K_K01
<p>• Proces technologiczny - etapy projektowania procesu obróbki i kontroli. • Wybór obrabiarki, uchwytów, narzędzi i przyrządów w obniesieniu do półfabrykatu i powierzeń • • Dobór obrabiarki i uchwytów • • Projektowanie PT części klasy korpus. • Projektowanie PT części klasy koło zębate. • Projektowanie PT części klasy dźwignia. • Dokumentacja technologiczna. • Weryfikacja rysunku wykonawczego. • Dobór półfabrykatu. • Karta półfabrykatu. • Dodatki obróbkowe. • Karta technologiczna • Karta instrukcji obróbki. • Karta kontroli.</p>	
<p>Teoria maszyn wirnikowych</p>	K_W09

<p>• Maszyny wirnikowe - podział, działanie, definicje. Równania analizy termoaerodynamicznej. Parametry strumienia jako funkcje gazodynamiczne. Sprężarki typu osiowego i promieniowego - cechy konstrukcyjne, zasady działania i zastosowanie. Charakterystyczne prace i sprawności, spręż sprężarki i spiętrzenia sprężarki. Schemat działania i podstawowe parametry stopnia promieniowego. Kanały wlotowe sprężarki. Analiza pracy wirnika i dyfuzorów sprężarki osiowej. Rotalpa, parametry stanu w przepływie względnym i reakcyjność stopnia. Płaska palisaada profilów i trójkąty predości strumienia w stopniu osiowym. Podstawowe zależności aerodynamiczne dla palisady. Analiza strat w osiowym stopniu przepływowym. Charakterystyki sprężarek. Przechylenie i skutki zjawiska odrywania wirującego i pompy. Zespół turbin - podstawowe i równania stopnia. Parametry stopnia osiowego turbiny. Wypływ strumienia z palisady łopatek wieńca dyszowego i wirnikowego stopnia turbiny. Działanie i charakterystyki turbin różnych typów. • Siły oddziaływania ścianek dyfuzora na strumień. Wyznaczenie parametrów na wejściu na wejściu sprężarki i wyjściu turbiny za pomocą funkcji gazodynamicznych. Parametry strumienia na wlocie wirnika, dyfuzora bezłopatkowego i łopatkowego i kolektora sprężarki promieniowej. Sposoby regulacji sprężarki: nastawne łopatki wlotowego wieńca kierownic, nastawne łopatki wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieńiec dyszowy i wirnikowy turbiny osiowej - procesy rozprężania. • Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wlocie wirnika stopnia osiowego sprężarki. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wlocie wirnika stopnia osiowego turbiny. Obliczenia parametrów strumienia w charakterystycznych przekrojach sprężarki promieniowej.</p>	K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U17, K_K01, K_K02
<p>• Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych • Obieg Braytona, analiza silnika idealnego • Analiza procesów termodynamicznych w zespołach silnikowych • Analiza silnika jednoprzepływowego • Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej • Analiza silnika dwuprzepływowego • Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy • Wstęp do badań silników i analiza charakterystyk różnych typów silników • Wstęp do analizy stanów przejściowych pracy silnika • Analiza rozwoju konstrukcji lotniczych i ich kierunków rozwoju • Obliczenia termogazodynamiczne procesów w silniku idealnym • Obliczenia procesów termodynamiczno-przepływowych w zespołach silników lotniczych (wlot, sprężarka, wentylator, komora spalania, turbina, dysza wylotowa) • Opis i obliczenia przebiegu procesów w różnych typach silników z uwzględnieniem strat oraz wyznaczanie ich osiagów</p>	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02
<p>• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, zmienna termodynamiczna, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równoważa, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny; • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływanie molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycony, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty - gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynniki ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabaty, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszanie gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obieg: praca i ciepło obiegu, obieg lewy i prawy oraz inne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawności i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródła energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne - sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy ciepłe - sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przeniesienie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dysypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe - obiegi: Otto-Beau de Rochasa, Diesla, Selligera-Sabathe, silniki przepływowe - obiegi: Braytona-Joula a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe - obiegi: Braytona-Joula a, Ericsona, Stirlinga, Pompy ciepłe - obieg Joule a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej; Energia cieplna i entalpia w procesie parowania; Stan i funkcje, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej; wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne: określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-x - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabaty - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, zmienna statyczna, dynamiczna i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równoważa globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równoważa powietrza wilgotnego, diagram termodynamiczny atmosfery, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Słownia parowa, słabowięzy obieg Clausiusa-Rankine'a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyściana, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyściana, liczba Prandtl'a, liczba Nussetla, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, przefizyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalono przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Boltzmanna, prawo Plancka; Właściwości ciał, emisyjność, absorcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszanie gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia - sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury - przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczenie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.</p>	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
<p>• opanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wibroprądowych • wykorzystanie technik CAD • wykorzystanie technik CAD • wykorzystanie zespołowym • wykorzystanie zespołowym • wykorzystanie zespołowym • prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych</p>	K_K01, K_K04
<p>• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).</p>	K_K01, K_K04
<p>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Omówienie ze środowiskiem wodnym: zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piasku. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (plywanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piasku i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.</p>	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniali się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwszy na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty</p>	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04
<p>• 1. Przewodzenie - prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalono przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja - prawo Newtona, współczynnik przenikania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie cieplne - prawo Stefana-Boltzmanna. Całkowite właściwości ciał bierzących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciało szare, reguła przesunięć Wiena. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie hr i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia hr dla dwu współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. 4. System przewodząco - konwekcyjny na przykładzie prostego, krótkiego żebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymieniana moc cieplna. Sprawność żebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu żebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwijanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nussetla i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływu Rex oraz przepływu przez kanał Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla przepływu przez kanał (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury w masie płynu w danym, poręcznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialne. Rozbieg hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i miejscowego współczynnika przejmowania ciepła na odcinkach rozbiegu. Sposób uwzględniania, w zależnościach kryterialnych, rozbiegu i zmiany właściwości płynu wraz ze zmianą temperatury płynu w przekroju. Przykłady zależności kryterialnych uzyskanych teoretycznie i empirycznie 7. Przykład rozwiązania analitycznego dla konwekcji wymuszonej: prosta rurka okrągła, rozwinięty profil prędkości, warunek brzegowy stałej temperatury ścianki (ew. stałego strumienia cieplnego na ściance) 8. Analogie w konwekcji. • Wprowadzenie BHP 1. Przewodzenie przez ściankę płaską - aparat Poensgena 2. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną - aparat ruroy 3. Numeryczne modelowanie pól temperatury - metoda bilansów elementarnych 4. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze 5. Badanie rurowego wymiennika ciepła 6. Sprawdzanie praw promieniowania 7. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych</p>	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
<p>• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnienia powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego - rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, będy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu - zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzywarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, będy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza - zasada działania i budowa,</p>	

zależności pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych luków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precyzja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny żyroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakretny (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakretny, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chłodziacz poprzeczny; zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Żyroskop kalkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyroskop), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewożeniu materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowicy i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyfikacja układów wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wytrzymałość maszyn wirnikowych	K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K04
• Wiadomości wstępne: Rodzaje maszyn wirnikowych. Siła odśrodkowa w maszynach wirnikowych, siła odśrodkowa przypadająca na jednostkę objętości. Rodzaje obliczeń wytrzymałościowych stosowanych w analizie maszyn wirnikowych. Analiza obciążeń działających na maszynę wirnikową. Obciążenia masowe. Obciążenia termiczne. Obciążenia od naporu napływającego czynnika. Obciążenia działające na turbinę turbiny silnika. • Wirujący krążek jako najprostszy model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy niemiarnej o zmiennej grubości wzdłuż promienia. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej tarczy. • Przypadki szczególne wirujących tarcz: tarcza o stałej grubości, tarcza z otworem. Tarcza nagrzana niejednorodnym polem temperatur. Analiza naprężeń i odkształceń • Wirująca tarcza o stałej wytrzymałości. • Łopatki turbin silników lotniczych – rodzaje. Obciążenia działające na łopatkę. Rozkład temperatury na powierzchni łopatki. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej łopatce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy - uproszczonego obciążenia i połączenia łopatek. • Wzrost naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy. • Pełna i stała grubość, zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Przypadki szczególne tarcz. Tarcza o stałej wytrzymałości - zadania • Model wirującej tarczy o stałej i zmiennej grubości z uwzględnieniem niejednorodnego pola temperatur. Wykres naprężeń obwodowych i promieniowych. • Połączenie jodełkowej łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Analiza naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń łopatki w warunkach wirowania – zadania • Zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w konstrukcji maszyn wirnikowych – MES – proste przykłady obliczeniowe. Model numeryczny tarczy. • Wizyta dydaktyczna w zakładach WSK-PZL Rzeszów (wydział remontów silników turbinowych oraz wydział prób i testów silników lotniczych)	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężeń, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów- statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia. • Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach nielokalnych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wyłączenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznich, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Henkiesy'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyoboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyoboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsa-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona. Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre'ego, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie – wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyoboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre'ego, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania i ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców	

3.4. Silniki lotnicze

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.	128 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	90 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	35 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

- związków efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- 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/pln?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1470&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 1			225	90	0	0	315	30	2	4
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			180	60	120	0	360	30	2	2

3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	🚩
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	🚩
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	🚩
Sumy za semestr: 3			210	165	75	0	450	30	3	3
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	🚩
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	🚩
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	🚩
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	105	105	30	435	30	2	3
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	🚩
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 5			195	90	75	30	390	30	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 6			165	60	45	90	360	30	3	0
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowych	30	15	0	0	45	5	T	
Sumy za semestr: 7			120	15	90	105	330	30	2	0
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAX w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			90	30	0	90	210	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1380	615	510	345	2850	240	17	13

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.4.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/scieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	🚩
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	🚩
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	🚩
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	🚩
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	🚩
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	🚩
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	

2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowych	30	15	0	0	45	5	T	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	

3.4.4. 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	10

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	497.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	40 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)	267 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	77.50 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	279 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	26
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	217.17 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1470&C=2019>

3.4.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1470&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizmy planetarne, mechanizmy różnicowe, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównowaga prędkości układu. Praca kontrolna 1. • Nierównowaga mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównywanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-ym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ach stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu. 	
Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model 1/4-3/4 Weisingera-Pistolessiego. Modifikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśniętości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profilu pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśniętości: poprawka von Kármána-Tsienia • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulენტnej warstwy przyściennej. Metoda Heda dla turbulენტnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia ciężca aerodynamiczna, teoria linii nośnej, Metoda Prandtl-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz. Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajra, funkcja Theodorsena, przeciagnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profilu lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej 	
Badania silników lotniczych	K_W08, K_U04, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne, badania penetracyjne, badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne 	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiagi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektu: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania: projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego. Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi. • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne. 	
Dynamika gazów	
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcie ściśniętości. Równanie stanu gazu doskonałego. Przemiana adiabatyczna. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku. Liczba Macha. Klasyfikacja przepływu. Ocena wpływu pominięcia ściśniętości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Parametry spłaznienia. Parametry krytyczne. • Wpływ adiabatyczny gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemiana adiabatycznych wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśnięty. Przepływ gazu przez kanały. Przepływ gazu ściśniętego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Laval. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Laval. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fala w płaszczyźnie hodografu prędkości. Słaba i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływy wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki opływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływ adiabatyczny z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła. Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśniętego. Porównanie równań ruchu płynu ściśniętego i nieściśniętego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów 	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związku z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - 	

monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricto i sensu largo, popyt na pieniądź, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.	
Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Ocena właściwości eksploatacyjnych systemów transportowych • Systemy bezpieczeństwa lotów • Właściwości eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi nazemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Elementy mechaniki klasycznej: Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska. • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.	
Fizyka 2	K_W02, K_U08
• 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 • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Reguła faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i peritektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne - przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04
• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z tabliczynny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziaki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcienną, amerykańską i europejską metodą rzutowania. • Wielościann. Rzuty wielościannów. Przekroje wielościannów. Punkt przebiecia wielościannu prostą. Przenikanie wielościannów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkt przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcienną metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste. Na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowo: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01
• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomnienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprężeli, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń na ściany sześciennych, trzypiętowych, lutowniczych metodą rzutu. • Sprawdzian: rysunek mechaniczny. Rzuty prostokątne. Przekroje proste. Na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste. Na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowo: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.	
Historia techniki lotniczej	K_W12
• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy, Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnonipierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybocze Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horizontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Blériot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthofen, Albert Ball, Rene Fonck, Oswald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wycieczki Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich konkretno lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej, Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Allison, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki raketowej. Zasady lotu orbitalnego, predkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminarjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej	
Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04
• Przypomnienie wiadomości z Technologii Informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturalnych. Tworzenie zmiennych strukturalnych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji wejwy, Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w petli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w petli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice ichnych elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.	
Konstrukcja samolotów	
• WYKŁAD: Wprowadzenie. Obciążenia samolotu: ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące, współzręczniki obciążeń i predkości obliczeniowe. Symetryczne obciążenia sterowane i od podmuchów. • Obciążenia niesymetryczne. Brutalne sterowanie. Obciążenia przy starcie, lądowaniu. Obciążenia awaryjne i obsługowe. • Obciążenia zespołu napędowego i wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenie samolotu, obciążenie łoża silnikowego i sąsiednich elementów konstrukcji. • Projektowanie samolotu, etapy projektowania. Ogólna postać zadania projektowego, zmienne, ograniczenia, kryteria. Metody wyboru rozwiązania projektowego. • Układy konstrukcyjne samolotów: rozmieszczenia sterów, aktywności, podwozia i nazydła. Scherony, wytrzymałość, konstrukcje półskorupowe i skorupowe, zakresy stosowalności. • Rozwiązania konstrukcyjne głównych zespołów samolotu: skrzydła, kadłubów, usterzeń, podwozi, zespołów napędowych (śmigłowych i odrzutowych). • Obciążenia usterzenia. Obciążenia podczas lądowania. Obciążenia zespołu napędowego	
Konstrukcja silników lotniczych 1	K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04

<p>Podział silników lotniczych – schematy konstrukcyjne. Obciążenia zespołów konstrukcyjnych (podział obciążeń: mechaniczne, gazodynamiczne, cieplne), sposoby rozmieszczenia podpór wirników, siły bezwładności i momenty. Struktura nośna silnika - Kadłuby jako elementy nośne konstrukcji. Specyfika obciążenia silników śmigłowych i śmigłowcowych. Węzły mocowania silników do płatowca. • Łozyskowanie wirników. Rodzaje łożysk. Uszczelnienia labiryntowe. Zasady kształtowania podpór. Wpływ sposobu profilowania kanału przepływowego na rodzaj podpór. • Sprężarki lotnicze. Podział sprężarek (osiowe, diagonalne, promieniowe). Klasyfikacja sprężarki osiowych. Konstrukcja sprężarki osiowej (wirnik, typy wirników, sposoby przeniesienia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatk wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatk aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelnienia. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwbłędzenie. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatk, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatk wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgła. Rozkłady temperatur w turbinach Łopatk, tarcze, wały). Specyfika obliczeń konstrukcyjnych tarcz turbin. Chłodzenie turbin. Sposoby chłodzenia łopatek turbin (obliczenia wydatku powietrza chłodzącego, sprawność procesu chłodzenia), schematy chłodzenia łopatek turbin, schematy i sposoby chłodzenia tarcz turbin. Materiały konstrukcyjne. • Obliczenia łopatek (profilowanie łopatek sprężarek i turbin). Wyznaczanie naprężeń w łopatkach (rozciągających, zginających, skręcających). Momenty gnące – kompensacja momentów gnących. Wyznaczanie środków ciężkości profilu, momentu bezwładności, dobór obliczeniowego układu współrzędnych. Skręcanie łopatek. Wyznaczanie naprężeń w zamku trapezowym łopatek sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka włoś-trapezowego łopatek turbiny. Wyznaczanie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopacie. Ocena zapasu wytrzymałości łopatek. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatek sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstość drgań własnych łopatek. Wpływ sposobu mocowania łopatek na drgania. Wyznaczanie częstości wymuszających drgania łopatek. Rezonans drgań. Identyfikacja postaci drgań. Sposoby obniżania częstości drgań własnych i naprężeń dynamicznych w łopatkach silników. • Wirniki bębnowe i tarczowe. Wały i zalety. Ocena stanu wytrzymałości wirnika bębnowego. Stan naprężeń w tarczy pełnej, z otworem centralnym, z łopatkami. Współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji tarczy i bębna, rozkłady współczynnika bezpieczeństwa. Technologiczne aspekty konstrukcji bębnowej i tarczowej. Sposoby połączenia tarczy i wałów turbin i sprężarek. • Komory spalania. Schematy konstrukcyjne, wymiary, elementy konstrukcji komory. Podział komór spalania. Komory rurowe, pierścieniowe, pierścieniowo-rurowe. Organizacja procesu spalania w komorze. Obliczenia konstrukcji komory spalania – wytrzymałościowe, dynamiczne. Dobór parametrów komory spalania. Krotkowy moment obrotowy, moc silnika, sprawność. Ekologiczne aspekty organizacji procesu spalania w komorze. Materiały do budowy komór spalania. • Dopalacz. Podstawy procesów spalania w komorze spalania. Dopalacz. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe), spalania wibracyjnej i niestacynne zakresy pracy dopalacza. Zarys obliczeń wytrzymałościowych dopalacza. Dobór i uszkodzenia komory dopalacza. Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowcowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego, identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika, wymiarowanie silnika 3. Węzły mocowania silnika do płatowca – rozmieszczanie silników, identyfikacja węzłów, transferowa, pompytryktywne) Reolacja i sterowanie pracą silników. • Wytwarzanie silników (osiennie, wymiarowanie wlotu poddzwiękowego i nadzwiękowego, 5. Profilowanie łopatek sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczanie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczanie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczanie częstości drgań własnych łopatek. Kompensacja momentów gnących. 6. Obliczenia wytrzymałościowe zamka trapezowego. Przekroje krytyczne zamka.</p>	<p>K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K02</p>
<p>Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalających (obiegi silników dwu i czterosurowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu porównawczego. Silniki o zapłonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania), Silniki o zapłonie samoczynnym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania – rodzaje komór, wady i zalety rozwiązań konstrukcyjnych komór). • Charakterystyki silników i wskaźniki operacyjne. Ciśnienie, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność, rozkład mocy, sprawność. Ekologiczne zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowo-wysokościowa, śmigłowa. • Ekologiczne aspekty użytkowania silnika: zanieczyszczenia spalin, toksyczność spalin, hałaśliwość pracy silnika, paliwa silnikowe, oleje, smary. • Obciążenia mechaniczne i cieplne silnika (kinematyka układu korbowego, siły bezwładności, siły gazowe, obciążenia cieplne). • Projektowanie silnika (założenia ogólne, modelowanie i symulacja, dobór liczby cylindrów i układ cylindrów, główne wymiary silnika, szacowanie masy silnika i wymiarów zewnętrznych). • Materiały konstrukcyjne w budowie silników tłokowych lotniczych • Wybrane zespoły konstrukcyjne: zespół tłokowy (tłok, pierścień, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Wały korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramie wykorbienia, obliczenia). Wyównoważanie silnika (silnik jednocylindrowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosurowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejenia, pompy oleju, filtry, zawory przelewowe, miski olejowe). Układy zasilania silników ZI (gaźniki, układy wtłokowe). Układy zasilania silników z ZS (pompy i układy wtłokowe, układy akumulatorowe, pompowtryskiwacze) Reolacja i sterowanie pracą silników. • Doladowanie silników (osiennie, doladowania, systemy doladowania silników lotniczych, granice doladowania, dobór wielkości sprężarki, charakterystyka wysokościowa silnika doladowanego). Perspektywy rozwoju lotniczych silników tłokowych • 1. Wyznaczenie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2. Określenie głównych wymiarów silnika 3. Kinematyka mechanizmu korbowego 4. Projekt zespołu tłoka 5. Obliczenia wału korbowego 6. Wyównoważanie silnika jednocylindrowego 7. Dobór sprężarki doladującej • 1. Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2. Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4. Charakterystyka dławiona silnika tłokowego</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych. Funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x), arctg(x)), wyznaczniki i logarytmiczne. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji trygonometrycznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. • Liczby zespolone, potęgi i pierwiastki zespolone, zasady działań na liczbach zespolonych, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadne Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczenie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. Równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniami funkcyjnymi i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej. Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego. Równania zmiennych, rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych. Równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych. Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne. • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-Studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy niszczenia materiałów lotniczych - pęknięcie, zmęczenie, pęcznienie</p>	<p>K_W08, K_W12</p>
<p>Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (kryształizacja, umocnienie odsztaleniowe, rekryształizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnice stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe</p>	<p>K_W11</p>
<p>Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia. • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkość • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbosmigłowy i turbodźwuzowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, palpu i czasu wzniesienia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu, wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczenie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczenie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczenie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła statego i "constant speed" • Wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapyami i wpływem ziem • Wyznaczenie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczenie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezliniowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągnięć samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu</p>	<p>K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04</p>
<p>Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Wiezy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statyczne rozwiązywalne i przesytynione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Wieży typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klodkowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie tlenkowe, 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 mechanizmu płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor sumy i różnicy wektorów siły na osi, zasady rutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej; Wektor sumy i różnicy wektorów sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na osi, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klodkowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył,</p>	<p>K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04</p>

równowaga układu podpartego w łozyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinetyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły.	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i pęd postępowy. Zasady zależności pędu punktu. Dynamika punktu doskonałego I: zasada zachowania pędu. Zasada zachowania momentu pędu. Zasady równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguny i osi. • 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 układu bryły, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Zrzeskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku pływu. Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu: równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zweźka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumieniowca. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka katowa sondy Prandtl'a. Pomiar lepkości cieczy. • 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 maszyn przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gileksa. Turbina Peltona. Pompa osrodkowa, Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla płynu ścisłego i nieściśłego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynolds, Macha, Euler, Prandtl'a, Frouda, wymiarowa. Zasady uogólnienia. Analiza wymiarowa. Zasady uogólnienia. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowy symetryczny. 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. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a do sił i potencjałów potencjalnego. Elementy płytowe – trójkąta Pascale'a jako postawa kształtu przepływu potencjalnego. Przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/pust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego odziorowania konformne. Profil Żukowskiego. Warunek Kury-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna: Warunki powstawania, Równania Prandtl'a i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metoda elementów skończonych	K_U06
• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowego – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element trójkątny – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąta Pascale'a jako postawa kształtu przepływu potencjalnego. Przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/pust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego odziorowania konformne. Profil Żukowskiego. Warunek Kury-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna: Warunki powstawania, Równania Prandtl'a i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01
• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomaganie projektowania, stosowane w lotnictwie - przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjałów technicznych kończącej z tego rozwoju	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali molekularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organizmowego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemia: cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zanieczyszczenia, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, uтиlizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiar i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkami, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie - rozproszenie, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przejrzystości atmosfery, siła absorpcji w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowej atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszone, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchni - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadleya – przekształcenia energetyczne, wpływ gładkości cyrkulacji. Klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatry mechanicznej generacji, wiatry strumieniowe, zmienny szereg cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyor Belt.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• 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 zgłoszenia uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03
• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwirnikowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin. Korektory i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Ściab - komputerowe wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe: Pompa numeryczna - element układu sterowania. Izotropowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazywne zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem kryteriów logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem • Charakterystyki statyczne • Charakterystyki czasowe • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących	

zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne biernie, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne, układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego trystory, triaki. Ograniczenia w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. Układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LVD, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, wzmacniacz różnicowy, wórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmujący, komparator analogowy, generatory napięcia sinusoidalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5. Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczna logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne, liczniki dziesiętne, liczniki rewersyjny, liczniki programowane, zmiana modułu licznika, układy kształtowania impulsu, multiwibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwo mechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika. Diody LED parametry, układy zasilania, diody LED dużej mocy- warunki pracy, ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacz OLED, wyświetlacz LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów, zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednokładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM, RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednokładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednokładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transcewery. Nadawanie sygnałów radiowych modulacje cągłe, AM, FM, Modułacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe, anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologii montażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń, zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Transformatory • budowa, zasada działania, rodzaje zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe, budowa, zasada działania, podział mikromaszyn, zastosowanie, własności. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie 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. Trójką impedancji. 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, podział mikromaszyn, zastosowanie, własności. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06
Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06
• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i wały: przeniesienie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupelnienie dokumentacji studenta	K_W05, K_U14, K_U16
Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16
• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie ciegnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupelnienie dokumentacji studenta	K_W15
Podstawy zarządzania	K_W15
• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacja i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierownictw. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji i planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wyzyskania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_U16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_U16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określenie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	K_W09
Projektowanie silników lotniczych	K_W09
• Proces konstrukcyjnego i technologicznego przygotowania produkcji seryjnej. Wytyczne taktyczno-techniczne. Projekt wstępny. Projekt techniczny. Robocza dokumentacja konstrukcyjna. Technologiczne przygotowanie produkcji prototypu. Technologiczne przygotowanie produkcji serii próbnej i produkcji seryjnej. Naukowe badania stosowane. Badania doświadczalne. Dobór wlotu i dysy wylotowej. Metody modyfikacji lotniczych silników turbinowych - poprawa sprawności zespołów, zmiana sprężarki, zmiana strumienia masy powietrza. Zastosowanie stopnia zerowego, zmiana prędkości obrotowej roboczych zakresów pracy, zmiana temperatury spalin przed turbiną. Zmiana temperatury spalin wylotowych, modelowanie, rozszerzenie użytecznego zakresu pracy sprężarki. • Warunki obliczeniowe lotu silnika. Wybór parametrów obiegu silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego. Dobór sprawności i współczynników jakości działania zespołów silnika odrzutowego. Model jednoprzepływowego silnika odrzutowego. Model silnika śmigłowego i śmigłowodowego z wolną turbiną napędową. Model silnika dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowego silnika: odrzutowego, śmigłowego i śmigłowodowego oraz dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów.	K_W14, K_W15, K_K03
Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03
• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społecznej • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01
Przekładnie lotnicze	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01
• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonej na przekładnie proste walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielołożowe. • Dobór przełożeń przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczanie prędkości i momentów obrotowych. • Wytłorane zagadnienia z teorii łożebni i ząbów. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Konstrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, pośrednich i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni i ich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.	K_W07, K_W08, K_W09, K_U01, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02,
Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_U01, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02,

	K_K04
<p>• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwobrotowe („boxer”), gwiazdowe, wialiste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinyowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawianie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaznikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligeria). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Dodawanie silników – systemy dławienia granic dławienia, granic dławienia form z modelami dzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z wykończeniem • Silniki przepływowo. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczenie ciągu. Sposoby zwiększenia ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki raketowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach raketowych. Charakterystyki silników raketowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczenie parametrów atmosfery wznoszącej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczenie parametrów kinematycznych w układzie blok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego. 4.Wyznaczenie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczenie ciągu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.</p>	
Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli dzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu cieciga, gęścia i kształtowania wtyłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odłuku materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie pretów, blach taśm i rur. Cią-gnienie: wiadomości ogólne, ciągnięcie pretów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne, metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, burwa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidispersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie – naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecie lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga i efekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetwórstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarzowe. • Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. - - Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczenie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w poddasz wyginania pod kątem 90°). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kulka (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Speczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczenie energii uderzenia białka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. - Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie sprężania, temperatura wtrysku, temperatura formy. - Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.</p>	
Techniki wytwarzania 2	K_W08
<p>• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli dzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW</p>	
Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01
<p>• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-modułu, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działania, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy ubudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowłokowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozrządzenia. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: assembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.</p>	
Technologia lotnicza	K_W08, K_U12, K_U10, K_K01
<p>• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawy, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustawienie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrządowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kółkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu</p>	
Technologia silników lotniczych	K_W08, K_U15, K_K01
<p>• Proces technologiczny - etapy projektowania procesu obróbki i kontroli. • Wybór obrabiarki, uchwytów, narzędzi i przyrządów w obniesieniu do półfabrykatu i dokładności oraz chropowatości powierzchni. • Dobór parametrów obróbki. • Projektowanie PT części klasy wał. • Projektowanie PT części klasy tarcza i tuleja. • Projektowanie PT części klasy korpus. • Projektowanie PT części klasy kolo zębate. • Projektowanie PT części klasy dźwignia. • Dokumentacja technologiczna. • Weryfikacja rysunku wykonawczego. • Dobór półfabrykatu. • Karta półfabrykatu. • Nadadki obróbkowe. • Karta technologiczna • Karta instrukcji obróbki. • Karta kontroli.</p>	
Teoria maszyn wirnikowych	K_W09
<p>• Maszyny wirnikowe - podział, działanie, definicje. Równania analizy termoaerodynamicznej. Parametry strumienia jako funkcje gazodynamiczne. Sprężarki typu osiowego i promieniowego - cechy konstrukcyjne, zasady działania i zastosowanie. Charakterystyczne prace i sprawności, spręż statyczny i sprężenie sprężarki. Schemat, działanie i podstawowe parametry stopnia promieniowego. Kanaly wlotowe sprężarki. Analiza pracy wirnika i dyfuzorów sprężarki odśrodkowej. Rotalpina, parametry stanu w przepływie względny i reakcyjność stopnia. Płaska palisada profili i trójkąt prędkości strumienia w stopniu osiowym. Podstawowe zależności aerodynamiczne dla palisady. Analiza strat w osiowym stopniu sprężającym. Charakterystyki sprężarek. Przyczyny i skutki zjawiska oderwania wirującego i pompażu. Zespół turbiny - podstawowe równania stopnia. Parametry stopnia osiowego turbiny. Wpływ strumienia z palisady łopatek wieńca dyszowego i wirnikowego stopnia turbiny. Działanie i charakterystyki turbin różnych typów. • Siły oddziaływania ścianek dyfuzora na strumień. Wyznaczenie parametrów na wejściu na wejściu sprężarki i wyjściu turbiny za pomocą funkcji gazodynamicznych. Parametry strumienia na wylocie wirnika , dyfuzora bezłopatkowego , łopatkowego i kolektora sprężarki promieniowej. Sposoby regulacji sprężarki: nastawne łopatki wlotowego wieńca kierownic, nastawne łopatki wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieńce dyszowe i wirnikowy turbiny osiowej - procesy rozprężania. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego sprężarki. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego turbiny. Obliczenie parametrów strumienia w charakterystycznych przekrojach sprężarki promieniowej.</p>	
Teoria silników lotniczych	K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U17, K_K01, K_K02
<p>• Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych • Obieg Braytona, analiza silnika idealnego • Analiza procesów termodynamicznych w zespołach silnika turbinowego • Analiza silnika jednoprzepływowego • Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej • Analiza silnika dwuprzepływowego • Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy • Wstęp do badań silników i analiza charaterystyk różnych typów silników • Wstęp do analizy stanów przejściowych pracy silnika • Analiza rozwoju konstrukcji lotniczych i ich kierunków rozwoju • Obliczenia termodynamiczne procesów w silniku idealnym • Obliczenia procesów termodynamiczno-przepływowych w zespołach silników lotniczych (wlot, sprężarka, wentylatory, turbina, dysza wylotowa • Opis i obliczenia przebiegu procesów w różnych typach silników z uwzględnieniem strat oraz wyznaczenie ich osiagów</p>	
Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02
<p>• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zmknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • Systemy substancji czyste: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycecia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Avogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściślowości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii; Działania termiczne, ciepło, system adiabatyyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; i Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i</p>	

doskonale; związek między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszanki gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obieg: praca i ciepło obiegu, obieg lewo i prawobieżny - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne - sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy ciepłe - sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii i przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiana izentropowa; Dysypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obieg porównawczy, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe - obieg: Otto-Beau de Rochas, Diesla, Seiligera-Sabathe, silniki przepływowe - obieg: Braytona-Joule'a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe - obieg: Braytona-Joule'a, Ericsona, Stirlinga; Pompy ciepłe - obieg Joule'a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne: określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równania wilgotności. Wykres h-K, konstrukcja i działanie urządzenia izolacyjnego. • Zmieszanie i ogrzewanie: ogrzewanie, chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znana masa, dynamiczne i spięzienia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równoważna globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary, Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine'a z przegrzaniem, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, regeneracja. • Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyściana, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyściana, liczba Prandtl'a, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła: Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie: ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Boltzmana, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorpcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu, Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych, Obliczenie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszanki gazowe. Obliczenie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obieg porównawczy silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia - sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury - przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiady. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.	
Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
• opapanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wiropływów • wykorzystanie technik CAD w projektowaniu zespołowym wybranego podzespołu konstrukcyjnego • opracowanie technologii prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych	
Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Oświecenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, postać nauka prawidłowej pracy NN (z deską na biodrach bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (poślizg dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływakich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej pracy RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływakich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływakich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wymiana ciepła	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04
• 1. Przewodzenie - prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja - prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie cieplne - prawo Stefana-Boltzmana. Całkowite właściwości ciał biorących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciał szare, reguła przesunięcia Wierna. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie h i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia pól dla dwu współskrajnych powierzchni cylindrycznych 4. Systemy przewodzące - konwekcja • na przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury masy płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej; Rozkład hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i temperatury wzdłuż kanału i w kierunku przepływu 7. Konwekcja wymuszona - przykładzie prostego, krótkiego zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana moc ciepła. Sprawność zebra; jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej - rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtl'a Pr, liczba Rayleigha	

<p>• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke’a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałowych – 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 nieliniowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Breda. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a. • Wyłączenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.</p>	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
<p>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wytyczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wytyczenie niesprężyste – wzory Telmajera i Johnstona-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzedne – 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. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wytyczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania. • Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udamności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne. • Próba sztywnościowa płatekoców</p>	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
<p>• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównowaga pręta układu. Praca kontrolna 1. • Nierównowaga masy jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównowazanie mas mechanicznych z członami w ruchu obrotowym i ruchu dołownym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-ym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysto-tłumienia i wymuszone, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazy, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibrozłozacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.</p>	
Aerodynamika 1	K_W07, K_U11, K_U01, K_U07, K_K01
<p>• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). • Odwrotność w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4” Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). • Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profilu pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsienia. • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulენტnej warstwy przyściennej. Metoda Heana dla turbulენტnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia ciężca aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz. Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uprozczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajra, funkcja Theodoresa, przeciżęnicie dynamiczne. • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profilu lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapą szczelinową. • Płat o skończonym wydłużeniu: pomiar wagiowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej. • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej</p>	
Badania silników lotniczych	K_W08, K_U04, K_K01
<p>• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne</p>	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
<p>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożen (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</p>	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
<p>• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy systemów instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi. • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.</p>	
Dynamika gazów	
<p>• Pojęcie ściśliwości. Równanie stanu gazu doskonałego.Przemiana adiabatyca. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku.Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów. Ocena wpływu pominięcia ściśliwości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Równanie zachowania energii. Parametry spłęznienia. Parametry krytyczne. • Wpływ adiabatyca gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemian adiabatyca wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśliwy. Przepływ gazu przez kanał. Przepływ gazu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Laval. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Laval. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fali w płaszczyźnie hodografu prędkości. Stała i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływ wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki opływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływ adiabatyca z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła.Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśliwego. Porównanie równan ruchu płynu ściśliwego i nieściśliwego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów</p>	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
<p>• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricto i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku</p>	

Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusją. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażenia używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmienia świat. Mówienie o różnych środkach transportu. • Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Stowotwórczość; przymiotniki. • Słuchanie ludzi odpowiadających na zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Opowiadanie o wydarzeniach. Test wiedzy ogólnej. Przejście próby. Problemy i ich rozwiązania. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie prób i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Kolokacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie rozmów podczas których ludzie otrzymują wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszcześniejsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównanie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrażenie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedmiki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskusowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia z gośćmi/gospodarzami. Przymiowanie przeprosin. Dyskusowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Język angielski (B) K_U05

• 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 stosować z rzeczownikami. Test osobowości. Czytanie i słuchanie. Gramatyka: Present Perfect. • Ogłoszenia i reklamy. Grzeszne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępstwom, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wyniki prasowe. Wyrażenie opinii. Przymiotniki wyrażające opinie. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca czytania. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z ryunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działalności Uzyskiwanie informacji Czasowniki • Niezwykle doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wydanie internetowy • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książki. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • 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. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Wyrażenia ze słownem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo - tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. • 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? Podejście 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. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętać. Przeszłość i teraźniejszość. Nasze zachowanie wobec przeszłości. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymkami. Przeszłość. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach? • Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłość. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczaj ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na trawie ratunkowe. Pisanie: opis niebezpiecznej przgydy • 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.

Język francuski (A) K_U05

• Zaimki pytające (wersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji; komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasy imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie ceny. • Prace domowe, podział obowiązków w rodzinie. • Ulubiona potrawa- przygotowanie sondazu, komentowanie pisemne wyników sondazu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach, uroczystości rodzinne. • Zaimek względny dont. • Wyrażenie opinii własnej. • Środki transportu- porównania. • Biografia znanej osoby; czas le plus-que -parfait. • Rola mody w życiu- prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażenie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „subjonctif”. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji i spędzanie czasu wolnego. • Pytania o mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. • Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif”- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasy przyszłe: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple” • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe „si+ imparfait+conditionnel présent” • Wyrażanie życzeń. • Przyszłość- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.

Język francuski (B) K_U05

• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażenie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif” w wyrażaniu celu. • Zakaz i pozwolenie. • Pytania w mowie zależnej. • Wybor zawodowy i nadanie wybuch. • Porównanie przyczyn. • Mieszkanie w kraju i za granicą, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki”. • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażenie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażenie opinii. • „Le savoir-vivre” zasady dobrego wychowania. • Wypadał/ nie wypadał podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeceńcie- podsumowanie. • Wyrażenie zakazu. • Wyrażenie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wiza rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażenie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stwórz najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konsultacje czasowników z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu „Telefon komórkowy pleks czy rat?” • Gdzie kończy się Europa? • Informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażenie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język niemiecki (A) K_U05

• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n”. • Opis osób, przedstawianie, charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczowniki odprzymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klubowe po latach i znajdowanie kolegów przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawianie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawozdanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody, wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl” i „trotzdem”. • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wzrost technologiczny w przyszłości. Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls”. • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen”. • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu” przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyFrowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów,boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu „Telefon komórkowy pleks czy rat?” • Gdzie kończy się Europa? • Informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażenie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język niemiecki (B) K_U05

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partycykły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Reakcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest”. • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posilek

<p>Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego. Identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika. Wymiary silnika. 3. Węzły mocowania silnika do płatowca. 4. Rozmieszczenie węzłów, identyfikacja węzłów głównych, transportowych, montażowych, obliczenia. 4. Wloty silników. Wyznaczenie obciążeń, wymiarowanie wlotu poddźwiękowego i naddźwiękowego. 5. Profilowanie łopatk sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczenie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczenie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczenie częstości drgań własnych łopatki. Kompensacja momentów gnących. 6. Obliczenia wytrzymałościowe zamka trapezowego. Przekroje krytyczne zamka.</p>	
<p>Lotnicze silniki tłokowe</p>	<p>K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K02</p>
<p>• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinowych (obiegi silników dwu i czterosurowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu silnika samolotowego. Silniki o zapłonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki paliwej, spalanie, komory spalania), Silniki o zapłonie samoczynnym (zasada działania, tworzenie mieszanki paliwej, spalanie, komory spalania – rozżądze komór, wady i zalety rozwiązań konstrukcyjnych komór). • Charakterystyki silników i wskaźniki operacyjne (średnie ciśnienie indukowane, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność). Jednostkowe zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowa wysokościowa, śmigłowa. • Ekologiczne aspekty użytkowania silnika (zadymienie spalin, toksyczność spalin, hałasowość pracy silnika), paliwa silnikowe, oleje, smary. • Obciążenia mechaniczne i cieplne silnika (kinematyka układu korbowego, siły bezwładności, siły gazowe, obciążenia cieplne) • Projektowanie silnika (założenia ogólne, modelowanie i symulacje, dobór kąta cylindrów i układ cylindrów, główne wymiary silnika, szacowanie masy silnika i wymiarów zewnętrznych) • Materiały konstrukcyjne w budowie silników tłokowych lotniczych • Wybrane zespoły konstrukcyjne: zespół tłokowy (tłok, pierścień, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Waly korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramie wykorbienia, obliczenia). Wyrownoważenie silnika (silnik jednocylindrowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosurowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejania, pompy oleju, filtry, zawory przelewowe, układy olejowe, układy smarowania). Układy zasilania silników. Układy zasilania silników. Układy zasilania silników (pompy i układy wtryskowe, układ akumulatorowy, pompowtryskiwacze) Regulacja i sterowanie pracą silników. • Doladowanie silników (ciśnienie doladowania, systemy doladowania silników lotniczych, granice doladowania, dobór wielkości sprężarki, charakterystyka wysokościowa silnika doladowanego). Perspektywy rozwoju lotniczych silników tłokowych • 1.Wyznaczenie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2.Określenie głównych wymiarów silnika 3.Kinematyka mechanizmu korbowego 4.Projekt zespołu tłoka 5.Obliczenia wału korbowego 6.Wyrownoważenie silnika jednocylindrowego 7.Dobór sprężarki doladującej • 1.Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2.Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3.Wyznaczenie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4.Charakterystyka dławiona silnika tłokowego</p>	
<p>Matematyka 1</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>• Elementy logiki matematycznej, funkcje i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera. Funkcje liniowe, wielomianowe i wielomienne (przemienne). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczenie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy, równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznacznik, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.</p>	
<p>Matematyka 2</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni i zespolone, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniami funkcyjnymi i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej. Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym i parametrycznym, zastosowania – pole powierzchni i masa niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennej rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.</p>	
<p>Matematyka 3</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p>
<p>• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczenie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.</p>	
<p>Materiałoznawstwo lotnicze [B]</p>	
<p>• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pęknięcie, zmęczenie, pełzanie</p>	
<p>Materiały lotnicze</p>	<p>K_W08, K_W12</p>
<p>• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (kryształizacja, umocnienie odkształceniowe, rekryształizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnice stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania niszczące i makroskopowe</p>	
<p>Mechanika lotu 1</p>	<p>K_W11</p>
<p>• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia. • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkość • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczenie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciążów • Start i lądowanie samolotu i, wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczenie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczenie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczenie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylenymi kłapami i wpływem ziem • Wyznaczenie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczenie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągow samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu</p>	
<p>Mechanika ogólna 1</p>	<p>K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04</p>
<p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywione. • Wektor momentu siły względem biegunu i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana biegunu momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, ruch prosty, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowne ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmu płaskiego. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w luzyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego, • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, ruch prosty, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,</p>	
<p>Mechanika ogólna 2</p>	<p>K_W06, K_U08, K_K01, K_K04</p>
<p>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem biegunu i osi. • Geometria masy, 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 układu brył, przykłady. • Zyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady</p>	
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W07, K_U04, K_U08, K_K04</p>
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy; różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu- równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zweżka Venturii'ego, krzyża ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniowca. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowna sondy Prandtl'a. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna pynu na ciało stałe. Zastosowania: maszynny przepływowy: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszynny przepływowy: Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Giklesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki pompy • 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. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminary</p>	

przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów, rurociąg rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nielunolotowe. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. Charakterystyki profili lotniczych. Przeciagnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odzworowania konformne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Zukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna: Warunki powstawania, Równania Prandla i von Karmana dla laminarnej i turbulenty warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulenty warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metoda elementów skończonych	K_U06
• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I – proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). Analiza elementu prętowo – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element tarczowy – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometryczny • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacja Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych	
Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01
• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomagania inżynierii, stosowana w lotnictwie przyznawanie własnej wiedzy nt. rozwiązań stosowanych w przemyśle lotniczym oraz rozwoju tej dziedziny • nabywanie umiejętności doboru właściwego narzędzia informacyjnego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska kriosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole-kulanej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów, przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustasowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych przemysłach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiar i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Adsorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalizacyjne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca – ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmanna - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie ciepłe - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, pozostawienie linii widmowych, właściwości promieniowania, ciepłego gazu, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmanna, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmanna, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkami emisyjnymi - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przezroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchniowa atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, punkcikowy bilans energetyczny, bilans globalny a bilans klimatyczny, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórka struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głebniowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomorowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głebokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• 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 zgłoszenia uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03
• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwimkowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin • Korekty i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowych i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurkowa – element układ sterowania. Izodromowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja translacji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykresanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazyz zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Routha, Michajłowa, Nyquista, logarymiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora w wykorzystaniem logarymicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe: diody prostownicze, szotkiy, uniersalne, tranzystory bipolarny, układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego trystry, triak. Ograniczanie w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmocniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, wzmacniacz różnicowy, wórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmujący, komparator analogowe, generatory napięcia sinusoidalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5. Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL, LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HCT, HCMOS, ograniczenia w projektowaniu układów TTL, CMOS, układy kombinacyjne do bramki AND, OR, NOT, komparator cyfrowe, enkodery i dekodery, multiplexery i demultiplexery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne, liczniki dziesiętne, liczniki rewersyjne, liczniki programowane, zmiana modułu licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmocniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika. Diody LED parametry, układy zasilania, diody LED dużej mocy- warunki pracy, ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacz OLED, wyświetlacz LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów, zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowalnych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednokodowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM, RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednokodowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednokodowego, • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transceivery. Nadawanie sygnałów radiowych, modulacje cągłe, AM, FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe, anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologii montażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i	

<p>układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń, zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń.</p> <p>• Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM. Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. Układ zasilający. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejs szeregowy RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wótmik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.</p>	
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
<p>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory, Obwód elektryczny - elementy, źródła. Strąkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytworzenie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Trójkąt impedancji. 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. • Podstawy elektrycznej pomiarowej. Elektroniczne metody pomiaru 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. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06
<p>• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenie gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i waly: przeznaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupelnienie dokumentacji studenta</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16
<p>• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupelnienie dokumentacji studenta</p>	
Podstawy zarządzania	K_W15
<p>• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacja i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierownictwa. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacji. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji (planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyfikacja modeli podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością, 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie</p>	
Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_U15, K_U16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
<p>• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określenie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.</p>	
Projektowanie silników lotniczych	K_W09
<p>• Proces konstrukcyjnego i technologicznego przygotowania produkcji seryjnej. Wytczne taktyczno-techniczne. Projekt wstępny. Projekt techniczny. Robocza dokumentacja konstrukcyjna. Technologiczne przygotowanie produkcji prototypu. Technologiczne przygotowanie produkcji serii próbnej i produkcji seryjnej. Naukowe badania stosowane. Badania doświadczalne. Dobór wlotu i dyszy wylotowej. Metody modyfikacji lotniczych silników turbinowych - poprawa sprawności zespołów, zmiana sprężu sprężarki, zmiana strumienia masy powietrza. Zastosowanie stopnia zerowego, zmiana prędkości obrotowej roboczych zakresów pracy, zmiana temperatury spalin przed turbiną. Zmiana temperatury spalin wylotowych, modelowanie, rozszerzenie użytkowniczego zakresu pracy sprężarki. • Warunki obliczeniowe lotu silnika. Wybór parametrów obiegu silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego. Dobór sprawności i współczynników jakości działania zespołów silnika odrzutowego. Model jednoprzepływowego silnika odrzutowego. Model silnika śmigłowego i śmigłowcowego z wolną turbiną napędową. Model dwuprzepływowego silnika odrzutowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowego silnika odrzutowego i śmigłowcowego oraz dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów.</p>	
Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03
<p>• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społecznej • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy</p>	
Przekładnie lotnicze	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01
<p>• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonych na przekładnie zębate walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wieloosłone. • Dobór przełożenia przekładni złożonych z poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczenie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii łożysk i zębateń. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Konstrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, poszczególnych i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni i ich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiące przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.</p>	
Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne silniki rzędowe, przeciwbiebnie („boxer”), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalającego zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego mieszanki procesów odrzutowego. Modelki silnika śmigłowego i śmigłowcowego z wolną turbiną napędową – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaznikowy i wtorkowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obieg porównawczy silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera) Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwoju silników tłokowych. • Silniki przepływowo. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowo i dwuprzepływowo. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczenie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowo w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowcowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina dysza wylotowa, dopuszcz. reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki raketowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytworzenie ciągu w silnikach raketowych. Charakterystyki silników raketowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczenie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczenie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego. 4.Wyznaczenie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczenie ciągu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczenia charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.</p>	
Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01

laminary i turbulenty, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtia, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przesylniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie, ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Boltzmana, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia jednostki. I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszanie gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszania. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczenie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczenie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprzężki blokowej, analiza wykresów indykatorów. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opalowej paliw gazowych.	
Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
• opanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wiropływów • wykorzystanie technik CAD w projektowaniu zespolonym wybranego podzespołu konstrukcyjnego • opracowanie technologii prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych	
Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg waładowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy i nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślęgi, nauka prawidłowej pracy NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślęgi na pierścionku. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na pierścionku i na grzbiecie. Nauka prawidłowej pracy RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wymiana ciepła	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04
• 1. Przewodzenie – prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalane przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja – prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie ciepłe – prawo Stefana-Boltzmana, Całkowite właściwości ciał biogrychych udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciała szarego, reguła przesunięcia Wiena. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie hr i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia hr dla dwu współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. 4. System przewodząco – konwekcyjny na przykładzie prostego, krótkiego żebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymiana ciepła. Sprawność żebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu żebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe - następstwo rozkładu temperatury, a dalej – rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hg wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtia Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływu przez rurę Rrx. Wzrosty liczb Reynoldsa przy przepływie przez kanały i przewody. Momenty giroskopowe. • Napęd elektryczny oraz Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury w masie płynu w danym, poręcznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej. Rozbieg hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i miejscowego współczynnika przejmowania ciepła na odcinkach rozbiegu. Sposób uwzględniania, w zależnościach kryterialnych, rozbiegu i zmiany właściwości płynu wraz ze zmianą temperatury płynu w przekroju. Przykłady zależności kryterialnych uzyskanych teoretycznie i empirycznie 7. Przykład rozwiązania analitycznego dla konwekcji wymuszonej: prosta rurka okrągła, rozwinięty profil prędkości, warunek brzegowy stałej temperatury ścianki (ew. stałego strumienia cieplnego na ściance) 8. Analogie w konwekcji. • Wprowadzenie BHP 1. Przewodzenie przez ściankę płaską – aparat Poensgena 2. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną – aparat ruroy 3. Numeryczne modelowanie pól temperatury – metoda bilansów elementarnych 4. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze 5. Badanie rurowego wymiennika ciepła 6. Sprawdzanie praw promieniowania 7. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych	
Wypożyczenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
• 1. Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnienia powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błąd instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcową, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błąd przyrządowy, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błąd przyrządowy, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych luków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błąd - przesłania - ich zastosowanie w lotniczych przyrządach pokładowych - Twistera, Rosala, Momenty giroskopowe. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Żyroskop kalkulujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błąd, środki ostrożności przy przewożeniu materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota) • busola zyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowicy i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wytrzymałość maszyn wirnikowych	K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K04
• Wiadomości wstępne: Rodzaje maszyn wirnikowych. Siła odśrodkowa w maszynach wirnikowych, siła odśrodkowa przypadająca na jednostkę objętości. Rodzaje obciążenia wytrzymałościowego stosowanych w analizie maszyn wirnikowych. Analiza obciążeń działających na maszynę wirnikową. Obciążenia masowe. Obciążenia termiczne. Obciążenia od naporu napływającego czynnika. Obciążenia działające na tarczę turbiny silnika. • Wirujący krążek jako najprostszy model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy niestanowionej o zmiennej grubości wzdłuż promienia. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej tarczy. • Przypadki szczególne wirujących tarcz - tarcza o stałej grubości, tarcza z otworem. Tarcza nagrzana niejednorodnym polem temperatur. Analiza naprężeń i odkształceń • Wirująca tarcza o stałej wytrzymałości. • Łopatkę turbin lotniczych – rodzaje. Obciążenia działające na łopatkę. Rozkład temperatury na powierzchni łopaty • Równanie opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej łopatkę. Twierdzenie o stałej wytrzymałości. Sposoby łączenia łopatek tarczy - uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości - zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym - zadania • Przypadki szczególne tarcz. Tarcza o stałej wytrzymałości - zadania • Model wirującej tarczy o stałej i zmiennej grubości z uwzględnieniem niejednorodnego pola temperatur. Wykres naprężeń obwodowych i promieniowych. • Połączenie jodełkowe łopaty z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Analiza naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń łopaty w warunkach wirowania – zadania • Zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w konstrukcji maszyn wirnikowych – MES – proste przykłady obliczeniowe. Model numeryczny tarczy. • Wizyta dydaktyczna w zakładach WSK-PZL Rzeszów (wydział remontów silników turbinowych oraz wydział prób i testów silników lotniczych)	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, prawo statyczne. Podstawy doświadczalnego określenia charakterystyk materiałów - statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wyciężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego, Beltramięgo, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Henckly'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Euler, 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 współzależne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, prawo statyczne. Podstawy doświadczalnego określenia sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna	

4. Praktyki i staże studenckie

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

Wymiar praktyk i staży studenckich został przedstawiony w rozdziale 3 - może być różny w różnych wariantach planu studiów na kierunku Lotnictwo i kosmonautyka.