

Program studiów

Lotnictwo i kosmonautyka drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Lotnictwo i kosmonautyka
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	inżynieria mechaniczna
Liczba semestrów	studia stacjonarne: 3
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	90
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: 1065
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Studia na kierunku lotnictwo i kosmonautyka mają przygotować specjalistów o wykształceniu odpowiadającym potrzebom nowoczesnego przemysłu lotniczego i gałęzi pokrewnych oraz zapewnić przygotowanie do prowadzenia badań naukowych. Zakres programowy kształcenia absolwentów spełnia kryteria standardów międzynarodowych organizacji lotnictwa cywilnego ICAO i EASA. Jest on zróżnicowany pod względem treści przekazywanej wiedzy i nabytych umiejętności w zależności od wybranego bloku tematycznego, przy czym można wyróżnić dwie zasadnicze grupy: samoloty, śmigłowce, silniki lotnicze, zarządzanie ruchem lotniczym i awionika - przygotowujące specjalistów dla szeroko rozumianej branży lotniczej, oraz pilotaż - przygotowującą pilotów.</p> <p>Program studiów II-go stopnia na kierunku lotnictwo i kosmonautyka został zaprojektowany w oparciu o zamierzone do uzyskania efekty uczenia, a w ślad za tym odpowiednią wiedzę, umiejętności i kompetencje jakie wymagane są od magistra inżyniera danego kierunku. Efekty te uzyskano poprzez wprowadzenie w programie zarówno modułów z nauk podstawowych jak również technicznych i społecznych. Realizacja postawionych celów jest możliwa poprzez strukturę programu studiów, gdzie ponad połowę godzinową zajęć stanowią wykłady, zaś pozostałą część inne formy kształcenia (ćwiczenia, laboratoria, projekty), które umożliwiają studentom rozwój umiejętności aplikacyjnych i kompetencji potrzebnych do wykonywania pracy zawodowej.</p>

	<p>Absolwenci studiów II-go stopnia uzyskują zaawansowaną wiedzę teoretyczną i praktyczną z zakresu związanego z konstrukcjami lotniczymi i kosmicznymi, przekazywaną w następujących przedmiotach: matematyka, fizyka współczesna, metody numeryczne stosowane w projektowaniu konstrukcji lotniczych, mechanika lotu statków kosmicznych, technologia kosmiczna jak również zarządzanie eksploatacją statków latających.</p> <p>Podstawowym założeniem studiów II-go stopnia jest osiągnięcie przez absolwenta takiego poziomu wiedzy i umiejętności, by mógł samodzielnie prowadzić projekty konstrukcyjne, kierować zespołami ludzkimi oraz prowadzić twórcze i weryfikacyjne prace badawcze. Występujące na kierunku bloki tematyczne różnicują obszar szczegółowej wiedzy i umiejętności absolwenta, predysponując go do zajmowania się poszczególnymi aspektami działalności lotniczej.</p> <p>Absolwent bloku tematycznego samoloty poprzez przedmioty specjalnościowe ukierunkowany jest na zagadnienia związane z budową płatowca. Absolwent bloku silniki lotnicze przygotowany jest do rozwiązywania problemów związanych z zespołem napędowym samolotu. Absolwent bloku śmigłowce zna szeroko rozumianą technikę śmigłowcową. Absolwent awioniki posiada wiedzę i umiejętności związane z elektronicznymi systemami pokładowymi i naziemnymi. Absolwent bloku zarządzanie ruchem lotniczym to osoba potrafiąca prowadzić oraz planować operacje lotnicze będące częścią szeroko rozumianego ruchu lotniczego. Jednakże wiedza i umiejętności ogólno-lotnicze pozwalają każdemu absolwentowi również na całościowy pogląd na statek powietrzny jako złożony system. Możliwości rozwijania swoich zainteresowań oraz umacniania swojej pozycji zawodowej absolwenci studiów II-go stopnia mają również dzięki wprowadzeniu na tych studiach przedmiotu angielska terminologia lotnicza (90 godzin), który to język jest szczególnie preferowany w przemyśle lotniczym.</p> <p>Na szczególną uwagę zasługują absolwenci pilotażu. Są oni przygotowani przede wszystkim do zawodu pilota cywilnego, zgodnie ze standardami Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) oraz wymaganiami EASA. Posiadają również wiedzę ogólną oraz wiedzę kierunkową stosowną do stopnia ukończenia studiów.</p>
--	--

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
--------	-------	--------------------

K_W01	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki wykorzystywaną do opisu zagadnień technicznych z uwzględnieniem problemów występujących w lotnictwie	P7S_WG
K_W02	posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki współczesnej niezbędną do zrozumienia i opisu zjawisk fizycznych występujących w zagadnieniach technicznych, a szczególnie lotniczych	P7S_WG
K_W03	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii przetwarzania sygnałów i identyfikacji, metod optymalizacji i ich zastosowania w zagadnieniach lotniczych	P7S_WG
K_W04	posiada szczegółową wiedzę dotyczącą metod numerycznych i technik komputerowych stosowanych w zagadnieniach lotniczych	P7S_WG
K_W05	ma szczegółową wiedzę obejmującą wybrane zagadnienia z dyscyplin naukowych, które znajdują zastosowanie w lotnictwie	P7S_WG
K_W06	posiada podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu lotnictwa	P7S_WG
K_W07	ma wiedzę dotyczącą zarządzania eksploatacją obiektów latających oraz wiedzę o cyklu życia urządzeń i systemów	P7S_WG
K_W08	orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa i dyscyplin naukowych powiązanych z lotnictwem	P7S_WG
K_W09	ma wiedzę niezbędną do rozumienia i postrzegania pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce	P7S_WK
K_W10	zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego, zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz prawa patentowego	P7S_WK
K_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski, formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	P7S_UW
K_U04	ma umiejętność realizacji i potrafi określić kierunki samokształcenia w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P7S_UU
K_U05	posługuje się językiem obcym w stopniu umożliwiającym sprawne porozumiewanie się, a także czytanie ze zrozumieniem katalogów, instrukcji obsługi urządzeń, opisów narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów, na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7S_UK
K_U07	potrafi formułować hipotezy, planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe na potrzeby prostych problemów badawczych a także zadań inżynierskich oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P7S_UW
K_U08	potrafi rozwiązywać nietypowe zadania, w tym problemy inżynierskie i badawcze, wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne oraz narzędzia informatyczne	P7S_UW
K_U09	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce, integrować wiedzę z zakresu wielu dyscyplin naukowych oraz stosować podejście systemowe i uwzględniać aspekty pozatechniczne	P7S_UW
K_U10	potrafi w zagadnieniach badawczych i technicznych w lotnictwie i kosmonautyce ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie teorii, metod, technologii i materiałów oraz dobierać je stosownie do rozwiązywanego zagadnienia	P7S_UW
K_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji i systemów stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce; potrafi proponować zmiany na podstawie sformułowanych wniosków	P7S_UW
K_U14	potrafi opracować metodykę złożonego zadania inżynierskiego, opracować projekt urządzenia, instalacji lub systemu w szczególności z uwzględnieniem wymagań rozwiązań dla lotnictwa i kosmonautyki, zgodnie z zadaną specyfikacją	P7S_UW
K_U15	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik, w tym w mowie i piśmie, stosując profesjonalny język właściwy dla danego zagadnienia i środowiska zawodowego, potrafi komunikować się ze zróżnicowanym kręgiem odbiorców oraz prowadzić debatę	P7S_UK

K_U16	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, potrafi pracować w zespole i ustalić priorytety służące realizacji zadania, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania i umiejętność kierowania zespołem	P7S_UO
K_K01	ma świadomość konieczności zachowania się w sposób profesjonalny i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera lotnictwa, w tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje i przestrzeganie etosu zawodowego	P7S_KR
K_K03	jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy uwzględniając interes publiczny	P7S_KO
K_K05	jest przygotowany do krytycznej oceny własnej wiedzy, oceny wiarygodności źródeł oraz jest otwarty na zasięganie opinii ekspertów	P7S_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, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich..

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	FM	Wybrane działy matematyki	30	30	0	0	60	5	T	
2	MK	Technologie szybkiego prototypowania w lotnictwie	15	0	15	0	30	2	N	
3	MI	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N	
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	2	N	



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

3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru

- Awionika
- Pilotaż
- Samoloty
- Silniki lotnicze
- Śmigłowce
- Zarządzanie ruchem lotniczym

3.2.1. Blok tematyczny: Awionika

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	MI	Inteligentne systemy obliczeniowe w lotnictwie	30	0	30	0	60	4	N	
1	ML	Metody numeryczne w lotnictwie	30	0	0	30	60	4	N	
1	MI	Technika cyfrowa w lotnictwie	30	0	15	30	75	5	T	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
1	MI	Zaawansowane metody syntezy i analizy układów automatyki	30	15	0	15	60	4	T	
2	DJ	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Dynamika lotu statków powietrznych i kosmicznych	30	30	0	0	60	4	N	
2	MI	Metody sztucznej inteligencji w optymalizacji	15	15	0	0	30	4	T	
2	MI	Projektowanie i automatyzacja systemów pomiarowych w	30	0	30	30	90	5	T	

		lotnictwie								
2	MI	Systemy bezzałogowe	15	0	30	0	45	3	N	
2	MI	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	2	N	
2	MI	Układy automatyki w przemyśle lotniczym	30	0	30	0	60	4	N	
2	MI	Zintegrowane systemy pokładowe (S)	30	15	15	0	60	4	N	
3	DJ	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	MI	Czynnik ludzki	0	30	0	0	30	1	N	
3	MI	Seminarium dyplomowe (S)	0	0	0	15	15	1	N	
3	MI	Zaawansowane systemy sterowania lotem	30	0	15	0	45	2	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	75 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.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12

Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	106
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	16
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	27
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	10
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	35
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	68
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	58

3.2.2. Blok tematyczny: Pilotaż

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ML	Aerodynamika	15	0	15	0	30	2	N	
1	MI	Czynnik ludzki w lotnictwie	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Fizjologia i psychologia lotnicza	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Meteorologia	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Nawigacja	15	15	0	0	30	2	T	
1	MI	Nawigacja PBN	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Osiągi i planowanie lotu	15	30	0	0	45	3	T	
1	MI	Prawo i przepisy lotnicze	30	0	0	0	30	2	N	
1	MI	Procedury operacyjne	15	0	0	0	15	1	N	
1	MI	Samoloty klasy MEP(L)	0	15	0	0	15	1	N	
1	MI	Systemy radionawigacyjne	15	0	0	0	15	1	N	
1	MI	Współpraca w załozce wieloosobowej	15	30	0	0	45	3	N	

1	MI	Zintegrowane systemy pokładowe (C)	30	15	0	0	45	2	N	
2	MI	Angielska terminologia lotnicza ICAO 1	0	30	0	0	30	2	N	
2	MI	Bezpieczeństwo lotnicze	15	30	0	0	45	4	T	
2	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
2	ML	Mechanika lotu (C)	30	15	0	0	45	4	N	
2	ML	Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	30	0	0	15	45	3	N	
2	ML	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	15	30	0	0	45	4	T	
2	MI	Przygotowanie do lotów	0	15	0	0	15	1	N	
2	MI	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	2	N	
2	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	DL	Trening kondycyjny	0	30	0	0	30	0	N	
2	MI	Wybrane zagadnienia szkolenia lotniczego	15	15	0	0	30	2	N	
3	MI	Angielska terminologia lotnicza ICAO 2	0	30	0	0	30	2	T	
3	MI	Rejestracja i analiza parametrów lotu	30	15	15	0	60	3	N	
3	MI	Seminarium dyplomowe (C)	0	0	0	15	15	1	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	30 godz.

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	14
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	147
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	26
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	17
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	61
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	5
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	10
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	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	42
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	56

3.2.3. Blok tematyczny: Samoloty

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
---------	-------	-------------	--------	------------------------	--------------	------------------------	----------------	----------------	---------	--------

1	ML	Aerodynamika obiektów latających	30	15	15	0	60	4	N	
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	ML	Mechanika lotu (K)	30	15	15	0	60	5	T	
1	ML	Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	30	0	30	30	90	5	N	
1	ML	Technika kosmiczna (KBM)	30	0	0	15	45	3	N	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	ML	Aerodynamika dużych prędkości	15	0	15	15	45	3	T	
2	DJ	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Lotnicze struktury kompozytowe	30	0	30	0	60	3	N	
2	ML	Metoda elementów skończonych (K+M)	0	0	30	0	30	2	N	
2	ML	Metody optymalizacji w technice lotniczej	15	0	0	30	45	4	T	
2	ML	Podstawy astrodynamiki	15	0	0	15	30	2	T	
2	MI	Systemy bezzałogowe	15	0	30	0	45	3	N	
2	ML	Technika eksperymentu	0	0	30	0	30	2	N	
2	ML	Wytrzymałość struktur cienkościennych	30	15	15	0	60	5	T	
2	ML	Zmęczenie i diagnostyka struktur lotniczych	15	15	15	0	45	2	N	
3	DJ	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	

3	ML	Lotnicze zespoły napędowe	15	0	15	15	45	2	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	15	0	0	15	30	1	N	
3	ML	Seminarium dyplomowe (K)	0	0	0	15	15	1	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	75 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.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	14
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	112
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	9
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	15
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	14
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	4

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	25
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	83
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	30

3.2.4. Blok tematyczny: Silniki lotnicze

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	ML	Metoda elementów skończonych (B)	0	0	30	0	30	2	N	
1	ML	Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	30	0	30	30	90	5	N	
1	ML	Modelowanie osiągnięć silników lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
1	ML	Technika kosmiczna (KBM)	30	0	0	15	45	3	N	
1	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	15	0	30	2	N	
1	MD	Wymiana ciepła i masy	30	15	15	0	60	4	T	
2	ML	Aerodynamika dużych prędkości	15	0	15	15	45	3	T	
2	DJ	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Maszyny przepływowe	30	0	0	15	45	3	T	
2	ML	Mechanika lotu (B)	30	0	15	0	45	3	N	
2	ML	Metody optymalizacji	15	0	0	30	45	4	T	

		w technice lotniczej								
2	ML	Napędy statków kosmicznych	15	0	0	15	30	2	N	
2	ML	Projektowanie silników lotniczych	15	0	0	30	45	3	N	
2	ML	Spalanie i komory spalania	15	15	0	0	30	2	N	
2	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	ML	Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	30	15	15	0	60	3	T	
3	DJ	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Badanie zespołów napędowych	0	0	30	0	30	2	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu silników lotniczych	15	0	0	15	30	1	N	
3	ML	Seminarium dyplomowe (B)	0	0	0	15	15	1	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	75 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.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.


Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	16
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	126
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	19
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	20
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	80
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	51

3.2.5. Blok tematyczny: Śmigłowce

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ML	Aerodynamika obiektów latających	30	15	15	0	60	4	N	
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	ML	Budowa śmigłowców	30	15	15	0	60	5	T	
1	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	

1	ML	Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	30	0	30	30	90	5	N	
1	ML	Technika kosmiczna (KBM)	30	0	0	15	45	3	N	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	DJ	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MA	Diagnostyka układów mechanicznych	15	0	15	0	30	2	N	
2	ML	Dynamika lotu śmigłowców	15	0	0	15	30	2	N	
2	ML	Lotnicze struktury kompozytowe	30	0	30	0	60	3	N	
2	ML	Mechanika lotu śmigłowców	15	0	0	15	30	2	T	
2	ML	Metoda elementów skończonych (K+M)	0	0	30	0	30	2	N	
2	ML	Metody optymalizacji w technice lotniczej	15	0	0	30	45	4	T	
2	ML	Systemy napędów i transmisji 1	30	0	15	15	60	4	N	
2	ML	Wytrzymałość struktur cienkościennych	30	15	15	0	60	5	T	
2	ML	Zmęczenie i diagnostyka struktur lotniczych	15	15	15	0	45	2	N	
3	DJ	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu śmigłowców	15	0	0	15	30	1	N	
3	ML	Seminarium dyplomowe (M)	0	0	0	15	15	1	N	
3	MK	Systemy napędów i transmisji 2	15	0	30	0	45	2	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	73 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.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	14
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	106
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	20
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	13
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	25
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	96
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	40

3.2.6. Blok tematyczny: Zarządzanie ruchem lotniczym

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FF	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	MI	Inteligentne systemy decyzyjne	30	0	0	30	60	4	N	
1	MI	Korespondencja lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
1	MI	Porty lotnicze	30	0	15	15	60	4	T	
1	MI	Prawo lotnicze 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	MI	Systemy pokładowe	30	15	0	0	45	3	N	
1	MI	Systemy radiowe	30	0	15	0	45	3	T	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	DJ	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MI	Czujniki i układy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
2	ML	Mechanika lotu statków powietrznych	30	15	15	0	60	4	N	
2	MI	Nawigacja (Z)	30	0	30	0	60	5	T	
2	MI	Prawo lotnicze 2	30	0	0	0	30	2	N	
2	MI	Rejestracja i analiza parametrów lotu (Z)	30	15	15	0	60	4	N	
2	MI	Sterowanie ruchem lotniczym	30	15	15	15	75	5	T	
2	MI	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	2	N	
3	DJ	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	MI	Czynnik ludzki w organizacji ruchu lotniczego	0	30	0	0	30	1	N	

3	MI	Osiągi statków powietrznych	30	15	0	0	45	2	T	
3	MI	Seminarium dyplomowe (Z)	0	0	0	15	15	1	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	66 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.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	79 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	123
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	28
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	10
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	29
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	5

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	37
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	63

3.3 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 na stronie wydziału.

Aerodynamika	K_W04, K_W06, K_U07, K_U08, K_U10
<p>• 1. Płaskie przepływy potencjalne: Dekompozycja zagadnienia opływu profilu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Pojęcie potencjału prędkości, ruch bezwirowy. Elementarne osobliwości hydrodynamiczne: źródło, wir, dipol. Metoda panelowa z liniowym wirów. Laminarna i turbulentna warstwa przyścienna. Równania Prandtla i von Kármána dla warstwy przyściennej. Przejście laminarno-turbulentne. Metoda Head'a dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny, klasyfikacja składowych oporu aerodynamicznego w świetle zasady pędu. Charakterystyki aerodynamiczne profilu. Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: funkcja Theodorsena i przeciągnięcie dynamiczne. Histereza aerodynamiczna. Efekt Küssnera. • Płat o skończonym wydłużeniu: Uprozczone metody szacowania odchylenia strug za płatem i ich wpływ płata na usterzenie. Wpływ ziemi. Teoria powierzchni nośnej: metody siatki wirowej VLM i GVL. Osobliwości opływu płatów o bardzo małym wydłużeniu: skrzydło delta, ostrołukowe i pasmowe, nośność wirowa. Informacja o metodach panelowych dla brył trójwymiarowych. • Aerodynamika dużych prędkości: Jednowymiarowe przepływy izentropowe. Ścisłość. Równanie ciągłości dla jednowymiarowego przepływu ściśliwego. Równanie Bernoulliego dla przepływów izentropowych. Liczba Macha. Zależności pomiędzy parametrami krytycznymi i spiętrzenia a parametrami przepływu. Przepływ czynnika ściśliwego przez kanały. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Laval. Pomiar prędkości sondą Prandtla w zakresie prędkości poddźwiękowych. Wpływ wysokości lotu na liczbę Ma. Wpływ liczby Macha na: charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata: $C_Z(\alpha)$, C_{Zmax}, C_X, wędrówka środka parcia. Poprawki: Prandtla-Glauerta i von Kármána-Tsien. Wpływ kąta natarcia, grubości płata nośnego, kąta skosu płata. • Reguła pół. Ciało o minimalnym oporze falowym (Searsa-Hacka). Krytyczna liczba Macha dla profilu. Stożek Macha. Wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływów podkrytycznych i transonicznych. Fale rozrzedzeniowe (Macha). Fale uderzeniowe: prostopadłe i skośne. Biegunowa skośnej fali uderzeniowej, Opór falowy, Oderwanie warstwy przyściennej na skutek oddziaływania fali uderzeniowej („Shock stall”). Profil nadkrytyczny: wady i zalety, wpływ kształtu profilu na fale uderzeniowe, Środki podejmowane celem podniesienia Makr. Nagrzewanie aerodynamiczne przy prędkościach naddźwiękowych. • 1. Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu lotniczym z uwzględnieniem ściśliwości /obliczenia komputerowe 2. Pomiar oporu metodą Jonesa /pomiar tunelowe; 3. Pomiar ciągu śmigła metodą impulsową / pomiar tunelowe 4. Charakterystyki aerodynamiczne płata nośnego: obliczenia metodą VLM /obliczenia komputerowe 5. Charakterystyki aerodynamiczne płata nośnego: obliczenia metodą panelową /obliczenia komputerowe 6. Charakterystyki skrzydła „delta” i wizualizacja olejowa / pomiar tunelowe 7. Analogia płytkiej wody dla przepływów ściśliwych</p>	
Aerodynamika dużych prędkości	K_W05, K_W06, K_U01, K_U08, K_U15, K_U16
<p>• Przepływy ściśliwe I: Zlinearyzowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla ośrodka ściśliwego. Rozkłady ciśnienia na profilu. Wzory Ackereta. Teoria cienkiego płata w przepływie naddźwiękowym: Naddźwiękowa i poddźwiękowa krawędź natarcia. Strefy wpływu. Metoda powierzchni nośnej dla płatów w przepływie naddźwiękowym. Dekompozycja opływu płata na opływ szkieletowej i formy symetrycznej. Rozkłady obciążeń. Opływ bryły osiowosymetrycznej strumieniem naddźwiękowym: Opór falowy. Reguła równoważności. Oswaitisha-Kuene-Warda. „Reguła pół” Whitcomba. Bryła o minimalnym oporze falowym • Przepływy ściśliwe II: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Opływ brył smukłych i zatępionych strumieniem hipersonicznym. Jonizacja ośrodka, Teorie Newtona i Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Hipoteza stożków stycznych. Hipersoniczna warstwa przyścienna. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał i metody jego redukcji • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: cienki profil w przepływie nieustalonym. Funkcja Theodorsena.</p>	

Efekt Küssnera. Przeciągnięcie dynamiczne. • Przepływy poddźwiękowe - zastosowanie poprawki Prandtla - Glauerta • około- i naddźwiękowy przepływ przez dyszę zbieżno-rozbieżną • Obliczenia rozkładu, prędkości ciśnienia, temperatury, na profilu w przepływie naddźwiękowym z wykorzystaniem teorii skośnych fal uderzeniowych i metody charakterystyk. • Obliczenia rozkładu obciążenia dla brył tępych w przepływie hipersonicznym • Wizualizacja przepływów ściśliwych metodą smugową • Rozkład parametrów przepływu w naddźwiękowym przepływie przez dyszę de Laval'a • Naddźwiękowy opływ zaokrąglonej krawędzi natarcia • Skośna fala uderzeniowa • Opływ Prandtla- Meyera • Naddźwiękowy opływ profilu rombego • Badanie przepływów naddźwiękowych metodą analogii płytkiej wody	
Aerodynamika obiektów latających	K_W01, K_W04, K_W06, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_K01
<p>• Teoria płaskich przepływów ściśliwych - prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, przepływ Prandtla- Mayera, biegunowa fali uderzeniowej • Metoda charakterystyk, trójwymiarowe przepływy ściśliwe • Przepływy ściśliwe I: Zlinearyzowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla ośrodka ściśliwego. Rozkłady ciśnienia na profilu. Wzory Ackereta. Teoria cienkiego płata w przepływie naddźwiękowym: Naddźwiękowa i poddźwiękowa krawędź natarcia. Strefy wpływu. Metoda powierzchni nośnej dla płatów w przepływie naddźwiękowym. Dekompozycja opływu płata na opływ szkieletowej i formy symetrycznej. Rozkłady obciążeń. Opływ bryły osiowosymetrycznej strumieniem naddźwiękowym: Opór falowy. Reguła równoważności. Oswaitisha-Kuene-Warda. „Reguła pól” Whitcomb'a. Bryła o minimalnym oporze falowym • Przepływy ściśliwe II: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Opływ brył smukłych i zatępionych strumieniem hipersonicznym. Jonizacja ośrodka, Teorie Newtona i Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Hipoteza stożków stycznych. Hipersoniczna warstwa przyścienna. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał i metody jego redukcji • Obliczanie parametrów prostopadłej fali uderzeniowej • Obliczanie charakterystyk skośnej fali uderzeniowej • Metoda charakterystyk • Obliczenia rozkładu, prędkości ciśnienia, temperatury, na profilu w przepływie naddźwiękowym z wykorzystaniem teorii skośnych fal uderzeniowych i metody charakterystyk. • Obliczenia rozkładu obciążenia dla brył tępych w przepływie hipersonicznym • Wizualizacja z wykorzystaniem fotografii smugowej • Rozkład ciśnienia w dyszy de Laval'a • Opływ ciał z zaokrągloną krawędzią natarcia • Naddźwiękowy opływ naroża wypukłego • Opływ ciała z ostrą krawędzią natarcia - opływ naroża wklęsłego • Badanie przepływów naddźwiękowych metodą analogii płytkiej wody • Naddźwiękowy opływ cienkiego profilu lotniczego</p>	
Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
<p>• Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia - ćwiczenia leksykalne. • Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie – kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja - wyrażanie opinii na dany temat. • Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis – technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu. • Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu. • Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar. • Jakość produktu – zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego. • Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne. • Rodzaje łączeń i mocowań – ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo. • Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo. • Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku – wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330.</p>	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<p>• Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Powierzchnie sterowe. Czytanie, słuchanie, słownictwo. • Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik turbośmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie,</p>	

mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05
• Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo. • Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne.	
Angielska terminologia lotnicza ICAO 1	K_W06, K_U05
• Nauka posługiwania się podstawową terminologią lotniczą ICAO na do poziomu 3 ICAO	
Angielska terminologia lotnicza ICAO 2	K_W06, K_U05
• Nauka posługiwania się podstawową terminologią lotniczą ICAO na do poziomu 3 ICAO	
Badanie zespołów napędowych	K_W05, K_U07, K_U08, K_U16
• Wprowadzenie do problematyki badań silników lotniczych • Stanowisko badawcze silnika tłokowego i wyznaczanie charakterystyk lotniczych silników tłokowych • Badania lotniczych silników elektrycznych • Stanowiska badawcze i wyznaczanie charakterystyk lotniczych silników turbinowych • Wyznaczanie charakterystyki sprężarki • Pomiar hałasu i składu spalin silników lotniczych	
Bezpieczeństwo lotnicze	K_W09, K_U16, K_K01
• Ogólne zasady powstawania wypadków lotniczych • Dokumenty i zasady obowiązujące podczas badania zdarzeń lotniczych • Wpływ zachowań człowieka na bezpieczeństwo operacji lotniczych • Zasady analizy wypadków i zdarzeń lotniczych	
Budowa śmigłowców	K_W06, K_W08, K_U09, K_K03
• Podstawowe podzespoły śmigłowca. • Układy konstrukcyjne płatowca. Budowa płatowca śmigłowcowego. • Układy i instalacje śmigłowca. • Wyposażenie pokładowe śmigłowców. • Podstawy eksploatacji śmigłowców, obsługi naziemnej, serwisu i wykrywania awarii i uszkodzeń. • Układy wlotowe zespołu napędowego.	
Czujniki i układy pomiarowe	K_W05, K_W06, K_U05, K_U11, K_K05
• Metody pomiarowe. Podstawowe narzędzia pomiarowe. Rodzaje i analiza błędów w pomiarach. Błędy statyczne i dynamiczne i propagacja błędów w układzie pomiarowym. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe. • Sygnał w dziedzinie częstotliwości. Szumy i filtracja sygnału analogowego i cyfrowego, charakterystyki częstotliwościowe. Pomiary oscyloskopowe. • Pomiary wybranych wielkości fizycznych wykorzystywanych w lotnictwie - metody pomiarowe, czujniki i układy współpracujące, sprawdzanie i kalibracja układu pomiarowego • Systemy wizyjne i akustyka w pomiarach.	
Czynnik ludzki	K_W09, K_K01
• Zajęcia wstępne - ogólna charakterystyka i przedstawienie "parszywej dwunastki" oraz modelu "SHELL" • Zmysł słuchu. Budowa ucha. Badania charakterystyki słyszalności (audiogram). • Zmysł wzroku. Budowa oczu. Badania widzenia fotopowego i skotopowego, stereoskopowego, iluzje optyczne i ich wpływu na bezpieczeństwo w lotnictwie. • Pamięć. Badania pamięci krótkotrwałej • Relacje człowiek-maszyna. Badanie właściwości człowieka jako operatora statków powietrznych (m.in. czas reakcji, precyzji sterowania). • Czynniki wpływające na osiągi człowieka (omówienie zagadnień związanych ze zmianą wysokości, temperaturą, promieniowaniem etc.) • Wpływ stresu na wydajność człowieka • Metody komunikacji i ich wpływ na zdolność do prawidłowego wykonania zadań. • Współpraca w załodze wieloosobowej i budowanie zespołu • Podsumowanie zajęć, Q&A, wystawienie ocen końcowych.	
Czynnik ludzki w lotnictwie	K_W09
• 040 03 00 00 Podstawy psychologii lotniczej. Przewodzenie i podporządkowanie: cechy przywódcy, typy przywództwa, cechy efektywnego przywódcy, nieefektywność przywódcy – cechy, Role członków załogi w kokpicie. Rodzaje współpracy w kokpicie. Powstawanie błędów: sposób powstawania błędów, łańcuch błędów, poziomy błędów, Wpływ grupy. Automatyzacja: cele, problemy, wymagania operacyjne, Zadania załogi. Proces uczenia się. Cykle i formy uczenia się. CRM: wstęp do CRM, cele szkoleń CRM.	
Czynnik ludzki w organizacji ruchu lotniczego	K_W09, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Zajęcia wstępne - ogólna charakterystyka i przedstawienie "parszywej dwunastki" oraz modelu "SHELL" • Zmysł słuchu. Budowa ucha. Badania charakterystyki słyszalności (audiogram). • Zmysł wzorku. Budowa oczu. Badania widzenia fotopowego i skotopowego, stereoskopowego, iluzje optyczne i ich wpływu na bezpieczeństwo w lotnictwie. • Pamięć. Badania pamięci krótkotrwałej • Relacje człowiek-maszyna. Badanie właściwości człowieka jako operatora statków powietrznych (m.in. czas reakcji, precyzji sterowania). • Czynniki wpływające na osiągi człowieka (omówienie zagadnień związanych ze zmianą wysokości, temperaturą, promieniowaniem etc.) • Wpływ stresu na wydajność człowieka • Metody komunikacji i ich wpływ na zdolność do prawidłowego wykonania zadań. • Współpraca w załodze wieloosobowej i budowanie zespołu • Podsumowanie zajęć, Q&A, wystawienie ocen końcowych. 	
Diagnostyka układów mechanicznych	K_W07, K_U07, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wprowadzające. Diagnostyka. Cele diagnostyki. Wibrodiagnostyka maszyn. Rola diagnostyki układów mechanicznych w przemyśle. Zarządzanie danymi diagnostycznymi. Problem formatu danych diagnostycznych. Systemy i programy do wspomagania diagnostyki układów mechanicznych. Czynniki ludzkie a skuteczność diagnostyki układów. Sygnały diagnostyczne i ich wybór. Sygnały skorelowane. Monitorowanie stanu maszyn. Progi alarmowe. Problem fałszywych alarmów. • Metody przetwarzania i analizy sygnałów w diagnostyce. Rodzaje sygnałów. Analiza sygnałów w dziedzinie czasu. Obwiednia sygnału. Zastosowanie metod statystycznych i transformaty Fouriera w diagnostyki układów mechanicznych. Analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości i rzędów. Związek pomiędzy strukturą maszyny a widmem częstotliwości/rzędów. • Elementy składowe układów mechanicznych: napędy elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne, przekładnie zębate, łożyska, pompy, wentylatory, sprzęgła, wały i wirniki, przewody, okablowanie, elementy złączne. Typowe uszkodzenia tych elementów. • Diagnostyka łożysk tocznych. Typowe uszkodzenia łożysk tocznych. Dziewięć etapów uszkodzenia łożysk tocznych i ich symptomy. Diagnostyka uszkodzeń łożysk tocznych. • Diagnostyka przekładni zębatych: wibrodiagnostyka, diagnostyka termiczna, diagnostyka olejowa. Analiza drgań przekładni zębatych. Typowe uszkodzenia przekładni zębatych i ich symptomy. • Diagnostyka zespołów napędowych z uwzględnieniem uszkodzeń podzespołów, luzów, nieosiowości, niewyważenia. • Diagnostyka uszkodzeń statycznych elementów maszyn jak obudowy, korpusy, ramy. • Zaliczenie wykładu • Zapoznanie ze stanowiskami dydaktycznymi i badawczymi do diagnostyki maszyn: struktura systemów, sygnały diagnostyczne. • Pomiar drgań maszyn. Analiza sygnału w dziedzinie czasu. Wyznaczanie miar sygnałów: średnia, wariancja, odchylenie standardowe, wartość skuteczna, moment 3-go rzędu, skośność, kurtoza, współczynnik szczytu, współczynnik kształtu. Uśrednianie koherentne. Filtracja dolnoprzepustowa, górnoprzepustowa i pasmowoprzepustowa. Obwiednia sygnału. Interpretacja wyników analizy sygnałów. • Analiza sygnału w dziedzinie częstotliwości. Widmo częstotliwości sygnału. Widmo częstotliwości obwiedni sygnału. Widmo rzędów. Uśrednianie widma. Interpretacja wyników analizy. • Diagnostyka łożysk tocznych. Analiza trendów. Analiza charakterystycznych częstotliwości uszkodzeń. • Diagnostyka przekładni zębatych. Analiza charakterystycznych częstotliwości uszkodzeń. • Diagnostyka zespołów napędowych z uwzględnieniem uszkodzeń podzespołów, luzów, nieosiowości, niewyważenia. 	
Dynamika lotu śmigłowców	K_W05, K_W06, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> • Parametry lotu ustalonego. Równowaga śmigłowca • Równania ruchu śmigłowca • Pochodne aerodynamiczne • Stateczność dynamiczna • Sterowność śmigłowca • Równowaga śmigłowca • Pochodne aerodynamiczne śmigłowca • Stateczność dynamiczna śmigłowca • Sterowność śmigłowca 	
Dynamika lotu statków powietrznych i kosmicznych	K_W05, K_W06
<ul style="list-style-type: none"> • Równowaga podłużna samolotu. • Podłużna stateczność statyczna samolotu. • Boczna i kierunkowa stateczność statyczna samolotu. • Sterowność samolotu. • Równania ruchu samolotu. • Metody rozwiązywania równań ruchu samolotu. • Siły działające na samolot w nieustalonych stanach lotu. • Stateczność dynamiczna podłużna. • Stateczność dynamiczna boczna i kierunkowa. • Podstawy mechaniki orbitalnej. Podstawowe pojęcia. • Manewry orbitalne. • Loty międzyplanetarne. 	
Fizjologia i psychologia lotnicza	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> • Stres : definicja i rodzaje stresu, skutki stresu, stresory, zależność między motywacją a wydajnością, fizyczne i psychiczne skutki stresu, zarządzanie stresem. • Proces przetwarzania informacji przez człowieka: zmysły, postrzeganie, podejmowanie decyzji, pamięć krótkotrwała i jej ograniczenia oraz błędy, pamięć długotrwała i jej ograniczenia oraz błędy, pamięć motoryczna i jej ograniczenia oraz błędy. • Świadomość sytuacyjna: informacje ogólne, cechy charakteru wpływające na świadomość sytuacyjną, poziomy świadomości sytuacyjnej, sposoby zwiększania świadomości sytuacyjnej, utrata świadomości sytuacyjnej. • Komunikacja : efektywność komunikacji, skutki słabej komunikacji, typy komunikacji i ich cechy, status, rola i możliwości uczestników komunikacji, atmosfera w kokpicie, konflikt, poziomy komunikacji. • Podejmowanie decyzji: charakterystyka procesu podejmowania decyzji modele procesu 	

podejmowania decyzji indywidualnych, czynniki wpływające na podejmowanie decyzji. • Zachowanie i motywacja: model zachowań Rasmussena, motywacja. • Osobowość: inteligencja, osobowość, zachowanie, samoocena, mechanizmy obronne, style zachowań, asertywność, język ciała.	
Fizyka współczesna	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Równania Maxwella, fale elektromagnetyczne, równanie fal elektromagnetycznych, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. Zjawisko Comptona. Korpuskularno-falowa struktura materii, hipoteza de Broglie'a, doświadczenie Davissona-Germara, zasada nieoznaczoności Heisenberga. • Funkcja falowa, interpretacja funkcji falowej, równanie Schrodingera, kwantowanie wielkości fizycznych, atomy wieloelektronowe, zasada Pauliego, promienie X, lasery. Kwantowa transmisja informacji (kubity, kudity). Idea komputera kwantowego. • Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równowaga masy i energii. Energetyka jądrowa. Promieniowanie jonizujące - charakterystyka i rodzaje, wpływ na organizmy żywe. • Najpiękniejsze eksperymenty fizyki i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia. 	
Inteligentne systemy decyzyjne	K_W04, K_W05, K_U05, K_U08, K_U10, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Sztuczna inteligencja. Systemy ekspertowe: struktura, proces tworzenia, metody reprezentacji wiedzy. • Wnioskowanie w systemach ekspertowych. Generowanie reguł decyzyjnych za pomocą algorytmu ID3. • Teoria zbiorów rozmytych, systemy wnioskowania rozmytego. • Teoria zbiorów przybliżonych i jej zastosowanie do budowy systemów decyzyjnych. • Niesymboliczna reprezentacja wiedzy: sztuczne sieci neuronowe. • Inteligentne systemy hybrydowe. Podsumowanie wykładu. • Sprawdzian. • Regułowo-modelowe systemy ekspertowe: studiowanie dokumentacji oprogramowania, praktyczna realizacja zaproponowanego systemu. • Praktyczne wykorzystanie algorytmu ID3 do tworzenia optymalnego drzewa decyzyjnego. • Systemy wnioskowania rozmytego: rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem pojęć teorii zbiorów rozmytych, omówienie zastosowań w lotnictwie. • Wnioskowanie z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych: omówienie zastosowań praktycznych, studiowanie dokumentacji oprogramowania, analiza tablic decyzyjnych i generowanie reguł decyzyjnych. • Sztuczne sieci neuronowe i hybrydowe systemy sztucznej inteligencji: omówienie zastosowań praktycznych z uwzględnieniem lotnictwa. • Omówienie sprawozdań. Dyskusja podsumowująca zajęcia projektowe. Poprawy. 	
Inteligentne systemy obliczeniowe w lotnictwie	K_W04, K_W05, K_U05, K_U08, K_U10, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Sztuczna inteligencja. Systemy ekspertowe: struktura, proces tworzenia, metody reprezentacji wiedzy. • Wnioskowanie w systemach ekspertowych. Generowanie reguł decyzyjnych za pomocą algorytmu ID3. • Teoria zbiorów rozmytych, systemy wnioskowania rozmytego. • Teoria zbiorów przybliżonych i jej zastosowanie do budowy systemów decyzyjnych. • Sprawdzian I. • Niesymboliczna reprezentacja wiedzy: sztuczne sieci neuronowe. • Podsumowanie wykładu. • Sprawdzian II • Regułowo-modelowe systemy ekspertowe: studiowanie dokumentacji oprogramowania. Praktyczna realizacja zaproponowanego systemu. • System wnioskowania rozmytego: omówienie zastosowań w lotnictwie, studiowanie opisu pakietu programowego, praktyczna realizacja zaproponowanego systemu. • Wnioskowanie z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych: omówienie zastosowań praktycznych, studiowanie dokumentacji oprogramowania i jego zastosowanie do analizy tablic decyzyjnych i generowania reguł decyzyjnych. • Sztuczne sieci neuronowe: omówienie zastosowań praktycznych, studiowanie dokumentacji oprogramowania do tworzenia sieci, praktyczna realizacja komputerowa sieci o różnej architekturze. • Omówienie sprawozdań. Dyskusja podsumowująca zajęcia laboratoryjne. Poprawy. 	
Korespondencja lotnicza	K_W09, K_U15, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenia i infrastruktura do prowadzenia łączności lotniczej • Zasady prowadzenia głosowej i niegłosowej korespondencji lotniczej i utrzymywania łączności ze statkiem powietrznym 	
Lotnicze struktury kompozytowe	K_W05, K_W08, K_W09, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wstęp. Materiały kompozytowe. Wady i zalety. • Kompozyty zbrojone włóknami. Rodzaje i właściwości włókien. Rodzaje i właściwości matryc. • Wytwarzanie kompozytów zbrojonych włóknami. • Budowa kompozytu. Laminat jedno- i wielokierunkowy. Rodzaje splotów tkanin i sposoby ich ułożenia. • Związki konstytutywne dla materiałów ortotropowych. • Wyznaczanie stałych materiałowych. Materiał ortotropowy w płaskim stanie naprężenia. • Płaski stan naprężenia - konfiguracja nieosiowa. • Naprężenia i odkształcenia w kompozycie warstwowym. • Kryteria wytrzymałościowe. • Sposób obciążenia a rozkład i układ zbrojenia elementu kompozytowego. • Analiza rozwiązań konstrukcyjnych w lotnictwie. • Analiza rozwiązań konstrukcyjnych w lotnictwie - przykłady. • Struktury przekładkowe. • Wprowadzanie sił skupionych. Łączenie elementów kompozytowych. • Naprawy struktur kompozytowych. Recykling. • Metody wytwarzania kompozytów (kontaktowa, infuzja, RTM, prepregi). • Obróbka mechaniczna. Wyznaczanie właściwości składników i kompozytu. Oprzyrządowanie - foremniki. Naprawy kompozytów. Teoria laminacji 	

- zajęcia obliczeniowe.	
Lotnicze zespoły napędowe	K_W08, K_W09, K_U01, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> • Historia i tendencje rozwojowe silników lotniczych • Rozwój silników tłokowych • Rozwój silników turbinowych • Akty prawne wymuszające zmianę w konstrukcji silników lotniczych • Sprawdzian zaliczeniowy • Ćwiczenia rachunkowe z oceny uwarunkowań eksploatacyjnych silnika tłokowego i turbinowego • Projekty z zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych • Projekty z zakresu zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych • Projekty z zakresu rozwoju technik eksploatacji silnika • Laboratorium z zakresu rozwoju konstrukcji lotniczych 	
Maszyny przepływowe	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> • Relacje określające wartość współczynnika zmniejszenia mocy dla różnych kształtów łopatek wirnika sprężarki promieniowej. Odmiany konstrukcyjne dyfuzorów. Równania przepływu przez kolektor i dyfuzor rurkowy. Typy konstrukcyjne układów wylotowych sprężarki promieniowej. Dwustopniowe sprężarki promieniowe - budowa i zasada działania. Przewał i kanał nawrotny. Charakterystyczne parametry i wskaźniki stopnia sprężarki osiowej. Warunki równowagi promieniowej strumienia. Typy prerotacji. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wieńca wirnikowego w osiowym stopniu sprężającym ze zmienną pracą wzdłuż łopatki. Profilowanie łopatek i typowe profile sprężarkowe. Sprawność stopnia turbiny. Rozkład parametrów strumienia wzdłuż łopatek stopnia turbiny. Wielostopniowe turbiny reakcyjne. Metody wyznaczania charakterystyk turbiny. Chłodzenie łopatek turbin. • Interpretacja termodynamiczna pracy wlotu w locie poddźwiękowym i w miejscu. Parametry strumienia na wlocie i wylocie I-go i II-go stopnia dwustopniowej sprężarki promieniowej. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego ze stałą pracą wzdłuż łopatki. Przepływ przestrzenny i mechanizm przepływów wtórnych w palisadzie o skończonej wysokości łopatki. Rozkład parametrów strumienia wzdłuż łopatek stopnia turbiny. 	
Mechanika lotu (K)	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U08, K_U10, K_U15, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Atmosfera fizyczna, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, model atmosfery niestandardowej • Siły działające na samolot w locie. Prędkości charakterystyczne. • Lotnicze zespoły napędowe • Osiągi przelotowe samolotu (SAR, SE) • Scenariusze realizacji przelotu • Optymalne parametry przelotowe • Zasięg i długotrwałość lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym. • Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. • Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu. • Start i lądowanie samolotu. Ogólne informacje • Start samolotu. Start przerwany. • Lądowanie samolotu. • Osiągi manewrowe samolotu. • Osiągowe planowanie lotu. 	
Mechanika lotu (B)	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U08, K_U15, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Charakterystyki atmosfery, atmosfera standardowa, warunki niestandardowe, wysokość ciśnieniowa. Pomiar wysokości i prędkości lotu - machometr. • Siły aerodynamiczne działające na samolot, minimalny opór aerodynamiczny, prędkość VMD, minimalna moc niezbędna, prędkość minimalnej mocy VemP. Zależności aerodynamiczne, biegunowa analityczna, doskonałość aerodynamiczna. • Charakterystyki osiągowie lotniczych zespołów napędowych. Zużycie paliwa. Wpływ czynników zewnętrznych oraz poziomu mocy. Modele obliczeniowe zespołów napędowych. • Osiągi przelotowe: zasięg jednostkowy (SAR), jednostkowa długotrwałość lotu (SE). SAR oraz SE dla samolotu z napędem odrzutowym. Scenariusze realizacji przelotu. • Analiza charakterystyk przelotowych samolotu z napędem odrzutowym dla scenariuszy: 1) Cruise-Climb, 2) $M=\text{const}$, $\alpha=\text{const}$, 3) $p=\text{const}$, $M=\text{const}$. • Optymalne parametry przelotowe samolotu z napędem odrzutowym dla 3 analizowanych scenariuszy. Porównanie scenariuszy realizacji przelotu. Wpływ masy, wysokości przelotowej i temperatury na zasięg. • Zasięg i długotrwałość lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym. • Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. • Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu. • Start i lądowanie samolotu. Ograniczenia samolotu wpływające na charakterystyki osiągowie w fazie startu i lądowania: ograniczenia masy, ograniczenia środowiskowe, ograniczenia zespołu napędowego, ograniczenia pasa startowego. • Start samolotu: fazy, analiza prędkości, ograniczenia pasa, czynniki zewnętrzne, siły działające na samolot, niezbędna długość drogi startowej. • Lądowanie samolotu: fazy, oszacowanie długości lądowania, wpływ czynników zewnętrznych. • Osiągi manewrowe samolotu. Obwiednia możliwości manewrowych samolotu. Analiza manewrów podłużnych i bocznych, osiągi manewrowe samolotu transportowego. • Szacowanie osiągow samolotu na podstawie pomiarów w locie. Wyznaczenie osiągow przelotowych, w fazie wznoszenia i schodzenia oraz w trakcie startu i lądowania. • Planowanie lotu: wykorzystanie danych osiągowych, wymagania certyfikacyjne, zestawienie najważniejszych charakterystyk osiągowych, zależność masy handlowej od zasięgu, procedury operacyjne, przykłady zastosowania. • Modelowanie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza 	

standardowych. • Modelowanie charakterystyk osiągowych i zużycia paliwa lotniczych zespołów napędowych. • Modelowanie lotu samolotu w fazie przelotowej. • Modelowanie wybranych fragmentów lotu samolotu w fazie wznoszenia lub schodzenia z wysokości przelotowej. Modelowanie przelotu samolotu. • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (warunki pasa, warunki pogodowe). • Modelowanie matematyczne wybranych manewrów symetrycznych i niesymetrycznych samolotu. • Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniach w locie.	
Mechanika lotu (C)	K_W05, K_W06, K_U01, K_U08, K_U15, K_U16
• Równowaga podłużna samolotu. • Podłużna stateczność statyczna samolotu. • Boczna i kierunkowa stateczność statyczna samolotu. • Sterowność samolotu. • Równania ruchu samolotu. • Metody rozwiązywania równań ruchu samolotu. • Siły działające na samolot w nieustalonych stanach lotu. • Stateczność dynamiczna podłużna. • Stateczność dynamiczna boczna i kierunkowa.	
Mechanika lotu śmigłowców	K_W05, K_W06, K_U09, K_U11
• Praca wirnika nośnego śmigłowca. Teoria elementu łopaty. • Ciąg i moc wirnika nośnego • Osiągi śmigłowca- zawis, lot pionowy • Osiągi śmigłowca - lot poziomy • Przelotowe osiągi śmigłowca • Osiągi śmigłowca w autorotacji • Czynniki aerodynamiczne wpływające na osiągi śmigłowca • Osiągi manewrowe śmigłowca • Charakterystyki aerodynamiczne wirnika nośnego śmigłowca • Moc niezbędna i moc rozporządzalna śmigłowca • Osiągi przelotowe śmigłowca • Analiza misji śmigłowca • Możliwości manewrowe śmigłowca.	
Mechanika lotu statków powietrznych	K_W06, K_U15, K_K05
• Równowaga podłużna samolotu. • Podłużna stateczność statyczna samolotu. • Boczna i kierunkowa stateczność statyczna samolotu. • Równania ruchu samolotu. • Siły działające na samolot w nieustalonych stanach lotu. • Stateczność dynamiczna podłużna. • Stateczność dynamiczna boczna i kierunkowa. • Manewry samolotu • Start i lądowanie samolotu	
Meteorologia	K_W05, K_U01, K_U04, K_U05, K_K01
<p>• 1. Wiatr a. Wiatry lokalne (występowanie i mechanizm powstawania): - Bryzy morskie i lądowe - Wiatry anabatyiczne i katabatyiczne - Wiatry orograficzne, fen - Wiatry dolinowe - Wpływ łańcucha górskiego na wiatr - Low - leveljet b. Wiatry w wyższych warstwach atmosfery: - Cyrkulacja w górnych warstwach atmosfery - Prądy strumieniowe (jetstreams), występowanie, własności, budowa, przecinanie w locie: - Sub – tropikalny - Polarny - Równikowy - Jet stream występujący na froncie polarnym - Turbulencja w czystym powietrzu (CAT), występowanie, sposoby unikania • 2. Klimatologia a. Klimatologia: - Model globalnej cyrkulacji - Strefy klimatyczne - Globalny rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Globalny rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Globalny rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Globalny rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Położenie tropikalnej strefy konwergencji, zmiany roczne b. Ruchy mas powietrza i prądy oceaniczne: - Ruchy mas powietrza: - Mistral - Bora - Etesian, meltemi - Regale - Levantem - Vendeale - Sirocco - Haboob - Harmatan - Simoon - Norwester - Shamal - Sumatras - Monsun zimowy - Monsun letni - Monsun wschodnioazjatycki - Blizzard, buran - Chinook - Pampero - Zonda - Brickfielder - Southerly buster - Ogólna charakterystyka głównych prądów oceanicznych c. Burze tropikalne i tornada: - Powstawanie - Rodzaje i miejsce występowania: - Huragan - Cyklon - Tajfun - Tornado d. Mikroklimat: - Europa: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Rejon morza śródziemnego: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Rejon północnego Atlantyku i Ameryka Północna: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Afryka: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Azja: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Australia i rejon Pacyfiku: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza,</p>	

<p>wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Ameryka Południowa i Karaiby: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe • 3. Meteorologiczne zagrożenia lotu a. Wysokościomierze: - Nastawa wysokościomierza - Błędy wysokościomierza - Błąd związany z nastawą ciśnienia - Poprawka temperaturowa - Błąd związany z lotem nad łańcuchem górskim - Minimalny poziom lotu b. Burze: - Warunki sprzyjające występowaniu - Rodzaje burz - Stadia rozwoju burzy - Superkomórki - Przemieszczanie się burzy - Linia szkwałów - Zagrożenia związane z burzą - Wykrywanie zagrożeń za pomocą radaru pogodowego c. Oblodzenie: - Warunki sprzyjające wystąpieniu oblodzenia - Wpływ oblodzenia na samolot - Intensywność oblodzenia - Przechłodzone krople wody - Proces powstawania oblodzenia - Rodzaje oblodzenia, warunki przy jakich występują - Czynniki wpływające na intensywność oblodzenia - Oblodzenie mające wpływ na silnik: - Oblodzenie przewodów paliwowych - Oblodzenie gaźnika w silniku tłokowym - Oblodzenie wlotu w silniku odrzutowym - Rodzaje instalacji przeciwooblodzeniowych i odlodzeniowych - Oblodzenie powstające na różnych elementach samolotu i ich wpływ na lot (śmigła, anteny, osłony radarów, szyby itd.) d. 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 - Mikroszkwiał, występowanie i wpływ na samolot - Turbulencja, czynniki sprzyjające występowaniu: -Aktywność termiczna terenu -Tarcie -Fale orograficzne -Inwersje • 4. Informacja meteorologiczna a. Mapy synoptyczne górnych warstw atmosfery: - Significantweather chart (SIGWX): - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie - Mapy wiatrów i temperatur: - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie</p>	
Metoda elementów skończonych (B)	K_W04, K_W06, K_U11
<p>• Modelowanie skomplikowanych elementów bryłowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modelowania bryłowego • Wstęp do analizy nieliniowej, zastosowanie materiałów o charakterystyce nieliniowej • Analiza zagadnień kontaktowych, modelowanie zespołów węzłów lotniczych struktur nośnych • Analiza wpływu rozszerzalności cieplnej materiału – termobimetały, wpływ rozszerzalności cieplnej na obciążenia konstrukcji • Analiza elementów wirujących • Analiza dynamiki konstrukcji – częstości i postacie drgań własnych • Modelowanie zespołów turbin oraz sprężarek • Modelowanie struktur cienkościennych</p>	
Metoda elementów skończonych (K+M)	K_W04, K_W06, K_U08
<p>• Modelowanie elementów struktur cienkościennych, modelowanie struktur półoskorupowych, poddanych działaniu ciśnienia oraz obciążeń gnących i skręcających • Modelowanie lotniczych struktur nośnych (model skrzydła, kadłuba, usterzenia) • Modelowanie skomplikowanych elementów bryłowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modelowania bryłowego • Wstęp do analizy nieliniowej, zastosowanie materiałów o charakterystyce nieliniowej • Analiza zagadnień kontaktowych, modelowanie zespołów węzłów lotniczych struktur nośnych • Analiza utraty stateczności elementów cienkościennych • Analiza wpływu rozszerzalności cieplnej materiału – termobimetały • Analiza elementów wirujących • Analiza dynamiki konstrukcji – częstości i postacie drgań własnych</p>	
Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W08, K_U08, K_U09, K_U16
<p>• Wprowadzenie do problematyki komputerowych systemów inżynierskich w lotnictwie • Omówienie metod numerycznych z wykorzystaniem narzędzi Matlab w zastosowaniu do zagadnień inżynierskich • Omówienie metodyki tworzenia własnych kodów numerycznych do rozwiązywania zagadnień numerycznych. • Analiza współczesnych systemów projektowania i narzędzi stosowanych w przemyśle lotniczym (Computer Aided Engineering, Mission Engineering, Design Engineering, MBE itp.) • Nabywanie umiejętności wykorzystywania narzędzi do obliczeń numerycznych do rozwiązywania zagadnień technicznych oraz tworzenia własnych narzędzi do obliczeń numerycznych • Nabywanie umiejętności wykorzystania złożonych systemów numerycznych i narzędzi do rozwiązywania kompletnych zagadnień projektowych</p>	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_U09, K_U10, K_U14, K_U16
<p>• Omówienie typowych metod numerycznych oraz ich praktycznej aplikacji dla rozwiązywania zadań z zakresu projektowania, badań i eksploatacji techniki lotniczej • Praktyczna implementacja metod numerycznych do rozwiązywania zadań technicznych z zakresu projektowania, badań i eksploatacji konstrukcji lotniczych</p>	

Metody numeryczne w lotnictwie	K_W01, K_W04, K_W05, K_U08, K_U09, K_U16
<p>• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych. Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania. Metody rozwiązywania układów równań liniowych. Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania). Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie. Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych. • Zapoznanie ze środowiskiem pisania skryptów w języku wysokiego poziomu. Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej. Opracowanie programu rozwiązania układu równań liniowych. Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań. Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą. Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązywania zadań z eksploatacji. Obliczanie sumy skończonej liczby wyrazów rozwinięcia funkcji w szereg.</p>	
Metody optymalizacji w technice lotniczej	K_W03, K_W05
<p>• Wprowadzenie do optymalizacji • Optymalizacja konstrukcji lotniczych • Kryteria optymalizacyjne, ograniczenia • Optymalizacja wariantowa w systemach CAX • Optymalizacja topologiczna części lotniczych • Perspektywy i kierunki rozwoju optymalizacji konstrukcji z wykorzystaniem oprogramowań CAX. Zaliczenie • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu płaskownik • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu cienkościenna rura • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu układ stalowych prętów • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie wielowypustowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprężyna • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu węzeł łożyskowy • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu zginana belka • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu słup rurowy • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie spawane • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie sworzniowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprzęgło cierna • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie nitowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu przekładnia zębata</p>	
Metody sztucznej inteligencji w optymalizacji	K_W04, K_W05, K_U05, K_U08, K_U10, K_U16
<p>• Wprowadzenie do teorii optymalizacji: złożoność obliczeniowa, problemy kombinatoryczne, problemy P, NP, NP-trudne, NP-zupełne, metaheurystyka. • Algorytmy ewolucyjne. • Symulowane wyżarzanie. • Metody inteligencji roju. • Optymalizacja wielokryterialna. • Hybrydowe metody optymalizacji. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Wprowadzenie do laboratorium: organizacja, utworzenie zespołów roboczych, przydział tematów. Omówienie dostępnych narzędzi programowych do wykorzystania przy rozwiązywaniu zadań optymalizacyjnych. • Prezentacja przeglądu literatury na temat wybranych metod optymalizacji i ich zastosowań praktycznych. • Określenie problematyki, prezentacja koncepcji projektów proponowanych przez każdy zespół roboczy. • Opanowanie oprogramowania służącego do rozwiązywania wybranego zadania optymalizacyjnego. • Praktyczna realizacja projektów, dyskusja. • Prezentacja raportów z realizacji projektów i uzyskanych wyników przez każdy zespół roboczy. Podsumowanie.</p>	
Modelowanie osiągnięć silników lotniczych	K_W01, K_W02, K_W04, K_U16
<p>• Wprowadzenie do problematyki modelowania • Zagadnienia modelowania i obliczeń charakterystyk silnika dla tzw. punktu obliczeniowego. Modelowanie i obliczenia osiągnięć silnika poza punktem obliczeniowym, Wykorzystanie złożonych modeli gazu do obliczeń osiągnięć silnika. Omówienie zagadnień analizy silnika w stanach nieustalonych. • Modelowanie procesów fizycznych w silniku i charakterystyk zespołów pod kątem określania osiągnięć silnika • Modelowanie i obliczenia wybranej formy konstrukcyjnej turbinowego silnika lotniczego</p>	
Napędy statków kosmicznych	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U08, K_U16, K_K01
<p>• Podział napędów kosmicznych : silniki strumieniowe (ramjet, scramjet) , silniki rakietowe, silniki nie-chemiczne: elektryczne. Obszary zastosowań i główne charakterystyki silników. Podstawowe definicje: ciąg, prędkość wylotowa czynnika , sprawności, charakterystyki zewnętrzne i wewnętrzne. • Chemiczne paliwa do silników rakietowych. Rodzaje i właściwości paliw chemicznych. Stałe paliwa rakietowe. • Przemiany energetyczne w silnikach rakietowych. Charakterystyka czynnika roboczego. Równanie</p>	

zachowania energii i zmiany pędu. Impuls silnika raketowego. Przemiany termodynamiczne. • Przepływ gazów przez dyszę wylotową. Profilowanie dyszy, parametry krytyczne. Zależność parametrów dyszy od wymiarów geometrycznych dyszy. Obliczenia prędkości wypływu i masowego natężenia przepływu.. Przepływ izentropowy gazów. Ciąg oraz impuls jednostkowy silnika raketowego. Charakterystyki wysokościowe i sprawność silnika. • Procesy spalania w komorach silników raketowych. Spalanie ustalone i nieustalone. Zapłon i regulacja spalania. Spalanie mieszanin dwufazowych. Wtryski i rozpylanie składników paliw ciekłych. Procesy mieszania składników paliw dwufazowych. • Rozruch silników raketowych na paliwo stałe i ciekłe. Niestabilność procesów spalania. Procesy wymiany ciepła w silnikach raketowych. Izolacja termiczna aktywna i pasywna. Charakterystyka układów zasilania silników raketowych na paliwo ciekłe. • Zespoły konstrukcyjne układów zasilania silników na stały i ciekły materiał pędny. Problemy regulacji i sterowania silników raketowych. Projektowanie napędów raketowych. • Raketowe silniki hybrydowe. Struktura napędu. Obszary zastosowań. Analiza charakterystyk. Metody kontroli i sterowania ciągiem w silnikach raketowych. Elektryczne zespoły napędowe. Perspektywy i kierunki rozwoju napędów kosmicznych • 1. Projekt silnika strumieniowego. Dobór parametrów obliczeniowych. Wyznaczanie ciągu przelotowego. 2. Wyznaczanie ciągu statycznego silnika raketowego na paliwo stałe. 3. Wyznaczanie charakterystyki silnika pulsacyjnego na stanowisku badawczym. Pomiar parametrów termo gazodynamicznych. Wyznaczanie ciągu. 4. Projekt silnika raketowego na ciekły materiał pędny. Wyznaczenie obciążenia ciągu. Dobór paliwa. Obliczenia ciągu i impulsu .	
Nawigacja	K_W06, K_U05, K_U15, K_K01
• 062 05 00 00 Systemy nawigacji obszarowej oraz RNAV lub FMS. Podstawy nawigacji obszarowej: Rodzaje nawigacji obszarowej – informacje ogólne oraz używane wyposażenie; Podejścia RNAV: Typy, Wymagane wyposażenie, Procedury operacyjne, Sposób wykonania FMS: Zasada działania Budowa i elementy składowe Urządzenia wyjściowe - sposób wyświetlania poszczególnych informacji, kolory i symbole Tryby pracy wyświetlaczy Wyświetlanie usterek Obsługa CDU - omówienie oraz ćwiczenia w używaniu Systemy antykolizyjne (ACAS, TCAS, TAS): Zasada działania Informacje i nakazy przekazywane załodze Oznaczenia na wyświetlaczach – czynności podejmowane przez załogę po otrzymaniu określonej informacji/nakazu 062 03 00 00Radar Pokładowy radar pogodowy: Tryby pracy Sposób wyświetlania informacji Użycie w trakcie różnych faz lotu • FMS: Obsługa CDU - omówienie oraz ćwiczenia w używaniu Systemy antykolizyjne (ACAS, TCAS, TAS): Informacje i nakazy przekazywane załodze Pokładowy radar pogodowy: Sposób wyświetlania informacji Użycie w trakcie różnych faz lotu	
Nawigacja (Z)	K_W06, K_U10, K_K01
• Systemy nawigacji obszarowej (RNAV, FMS) i ich obsługa Ogólne zasady działania, wyposażenie pokładowe, wyświetlanie informacji (tryby pracy, symbole, kolory), obsługa CDU, procedury podejść RNAV. • Mapy i odwzorowania kartograficzne Definicje i własności, rodzaje projekcji (Merkator, Lambert, stereograficzne, poprzeczne/ukośne Merkatora), symbole i skala, nanoszenie pozycji, pomiar odległości i obliczenia nawigacyjne. • Nawigacja zliczeniowa i planowanie lotu Obliczanie parametrów (odległość, prędkość, czas, zużycie paliwa, wysokości, poprawki na wiatr), planowanie trasy, określanie punktów kluczowych (PET, PSR), ustalanie TOC/TOD/ROC/ROD. • Nawigacja w locie Zasady prowadzenia nawigacji, odczyt i interpretacja map (różne skale, warunki atmosferyczne, rodzaj terenu), nanoszenie pozycji, korekty trasy podczas lotu. • Pomoce radiowe NDB/ADF, VOR, DME – interpretacja przyrządów, lot do/od stacji, wykorzystanie w nawigacji na trasie i podczas podejścia. • Systemy antykolizyjne i radar pokładowy Podstawy działania ACAS/TCAS/TAS, sposób prezentacji informacji i komunikatów dla załogi, reakcje pilota, wykorzystanie radaru pogodowego w różnych fazach lotu.	
Nawigacja PBN	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06
• 062 07 00 00 Nawigacja w oparciu o charakterystyki systemów (PBN) - wprowadzenie • 062 07 01 00 Koncepcja PBN (zgodnie z opisem zawartym w Doc 9613 ICAO) • 062 07 01 01 Zasady PBN • 062 07 01 02 Elementy składowe PBN • 062 07 01 03 Zakres PBN • 062 07 02 00 Specyfikacje nawigacyjne • 062 07 02 01 RNAV i RNP • 062 07 02 02 Wymagania funkcjonalne nawigacji • 062 07 02 03 Ustanawianie specyfikacji RNP i RNAV • 062 07 03 00 Zastosowanie PBN • 062 07 03 01 Planowanie przestrzeni powietrznej • 062 07 03 02 Zatwierdzenie • 062 07 03 03 Określone funkcje systemu RNAV i RNP. • 062 07 03 04 Przetwarzanie danych • 062 07 04 00 Operacje PBN • 062 07 04 01 Zasady PBN • 062 07 04 02 Pokładowe monitorowanie charakterystyk i ostrzeganie • 062 07 04 03 Sytuacje nienormalne • 062 07 04 04 Zarządzanie bazą danych • 062 07 05 00 Wymagania określonych specyfikacji RNAV i RNP • 062 07 05 01 RNAV10 • 062 07 05 02 RNAV5 • 062 07 05 03 RNAV/RNP1/2 • 062 07 05 04 RNP4 • 062 07 05 05 RNP APCH • 062 07 05 06 RNP AR APCH • 062 07 05 07 A-RNP • 062 07 05 08 Odlot do punktu w przestrzeni (PinS) PBN • 062 07 05 09 Dolot do punktu w przestrzeni (PinS) PBN	
Optymalizacja konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W03

• Wprowadzenie do optymalizacji • Optymalizacja konstrukcji lotniczych • Kryteria optymalizacyjne, ograniczenia • Optymalizacja wariantowa w systemach CAX • Optymalizacja topologiczna części lotniczych • Perspektywy i kierunki rozwoju optymalizacji konstrukcji z wykorzystaniem oprogramowań CAX. Zaliczenie • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu płaskownik • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu cienkościenne rura • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu układ stalowych prętów • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie wielowypustowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprężyna • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu węzeł łożyskowy • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu zginana belka • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu słup rurowy • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie spawane • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie sworzniowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprzęgło cierna • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie nitowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu przekładnia zębata

Osiągi i planowanie lotu	K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U16, K_K01, K_K03
--------------------------	--

• 1. Masa i wyważenie: samoloty a. Obciążenia - Masy standardowe wymagane przez przepisy b. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu o klasie osiągow A - omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Określanie pozycji środka ciężkości - Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu o klasie osiągow A - omówienie i ćwiczenia praktyczne d. Rozmieszczenie ładunku - Rozmieszczenie ładunku w samolocie o klasie osiągow A - omówienie i ćwiczenia praktyczne 2. Osiągi: samoloty a. Klasa osiągow A: tylko samoloty certyfikowane według standardów CS-25 - Start: Omówienie sposobu wykonywania obliczeń dotyczących startu Ćwiczenia praktyczne w wykonywaniu obliczeń dotyczących startu b. Dodatkowe procedury i zjawiska związane ze startem: - Procedura startu ze zwiększoną V2 - Redukcja ciągu do startu - Start z pasa pokrytego - Hydroplaning – rodzaje - Niedziałający układ antypoślizgowy (anti-skid) c. Początkowe wznoszenie: - Procedury antyhałasowe - Segmenty wznoszenia po starcie, wymagane gradienty i przewyższenie nad przeszkodami - Wymagania odnośnie przestrzeni dla początkowego wznoszenia - Ograniczenia masy do startu ze względu na wznoszenie po starcie d. Przelot: - Wznoszenie w trakcie przelotu - Ograniczenia prędkości w trakcie przelotu (Buffet onsetboundary chart) - Zniżanie w trakcie przelotu - Awaria silnika w trakcie przelotu – ograniczenia - Operacje ETOPS - wymagania e. Lądowanie: - Wymagania odnośnie osiągow samolotu w trakcie lądowania oraz nieudanego podejścia dla lotniska docelowego i zapasowego – ćwiczenia praktyczne - Wymagania odnośnie długości lądowania - ćwiczenia praktyczne - Chłodzenie hamulców po lądowaniu 3. Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Planowanie lotu IFR – samolot o klasie osiągow A, ćwiczenia praktyczne b. Planowanie paliwa - Polityka paliwowa dla samolotów o klasie osiągow A c. Przygotowanie przed lotem - Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne oraz przypadki szczególne d. Plan lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS – ćwiczenia praktyczne • 1. Masa i wyważenie: samoloty a. Obciążenia - Masy wymagane przez przepisy b. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu wielosilnikowego tłokowego – omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Określanie pozycji środka ciężkości -Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu wielosilnikowego tłokowego - omówienie i ćwiczenia praktyczne d. Rozmieszczenie ładunku - Rozmieszczenie ładunku w samolocie wielosilnikowym tłokowym - omówienie i ćwiczenia praktyczne 2. Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Planowanie lotu IFR – samolot wielosilnikowy tłokowy, ćwiczenia praktyczne b. Planowanie paliwa - Polityka paliwowa dla samolotów wielosilnikowych tłokowych o klasie osiągow B c. Przygotowanie przed lotem - Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem wielosilnikowym tłokowym o klasie osiągow B – omówienie i ćwiczenia praktyczne oraz przypadki szczególne d. Plan lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS – ćwiczenia praktyczne


Osiągi statków powietrznych	K_W04, K_W07, K_U01, K_K01, K_K03
-----------------------------	-----------------------------------

<p>• Siły działające na samolot w locie; Prędkości charakterystyczne; Osiągi przelotowe samolotu (SAR, SE); Scenariusze realizacji przelotu; Optymalne parametry przelotowe; Zasięg i długotrwałość lotu samolotu; Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej; Start i lądowanie samolotu; Osiągi manewrowe samolotu; Osiągowe planowanie lotu. • Klasa osiągową A: tylko samoloty certyfikowane według standardów CS-25 - Start: Omówienie sposobu wykonywania obliczeń dotyczących startu Ćwiczenia praktyczne w wykonywaniu obliczeń dotyczących startu; b. Dodatkowe procedury i zjawiska związane ze startem; c. Początkowe wznoszenie: - Procedury antyhałasowe - Segmenty wznoszenia po starcie, wymagane gradienty i przewyższenie nad przeszkodami - Wymagania odnośnie przestrzeni dla początkowego wznoszenia; d. Przelot: wznoszenie w trakcie przelotu, ograniczenia prędkości w trakcie przelotu, zniżanie w trakcie przelotu, operacje ETOPS - wymagania; e. Lądowanie: wymagania odnośnie osiągow samolotu w trakcie lądowania oraz nieudanego podejścia dla lotniska docelowego i zapasowego – ćwiczenia praktyczne, wymagania odnośnie długości lądowania - ćwiczenia praktyczne; Planowanie lotu i monitorowanie lotu: planowanie lotu dla lotów IFR – samolot o klasie osiągow A - ćwiczenia praktyczne; planowanie paliwa - polityka paliwowa dla samolotów o klasie osiągow A • Zasady lotu w odniesieniu do samolotów wielosilnikowych: Ograniczenia ogólne, Ograniczenia prędkościowe, Ograniczenia masowe; Wykonanie, planowanie i monitorowanie lotu: Obliczanie osiągow dotyczących prędkości, gradientów, mas dla startu, przelotu, podejścia do lądowania i lądowania zgodnie z dostępną dokumentacją; Planowanie lotu w warunkach normalnych i anormalnych: optymalny lub maksymalny poziom lotu; minimalna wymagana wysokość bezwzględna lotu, optymalny i maksymalny poziom lotu; Monitorowanie lotu. • Zasady lotu w odniesieniu do wiroplątów: ograniczenia ogólne, ograniczenia prędkościowe, ograniczenia masowe; wykonanie, planowanie i monitorowanie lotu: obliczanie osiągow dotyczących prędkości dla startu, przelotu, podejścia do lądowania i lądowania zgodnie z dostępną dokumentacją; planowanie lotu: optymalny lub maksymalny poziom lotu; minimalna wymagana wysokość bezwzględna lotu, optymalny i maksymalny poziom lotu; monitorowanie lotu.</p>	
Podstawy astrodynamiki	K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U08, K_U15, K_U16
<p>• Historia rozwoju techniki kosmicznej. • Układ słoneczny, podstawy mechaniki ciał niebieskich, terminologia. Pomiar czasu. Nocne niebo. • Mechanika orbitalna: prawa Keplera, orbity. • Mechanika orbitalna: manewry orbitalne. • Loty międzyplanetarne: planowanie misji, międzyplanetarny manewr transferowy Hohmanna, trajektorie planetarne, lot w kierunku Marsa, lot w kierunku Wenus. • Podstawy napędu rakietowego: historia rozwoju napędów rakietowych, efektywność napędu rakietowego, napęd chemiczny, napędy elektryczne, napędy jądrowe i termojądrowe, inne napędy. • Ruch rakiety: opis przestrzennego ruchu rakiety, równania ruchu rakiety o zmiennej masie. • Start rakiety z obracającą się planety, typowe trajektorie rakiet. Rakiety jedno- i wielostopniowe. • Wprowadzenie do dynamiki obiektów kosmicznych z wykorzystaniem oprogramowania MatLab i systemu AGI • Masa, siła i prawo powszechnego ciężenia. Obliczenia na wektorach. • Lot balistyczny w przestrzeni kosmicznej. Obliczenia numeryczne. • Układy odniesienia. Wyznaczanie macierzy przejścia. • Ruch względny i zagadnienia z nim związane. • Problem dwóch ciał. Orbity kołowe, eliptyczne i paraboliczne. Prawa Keplera. • Problem n-ciał. Numeryczne obliczanie całek. Model układu słonecznego. • Punkty Lagrange'a. Wyznaczanie LP dla układu Jowisz-Słońce.</p>	
Porty lotnicze	K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U09, K_K03
<p>• Projektowanie i certyfikacja lotnisk • Dane lotnicze dotyczące lotniska • Charakterystyki fizyczne lotniska • Pomoce wzrokowe dla nawigacji i oznakowania przeszkód i stref o ograniczonym użytkowaniu • Lotniskowe służby operacyjne, wyposażenie, instalacje i obsługa techniczna • Projektowanie wybranych elementów pomocy, oznakowania i wyposażenia zgodnie z charakterystyką lotniska</p>	
Praca dyplomowa	K_W05, K_W06, K_U01, K_U14
<p>• Zdefiniowanie tematu, zakresu pracy i zadań do wykonania. Konsultacja realizacji magisterskiej pracy dyplomowej. Ocena pracy.</p>	
Prawo i przepisy lotnicze	K_W09
<p>• 010 09 00 00 Lotniska lub lotniska dla śmigłowców: Typy lotnisk; Części lotnisk; Kod referencyjny lotniska; Istotne dla załóg dane operacyjne lotniska; Drogi startowe – istotne parametry; Drogi kołowania – istotne parametry; Płyty – istotne parametry; Oznaczenia: Poziome oznaczenia dróg startowych, Poziome oznaczenia dróg kołowania, Znaki pionowe, Oświetlenie dróg startowych, Światła podejścia, Oświetlenie dróg kołowania, Światła wyznaczające kąt ścieżki podejścia, Oświetlenie dodatkowe punktów oczekiwania, Oświetlenie przeszkód lotniczych, Oświetlenie pojazdów poruszających się po polu manewrowym lotniska • 010 10 00 00 Ułatwienia: Informacje ogólne; Cele; Przylot, tranzyt i odlot statku powietrznego; Przylot, tranzyt i odlot ludzi, bagażu i towarów; Przylot, tranzyt i odlot pasażerów specjalnej kategorii • 010 11 00 00 Poszukiwanie i ratownictwo: Informacje ogólne; Organizacja i odpowiedzialność; Procedury dla służb;</p>	

<p>Procedury dla załóg; Częstotliwości i sygnały: Oznaczenia kolorystyczne sprzętu zrzucałego dla rozbitków, Sygnały od rozbitków, Sygnały od jednostek ratowniczych, Częstotliwości radiowe używane w poszukiwaniu i ratownictwie • 010 12 00 00 Ochrona: Informacje ogólne; Cele; Współpraca międzynarodowa; Środki zapobiegawcze; Kontrola dostępu; Przewóz broni; Zabezpieczenia przed wystąpieniem i postępowanie w przypadku bezprawnej ingerencji</p>	
Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
<p>• Podstawy prawa w Polsce, źródła prawa, system ustawodawczy w Polsce • Przepisy lotnicze. Specyfikacje certyfikacyjne - CS.Samoloty duże. Emisja z silników i upust paliwa. Hałas. APU. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych.Śmigła Silniki. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. • Europejskie normy techniczne. Ważniejsze definicje i skróty w normach. • Ogólne normy spełniania wymagań • Szybowce i motoszybowce. samoloty kat. normalnej, użytkowej, akrobacyjnej i transportu lokalnego. Wiroplaty małe i duże. samoloty bardzo lekkie.</p>	
Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu silników lotniczych	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
<p>• Podstawy prawa w Polsce, źródła prawa, system ustawodawczy w Polsce • Przepisy lotnicze. Specyfikacje certyfikacyjne - CS.Samoloty duże. Emisja z silników i upust paliwa. Hałas. APU. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych.Śmigła Silniki. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. • Europejskie normy techniczne. Ważniejsze definicje i skróty w normach. • Specyfikacje certyfikacyjne CS dla silników. CS-E 10 Zakres stosowania CS-E 15 Terminologia CS-E 20 Konfiguracja i podłączenia Silnika CS-E 25 Instrukcje zapewnienia ciągłej zdolności do lotu CS-E 30 Założenia CS-E 40 Zakresy CS-E 50 Układ Sterowania Silnikiem CS-E 60 Wyposażenie w przyrządy CS-E 70 Materiały i sposoby wytwarzania CS-E 80 Osprzęt CS-E 90 Ochrona przed korozją i pogorszeniem własności CS-E 100 Wytrzymałość CS-E 110 Rysunki i znakowanie części - montaż części CS-E 120 Identyfikacja CS-E 130 Instalacja Przeciwpowozarowa CS-E 140 Próby - konfiguracja Silnika CS-E 150 Próby - Warunki mające zastosowanie we wszystkich próbach CS-E 160 Próby - Historia CS-E 170 Sprawdzanie układów Silnika i podzespołów CS-E 180 Próby działania Śmigła CS-E 190 Silniki do akrobacji • Silniki tłokowe. Konstrukcja. CS-E 210 Analiza Usterek CS-E 230 Odladzanie i zabezpieczenia przed oblodzeniem CS-E 240 Zapłon CS-E 250 Układ paliwowy CS-E 260 Układ chłodzenia Silnika CS-E 270 Układ smarowania CS-E 290 Pokręcanie ręczne • PODCZĘŚĆ C – SILNIKI TŁOKOWE, UDOWADNIANIE TYPU CS-E 300 Warunki stosowane dla wszystkich prób CS-E 320 Redukcja osiągow CS-E 330 Próby - postanowienia ogólne CS-E 340 Próby drgań CS-E 350 Próby pomiarowe CS-E 360 Próby spalania detonacyjnego CS-E 370 Próby rozruchu CS-E 380 Próby rozruchu w niskiej temperaturze CS-E 390 Próby przyspieszeń CS-E 400 Próby nadobrotów 2 CS-E 430 Próby natrysku wody CS-E 440 Próby trwałościowe CS-E 450 Próby zapłonu CS-E 460 Próby cofania płomienia CS-E 470 Zanieczyszczone paliwo • PODCZĘŚĆ D - SILNIKI TURBINOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA CS-E 500 Działanie CS-E 510 Analiza usterek CS-E 515 Części krytyczne silnika CS-E 520 Wytrzymałość CS-E 525 Ciągłe obracanie CS-E 540 Uderzenie i wchłanianie obcych ciał CS-E 560 Układ paliwowy CS-E 570 Układ olejowy CS-E 580 Układy powietrzne oraz upusty sprężarki i turbiny CS-E 590 Układy rozrusznika • PODCZĘŚĆ E - SILNIKI TURBINOWE; UDOWADNIANIE TYPU CS-E 600 Próby - postanowienia ogólne CS-E 620 Redukcja osiągow CS-E 640 Obciążenia od ciśnienia CS-E 650 Badania drgań CS-E 660 Ciśnienie i temperatura paliwa CS-E 670 Zanieczyszczone paliwo CS-E 680 Skutki obciążeń od pochylenia i od momentu żyroskopowego CS-E 690 Upust z silnika CS-E 700 Przekroczenie warunków użytkowania CS-E 710 Próby zablokowania wirnika CS-E 720 Zapłon ciągły CS-E 730 Próby pomiarowe silnika CS-E 740 Próby trwałościowe CS-E 745 Przyspieszenia silnika CS-E 750 Próby rozruchu CS-E 770 Próby rozruchu w niskiej temperaturze CS-E 780 Próby w warunkach tworzenia się lodu CS-E 790 Wchłanianie deszczu i gradu CS-E 800 Uderzenie i wchłanianie ptaka CS-E 810 Awaria łopatki sprężarki i turbiny CS-E 820 Próba nadmiernego momentu obrotowego CS-E 830 Maksymalne nadobroty silnika CS-E 840 Integralność wirnika CS-E 850 Wały sprężarki, wentylatora i turbiny CS-E 860 Nadmierna temperatura wirnika turbiny CS-E 870 Próba nadmiernej temperatury gazów wylotowych CS-E 880 Próby z wtryskiem cieczy chłodzącej dla Startu i/lub 2½ - Minutowej Mocy OEI CS-E 890 Próby urządzenia ciągu wstecznego CS-E 900 Hamulec postojowy śmigła CS-E 910 Powtórne uruchomienie w locie CS-E 920 Próba nadmiernej temperatury • PODCZĘŚĆ F - SILNIKI TURBINOWE - WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE W ZAKRESIE ESKPLOATACJI I OCHRONY ŚRODOWISKA CS-E 1000 Ogólne CS-E 1010 Upust paliwa CS-E 1020 Emisje z silnika 3 CS-E 1030 Dopuszczenie Ograniczone Czasowo CS-E 1040 ETOPS DODATKI DODATEK A KONCENTRACJA DESZCZU I GRADU W ATMOSFERZE, NORMY DLA CERTYFIKACJI • CS-E KSIĘGA 2 AKCEPTOWALNE SPOSOBY SPEŁNIENIA WYMAGAŃ. PODCZĘŚĆ A - POSTANOWIENIA OGÓLNE AMC do CS-E 10 (c) Urządzenia ciągu wstecznego AMC do CS-E 20 Konfiguracja i podłączenia silnika. AMC do CS-E 20 (f) Dane zapewnienia mocy dla silników z jednym lub wieloma zakresami mocy OEI AMC do CS-E 25</p>	

Instrukcje zapewnienia ciągłej zdatości do lotu AMC do CS-E 30 Założenia AMC do CS-E 40 Zakresy AMC do CS-E 40 (b) (3) Zakresy 30 sekund OEI i 2 minut OEI AMC do CS-E 40 (d) Ograniczenia użytkowania AMC do CS-E 50 Układ sterowania silnikiem AMC do CS-E 50 (e) Integralność wirnika AMC do CS-E 50 (g) Elementy Sterowania - Silniki o 30-sekundowym zakresie mocy OEI AMC do CS-E 60 Wyposażenie w przyrządy AMC do CS-E 60 (d) Wyposażenie w przyrządy AMC do CS-E 70 Odlewy, odkuwki, konstrukcje spawane i części spawane AMC do CS-E 80 Osprzęt AMC do CS-E 130 Instalacja Przeciwpowozarowa AMC do CS-E 140 Próby - konfiguracja Silnika AMC do CS-E 150 (a) Próby - Warunki mające zastosowanie we wszystkich próbach AMC do CS-E 150 (f) Próby trwałościowe – Przeglądy inspekcyjne i próby pomiarowe AMC do CS-E 170 Sprawdzanie układów silnika i podzespołów AMC do CS-E 180 Próby działania Śmigła • PODCZĘŚĆ B - SILNIKI TŁOKOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA AMC do CS-E 210 Analiza usterek PODCZĘŚĆ C - SILNIKI TŁOKOWE; UDOWADNIANIE TYPU AMC do CS-E 300 (f) Warunki Stosowane dla wszystkich Prób – Pomiar Momentu Obrotowego AMC do CS-E 320 Redukcja osiągow AMC do CS-E 340 Próby drgań AMC do CS-E 350 Próby pomiarowe AMC do CS-E 380 Próby rozruchu w niskiej temperaturze AMC do CS-E 440 (b)(3) Próba trwałościowa – Program dla silników posiadających turbodoładowarkę. AMC do CS-470 Zanieczyszczone paliwo • PODCZĘŚĆ D - SILNIKI TURBINOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA AMC do CS-E 500 Działanie – sterowanie silnikami (silniki turbinowe dla samolotów) AMC do CS-E 510 Analiza bezpieczeństwa AMC do CS-E 515 Części krytyczne silnika AMC do CS-E 520 Wytrzymałość - Zmęczenie wysoko-cyklowe AMC do CS-E 520 (c)(1) Wytrzymałość - odpadanie łopatek AMC do CS-E 525 Ciągłe obracanie AMC do CS-E 540 Uderzenie i wchłanianie obcych ciał AMC do CS-E 560 Układ paliwowy AMC do CS-E 570 Układ olejowy PODCZĘŚĆ E – SILNIKI TURBINOWE; UDOWADNIANIE TYPU AMC do CS-E 600 (e) Próba - Ogólne AMC do CS-E 620 Osiągi : Wzory AMC do CS-E 640 Ciśnienie statyczne i próby zmęczenia AMC do CS-E 650 Badania drgań AMC do CS-E 660 Próby pompy paliwowej (silniki turbinowe do samolotów) AMC do CS-E 670 Próby zanieczyszczonego paliwa AMC do CS-E 680 Skutki obciążeń od pochylenia i od momentu żyroskopowego AMC do CS-E 690 Upust z silnika AMC do CS-E 700 Przekroczenie warunków użytkowania (silniki turbinowe do samolotów) AMC do CS-E 710 Próby zablokowania wirnika AMC do CS-E 720 (a) Zapłon ciągły AMC do CS-E 730 Próby pomiarowe AMC do CS-E 740 (c)(3) Próby trwałościowe AMC do CS-E 740 (f)(1) Silniki wielowirnikowe AMC do CS-E 740 (g)(1) Próby trwałościowe - okresy stopniowane AMC do CS-E 745 Przyspieszenia Silnika AMC do CS-E 750 (b) Próby rozruchu AMC do CS-E 770 Próby rozruchu w niskiej temperaturze AMC do CS-E 780 Próby w warunkach tworzenia się lodu (Silniki do samolotów) AMC do CS-E 790 Wchłanianie deszczu i gradu AMC do CS-E 790 (a)(2) Wchłanianie deszczu i gradu - utrata mocy/ciągu przez Silnik Turbinowy oraz niestabilność w ekstremalnych warunkach w deszczu i gradzie AMC do CS-E 800 Uderzenie i wchłanianie ptaka AMC do CS-E 810 Awaria łopatki sprężarki i turbiny AMC do CS-E 840 Integralność wirnika AMC do CS-E 850 Wały sprężarki, wentylatora i turbiny AMC do CS-E 890 Próby urządzenia ciągu wstecznego AMC do CS-E 920 Próba nadmiernej temperatury • PODCZĘŚĆ F - SILNIKI TURBINOWE - SPECYFIKACJE KONSTRUKCYJNE W ZAKRESIE EKSPLOATACJI I OCHRONY ŚRODOWISKA AMC do CS-E 1000 Specyfikacje konstrukcyjne w zakresie eksploatacji i ochrony środowiska - ogólne AMC do CS-E 1020 Emisje z silnika

Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu śmigłowców	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy prawa w Polsce, źródła prawa, system ustawodawczy w Polsce • Przepisy lotnicze. Specyfikacje certyfikacyjne - CS.Samoloty duże. Emisja z silników i upust paliwa. Hałas. APU. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych.Śmigła Silniki. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. • Europejskie normy techniczne. Ważniejsze definicje i skróty w normach. • CS-27 i CS-29 - podstawy certyfikowania - lot - wymagania wytrzymałościowe • CS-27 i CS-29 - projektowanie i konstrukcja - przepisy dotyczące płatowca - wyposażenie - ograniczenia • CS-VLR ogólne warunki przepisów • Case study - omówienie procesu certyfikacji śmigłowca • kolokwium zaliczające • podstawy certyfikacji i dokumentacja certyfikacyjna • przykład certyfikatu typu dla śmigłowca wojskowego i cywilnego • prezentacja wybranych certyfikatów typu dla różnych śmigłowców 	
Prawo lotnicze 1	K_W09, K_W10, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • System prawa międzynarodowego • Prawo traktatów • Podmiotowość w prawie międzynarodowym • Odpowiedzialność za naruszenie prawa międzynarodowego (w prawie międzynarodowym) • Międzynarodowe prawo praw człowieka 	
Prawo lotnicze 2	K_W09, K_W10, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Prawo - wprowadzenie • Wprowadzenie do prawa karnego (pojęcie, przedmiot i funkcje prawa karnego, źródła prawa karnego) • Pojęcie przestępstwa, podział przestępstw. Zasada winy w prawie karnym • Okoliczności wyłączające bezprawność czynu Okoliczności wyłączające winę • Kary i środki karne w prawie 	

karnym	
Procedury operacyjne	K_W06, K_W07
<p>• WYMAGANIA NAWIGACYJNE DLA LOTÓW DŁUGODYSTANSOWYCH • Zarządzanie lotem: procedury planowania nawigacyjnego, sporządzanie planów lotu, wybór trasy, prędkości i wysokości, wybór lotnisk zapasowych, trasy najkrótszego czasu przelotu, definicja. • Loty transoceaniczne i polarne (ICAO Doc. 7030 - Uzupełniające procedury regionalne): wybór awaryjnych sposobów określenia kursu oraz sprawdzanie krzyżowe przy użyciu systemu INS, sprawdzanie krzyżowe, ustalenie kątów drogi i kursów, trasy polarne, właściwości magnetyzmu ziemskiego w strefach okołobiegunowych, specyficzne problemy nawigacji polarnej.  Przestrzeń MNPS (Minimum Navigation Performance Specifications) (ICAO Doc. 7030 - Uzupełniające procedury regionalne, NAT Doc. 001, T 13 5N/5 - Wskazówki i informacje dotyczące nawigacji lotniczej w regionie Północnego Atlantyku (NAT) oraz Podręcznik Operacji Lotniczych w przestrzeni MNPS Północnego Atlantyku, oraz RVSM): definicje, granice geograficzne, przepisy i procedury, informacje. Dodatkowe aspekty planowania lotu dla operacji nad oceanami i nad obszarami odizolowanymi. Planowanie zużycia paliwa: ilość paliwa na nieprzewidziane okoliczności podczas przelotu (en-route contingency fuel), ilość paliwa na dołot, holding i odejście na lotnisko zapasowe, zapas paliwa w locie w lotach nad obszarami oceanów, użycie tabel osiągow przy planowaniu zużycia paliwa w oparciu o planowane wznoszenie, wysokości przelotowe i zniżanie, wymagania dotyczące zapasu paliwa, uwzględnienie lotu z niesprawnym silnikiem. Obliczanie punktu Point of Equal Time i punktu Point of Safe Return. Komputerowe planowanie lotu. Ogólne zasady aktualnych systemów planowania: zalety, mankamenty i ograniczenia. • Szczególne procedury operacyjne i zagrożenia: Procedury dotyczące oblodzenia Odladanie na ziemi: Wykonanie Typy płynów odladzających Holdovertime Procedury dotyczące pożarów i obecności dymu: Rodzaje pożarów i postępowanie Rodzaje i oznaczenia gaśnic oraz rodzaje pożarów, które można nimi gasić Wymagana ilość gaśnic Siekiery i łomy Procedury dotyczące obecności dymu Procedury dotyczące bezpieczeństwa: Programy treningowe Procedury przeszukania samolotu Bezpieczeństwo kabiny załogi Przewóz broni Procedury dotyczące bezprawnej ingerencji Procedury dotyczące zagrożenia bombowego Odizolowane miejsce postojowe na lotnisku Zrzucanie paliwa: Informacje ogólne Procedury Dekompresja: Informacje ogólne Procedury Wymagane wyposażenie w tlen Uskok wiatru i microburst: Informacje ogólne Warunki meteorologiczne sprzyjające występowaniu Oddziaływanie na samolot Procedury Turbulencja w śladzie aerodynamicznym: Informacje ogólne, sposób powstawania i unikanie Kategorie samolotów ze względu na turbulencję w śladzie aerodynamicznym Minima separacji Przewóz materiałów niebezpiecznych: Definicje Kategorie Wymagania Programy treningowe Procedury Operacje na pokrytych drogach startowych: Definicje Hydroplanning Zalecenia dotyczące hamowania na mokrej lub pokrytej drodze startowej Współczynnik hamowania Depesza SNOTAM – dekodowanie Zderzenia z ptakami: Informacje ogólne Procedury antyhałasowe: Informacje ogólne Typy standardowych procedur Preferowane drogi startowe Preferowane trasy lotu Procedury antyhałasowe przy podejściu do lądowania • Loty transoceaniczne i polarne: Wymagania dla Operatora i statku powietrznego Przestrzeń MNPS Przestrzeń RVSM Wymagania odnośnie wyposażenia nawigacyjnego Wymagania dla lotów w przestrzeni RVSM • System tras transoceanicznych (OTS): Informacje ogólne Separacja w oparciu o lot ze stałą liczbą Macha Procedury dotyczące lotów w przestrzeni NAT Organizacja systemu tras transoceanicznych (OTS) Okresy obowiązywania • System tras polarnych (PTS): Informacje ogólne Organizacja systemu tras polarnych (PTS) • Inne systemy tras: Informacje ogólne • Planowanie lotu dla tras transoceanicznych: Wymagania ogólne, wybór trasy i poziomu lotu Plan lotu • Zgody na lot transoceaniczny: Informacje ogólne Zawartość Sytuacje anormalne i błędy • Komunikacja i procedury zgłaszania pozycji: Czas i punkty zgłaszania pozycji Zawartość Typy depeszy Depesze meteorologiczne SELCAL Kody transpondera Sytuacje anormalne i błędy • Procedury i nawigacja w przestrzeni MNPS • Nawigacja w rejonach polarnych: Sposób obliczania parametrów nawigacyjnych – informacje ogólne, Żyroskopy i systemy nawigacji bezwładnościowej – informacje ogólne • Procedury na wypadek degradacji lub awarii systemów nawigacyjnych: Wykrywanie awarii i określanie urządzenia, które jej uległo, Ogólne procedury po wystąpieniu awarii, monitorowanie • Regionalne procedury uzupełniające dla regionu Europy i Północnego Atlantyku • Sytuacje niebezpieczne w locie: Wodowanie, Lądowanie zapobiegawcze, Briefing dla pasażerów, Ewakuacja, Lądowanie przymusowe, Alarm systemu ostrzegania o kolizji, Procedury w przestrzeni NAT</p>	
Projektowanie i automatyzacja systemów pomiarowych w lotnictwie	K_W04, K_W05, K_U07, K_U10, K_U15, K_U16, K_K05
<p>• Paradygmaty programowania, programowanie systemu pomiarowego, podstawy programowania z wykorzystaniem wybranych narzędzi projektowych • Przetwarzanie sygnału cyfrowego, właściwości sygnału próbkowanego. Filtracja sygnału - sygnały dyskretne i filtracja sygnału w dziedzinie częstotliwości • Realizacja programowa algorytmów przetwarzania sygnałów pomiarowych. Metody programowania</p>	

systemów pomiarowych. • Karty pomiarowe, interfejsy komunikacyjne w systemach pomiarowych. Oprogramowanie interfejsów narzędzi i przetworników pomiarowych. • Wykorzystanie wielu źródeł sygnału - filtracja optymalna, odtworzenie stanu, redundancja w systemie pomiarowym • Inteligentna aparatura pomiarowa, właściwości funkcjonalne i metrologiczne. Kalibracja przetwornika pomiarowego z wykorzystaniem metod uczenia. • Metody sztucznej inteligencji w układach pomiarowych	
Projektowanie silników lotniczych	K_W06, K_U09, K_U14
• Algorytmy obliczeń projektu koncepcyjnego wlotu, sprężarki promieniowej, osiowej i osiowo-promieniowej, komory spalania, turbiny i układów wylotowych. • Projekt koncepcyjny sprężarki promieniowej i osiowej.	
Przygotowanie do lotów	K_U01, K_U15, K_U16
• Loty typu IR/ME - FNTF II • Loty typu MEP(L) oraz IR/ME • Loty UPRT • Loty MCC	
Rejestracja i analiza parametrów lotu	K_U09, K_U11
• Cel zakres i zadania rejestracji parametrów lotu, rodzaje rejestratorów. Klasyfikacja, struktura układów akwizycji danych, układy standaryzacji i przesyłania sygnałów, układy zbierania, archiwizowania i prezentowania informacji w lotniczych systemach akwizycji danych. • Rejestratory do prób w locie. Budowa rejestratora pomiarowego na przykładzie rejestratora PSR-03E. Struktura sprzętowa, zasada działania, parametry. Miniaturowe systemy akwizycji danych na przykładzie rejestratora PRP-J5. Wizualizacja i analiza danych z rejestratorów do prób w locie. Przygotowanie zadania pomiarowego • Rejestratory pokładowe eksploatacyjne, budowa, wymagania, przeznaczenie. Rejestratory eksploatacyjne: QAR ATM, PENNY GILES, FAIRCHILD [022 03 07 00]. Rejestracja rozmów w kabinie załogi (CVR)[022 03 08 00]. • Rejestratory specjalizowane na przykładzie RES 40. Budowa, zasada działania, warunki pracy, parametry. Sposób rejestracji danych rejestratora pracy silnika PZL-10W[022 03 07900]. Analiza danych zarejestrowanych podczas pracy silnika PZL 10W. 5 • Rejestratory awaryjne, przeznaczenie, budowa, funkcje, wymagania stawiane rejestratorom awaryjnym, urządzenia wspomagające odzyskanie rejestratora. Wykorzystanie magistral sygnałów (ARINC, MIL), podstawowe parametry, zasada współpracy urządzeń łączonych magistralą. • Analiza parametrów lotu, system FDS-ATM. Struktura sprzętowa rejestratora eksploatacyjnego. Wykorzystanie FDS w PLL LOT. Analizy lotu AFPA, ETOPS • Rejestracja parametrów lotu samolotu bezzałogowego. Metodyka przeprowadzenia zadania pomiarowego, konfiguracja systemu pomiarowego, rejestracja wybranych parametrów lotu. Ćwiczenia laboratoryjne w Bezmiechowej. • Dokumentacja zadania pomiarowego. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań. • Kompletacja przetworników pomiarowych. Rozmieszczenie przetworników i osprzętu na obiekcie latającym. Sposób mocowania na obiekcie, połączenia systemu akwizycji danych • Konfiguracja systemu akwizycji danych. Dobór przetworników pomiarowych. Kondycjonowanie sygnałów. Ustawienia parametrów akwizycji danych • Planowanie zadania badawczego w warunkach rzeczywistych. Metodyka działania, opcje zadania pomiarowego, organizacja zespołuprowadzącego eksperyment, przydział zadań • Program badań obiektu latającego. Wykonanie rejestracji parametrów lotu (dron, samolot bezzałogowy, szybowiec), ćwiczenia laboratoryjne w Bezmiechowej. • Analiza danych zarejestrowanego lotu. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań	
Rejestracja i analiza parametrów lotu (Z)	K_W08, K_U09, K_U11
• Cel i zadania rejestracji parametrów lotu. Klasyfikacja i struktura układów akwizycji danych. • Przetwarzanie sygnałów analogowych i cyfrowych. Klasyfikacja, struktura układów akwizycji danych, układy standaryzacji i przesyłania sygnałów, • Rejestratory do prób w locie. Budowa rejestratora pomiarowego, struktura sprzętowa, zasada działania, parametry funkcjonalne i metrologiczne. • Pokładowe rejestratory eksploatacyjne, przeznaczenie, budowa, zasada działania, wymagania. • Rejestratory specjalne, budowa zasada działania warunki pracy, parametry. Sposób rejestracji danych rejestratora pracy silnika, przykład zarejestrowanych danych. • Rejestratory awaryjne, przeznaczenie, budowa, wymagania stawiane rejestratorom awaryjnym, urządzenia wspomagające odzyskanie rejestratora. • Wykorzystanie magistral sygnałów ARINC 429, ARINC 629, MIL 1553. Zasada współpracy urządzeń łączonych magistralą. Wybrane normy dotyczące urządzeń zabudowywanych na pokładzie samolotu. • Rejestracja lotu szybowca (samolotu bezzałogowego) Metodyka prowadzenia zadania pomiarowego, konfiguracja systemu pomiarowego, rejestracja wybranych parametrów lotu. • Dokumentacja zadania pomiarowego. Przygotowanie dokumentacji do wykonania badań i raportu z badań w locie. • Kompletacja przetworników pomiarowych. Zasady rozmieszczenia przetworników i instalacji na obiekcie latającym. • Planowanie zadania badawczego w warunkach rzeczywistych. Organizacja zespołu prowadzącego eksperyment, przydział zadań. • Rozmieszczenie przetworników i osprzętu na obiekcie latającym. Sposób mocowania na obiekcie, połączenia systemu akwizycji danych. Wykonanie zadań - laboratorium Bezmiechowa. • Konfiguracja systemu akwizycji danych. Dobór przetworników pomiarowych kondycjonowanie sygnałów.	

Wykonanie zadań – laboratorium Bezmiechowa. • Program badań obiektu latającego. Wykonanie rejestracji parametrów lotu (dron, samolot bezzałogowy, szybowiec). Wykonanie zadań – laboratorium Bezmiechowa. • Analiza zarejestrowanego lotu. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań.	
Samoloty klasy MEP(L)	K_W05
<p>• Szczegółowa lista wyposażenia samolotu, prawidłowe i nieprawidłowe działanie systemów/instalacji: 1. Wymiary: minimalna wymagana szerokość drogi startowej do wykonania zakrętu 180°. 2. Silnik: a) typ silników; b) ogólnie, funkcje poniższych systemów/instalacji lub elementów składowych: silnik; instalacja olejowa; instalacja paliwowa; system zapłonu; instalacja rozruchowa; prądnice i napęd prądnic; wskazania mocy; śmigła; system przestawiania śmigła w chorągiewkę. c) elementy sterowania silnikiem (w tym rozrusznik), przyrządy i wskazania silnika w kokpicie, ich funkcja, wzajemne zależności i interpretacja wskazań. 3. Instalacja paliwowa: a) lokalizacja zbiorników paliwa, pomp paliwa, przewodów paliwowych łączących z silnikiem, możliwości w zakresie pojemności tankownia, zawory i pomiar b) lokalizacja następujących systemów/instalacji filtrowania; drenażu; odpowietrzania. c) w kokpicie: monitory i wskaźniki instalacji paliwowej; wskazania ilości i przepływu, odczyt. 4. Ogrzewanie i wentylacja kabiny; a) elementy składowe systemu i zabezpieczenia; b) prawidłowe użytkowanie podczas startu, przelotu, podejścia do lądowania oraz lądowania. 5. Instalacja przeciwooblodzeniowa/odlodzeniowa: a) elementy samolotu zabezpieczone przed oblodzeniem; b) użytkowanie instalacji przeciwooblodzeniowej i odlodzeniowej w locie, warunki wymagające użycia tych systemów. 6. Instalacja hydrauliczna: a) elementy składowe instalacji hydraulicznej; b) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie, funkcje i wzajemne powiązania oraz odczyt wskazań. 7. Podwozie: a) Budowa i elementy składowe: podwozia głównego; podwozia przedniego; sterowania podwoziem; systemu hamowania kołami. b) chowanie i wysuwanie podwozia (w tym zmiany wyważenia i oporu spowodowane działaniem podwozia); c) wymagane ciśnienie w oponach; d) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie dotyczące warunków chowania lub wysunięcia podwozia; e) elementy składowe systemu awaryjnego wysuwania podwozia. 8. Układy sterowania w locie i urządzenia zwiększające siłę nośną: a) układy sterowania w locie układ sterowania lotkami; układ sterowania sterem wysokości; układ sterowania sterem kierunku; układ sterowania trymerami; urządzenia zwiększające siłę nośną; system ostrzegania przed przeciągnięciem. b) wskaźniki w tym wskaźniki ostrzegawcze systemów wymienionych w punkcie a), wzajemne powiązania i zależności. 9. Zasilanie energią elektryczną: a) ilość, moc, napięcie i lokalizacja głównego systemu zasilania oraz systemu zasilania zewnętrznego; b) lokalizacja wskaźników w kokpicie; c) lokalizacja kluczowych wyłączników; d) reflektory. 10. Przyrządy, urządzenia łączności, radarowe i nawigacyjne, autopilot: a) widoczne anteny; b) elementy sterowania oraz przyrządy poniższego wyposażenia kokpitu w czasie rutynowego (normalnego) działania: przyrządy wykorzystywane w locie; wyposażenie radarowe; systemy łączności i nawigacji; autopilot; TAWS; TAS. 11. Kokpit, kabina i bagażniki: a) działanie oświetlenia zewnętrznego, oświetlenia kokpitu, kabiny; b) działanie drzwi kabiny i bagażników. 12. Działanie wyposażenia awaryjnego oraz właściwe zastosowanie poniższego wyposażenia awaryjnego samolotu: a) przenośne gaśnice; b) apteczki pierwszej pomocy; 13. Instalacja pneumatyczna i podciśnieniowa: a) elementy składowe instalacji pneumatycznej, źródło ciśnienia i uruchamiane elementy składowe; b) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie. 14. Przenośna instalacja tlenowa. • Zasady lotu w odniesieniu do samolotów wielosilnikowych tłokowych: a) Rozkład sił w locie normalnym b) Strumienie zaśmigłowe – wpływ na różne fazy lotu c) Rozkład sił w locie z asymetrią ciągu i wpływ na osiągi i sterowanie: przesunięcie linii ciągu; wpływ asymetrii łopat śmigła; przesunięcie linii oporu aerodynamicznego; opór aerodynamiczny śmigła niesprawnego silnika; wzrost całkowitego oporu aerodynamicznego; asymetria siły nośnej; wpływ niesymetrycznego strumienia zaśmigłowego; wpływ odchylenia w locie poziomym i w zakręcie; para sił ciągu i wychylenia steru kierunku; wpływ długości ramienia pary sił. d) Pojęcie silnika krytycznego i jego identyfikacja e) Minimalna prędkość sterowności (VMC); definicja; pochodzenie; czynniki mające wpływ na (VMC): ciąg; masę i położenie środka ciężkości; wysokość; podwozie; klapy; klapyki regulujące chłodzenie silnika lub zasłonki chłodnicy; turbulencję lub porywy; reakcje lub kompetencje pilota; przechylenie w kierunku pracującego silnika; opór aerodynamiczny; przestawianie śmigła w chorągiewkę; silnik krytyczny. • Ograniczenia: 1. Ograniczenia ogólne: a) Ograniczenia prędkościowe: maksymalna składowa prędkości wiatru tylnego i bocznego do startu i lądowania; maksymalne prędkości do wypuszczenia klap vfo; przy różnych ustawieniach klap vfe; przy wypuszczaniu i chowaniu podwozia vlo; przy wysuniętym podwoziu vle; przy maksymalnym wychyleniu sterów va, Ma; dla opon; przy jednym śmigle przestawionym w chorągiewkę; minimalna prędkość sterowania w powietrzu vmca; minimalna prędkość sterowania na ziemi vmcg; prędkość przeciągnięcia w zróżnicowanych warunkach vso, vs1; prędkość nieprzekraczalna vne; maksymalna prędkość dla normalnego lotu vmo; ograniczenia dotyczące wysokości i temperatury. b) Ograniczenia masowe: maksymalna masa do kołowania; maksymalna masa startowa; maksymalna masa do lądowania; masa przy zerowym paliwie; maksymalny współczynnik obciążenia podczas lotu;</p>	

dopuszczalny zakres położenia środka ciężkości. 2. Ograniczenia dotyczące silnika: a) dane dotyczące działania silników: minimalne i maksymalne obroty (RPM) i temperatury głowic i gazów wylotowych (ograniczenia czasowe); minimalna i maksymalna temperatura oleju oraz ciśnienie; maksymalny czas uruchamiania i wymagane chłodzenie rozrusznika; ograniczenia śmigieł (użytkowania i przestawiania w chorągiewkę). b) certyfikowane klasy oleju. 3. Ograniczenia dotyczące systemów/instalacji: a) dane dotyczące działania następujących systemów/instalacji: zasilanie energią elektryczną, maksymalne obciążenie układu zasilania; maksymalny czas zasilania z akumulatora w przypadku awarii; ograniczenia autopilota w różnych trybach pracy; zabezpieczenia przed oblodzeniem. b) instalacja paliwowa: certyfikowane specyfikacje paliwa, minimalne i maksymalne ciśnienia. 4. Wykaz wyposażenia minimalnego (MEL).

• Wykonanie, planowanie i monitorowanie lotu: 1. Obliczanie osiągnięć dotyczących prędkości, gradientów, mas w każdych warunkach dla startu, przelotu, podejścia do lądowania i lądowania zgodnie z dostępną dokumentacją z uwzględnieniem następujących czynników: a) długość drogi rozpędzania lub zatrzymania; b) rozporządzalna długość rozbiegu przy starcie oraz rozporządzalna długość startu (TORA, TODA); c) temperatura, wysokość ciśnieniowa, nachylenie drogi startowej, wiatr; d) maksymalne obciążenie i maksymalna masa; e) minimalny gradient wznoszenia po awarii silnika; f) wpływ śniegu, topniejącego śniegu, wilgoci i stojącej wody na drodze startowej; g) możliwa awaria silnika podczas przelotu; h) stosowanie instalacji przeciwołodzeniowej; i) minimalny gradient wznoszenia podczas podejścia do lądowania i lądowania; j) maksymalna dopuszczalna masa lądowania oraz długość lądowania dla lotniska docelowego lub lotniska zapasowego z uwzględnieniem następujących czynników: rozporządzalna długość lądowania; temperatura, wysokość ciśnieniowa, nachylenie drogi startowej i wiatr; zużycie paliwa do lotniska docelowego lub do lotniska zapasowego. 2. Planowanie lotu w warunkach normalnych i anormalnych: optymalny lub maksymalny poziom lotu; minimalna wymagana wysokość bezwzględna lotu; ustawienie mocy silników podczas wznoszenia, przelotu i oczekiwania w zróżnicowanych warunkach jak również najbardziej ekonomiczny poziom przelotowy; optymalny i maksymalny poziom lotu oraz ustawienie mocy silników po awarii silnika. 3. Monitorowanie lotu.

• Obciążenie i wyważenie oraz obsługa: 1. Obciążenie i wyważenie: arkusz załadunku i wyważenia z maksymalnymi masami dla startu i lądowania; limity środka ciężkości; wpływ zużycia paliwa na środek ciężkości; mocowanie ładunku. 2. Przykłady obliczania masy i wyważenia. • Procedury w sytuacjach awaryjnych: 1. Rozpoznanie sytuacji i czynności awaryjne: a) awaria silnika podczas startu i również w locie; b) nieprawidłowe działanie układu regulacji skoku śmigła; c) przegrzanie silnika, pożar silnika na ziemi i w locie; d) dym lub pożar instalacji elektrycznej; e) awaria zasilania energią elektryczną; f) awarie przyrządów; g) awaria instalacji hydraulicznej; h) awaria urządzeń zwiększających siłę nośną i układów sterowania lotem i) ponowne uruchomienie silnika w locie; j) awaryjne wypuszczenie podwozia. • Zasady pilotażu samolotu wielosilnikowego: 1. Lot z asymetrią ciągu a) Ustawianie śmigła w chorągiewkę – sposób wykonania b) Wpływ na użytkowanie samolotu na prędkości przelotowej c) Omówienie nacisku stóp na stery w celu utrzymania stałego kursu (bez trymerów) d) Wyprowadzenie śmigła z chorągiewki e) Ciąg zerowy f) Porównanie nacisku stóp na stery w przypadku ustawienia śmigła w chorągiewkę i ustawienia ciągu zerowego g) Rozpoznawanie usterek silnika podczas lotu poziomego h) Rodzaje niesprawności nagła lub postępująca całkowita lub częściowa i) Identyfikacja niesprawnego silnika zasada: miękka noga = niesprawny silnik j) Potwierdzenie identyfikacji niesprawnego silnika k) Użycie, niewłaściwe użycie i ograniczenia: steru kierunku; lotek; sterów wysokości. l) Wpływ przechylenia lub ześlizgu i wyważenia; m) Zmniejszenie skuteczności lotek i steru kierunku; n) Możliwość przeciągnięcia statecznika pionowego; o) Wpływ zależności pomiędzy IAS i ciągiem; p) Wpływ szczytkowych niezrównoważonych sił; q) Obciążenie nóg i trymerowanie. 2. Minimalne prędkości sterowności a) Metody praktycznego oszacowania prędkości krytycznych w locie poziomym i powrót do lotu normalnego b) Wpływ minimalnych prędkości sterowania na: przechylenie ustawianie ciągu zerowego konfigurację do startu 3. Przestawianie i nie przestawianie śmigła w chorągiewkę a) Minimalne wysokości lotu, na których można wykonać ćwiczenie b) Obsługa silnika – środki ostrożności (przegrzanie, oblodzenie, wtryskiwanie paliwa rozruchowego, podgrzewanie, metody symulacji niesprawności silnika – z wykorzystaniem instrukcji obsługi) • Wymagania specjalne dla samolotów ze 'szklanym kokpitem' wyposażonych w system wskaźników elektronicznych (EFIS): ogólne zasady projektowania sprzętu i oprogramowania komputerowego samolotów; system i wyświetlacze zamontowane na samolotach wielosilnikowych w OKL – charakterystyka, wyświetlane symbole, obsługa; sygnalizowanie alarmowe; możliwości rozpoznania błędów oraz czynności do wykonania w przypadku awarii wyświetlaczy.

Seminarium dyplomowe (B)

K_W09, K_W10, K_U15, K_K03

• ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przygotowując pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach

techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały	
Seminarium dyplomowe (C)	K_W09, K_W10, K_U04, K_U10, K_K03
<p>• Zajęcia wprowadzające. Dyplomowa praca magisterska: cel poznawczy i dydaktyczny, różnice w stosunku do pracy inżynierskiej. Metodyka badań naukowych oraz przygotowania i realizacji eksperymentu a następnie opracowania wyników. Technika pisania pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. Forma pracy, streszczenie. Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. Referaty indywidualne Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: · Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej, · Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. Przygotowanie i wygłoszenie referatu: · Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu, · Konspekt referatu, · Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), przygotowanie prezentacji multimedialnej, · Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania, · Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu), · Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji</p>	
Seminarium dyplomowe (K)	K_W09, K_W10, K_U15, K_K03
<p>• ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przygotowując pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały</p>	
Seminarium dyplomowe (M)	K_W09, K_U04, K_U10, K_K03
<p>• ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami śmigłowców • przygotowując pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały</p>	
Seminarium dyplomowe (S)	K_W10, K_U04, K_U15, K_K03
<p>• Przygotowanie i prowadzenie podstawowych badań naukowych oraz prezentacja ich wyniku wraz z dyskusją.</p>	
Seminarium dyplomowe (Z)	K_W09, K_W10, K_U01, K_U04, K_U15, K_K05
<p>• - Zajęcia wprowadzające. - Dyplomowa praca magisterska: cel poznawczy i dydaktyczny, różnice w stosunku do pracy inżynierskiej. - Metodyka badań naukowych oraz przygotowania i realizacji eksperymentu a następnie opracowania wyników. - Technika pisania pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. - Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. - Forma pracy, streszczenie. - Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. -Referaty indywidualne Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: ·Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej, ·Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. - Przygotowanie i wygłoszenie referatu: ·Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu, ·Konspekt referatu, ·Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), przygotowanie prezentacji multimedialnej, ·Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania, ·Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu), ·Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. ·Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji</p>	
Spalanie i komory spalania	K_W06, K_U08
<p>• Kryteria klasyfikacji spalania . Rodzaje mieszanin palnych. Elementy kinetyki chemicznej. Reakcje łańcuchowe. Mechanizm spalania węglowodorów .Proces rozprzestrzeniania się płomienia.Laminarne spalanie mieszanek. Turbulentne spalanie mieszanek. Kryterium Michelsona. Współczynnik nadmiaru powietrza. Wymagania względem komór spalania. Klasyfikacja komór spalania.Stabilizacja płomienia w komorach spalania. Straty ciśnienia spiętrzenia w komorach spalania.Organizacja procesów mieszania w</p>	

komorach spalania. • Charakterystyki komór. Rozkład temperatury spalin na wylocie komory. Chłodzenie ścianek płomienicy. Skażenia atmosfery zawarte w spalinach i sposoby obniżania emisji zanieczyszczeń. Organizacja procesu roboczego w dopalaczu. Przepływ przez dyfuzor. Opływ stabilizatorów. Stabilizacja płomienia ciałem o kształcie nieopływowym. Straty ciśnienia spiętrzenia w dopalaczu. Charakterystyki dopalacza. Chłodzenie ścianek.	
Sterowanie ruchem lotniczym	K_W04, K_W06, K_W09, K_U15, K_U16, K_K01
• Przepisy ruchu lotniczego • Zapobieganie kolizjom w ruchu lotniczym • Kształtowanie ruchu w przestrzeni kontroli obszaru ACC, rejonu kontrolowanego lotniska TMA i strefy kontrolowanej lotniska TWR • Kształtowanie ruchu w sąsiedztwie stref - czasowo wydzielonej TSA, czasowo rezerwowanej TRA, niebezpiecznej D, zakazanej P, ograniczonej R • Metody kompleksowego sterowania ruchem lotniczym przy wykorzystaniu modelu przestrzeni • Identyfikacja obciążenia sektora, modelowanie i weryfikacja zgodnie z przyjętą metodą wybranego klastru przestrzeni	
Systemy bezzałogowe	K_W06
• Zasady przygotowania i prowadzenia badań w locie. • . Przygotowanie dokumentów formalnych i merytorycznych do prowadzenia badań w locie. • Wybór i przygotowanie aparatury pomiarowej. 2. Określenie danych niezbędnych do właściwej interpretacji wyników. • 1. Przeprowadzenie badań w locie. 2. Analiza i interpretacja wyników. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Prawo lotnicze. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Meteorologia. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Nawigacja. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Procedury operacyjne. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Osiągi i planowanie lotu. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Człowiek jako operator bezzałogowego statku powietrznego. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Obsługa, budowa i działanie systemów, podzespołów bezzałogowego statku powietrznego oraz zasady wykonywania lotów bezzałogowego statku powietrznego. • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Zasady wykonywania lotów w zasięgu wzroku (VLOS) i poza zasięgiem wzroku (BVLOS). • Temat realizowany w odniesieniu do szkolenia operatora bezzałogowych statków powietrznych: Bezpieczeństwo wykonywania lotów i sytuacje niebezpieczne.	
Systemy napędów i transmisji 1	K_W06, K_W08, K_U08, K_U10, K_K03
• Student poznaje budowę silników stosowanych w śmigłowcach, charakterystyki eksploatacyjne silników. • Student poznaje podstawy doboru silnika do napędu śmigłowca. • Student poznaje pozostałe elementy składowe napędu śmigłowca, jego punkty mocowania do płatowca, połączenia między elementami podzespołów i zasady projektowania poszczególnych elementów transmisji napędu.	
Systemy napędów i transmisji 2	K_W06, K_W07, K_W08, K_U08, K_U09, K_K03
• Klasyfikacja układów przenoszenia napędów w śmigłowcach, wymagania stawiane układom, charakterystyczne wskaźniki napędów. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. • Przekładnie stożkowe. Rodzaje, metody wytwarzania, geometria i kinematyka. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych. • Przekładnie olbiegoweklasyfikacja, stopień swobody przełożenie, sprawność, kinematyka, zasady doboru parametrów, ograniczenia, moc krążąca, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Obliczenia wytrzymałościowe. • Projekt przekładni stożkowej z zastosowaniem Tooth Contact Analysis • Projekt przekładni obiegowej	
Systemy pokładowe	K_W06, K_W07, K_W08, K_U01
• Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU • Systemy nawigacji bezwładnościowej (INS – Inertial Navigation System): rodzaje, budowa, uzgadnianie położenia, tryby pracy i oznaczenia, zasady budowy kardanowych i bezkardanowych systemów nawigacji, pomiar przyspieszeń liniowych, prędkości kątowych i kątów orientacji; żyroskopy optyczne. Platformy stabilizowane i wirtualne (analityczne): budowa, zasada działania, uzgadnianie położenia platformy, błędy, tryby pracy i oznaczenia. Wahadło Shulera, algorytmy obliczeniowe. Procedury ustawiania początkowego: pozycja, poziomowanie i ustawianie azymutalne. Systemy korekcji, błędy pomiaru. Użytkowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu. Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNSS/TRN. • Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS • Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transpondery, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S. • System automatycznego zależnego dozoru ADS-B (ADS-B – Automatic Dependent Surveillance – Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań.	

<p>Łączy danych i integracja z systemami pokładowymi. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się samolotów w powietrzu (TCAS – Traffic Alert and Collision Avoidance System, ACAS – Airborne Collision Avoidance System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Uprozczone wersje systemu (TCAD – Traffic Collision Avoidance Device), interpretacja wskazań. Historia, stan aktualny, zasada działania, możliwość integracji z innymi systemami. Systemy PCAS, T2CAS. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się do ziemi (GPWS – Ground Proximity Warning System, TAWS – Terrain Awareness Warning System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Radiowysokościomierz, numeryczne modele terenu, integracja danych nawigacyjnych. Układy klasy TAWS. Omówienie systemów GPWS, EGPWS. • Systemy syntetycznej wizji. Zastosowania w lotnictwie. Układy wskazań PFD, MFD. System RAAS. Systemy wzmocnionej wizji EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESVS. Zastosowania, zasada działania, perspektywy rozwoju. • Układy pośredniego sterowania samolotem. Idea, struktura, przykładowe rozwiązania. Problem oscylacji indukowanych przez pilota. Systemy pośredniego sterowania: prawa sterowania, właściwości pilotażowe, realizacja techniczna, systemy nadzoru, diagnostyki i rekonfiguracji, niezawodność systemu. Tendencje rozwojowe w budowie złożonych (zintegrowanych) systemów pokładowych, automatyzacja pomiarów i przetwarzania danych, zastosowanie sztucznej inteligencji. • Systemy ostrzegające o przekroczeniach parametrów lotu. Układy pomiarowe kąta natarcia i kąta ślizgu. Technika Flight Envelope Protection. • Automatyczne sterowanie ciągiem: funkcja i zastosowanie, schemat blokowy, elementy składowe, rodzaje pracy, wybór automatycznego rodzaju pracy, sygnał oddziałujący na dźwignię sterującą ciągiem, układy FADEC. Użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu, monitorowanie działania systemu, ograniczenie użytkowania. • Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi. • Systemy TCAS - ćwiczenia symulacyjne; Systemy TAWS - ćwiczenia symulacyjne; Systemy ochrony obwiedni parametrów lotu - ćwiczenia symulacyjne; Detektor burzowy i radar pogodowy - zapoznanie się z rzeczywistymi urządzeniami; Systemy zintegrowanej awioniki - zapoznanie się z rzeczywistymi urządzeniami.</p>	
Systemy radionawigacyjne	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14, K_U16, K_K01
<p>• Systemy nawigacji hiperbolicznej - opis, zasada działania i parametry. Systemy nawigacyjne Gee, Decca, Loran-C, Chayka, Omega i Alfa; opis, zasada działania, parametry. • Klasyfikacja urządzeń radiolokacyjnych. Radiolokacja aktywna, pasywna i półaktywna. Systemy pracujące z falą ciągłą modulowaną i niemodulowaną. Systemy wykorzystujące efekt Dopplera - opis, zasada działania i parametry. Radiowysokościomierz i Dopplerowski miernik prędkości podróży. Radiolokacja pierwotna i wtórna. Radary PSR i SSR. • Naziemne, satelitarne i pokładowe systemy wspomaganie. Naziemne systemy wspomaganie GBAS: - zasada działania, - zasięg korekcji, pokrycie, - korekcja 3D w segmencie końcowym podejścia (przesyłanie bloku danych FAS). Satelitarne systemy wspomaganie SBAS: - zasada działania, - elementy systemu, - korzyści płynące z możliwości wykonywania podejść APV, - przykłady SBAS (np EGNOS, WAAS, GAGAN itd). Pokładowe systemy wspomaganie ABAS: - zasada działania, rodzaje: - użycie niewykorzystanych satelitów, RAIM, AAIM. Wykorzystanie systemów GNSS w trakcie podejścia do lądowania. • System podejścia do lądowania wg wskazań przyrządów ILS (zasada działania, zakres częstotliwości pracy, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność, geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa). • System podejścia do lądowania wg wskazań przyrządów MLS (zasada działania, zakres częstotliwości pracy, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność, geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa). • Pokładowy radar pogodowy: funkcja, zasada działania, częstotliwość i kształt wiązki, układ stabilizacji anteny, sposób użytkowania i wyświetlania informacji: - opis typowego panelu sterowania - tryby pracy - gradacja kolorów wskazujących na odbiciowość. Pokrycie i zasięg, błędy, dokładność ograniczenia Czynniki wpływające na zasięg i dokładność: - prawidłowe i nieprawidłowe ustawienie pochyleń (tilt). • Treści kształcenia TK01-TK06 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 062.02.06.00 062.02.06.01 062.02.06.02 062.02.06.03 062.03.03.00 062.03.03.02 062.03.03.03 062.03.03.04 062.03.03.05 062.06.01.00 062.06.02.00 062.06.02.01 062.06.02.02 062.06.02.04</p>	
Systemy radiowe	K_W06, K_W07, K_W08, K_U15, K_K05
<p>• Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych, pasma radiowe i ich wykorzystanie w lotnictwie • Typy anten, uproszczone schematy blokowe nadajników i odbiorników radiowych. Łączność HF, VHF, komunikacja satelitarna • Lotnicze systemy komunikacji satelitarnej. Systemy komunikacji tekstowej,</p>	

<p>ACARS, CPDLC. • System ADF: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolaterni NDB, odbiornik pokładowy ADF – zasada działania i obsługa, typowe wskaźniki systemu i interpretacja wskazań. • System VOR: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolaterni VOR, radiolaternie DVOR, odbiornik pokładowy systemów VOR/ILS – zasada działania i obsługa, wskaźniki i interpretacja wskazań. • Systemy ILS, MLS, GLS: charakterystyki techniczne systemów, uproszczone schematy blokowe i zasada działania. • Podstawy radiolokacji. Radiolokacja pierwotna i wtórna. Radiodalmierz DME. Transponder ATC. Radiowysokościomierz. • Systemy nawigacji satelitarnej i systemy wspomagające. • 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 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 interogatora DME, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. Budowa, obsługa i interpretacja wskazań transpondera ATC, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu.</p>	
Technika cyfrowa w lotnictwie	K_W04, K_U09, K_U10
<p>• Technologia układów cyfrowych, podstawowe parametry rodzin układów cyfrowych. Układy programowalne. Obszar WE-WY mikrokomputera jednoukładowego • Urządzenia zasilające układy cyfrowe. Parametry, charakterystyki, stany awaryjne. Warunki pracy, przeciążalność, układy zabezpieczające. • Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Architektura, urządzenia wewnętrzne, pamięci mikrokomputerów- technologie, parametry. • Urządzenia telekomunikacyjne i telemetryczne. Transmisja radiowa sygnałów cyfrowych. Przemysłowe systemy tworzenia i przesyłania obrazu • Układy wyjściowe, serwo mechanizmy, cyfrowe układy sterowania napędami. Zabezpieczenia przed przekroczeniem dopuszczalnego obciążenia. • Układy MEMS. Technologia wykonywania układów. Układy cyfrowe MEMS, budowa, zasada działania, charakterystyki, aplikacje. • Prezentacja informacji alfanumerycznej i graficznej. Interfejsy komunikacji z wyświetlaczami LCD, OLED. Układy cyfrowe interfejsów wyświetlaczy cyfrowych, protokoły transmisji. • Ćwiczenia z zakresu rysowania schematów ideowych z wykorzystaniem narzędzi programowych • Ćwiczenia z zakresu projektowania topologii układów cyfrowych z wykorzystaniem narzędzi programowych • Implementacja oprogramowania w układach mikroprocesorowych • Zasady przygotowania założeń do realizacji projektu. Wymagania funkcjonalne, techniczne, środowiskowe, technologiczne. • Sformułowanie założeń ogólnych. Baza elementów, wymagania technologiczne. Założenia dotyczące oprogramowania • Projekt- rozwiązania szczegółowe, dobór komponentów, kompletacja podzespołów. Budowa oprogramowania. • Projekt schematu ideowego. Budowa oprogramowania. • Projekt topologii obwodów drukowanych. Budowa oprogramowania. • Budowa i uruchomienie prototypu. Implementacja oprogramowania • Dokumentacja projektu - rysunki, schematy, lista użytych elementów, topologia, oprogramowanie, opis zasady działania urządzenia.</p>	
Technika eksperymentu	K_W02, K_W05, K_W09, K_U16
<p>• Metodyka prowadzenia badań doświadczalnych - wprowadzenie. • Przygotowanie teoretyczne do eksperymentu. • Wybór metody badawczej. • Zestawienie aparatury pomiarowej i zapewnienie warunków prowadzenia badań. • Systematyczność pomiarów i powtarzalność wyników. • Zbieranie wyników badań i pomiarów. • Opracowanie wyników. Statystyka. • Sprawozdawczość.</p>	
Technika kosmiczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U10, K_K01
<p>• Podstawowe zagadnienia z zakresu astronautyki i astronomii; misje near-space, loty suborbitalne, orbitalne, międzyplanetarne i międzygwiazdne. • Układ słoneczny, budowa, stan eksploracji • Misje near-space, budowa systemów wznoszących, zasobników i systemów hamujących. Omówienie przykładowej misji. • Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne, budowa, teoria lotu, przykłady • Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne w układzie kadłubopłata, budowa, teoria lotu, przykłady • Loty orbitalne; układy wynoszenia satelitów, parametry orbit, korekcja orbit, powrót z orbity i lot atmosferyczny. • Loty orbitalne; promy kosmiczne Space-shuttle i Buran, budowa, fazy lotu, przykładowe misje. • Loty orbitalne; międzynarodowa stacja kosmiczna Alfa, historia, budowa, moduły. systemy, możliwości rozwoju. • Loty na Księżyc. Programy podboju Księżyca. Misje bezzałogowe i misje Apollo. Budowa rakiet nośnych, modułów załogowych, lądownika księżycowego. Fazy lotu, omówienie przykładowych misji. • Loty międzyplanetarne; programy badań planet Wenus i Mars, loty do planet zewnętrznych i na peryferia układu słonecznego, asysta</p>	

<p>grawitacyjna. Budowa statków kosmicznych wykorzystywanych do lotów międzyplanetarnych, przykładowe misje. • Omówienie aktualnie realizowanych programów kosmicznych i perspektyw na najbliższe lata. Najważniejsze osiągnięcia i bariery w rozwoju techniki kosmicznej. • Modelarstwo kosmiczne i raketnictwo. Polskie programy raketowe i kosmiczne. • 1. Projekt modelu amatorskiej rakiety napędzanej silnikiem na paliwo stałe. 2. Projekt koncepcyjny wybranej misji kosmicznej i próba jego realizacji w warunkach symulacji komputerowej (np. Orbiter, Matlab/Simulink lub inny).</p>	
Technika kosmiczna (KBM)	K_W05, K_W08
<p>• Zarys historii podboju kosmosu • Okołoziemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej • Środki przeżycia w przestrzeni kosmicznej • Podróże międzyplanetarne • Realizacja projektów - seminariów</p>	
Technologia silników lotniczych	K_W05, K_W08, K_U10, K_K01
<p>• Warstwa wierzchnia - budowa. znaczenie w procesach eksploatacji. Pojęcie technologii. Technologie kluczowe w procesach elementów silników lotniczych • Materiały stosowane na elementy silnika lotniczego. Technologie odlewnicze stosowane w procesach elementów silników lotniczych • Technologie przeróbki plastycznej elementów silników lotniczych. Technologie obróbki ubytkowej elementów silników lotniczych. Technologie obróbki cieplnej. • Technologie powłokowe i przyrostowe w procesach technologicznych elementów silników lotniczych • Technologie łączenia i kontroli w procesach technologicznych silników lotniczych • Wizyta studyjna w laboratorium badawczym rozwijającym technologie stosowane w produkcji elementów silników lotniczych • Obrabiarki i oprzyrządowanie technologiczne • Systemy CAD oraz CAM w zastosowaniu do elementu silnika lotniczego • Kształtowanie elementów z trudnoobrabialnych stopów lotniczych • Technologie przyrostowe • Technologia monokryształów oraz technologie CVD i PVD • Prezentacja zaliczeniowa</p>	
Technologie szybkiego prototypowania w lotnictwie	K_W05, K_W08, K_U10, K_U14, K_K05
<p>• Student poznaje metody projektowania w wybranym programie 3D-CAD, które dedykowane są dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student poznaje sposoby przeprowadzenia procesu obróbki danych modelu 3D-CAD oraz w jaki sposób przygotować dane do procesu wytwórczego • Student poznaje wybrane systemy przyrostowego wytwarzania prototypów • Student poznaje pośrednie metody prototypowania tak, aby był w stanie samodzielnie wykonać prototyp • Student poznaje proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów</p>	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_U16
<p>• Sygnały. Podstawowe pojęcia. Sygnały deterministyczne i losowe. Kodowanie przebiegów czasowych. Cyfrowy zapis sygnałów analogowych. Przetworniki analogowo cyfrowe, cyfrowo analogowe. Przekształcanie i analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformata Fourier'a. Filtracja. Cel stosowania filtracji. Filtry analogowe. Filtry cyfrowe. Projektowanie i optymalizacja filtru. Modelowanie. Matematyczny sposób opisu obiektów rzeczywistych. Modele parametryczne i nieparametryczne. Klasy modeli procesów. Identyfikacja. Podstawowe pojęcia. Metody identyfikacji. Identyfikacja Charakterystyk statycznych i dynamicznych, problem deterministyczny i probabilistyczny. Eksperyment. Eksperyment czynny i bierny. Planowanie eksperymentu. Estymacja. Teoria Estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena. • Projektowanie i analiza filtrów analogowych. Filtr Butterworth'a. Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Transformacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fourier'a Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu. Eksperyment. Zbieranie danych pomiarowych plan eksperymentu, na przykładzie nieliniowego modelu ruchu samolotu. Identyfikacja charakterystyk. Identyfikacja charakterystyk samolotu. Estymacja parametrów. Estymacja parametrów matematycznego modelu ruchu samolotu</p>	
Trening kondycyjny	K_U04, K_U16, K_K01
<p>• Treningi indywidualne z wykorzystaniem lotniczego przyrządu gimnastycznego - żyroskop, zwiększające odporność zmysłu równowagi pilota na zakłócenia orientacji przestrzennej w locie. Przygotowanie kondycyjne do lotów akrobacyjnych. • Technika ćwiczeń bazowych, pomocniczych i uzupełniających – programowanie jednostki zajęciowej. Trening ukierunkowany na wybrany cel z zastosowaniem odpowiednio dobranych akcesoriów i sprzętu treningowego . • Stabilność i mobilność, jako baza do długoterminowej działalności treningowej, ukierunkowanej na utrzymanie wysokiego poziomu sprawności oraz zdrowia</p>	

psychofizycznego niezbędnego do wykonywania zawodu pilota. • Testy sprawności fizycznej (Beep test). • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Układy automatyki w przemyśle lotniczym	K_W05, K_U07, K_U10
• Wprowadzenie do tematyki układów automatyki przemysłowej skowanej w lotnictwie • Budowa, zasada działania i zastosowanie systemów wizyjnych w lotniczych układach automatyki przesyłowej • Budowa, zasada działania i sterowanie mechanizmami wykonawczymi stosowanymi w lotniczej automatyce przemysłowej. • Budowa, zasada działania i metody programowania sterowników przemysłowych • Nowoczesne systemy bezpieczeństwa w automatyce przemysłowej • Interfejsy i protokoły komunikacyjne w automatyce przemysłowej • Technologia montażu stosowana w układach automatyki • Systemu identyfikacji stosowane w automatyce lotniczej	
Współpraca w załodze wieloosobowej	K_W09, K_U15, K_U16, K_K01
• Czynniki ludzkie, koncepcje i definicje: a) Podstawowe koncepcje; b) Czynniki ludzkie w lotnictwie; c) Sprawność i ograniczenia; d) Tradycyjne rozumienie pojęcia "fachowość", rozumienie "profesjonalizmu" w aspekcie czynnika ludzkiego; e) Statystyka wypadków; f) Koncepcje bezpieczeństwa lotu. Podstawy psychologii lotniczej, model informatyczny człowieka: a) Przetwarzanie informacji przez człowieka; b) Uwaga i czuwanie (selektywność uwagi, podzielność uwagi); c) Postrzeganie (złudzenia percepcji, subiektywność postrzegania, przetwarzanie danych "z dołu do góry", i "z góry na dół"); d) Pamięć (czuciowa, robocza, długotrwała, krótkotrwała); e) Wybór reakcji na bodziec (zasady i techniki uczenia się, popędy, motywacja i osiągnięcia). Osobowość i jej wpływ na bezpieczeństwo: a) Typy osobowości; b) Osobowość i postawy rozwój, wpływy środowiskowe; c) Indywidualne zróżnicowanie osobowościowe (samopoznanie); d) Identyfikowanie postaw niebezpiecznych (skłonność do popełniania błędów). Błąd ludzki i niezawodność, łańcuch błędów, wykrywanie i zapobieganie błędom: a) Niezawodność zachowań człowieka; b) Hipotezy tłumaczenia rzeczywistości (podobieństwo, częstotliwość zdarzeń, spełnianie się, przyczynowość); c) Teoria i model błędów człowieka; d) Powstawanie błędów (czynniki wewnętrzne (style poznawcze), czynniki zewnętrzne (ergonomia, ekonomia, środowisko socjologiczne). Polityka bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie: a) Program Ochrony Linii; b) Ustanawianie procedur i sposoby ich zatwierdzania; c) Procedury operacyjne. Stres, panowanie nad stresem, zmęczenie i czujność: a) Stres (definicje koncepcje i modele; niepokój a stres; skutki stresu; radzenie sobie ze stresem); b) Zmęczenie i czujność (rodzaje, przyczyny, objawy; skutki zmęczenia); c) Rytm biologiczny i sen (zakłócenia rytmu; objawy i skutki); d) Radzenie sobie ze zmęczeniem i stresem (techniki zwalczania). Zbieranie i obróbka informacji, ocena sytuacji, sterowanie obciążeniem pracą: a) Unikanie popełniania błędów; b) Poprawianie błędów; c) Poczucie bezpieczeństwa (świadomość obszarów ryzyka; świadomość skłonności do popełniania błędów, ustalanie źródeł popełniania błędów; świadomość sytuacyjna). Podejmowanie decyzji - koncepcje podejmowania decyzji (strukturalna; granice; ocena ryzyka; praktyczne stosowanie). Porozumiewanie się i współpraca w kabinie załogi i poza nią: a) Sposoby porozumiewania się; b) Werbalne i niewerbalne sposoby porozumiewania się; c) Bariery w porozumiewaniu się; d) Postępowanie w sytuacjach konfliktowych. Przywództwo i zachowanie się zespołu, synergia: a) Przewodzenie w grupie; b) Style kierowania zespołem; c) Dynamika małej grupy; d) Obowiązek i rola. Analiza wypadków: a) Analiza wypadków w lotnictwie ogólnym; b) Analiza wypadków w lotnictwie komunikacyjnym. • Procedury koordynacji załogi: a) Technika lotu i procedury w kabinie; b) Standardowe zwroty frazeologiczne; c) Dyscyplina. Obsługa symulatora lotu i modelu lotu używanego w szkoleniu: a) Zapoznanie z urządzeniem i architekturą kabiny, rozmieszczeniem przyrządów i przełączników; b) Procedury awaryjne w odniesieniu do urządzenia (wyłączanie awaryjne, awaria układu symulacji sił, pożar, ewakuacja); c) Model lotu używany w trakcie szkolenia – użytkowanie, wyświetlane przyrządy. Standardowe Procedury Operacyjne modelu lotu używanego w szkoleniu – omówienie oraz ćwiczenie przez kandydatów procedur w parach: a) Procedury normalne; b) Procedury awaryjne. Ćwiczenia studentów w parach realizujące scenariusze sytuacji zadanej przez prowadzącego.	
Wybrane działy matematyki	K_W01, K_U08
• 1. Liczby zespolone - przypomnienie podstawowych własności. 2. Układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Układy kramerowskie. Wzory Cramera. Metoda eliminacji Gaussa. 2. Równania różniczkowe zwyczajne. Definicje, przykłady, całka szczególna i ogólna równania, zagadnienie Cauchy'ego. Przegląd wybranych równań rzędu pierwszego: o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe (metoda przewidywań i metoda uzmienniania stałej), równanie Bernoulliego, równanie zupełne, czynnik całkujący. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Metody sprowadzania niektórych typów równań rzędu II-go do równań rzędu I-go, równania liniowe wyższych rzędów, równania różniczkowe liniowe o stałych współczynnikach, równanie Eulera rzędu n. . Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i	

trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szeregi przemienne). Definicja szeregu potęgowego, promień i przedział zbieżności, własności szeregów potęgowych, szereg Taylora i Maclaurina. Pojęcie szeregu Fouriera . Warunki i twierdzenie Dirichleta. Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. 4. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Granica, ciągłość, różniczka, pochodne cząstkowe I-szego i wyższych rzędów. Ekstrema lokalne, globalne i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwikłane: pochodne, ekstrema lokalne. Całki wielokrotne i ich zastosowanie. 5. Funkcje zespolone. Krzywe i obszary na płaszczyźnie zespolonej. Ciągi i szeregi o wyrazach zespolonych. Funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej. Funkcje elementarne zmiennej zespolonej. Pochodna i całka funkcji zmiennej zespolonej. Punkty osobliwe, szereg Laurenta, residuum. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a. • fnhn	
Wybrane zagadnienia szkolenia lotniczego	K_W06
<p>• Zaawansowane zagadnienia z zakresu wykonywania i planowania lotów (na wniosek OKL Z. Piskor 20.01.2020) • Procedury Upset & Recovery (na wniosek OKL Z. Piskor 20.01.2020) 1. Rodzaje sytuacji wymagających umiejętności postępowania w przypadkach wykraczających poza standardowy zakres eksploatacji samolotu. 2. Lot z małą prędkością na dużych kątach natarcia 3. Lot z dużą prędkością, zjawiska aeroelastyczności 4. Lot na dużej wysokości 5. Lot w turbulencji 6. Uskok wiatru 7. Lot w warunkach oblodzenia 8. Utrata orientacji przestrzennej 9. Problemy sprzężenia samolotu i pilota, oscylacje indukowane przez pilota (APC - Aircraft-Pilot Coupling, PIO - Pilot Induced Oscylations) 10. Systemy ostrzegania i przeciwdziałania sytuacjom zagrożenia</p>	
Wymiana ciepła i masy	K_W02, K_W04, K_U01, K_U07, K_U08, K_K03
<p>• 1. Przewodzenie - prawo Fouriera . Równanie przewodnictwa Kirchhoffa - Fouriera - szczególne przypadki. Przewodność cieplna materiałów; 2. Przejmowanie ciepła. Krytyczna średnica izolacji. 3. Przewodzenie 2-wymiarowe. Współczynniki kształtu. 4. Wymiana ciepła przez żebra. 5. Nieustalone przewodzenie ciepła - system skupiony z akumulacją. Nieustalona wymiana ciepła - wykresy Heislera i Grobera. 6. Konwekcja wymuszona - prawo Newtona dla konwekcji Równanie Bernoulliego dla przepływu nielepkiego. Równanie energii dla płynów ściśliwych. Termiczna i hydrauliczna warstwa przyścienna. 7. Teoria podobieństwa. Liczby kryterialne. 8. Konwekcja wymuszona przy przepływie przez kanał. 9. Konwekcja swobodna liczba Grashofa, rozwiązanie na liczbę Nusselta, przykłady zależności empirycznych; 10. Promieniowanie cieplne: mechanizm fizyczny, właściwości ciał , prawo Stefana-Boltzmana, tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, reguła przesunięć Wiena, ciała szare. Współczynnik kształtu dla promieniowania; prawo wzajemności; 11. Wymienniki ciepła: typy wymienników ciepła, problemy konstrukcyjne; 12. Wymiana masy. • Ogólne równanie transportu dowolnej zmiennej: dyfuzja, konwekcja, generacja, akumulacja. Metoda różnic skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, szereg Taylora, błąd obcięcia, warunki brzegowe. Metoda objętości skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, zasada zachowania dowolnej zmiennej, dyskretyzacja pochodnych, warunki brzegowe. Metoda elementów skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, funkcje kształtu, rodzaje i rząd elementów, dyskretyzacja równań, metoda pozostałości ważonej, funkcje wagi, metoda Galerkina, układ równań liniowych w postaci macierzowej, warunki brzegowe. • 1. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie i cylindryczne; 2. Ustalone przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne; 3. Ustalona wymiana ciepła za pośrednictwem żeber; 4. Nieustalona wymiana ciepła systemu skupionego i półprzestrzeni; 5. Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy; 6. Konwekcja swobodna bez zmiany fazy; 7. Promieniowanie cieplne • Symulacje numeryczne zagadnień wymiany ciepła w środowisku ANSYS Mechanical. Reprezentacja geometrii 1D, 2D i 3D. Warunki brzegowe pierwszego i drugiego rodzaju. Warunek brzegowy symetrii. Rodzaje elementów w ANSYS Mechanical. Reprezentacja 2D osiowosymetryczna. Konfiguracja domeny o kilku regionach. Zagadnienia nieliniowe: właściwości materiałowe i warunki brzegowe zależne od temperatury. Objętościowa generacja ciepła. Opór kontaktowy. Zagadnienie wymiany ciepła w stanie nieustalonym. Zagadnienie proste i odwrotne wymiany ciepła. Promieniowanie do otoczenia i pomiędzy powierzchniami domeny. Wyniki symulacji - całkowita moc cieplna wymieniana przez powierzchnię. Zagadnienie konwekcji wymuszonej z pełnym rozwiązaniem pola prędkości w ANSYS Fluent.</p>	
Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	K_W01, K_W04, K_U01, K_U07, K_U16, K_K01
<p>• Podstawowe wiadomości z zakresu drgań mechanicznych • Drgania wymuszone. Rodzaje wymuszenia w silnikach turbinowych • Zjawisko rezonansu. Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa. • Zjawisko samocentrowania wałów. Obroty krytyczne wałów • Charakterystyki rezonansowe obiektów o stałej częstotliwości drgań własnych. Wykres Campbell'a • Zjawisko zwiększania częstotliwości rezonansowej łopatek w trakcie wirowania. Wykres Campbella dla wirującej łopatki • Wybrane zagadnienia z mechaniki pękania i wytrzymałości zmęczeniowej. Inicjacja pęknięcia, propagacja pęknięć . Sposoby prognozowania</p>	

trwałości zmęczeniowej struktury • Modelowanie numeryczne procesów dragniowych łopatek sprężarek i turbin maszyn wirnikowych • Poznanie podstawowych funkcji systemu vibracyjnego • Badanie częstotliwości i postaci drgań belki wspornikowej • Badanie częstotliwości drgań własnych łopatki za pomocą czujników drgań • Doświadczalna analiza postaci drgań własnych łopatek turbin i sprężarek za pomocą mikroskopu oraz skanującego wibrometru laserowego. Przykłady obliczeń numerycznych wybranych podzespołów silników lotniczych.	
Wytrzymałość struktur cienkościennych	K_W02, K_W05, K_W06, K_U01, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy klasycznej teorii sprężystości (równania równowagi Naviera, stan naprężenia, stan odkształcenia, równania nierozdzielności, związki konstytutywne, prawo zmiany objętości, prawo zmiany postaci, zagadnienia energetyczne) • Podstawy teorii płyt cienkich (równania równowagi, stan naprężenia, metody rozwiązywania, płyty izotropowe oraz ortotropowe) • Zarys teorii stateczności (metody badania ustrojów: metoda analizy równowagi, metoda energetyczna, podział zagadnień stateczności konstrukcji, obciążenia krytyczne płyt i powłok, praca konstrukcji po utracie stateczności, lokalne zniszczenie płyt i powłok • Zastosowanie metod przybliżonych do analizy pracy konstrukcji • Rozwiązywanie zagadnień płyt cienkich • Rozwiązywanie zagadnień stateczności prętów i płyt cienkościennych • Wprowadzenie do metod badań doświadczalnych konstrukcji cienkościennych, ćwiczenia laboratoryjne z zakresu wykorzystania wybranych metod w badaniach doświadczalnych 	
Zaawansowane metody syntezy i analizy układów automatyki	K_W07, K_U11, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Modelowanie w automatyce • Jakość sterowania - kryteria syntezy UAR • Korekcja układów stacjonarnych • Autonomizacja obiektów wielowymiarowych i autonomiczne układy regulacji • Sterowanie modalne obiektów wielowymiarowych • Sterowanie optymalne układów wielowymiarowych przy kwadratowym wskaźniku jakości • Metody rekonstrukcji wektora stanu • Metodologia syntezy i analizy układów automatyki z wykorzystaniem współczesnych systemów wspomagania inżyniera • Modelowanie matematyczne w automatyce • synteza układu automatyki • Rekonstrukcja wektora stanu • Zaprojektowanie układu automatyki dla wybranej metody i obiektu regulacji 	
Zaawansowane systemy sterowania lotem	K_W08, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> • Budowa i analiza modeli matematycznych opisujących dynamikę ruchu statków powietrznych. • Synteza i analiza układów sterowania lotem statków powietrznych. 	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.). • Samolot jako obiekt eksploatacji. • Koszty cyklu życia samolotu samolotu. • Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach). • Definicje i cele • Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego • Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.). • Wymagania procesu eksploatacji. • Organizacja zarządzająca eksploatacją • Obsługa techniczna • Szkolenia • Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi) • Kontrola jakości • Niezawodność • Bezpieczeństwo 	
Zintegrowane systemy pokładowe (C)	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU • Systemy nawigacji bezwładnościowej (INS – Inertial Navigation System): rodzaje, budowa, uzgadnianie położenia, tryby pracy i oznaczenia, zasady budowy kardanowych i bezkardanowych systemów nawigacji, pomiar przyspieszeń liniowych, prędkości kątowych i kątów orientacji; żyroskopy optyczne. Platformy stabilizowane i wirtualne (analityczne): budowa, zasada działania, uzgadnianie położenia platformy, błędy, tryby pracy i oznaczenia. Wahadło Shulera, algorytmy obliczeniowe. Procedury ustawiania początkowego: pozycja, poziomowanie i ustawianie azymutalne. Systemy korekcji, błędy pomiaru. Użytkowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu. Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNSS/TRN. • Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS • Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transpondery, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S. • System automatycznego zależnego dozoru ADS-B (ADS-B – Automatic Dependent Surveillance – Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łącza danych i integracja z systemami pokładowymi. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się samolotów w powietrzu (TCAS – Traffic Alert and Collision Avoidance System, ACAS – Airborne Collision Avoidance System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Uprozczone wersje systemu (TCAD – Traffic Collision Avoidance Device), interpretacja wskazań. Historia, 	

stan aktualny, zasada działania, możliwość integracji z innymi systemami. Systemy PCAS, T2CAS. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się do ziemi (GPWS – Ground Proximity Warning System, TAWS – Terrain Awareness Warning System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Radiowysokościomierz, numeryczne modele terenu, integracja danych nawigacyjnych. Układy klasy TAWS. Omówienie systemów GPWS, EGPWS. • Systemy syntetycznej wizji. Zastosowania w lotnictwie. Układy wskazań PFD, MFD. System RAAS. Systemy wzmocnionej wizji EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESVS. Zastosowania, zasada działania, perspektywy rozwoju. • Automatyczne systemy kontroli lotu. Układ flight director: Budowa układu, Sposoby wyświetlania informacji, Tryby pracy. Obsługa, monitoring i systemy rejestracji. Układy alarmujące załogę: Panel alarmujący, Alarmy dźwiękowe, System alarmowania o wysokości, System alarmowania o zbyt dużej prędkości/liczbie Macha, System ostrzegania przed przeciągnięciem. • Systemy ostrzegające o przekroczeniach parametrów lotu. Układy pomiarowe kąta natarcia i kąta ślizgu. Technika Flight Envelope Protection. Integracja pokładowych systemów ostrzegania (FWS – Flight Warning System), monitorowanie i rejestracja przekroczeń i sygnałów niesprawności, czynności obsługowe. • System kierowania lotem (FMS - Flight Management System): schemat, funkcje, dane wejściowe i wyjściowe, współdziałanie z układem automatycznego sterowania. Systemy zabezpieczenia przed przekroczeniem ograniczeń eksploatacyjnych samolotu: funkcje, realizacja techniczna, dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Wyposażenie ostrzegawcze: ogólne zasady sygnalizacji zagrożeń, klasyfikacja i systemy powiadamiania. Układy ostrzegające o przekroczeniach: wysokości lotu, prędkości maksymalnej, prędkości przeciągnięcia (krytycznego kąta natarcia) – dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Układ sygnalizacji uskoku wiatru: zasada działania bezpośrednich i predykcyjnych systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja. • Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi. • Układy pośredniego sterowania samolotem. Idea, struktura, przykładowe rozwiązania. Problem oscylacji indukowanych przez pilota. Systemy pośredniego sterowania: prawa sterowania, właściwości pilotażowe, realizacja techniczna, systemy nadzoru, diagnostyki i rekonfiguracji, niezawodność systemu. Tendencje rozwojowe w budowie złożonych (zintegrowanych) systemów pokładowych, automatyzacja pomiarów i przetwarzania danych, zastosowanie sztucznej inteligencji. • Automatyczne sterowanie ciągiem: funkcja i zastosowanie, schemat blokowy, elementy składowe, rodzaje pracy, wybór automatycznego rodzaju pracy, sygnał oddziaływujący na dźwignię sterującą ciągiem, układy FADEC. Użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu, monitorowanie działania systemu, ograniczenie użytkowania. • Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie. • 1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury). 2. Algebra kwaternionów, modelowanie układów AHRS. 3. Właściwości układów GNSS, analiza i modelowanie błędów. 4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT), estymacja kąta natarcia. 5. Modelowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotażowych. 6. Systemy bezzałogowe. Szacowanie zasięgu, widzialności, bilans łącza radiowego. • Treści kształcenia TK01-TK17 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 022.05.02.00, 022.05.02.01, 022.11.01.00, 022.12.09.00, 022.12.09.01, 022.12.09.02, 022.12.10.00, 022.13.01.01, 022.13.02.00, 022.13.03.00, 022.13.03.01, 022.13.03.02, 022.13.03.03, 022.13.04.00, 022.13.05.00, 022.13.06.00

Zintegrowane systemy pokładowe (S)	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14
<p>• Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU • Systemy nawigacji bezwładnościowej (INS – Inertial Navigation System): zasady budowy kardanowych i bezkardanowych systemów nawigacji, pomiar przyspieszeń liniowych, prędkości kątowych i kątów orientacji; żyroskopy optyczne. Platformy stabilizowane i wirtualne (analityczne). Wahadło Shulera, algorytmy obliczeniowe. Procedury ustawiania początkowego: pozycja, poziomowanie i ustawianie azymutalne. Systemy korekcji, błędy pomiaru. Użytkowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu. Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNSS/TRN. • Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS • Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transpondery, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S. • System automatycznego zależnego dozoru ADS-B (ADS-B – Automatic Dependent Surveillance – Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łącza danych i integracja z systemami pokładowymi. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się samolotów w powietrzu (TCAS – Traffic Alert and Collision Avoidance System, ACAS – Airborne Collision Avoidance System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Uproszczone wersje systemu (TCAD – Traffic Collision Avoidance Device), interpretacja wskazań. Historia, stan aktualny, zasada działania, możliwość integracji z innymi systemami. Systemy PCAS, T2CAS. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się do ziemi (GPWS – Ground Proximity Warning System, TAWS – Terrain Awareness Warning System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu.</p>	

Radiowysokościomierz, numeryczne modele terenu, integracja danych nawigacyjnych. Układy klasy TAWS. Omówienie systemów GPWS, EGPWS. • Systemy syntetycznej wizji. Zastosowania w lotnictwie. Układy wskazań PFD, MFD. System RAAS. • Systemy wzmocnionej wizji EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESVS. Zastosowania, zasada działania, perspektywy rozwoju. • Systemy ostrzegające o przekroczeniach parametrów lotu. Układy pomiarowe kąta natarcia i kąta ślizgu. Technika Flight Envelope Protection. Integracja pokładowych systemów ostrzegania (FWS – Flight Warning System), monitorowanie i rejestracja przekroczeń i sygnałów niesprawności, czynności obsługowe. Obliczanie ciągu: funkcja, elementy składowe, dane wejściowe, sygnały wyjściowe, monitorowanie działania systemu. • System kierowania lotem (FMS - Flight Management System): schemat, funkcje, dane wejściowe i wyjściowe, współdziałanie z układem automatycznego sterowania. Systemy zabezpieczenia przed przekroczeniem ograniczeń eksploatacyjnych samolotu: funkcje, realizacja techniczna, dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Wyposażenie ostrzegawcze: ogólne zasady sygnalizacji zagrożeń, klasyfikacja i systemy powiadamiania. Układy ostrzegające o przekroczeniach: wysokości lotu, prędkości maksymalnej, prędkości przeciągnięcia (krytycznego kąta natarcia) – dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Układ sygnalizacji uskoku wiatru: zasada działania bezpośrednich i predykcyjnych systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja. • Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi. • Układy pośredniego sterowania samolotem. Idea, struktura, przykładowe rozwiązania. Problem oscylacji indukowanych przez pilota. Systemy pośredniego sterowania: prawa sterowania, właściwości pilotażowe, realizacja techniczna, systemy nadzoru, diagnostyki i rekonfiguracji, niezawodność systemu. Tendencje rozwojowe w budowie złożonych (zintegrowanych) systemów pokładowych, automatyzacja pomiarów i przetwarzania danych, zastosowanie sztucznej inteligencji. • Automatyczne sterowanie ciągiem: funkcja i zastosowanie, schemat blokowy, elementy składowe, rodzaje pracy, wybór automatycznego rodzaju pracy, sygnał oddziałujący na dźwignię sterującą ciągiem, układy FADEC. Użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu, monitorowanie działania systemu, ograniczenie użytkowania. • Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie. • 1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury). 2. Pomiar kąta inklinacji magnetycznej z użyciem układu AHRS. 3. Projektowanie układów nawigacji wg GNSS, analiza i modelowanie błędów. 4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT) 5. Projektowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotażowych. 6. Systemy bezzałogowe. Wybrane aspekty projektowania: szacowanie zasięgu widzialności, bilans łącz radiowego. • 1. Zintegrowany układ ADAHRS-G (badania systemu G3X) 2. System ostrzegający o bliskości ziemi EGPWS (A320). 3. System antykolizyjny TCAS (A320). 4. Detektor burzowy (TWR) i radar meteorologiczny (RDR). 5. Pomiar kąta inklinacji magnetycznej za pomocą układu AHRS. 6. Symulator M-15.

Zmęczenie i diagnostyka struktur lotniczych	K_W06, K_W07, K_U11
• Podstawy mechaniki pękania • Zmęczenie konstrukcji mechanicznych • Filozofie projektowania konstrukcji lotniczych • Diagnostyka i naprawa uszkodzeń • Praktyczne metody badań zjawisk zmęczeniowych	
Etyka	K_W09, K_U16
• Zajęcia wprowadzające prezentacja karty przedmiotu, stawianych wymagań i formy zaliczenia. Czym etyka nie jest, najważniejsze pytania etyki. • Czym jest etyka, standardy etyczne we wdrażaniu technologii mechanicznych • Podstawowe kategorie etyki • Rola etyki normatywnej i etyki opisowej w działalności technicznej • Dlaczego pluralizm etyk? • Istotne wyznaczniki aksjologicznej oceny technicznego działania człowieka • Pomocnicze wyznaczniki aksjologicznej oceny technicznego działania człowieka • Początki etyki, Protagorasa relatywizm etyczny a działalność techniczna człowieka • Pierwsze etyki absolutystyczne i ich rola w technicznej aktywności człowieka • Zastosowanie etyki cnót w mechaniczno-inżynierskiej działalności człowieka • Zastosowanie etyki chrześcijańskiej do wdrażania technologii mechanicznych	
Socjologia	K_W09, K_U16
• Status naukowy socjologii. • Konformizm u człowieka i jego działanie w sytuacjach trudnych. Postawy społeczne. • Uprzedzenia i stereotypy. Konflikt jako zjawisko społeczne. • Kultura jako zjawisko socjologiczne. • Patologie społeczne - analiza socjologiczna tego zjawiska. • Interakcje społeczne. • Procesy transformacji ustrojowej w Polsce.	