



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria silników lotniczych 2 [S1Lot2-SLiPL>TSL2]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Lotnictwo

Rok/Semestr  
3/6

Studia w zakresie (specjalność)  
Silniki lotnicze i płatowce

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład	Laboratorium	Inne
15	0	0
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
15	0	

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr inż. Bartosz Ziegler  
bartosz.ziegler@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawową wiedzę i umiejętności z termodynamiki (pojęcia entalpii, entropii, ciepła, model gazu doskonałego, podstawowe przemiany gazów), mechaniki płynów (siły wywierane przez płyn na kanał przepływowy, klasyfikacja przepływów, przepływy izentropowe, zjawiska lepkie i ich wpływ na pole przepływowe), aerodynamiki (aerodynamika skrzydła i profilu, liczby kryterialne, teoria warstwy przyściennej, turbulencja) oraz wiadomości z przedmiotu Teoria silników lotniczych poprzedniego semestru

### Cel przedmiotu

Rozszerzyć wiedzę o przepływowych silnikach lotniczych z poprzedniego semestru, o mechanikę i termodynamikę pracy ich podzespołów a także zasady współpracy podzespołów przepływowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki obejmującą algebrę, analizę, teorię równań różniczkowych, probabilistykę, geometrię analityczną a także fizyki obejmującą podstawy mechaniki klasycznej, optyki, elektryczności i magnetyzmu, fizyki ciała stałego, termodynamiki, przydatne do

formułowania i rozwiązywania złożonych zadań technicznych dotyczących inżynierii lotniczej oraz modelowania

2. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie kluczowych zagadnień techniki oraz wiedzę szczegółową w zakresie wybranych zagadnień dotyczących transportu lotniczego, zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania zadań związanych z transportem lotniczym, głównie o charakterze inżynierskim

3. ma wiedzę z zakresu sposobu prezentowania wyników badań w formie tabelarycznej oraz wykresu, wykonywania analizy niepewności pomiarowych

4. ma podstawową wiedzę dotyczącą metod badawczych oraz sposobu przygotowania i przeprowadzania badań naukowych, a także zna zasady redagowania pracy naukowej

5. ma poszerzoną wiedzę w zakresie wytrzymałości materiałów, w tym teorii sprężystości i plastyczności, hipotez wyczerpieniowych, metod obliczania belek, membran, wałów, połączeń i innych elementów konstrukcyjnych, a także metod badania wytrzymałości materiałów oraz stanu odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach a także ma podstawową wiedzę w zakresie głównych działów mechaniki technicznej: statyki kinematyki i dynamiki punktu materialnego oraz bryły sztywnej

6. ma podstawową wiedzę o materiałach metalowych, niemetalowych i kompozytowych stosowanych w budowie maszyn, a w szczególności o ich strukturze, właściwościach, sposobach wytwarzania, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej oraz wpływie obróbki plastycznej na ich wytrzymałość a także paliwach, smarach, gazach technicznych, czynnikach chłodniczych itp.

7. ma podstawową wiedzę dotyczącą ochrony środowiska w transporcie, jest świadomy zagrożeń związanych ochroną środowiska oraz rozumie specyfikę wpływu głównie transportu lotniczego na środowisko oraz społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej

8. ma umiejętność samokształcenia się z użyciem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych, takich jak zdalne wykłady, internetowe strony i bazy danych, programy dydaktyczne, książki elektroniczne

#### Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, w tym z literatury oraz baz danych, zarówno w języku polskim jak i w języku angielskim, właściwie je integrować, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski, oraz wyczerpująco uzasadniać formułowane przez siebie opinie

2. potrafi odpowiednio posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi, znajdującymi zastosowanie na różnych etapach realizacji przedsięwzięć lotniczych

3. potrafi właściwie zaplanować oraz wykonać eksperymenty, w tym pomiary oraz symulacje komputerowe, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski

4. potrafi, formułując i rozwiązując zadania dotyczące lotnictwa cywilnego, zastosować odpowiednio dobrane metody, w tym metody analityczne, symulacyjne lub eksperymentalne

5. potrafi odpowiednio dobrać materiały na proste konstrukcje lotnicze, wskazać różnice pomiędzy stosowanymi w lotnictwie paliwami

6. potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym i innych środowiskach korzystając z formalnego zapisu konstrukcji, rysunku technicznego, pojęć i definicji zakresu studiowanego kierunku studiów

7. potrafi projektować elementy środków transportu z wykorzystaniem danych o ochronie środowiska

8. student umie wykorzystać teoretyczne rozkłady prawdopodobieństwa. Student potrafi analizować i interpretować dane statystyczne. Student potrafi stosować metody i narzędzia statystyki matematycznej w praktyce inżynierskiej

9. potrafi zastosować język matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy) do opisu prostych zagadnień inżynierskich.

10. student potrafi dokonać kompleksowej oceny parametrów ekologicznych jednostki napędowej statku powietrznego w oparciu wartości wskaźników emisji szkodliwych związków gazowych oraz cząstek stałych

11. potrafi opracować krótką pracę naukową, z zachowaniem podstawowych zasad edytorskich. Umie dobrać odpowiednie metody do przeprowadzanych badań oraz potrafi przeprowadzić podstawową analizę wyników.

12. potrafi organizować, współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

13. potrafi planować i realizować proces własnego permanentnego uczenia się oraz zna możliwości dalszego doksztalcania się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)

Kompetencje społeczne:

1. rozumie, że w technice wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe
2. ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich oraz zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających projektów inżynierskich, które doprowadziły do poważnych strat finansowych, społecznych lub też do poważnej utraty zdrowia, a nawet życia
3. jest świadomy społecznej roli absolwenta uczelni technicznej, w szczególności rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w odpowiedniej formie, informacji oraz opinii dotyczących działalności inżynierskiej, osiągnięć techniki, a także dorobku i tradycji zawodu inżyniera
4. prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera lotnictwa i kosmonautyki

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład (ocena końcowa składa się z trzech składowych):

1. Pisemne zaliczenie/egzamin końcowy (65%)
2. Ocena z niewielkiego grupowego projektu śródsemestralnego (20%)
3. Ocena z indywidualnej pracy domowej (15%)

Ćwiczenia:

1. Pisemne zaliczenie z zagadnień obliczeniowych (100%)

Dla zaliczenia przedmiotu, wymagane jest zdobycie nie mniej niż 60% punktów składowych.

Krzywa oceniania przedziału 60%-100% ustalana jest indywidualnie w każdym semestrze.

## Treści programowe

Wykład semestr II:

Gazodynamika wlotów lotniczych; Sprężarki (mechanika pracy płaskich i wirujących palisad, praca stopnia, spręż stopnia, parametry bezwymiarowe stopni sprężających); Komory spalania - Bilans energetyczny komory, podstawy procesu wewnątrzkomorowego; Turbiny (mechanika pracy płaskich i wirujących palisad, praca stopnia, rozpręż stopnia, parametry bezwymiarowe); Dopalacze; Dysze wylotowe; Warunki współpracy podzespołów silnika przepływowego; Mapa sterowań silnika; Mechanika pracy śmigłowych zespołów napędowych

Ćwiczenia semestr II:

Obliczanie geometrii wlotów naddźwiękowych; obliczanie kinematyki i dynamiki palisad sprężarkowych i turbinowych a także wynikających z nich prac jednostkowych stopnia, spręży, współczynników pracy i współczynnika spiętrzenia Liebleina; Bilans energetyczny i masowy komory spalania, spadek ciśnienia w komorze spalania, obliczanie efektywności dopalaczy i zmiennych przekrojów dyszy regulowanej; Wyznaczanie parametrów pracy i projektowanie śmigieł na podstawie teorii jednowymiarowych PART - 66 (TEORIA - 22,5 godz.)

MODUŁ 16. SILNIK TŁOKOWY

16.12 Monitorowanie silnika i operacje naziemne

Procedury startu i wznoszenia;

Interpretacja mocy wyjściowej silnika i parametrów;

Przegląd silnika i komponentów: kryteria, tolerancje i dane określone przez producenta silnika.

[3] 16.13 Przechowywanie i konserwacja silnika

Konserwacja i brak konserwacji silnika i akcesoriów/układów. [2]

## Tematyka zajęć

Wykład 1. Gazodynamika wlotów silników odrzutowych i zasady projektowania wlotów naddźwiękowych, podstawy aerodynamiki wlotów powietrza, zjawiska transoniczne i ich wpływ na działanie wlotu.

Stateczność przepływu we wlotach.

Wykład 2. Aerodynamika sprężarek i turbin osiowych. Kinematyka przepływu (Trójkąty prędkości), praca jednostkowa stopnia, współczynnik przepływu i obciążenia. Spręż statyczny a spręż całkowity. Sprawność izentropowa i politropowa sprężarki. Parametry bezwymiarowe stopnia (DF, reakcyjność).

Wykład 3. Równowaga promieniowa i jej konsekwencje. Charakterystyka sprężarek i turbin i warunki ich współpracy.

Wykład 4. Komory spalania - organizacja procesu wewnątrz komorowego. Stateczność płomienia, czynniki warunkujące emisję CO i NOx. Bilans energetyczny i masowy komory spalania. Spadki ciśnienia spiętrzenia i ich wpływ na sprawność silnika. Układy wtryskowe i czynniki determinujące rozpylenie i

odparowanie paliwa.

Wykład 5. Współpraca komponentów silnika przepływowego i mapy sterowania, Integracja sprężarek, turbin i komór spalania  
Mapy sterowania silnikiem, systemy przeciwpompażowe.

6. Teoria śmigieł i wirników nośnych. Teoria elementu łopaty, dobór i projektowanie śmigieł. Mechanika napędów śmigłowych.

Projektowanie śmigieł w oparciu o teorie jednowymiarowe.

7. Silniki strumieniowe i ich zastosowania. Podstawowe obliczenia silników strumieniowych. Przykłady konstrukcji

### Metody dydaktyczne

1. Wykład tablicowy
2. Ćwiczenia audytoryjne
3. Projekty obliczeniowe wykonywane przy użyciu ogólnodostępnych narzędzi programistycznych

### Literatura

Podstawowa:

1. Dzierżanowski P. „Turbinowe silniki odrzutowe”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (posiadanie własnego egzemplarza nie jest obowiązkowe. Wykład pokrywa treść w sposób wystarczający) Uzupełniająca

Uzupełniająca:

-

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	70	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,00