



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika techniczna

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria Lotnicza

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Agnieszka Wróblewska, prof.PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

email: [agnieszka.wroblewska@put.poznan.pl](mailto:agnieszka.wroblewska@put.poznan.pl)

tel. 61 665 2201

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawowe wiadomości z zakresu podstaw termodynamiki i procesów przepływu i konwersji energii w maszynach i urządzeniach cieplno-przepływowych. Powinien również posiadać umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z podstawowymi procesami termodynamicznymi, przemianami termodynamicznymi i równaniami zachowania energii. Poznanie metod opisu różnych czynników termodynamicznych i obiegów termodynamicznych realizujących założone procesy konwersji energii cieplnej i mechanicznej w celu modernizacji lub przebudowy układów technologicznych w obszarze energetyki cieplnej. Praktyczne opanowanie umiejętności opisu realizacji procesów cieplnych.



## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. ma wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy mechaniki klasycznej, optyki, elektryczności i magnetyzmu, fizyki ciała stałego, termodynamiki, niezbędną do zrozumienia zagadnień w zakresie teorii materiałów konstrukcyjnych i materiałoznawstwa, teorii maszyn i mechanizmów, teorii napędów i układów mechatronicznych.
2. ma podstawową wiedzę w zakresie metod pomiarów, charakterystyk przyrządów pomiarowych i ich klasyfikacji według przeznaczenia, zasad działania i cech, zna czujniki i przetworniki pomiarowe, rejestrację wyników, systemy pomiarowe, błędy pomiarów – wpływ czynników zewnętrznych, statystyczna analiza wyników pomiarów, zasady organizacji eksperymentu czynnego i biernego
3. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki technicznej tj. teorii przemian termodynamicznych, przepływu ciepła, maszyn. cieplnych i chłodzących.

### Umiejętności

1. ma umiejętność samokształcenia się z użyciem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych, takich jak zdalne wykłady, internetowe strony i bazy danych, programy dydaktyczne, książki elektroniczne.
2. otrafi przeprowadzić elementarne obliczenia techniczne w zakresie mechaniki płynów i termodynamiki, takie jak np. bilanse cieplne i masowe, straty ciśnienia w przepływach wokół technicznych obiektów latających i ich modułów, dobierać parametry wentylatorów, sprężarek i turbin dla systemów przepływowych, a także obliczać przebiegi termodynamiczne w maszynach cieplnych.
3. potrafi przeprowadzić eksperyment badawczy wykorzystując aparaturę pomiarową, symulacje komputerowe, potrafi wykonywać pomiary, takie jak np. pomiary temperatur, prędkości i natężenia przepływu, ciśnienia i działających sił oraz interpretować wyniki i wyciągać wnioski.

### Kompetencje społeczne

1. ma świadomość ważności zachowania zasad etyki zawodowej.
2. rozumie potrzebę krytycznej oceny posiadanej wiedzy i ciągłego kształcenia się.
3. potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym - egzamin 1,5 godzinny

Ćwiczenia:

Wiedza nabyta w ramach ćwiczeń jest weryfikowana przez dwa 45-minutowe kolokwia realizowane na 3 i 7 zajęciach



Laboratoria:

- sprawdzenie przygotowania (wiedzy) do zajęć laboratoryjnych,
- premiowanie praktycznej wiedzy zdobytej w trakcie poprzednich ćwiczeń laboratoryjnych,
- ocena wiedzy i umiejętności związanych z wykonywaniem pomiarów oraz ich opracowaniem w postaci sprawozdania.

### Treści programowe

Wykład:

Wprowadzenie - podstawowe zależności, model czynnika termodynamicznego. I zasada termodynamiki. Gazy doskonałe. Podstawowe zależności dla układów otwartych. II zasada termodynamiki. Sprawności obiegów i przemian. Typowe przemiany gazu doskonałego. Gazy rzeczywiste. Podstawy opisu procesów spalania. Obiegi silnikowe. Obiegi lewobieżne. Obiegi siłowni parowych. Podstawy przepływu ciepła.

Ćwiczenia:

Zagadnienia przedstawione na wykładzie są rozwiązywane w formie zadań.

Laboratoria:

1. Pomiar temperatury oraz kalibracja.
2. Termometria. Pomiary temperatury za pomocą termometrów rezystancyjnych i termoelektrycznych.
3. Pomiar ciśnienia oraz kalibracja.
4. Bilans energii. I zasada termodynamiki.
5. Pomiar strumienia ciepła.
6. Gaz doskonały. Proces rozprężania w gazach doskonałych.
7. Badanie agregatu absorpcyjnego TA60.

PART - 66 (TEORIA - 33,75 godz., 11,25 godz.)

### MODUŁ 2. FIZYKA

#### 2.3 Termodynamika

- a) Temperatura: termometry i skale temperatur: Celsjusza, Fahrenheita i Kelvina; definicja ciepła; [2]
- b) Pojemność cieplna, ciepło właściwe;



Wymiana ciepła: konwekcja, promieniowanie i przewodnictwo;

Rozszerzalność objętościowa;

Pierwsze i drugie prawo termodynamiki;

Gazy: prawa gazów idealnych; ciepło właściwe w stałej objętości i stałym ciśnieniu, praca wykonana przez rozszerzający się gaz;

### **Metody dydaktyczne**

1. Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. Ćwiczenia: przykłady podawane na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.
3. Laboratoria: Zajęcia praktyczne na stanowiskach laboratoryjno-dydaktycznych.

### **Literatura**

#### Podstawowa

1. Kalinowski E.: Termodynamika, Wyd. P. Wr. 1994
2. Szargut J.: Termodynamika techniczna, Wyd. P. Śl. 1997
3. Szargut J. I inni: Zadania z termodynamiki technicznej, P. Śl. 1995
4. Wiśniewski St.: Termodynamika techniczna, WNT 1995
5. Tuliszka E. Red.: Termodynamika techniczna. Zbiór zadań, Nr 889, Wyd. P.P. 1980
6. Kestin J.: Course in Thermodynamics, New York, Hemisphere 1979

#### Uzupełniająca

1. Tuliszka E.: Teoria maszyn cieplnych, Nr 511, Wyd. P.P. 1974
2. M.J. Morano, H.N. Shapiro: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, New York, 1998



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	74	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,4
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu/zaliczenia zajęć laboratoryjnych, wykonanie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych) <sup>1</sup>	14	0,6

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności