

## SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025-2029  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2027/2028

### 1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                                       |                                                                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu                                      | Termodynamika techniczna                                             |
| Kod przedmiotu*                                       |                                                                      |
| Nazwa jednostki prowadzącej kierunek                  | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych                                 |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot                | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych                                 |
| Kierunek studiów                                      | Inżynieria materiałowa                                               |
| Poziom studiów                                        | studia pierwszego stopnia                                            |
| Profil                                                | ogólnoakademicki                                                     |
| Forma studiów                                         | stacjonarne                                                          |
| Rok i semestr/y studiów                               | III rok, 5 semestr                                                   |
| Rodzaj przedmiotu                                     | kierunkowy                                                           |
| Język wykładowy                                       | polski                                                               |
| Koordynator                                           | Dr hab. Ireneusz Stefaniuk, prof. UR                                 |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | Dr hab. Ireneusz Stefaniuk, prof. UR,<br>Dr Renata Wojnarowska-Nowak |

\* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

#### 1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

| Semestr<br>(nr) | Wykł. | Ćw. | Konw. | Lab. | Sem. | ZP | Prakt. | Inne<br>(jakie?) | Liczba pkt.<br>ECTS |
|-----------------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|------------------|---------------------|
| 5               | 15    |     |       | 15   |      |    |        |                  | 2                   |

#### 1.2. Sposób realizacji zajęć

☒ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

#### 1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Wykład- zaliczenie bez oceny

Zajęcia laboratoryjne – zaliczenie z oceną

### 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw fizyki i mechaniki technicznej.

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

|                |                                                                                                                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>1</sub> | Poznanie ogólnych praw fizycznych rządzących czynnikami termodynamicznymi, ich przemianami oraz przepływem ciepła.                                          |
| C <sub>2</sub> | Przedmiot ma zapewnić poznanie podstaw termodynamiki technicznej koniecznych przy zrozumieniu działania podstawowych maszyn, urządzeń i systemów cieplnych. |
| C <sub>3</sub> | Umiejętność sporządzania bilansów energii oraz obliczania parametrów stanu gazów.                                                                           |

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu                                           | Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup> |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| EK_01                  | ma podstawową wiedzę w zakresie termodynamiki                                                    | K_W02                                            |
| EK_02                  | ma podstawową wiedzę w zakresie zastosowań termodynamiki                                         | K_W05                                            |
| EK_03                  | potrafi identyfikować problematykę fizyczną z zakresu termodynamiki w procesach technologicznych | K_U05                                            |
| EK_04                  | potrafi opisać typowe procesy dotyczące materiałów w zakresie termodynamiki                      | K_U10                                            |
| EK_05                  | rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji                                                 | K_K01                                            |

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Treści merytoryczne                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Stan termodynamiczny.<br>Podstawy termodynamiki fenomenologicznej. Zerowa zasada termodynamiki. Temperatura, ciśnienie. Równanie stanu gazów doskonałych. Przemiany termodynamiczne. Praca w różnych przemianach. I zasada termodynamiki. Ciepło właściwe. Bilansowanie energii. |
| Właściwości gazów doskonałych. Ciśnienie temperatura, energia wewnętrzna w teorii kinetycznej. Przemiany gazów doskonałych. Opróżnianie i napełnianie zbiorników. Procesy sprężania. Obiegi silników spalinowych. Wentylatory                                                    |
| Druga zasada termodynamiki. Entropia. Potencjały termodynamiczne. Entalpia. Przejścia fazowe pierwszego rodzaju, równowaga faz, parowanie, skraplanie, topnienie krystalizacja, wykresy fazowe. Obiegi parowe urządzeń chłodniczych. Skraplanie gazów.                           |
| Termodynamika przepływów ściśliwych. Parametry krytyczne. Dysza zbieżna, dysza de Lavalą. Zasada działania maszyn wirnikowych. Zasada działania silników odrzutowych                                                                                                             |
| Układy wieloskładnikowe bez reakcji chemicznych. Gaz wilgotny. Równanie gazów rzeczywistych. Potencjał chemiczny. Właściwości roztworów doskonałych rzeczywistych.                                                                                                               |

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

Termodynamika procesów spalania. Bilansowanie ilości substancji w procesie spalania i energii. Skład i ilość spalin. Kinetyka spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych. Praca maksymalna reakcji chemicznej. Trzecia zasada termodynamiki.

Termodynamika procesów specjalnych i procesów nierównowagowych. Własności termodynamiczne ciał w polu magnetycznym. Przepływ ciepła. Podstawy wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja i przenikanie ciepła. Konwersja energii wewnętrznej w elektryczną. Urządzenia energetyczne w inżynierii materiałowej i obróbce materiałów. Niekonwencjonalne źródła energii, pompy ciepła.

## B. Problematyka laboratoriów

|                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|
| Treści merytoryczne                                                     |
| Zapoznanie z regulaminem pracowni i przepisami BHP.                     |
| Pomiar ciepła parowania wody                                            |
| Wyznaczanie stosunku $C_p/C_v$ metodą Clement-Desormes                  |
| Badanie zależności zmiany ciśnienia od temperatury w stałej ilości gazu |
| Pomiar ciepła topnienia lodu.                                           |
| Pomiar ciepła właściwego cieczy metodą ostygnięcia.                     |
| Pomiar wilgotności powietrza                                            |

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład - prezentacja multimedialna

Laboratorium – wykonywanie ćwiczeń praktycznych, wykonywanie obliczeń, analiza uzyskanych wyników

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

| Symbol efektu | Metody oceny efektów uczenia się<br>(np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć dydaktycznych<br>(w, ćw, ...) |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| EK_01         | kolokwium, sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                     | Lab, wykład                               |
| EK_02         | kolokwium, sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                     | Lab, wykład                               |
| EK_03         | kolokwium, sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                     | Lab, wykład                               |
| EK_04         | kolokwium, sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                     | Lab, wykład                               |
| EK_05         | obserwacja w trakcie zajęć                                                                                                              | Lab, wykład                               |

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie przeprowadzenia zajęć. Końcowa ocena będzie odzwierciedleniem stopnia osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się będzie przez kolokwia, sprawozdania, udział w dyskusji. Sprawdzenie efektów dla zajęć bez udziału nauczyciela odbywać się będzie poprzez ocenę przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych, przygotowane prace pisemne, obserwację pracy w trakcie zajęć. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Wykład: zaliczenie bez oceny na podstawie uzyskanego zaliczenia z ćwiczeń oraz zaliczonego testu wielokrotnego wyboru i z pytaniami otwartymi z głównych treści programowych. Możliwość korzystania z własnych notatek. Obecność na co najmniej 60 % wykładów.

Laboratorium: dla każdej części materiału student wykonuje ćwiczenia praktyczne, oraz przygotowuje prace pisemne (sprawozdania). Podstawą oceny końcowej są oceny z kolokwiiów częściowych. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen częściowych.

Stosowana skala ocen:

dst. (51-60)% pkt.

+dst (61-70)% pkt.

db (71-80)% pkt.

+db (81-90)% pkt.

bdb (91-100)% pkt.

## 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

| Forma aktywności                                                                                          | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Godziny z harmonogramu studiów                                                                            | 30                                                |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)                             | 2                                                 |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 23                                                |
| SUMA GODZIN                                                                                               | 55                                                |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>                                                                     | <b>2</b>                                          |

\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| wymiar godzinowy                 | Nie dotyczy |
| zasady i formy odbywania praktyk | Nie dotyczy |

## 7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. J. Szarut, Termodynamika techniczna, PWN, 1991.

- |                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"><li>2. W. Roszczynialski, K. Filek, zbiór zadań z mechaniki płynów i termodynamiki, Wydawnictwo AGH, 1991 – udostępnia prowadzący</li><li>3. S. Wiśniewski, Termodynamika techniczna, WNT 1999</li></ol> |
| Literatura uzupełniająca:<br><ol style="list-style-type: none"><li>1. B. Staniszewski, Termodynamika. PWN 1986.</li></ol>                                                                                                                  |



Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej