



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Elementy termodynamiki i mechaniki płynów

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo i kosmonautyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. PP dr hab. inż. Andrzej Frąckowiak

email: [andrzej.frackowiak@put.poznan.pl](mailto:andrzej.frackowiak@put.poznan.pl)

tel. 616652779

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student ma podstawową wiedzę z zakresu matematyki oraz fizyki

Umiejętności: Student umie posługiwać się pojęciami i metodami w opisie zjawisk fizycznych. Student potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę do analizy konkretnych zjawisk i procesów fizycznych.

Kompetencje społeczne: Student potrafi współpracować w grupie, przyjmując w niej różne ro-le. Student potrafi określić priorytety ważne przy rozwiązywaniu stawia-nych przed nim zadań. Student wykazuje samodzielność w rozwiązywaniu problemów, zdo-bywaniu i doskonaleniu nabytej wiedzy i umiejętności.



## Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom informacji z zakresu termodynamiki i me-chaniki płynów, definicji oraz pojęć. Studenci uzyskują wiedzę i umiejętności w zakresie rozwiązywania zagadnień z termodynamiki oraz mechaniki płynów.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki, dynamiki gazów i mechaniki płynów dla przepływów wysokich prędkości technicznej tj. teorii przemian termodynamicznych, przepływu ciepła, maszyn cieplnych i chłodzących [K2A\_W15]

### Umiejętności

1. Potrafi korzystać ze wzorów i tabel, obliczeń technicznych i ekonomicznych za pomocą arkusza kalkulacyjnego, oprogramowania specjalistycznego [K2A\_U05]

2. Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment badawczy wykorzystując aparaturę pomiarową, symulacje komputerowe, potrafi wykonywać pomiary oraz interpretować wyniki i wyciągać wnioski [K2A\_U10]

3. Potrafi zastosować język matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy) do opisu prostych zagadnień inżynierskich [K2A\_U11]

4. Potrafi wykorzystać przyswojone teorie matematyczne do tworzenia i analizy prostych matematycznych modeli maszyn i ich elementów oraz prostych systemów technicznych. Potrafi wykorzystać zintegrowane z pakietami do modelowania przestrzennego, programy do obliczeń konstrukcji mechanicznych metodą elementów skończonych i zinterpretować poprawnie ich wyniki. [K2A\_U26]

### Kompetencje społeczne

1. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób [K2A\_K01]

2. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązywaniem problemu [K2A\_K02]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

WYKŁAD: Zaliczenie pisemne

ĆWICZENIA: Zaliczenie pisemne z przeprowadzonych zajęć ćwiczeniowych

LABORATORIA: pisemne sprawozdania z przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych

## Treści programowe



Układy termodynamiczne zamknięte i otwarte. Podstawowe pojęcia termodynamiczne. Termometr gazowy. Termiczne równanie stanu. Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Pierwsza zasada termodynamiki dla układu zamkniętego. Funkcje stanu. Energia wewnętrzna, entalpia. Doświadczenie Gay-Lussaca Joule'a. Ciepło właściwe. Druga zasada termodynamiki. Entropia. Wykresy T-s. Zastosowanie drugiej zasady termodynamiki do obiegu termodynamicznego. Cykl Carnota. Przemiany termodynamiczne. Obiegi termodynamiczne. Przewodzenie ciepła, konwekcja wymuszona i swobodna, promieniowanie ciepła. Prawo Fouriera, wzór Newtona oraz prawo Stefana i Boltzmanna, Jednowymiarowe ustalone przewodzenie i przenikanie ciepła: przegroda płaska i walcowa. Równanie równowagi Eulera. Prawo Pascala. Wzór manometryczny. Paradoks hydrostatyczny. Jednostki ciśnienia. Prawo Archimedesza. Stateczność pływania. Równanie Bernoulliego. Przyrządy do pomiaru prędkości i strumienia objętości: rurka Pitota, sonda Prantla, zwężka Ventouriego. Równanie Bernoulliego dla przepływu ze stratami. Związki konstytutywne dla płynu Newtona. Równanie Naviera Stokesa. Przykłady jednowymiarowe rozwiązań równania Naviera-Stokesa.

### Metody dydaktyczne

Wykład informacyjny (konwencjonalny) (przekaz informacji w sposób usystematyzowany) – może mieć charakter kursowy (propedeutyczny) lub monograficzny (specjalistyczny).

Metoda ćwiczeniowa (ćwiczeń przedmiotowych, ćwiczebna) – w formie ćwiczeń audytoryjnych (zastosowanie przyswojonej wiedzy w praktyce – może przybierać różny charakter: rozwiązywanie zadań poznawczych lub trenowanie umiejętności psychomotorycznych; przekształcenie czynności świadomej w nawyk poprzez powtarzanie).

Metoda laboratoryjna (eksperymentu) (samodzielne przeprowadzanie eksperymentów przez uczniów).

### Literatura

#### Podstawowa

1. Tuliszka E.: Termodynamika Techniczna, PWN, Poznań 1978.
2. Termodynamika Techniczna. Zbiór Zadań, red. Tuliszka E, Poznań, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1980
3. Ciałkowski M.: Mechanika płynów. Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2000.
4. Mechanika Płynów. Zbiór zadań z rozwiązaniami, red. Ciałkowski M., wyd. 1, Poznań, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2008.

#### Uzupełniająca

1. Szargut J.: Termodynamika, PWN, Warszawa 1998.
2. Szargut J.: Termodynamika techniczna, PWN, Warszawa 1991.
3. Szargut J. i in.: Programowy zbiór zadań z termodynamiki technicznej, PWN, Warszawa 1986.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	30	1,0

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