

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria i Zarządzanie Produkcją

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IIZP

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria jakości w produkcji zautomatyzowanej, Zrównoważona i inteligentna produkcja, Komputerowo wspomagane wytwarzanie

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Termodynamika techniczna   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Engineering Thermodynamics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM IIZP oIS B3 25/26       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                       |
| SEMESTRY                                | 2                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych zjawisk fizycznych z zakresu przemian energii i substancji i ich opisu matematycznego. Poznanie wielkości opisujących parametry i funkcje stanu substancji i układu i jednostek ich miary.

**Cel 2** Zdobywanie umiejętności analizy obliczeniowej przemian energii i substancji w układzie i obliczeń inżynierskich w zakresie tych przemian.

**Cel 3** Zdobyć umiejętności oceny wpływu energii na proces produkcyjny i jego koszty

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość matematyki i fizyki na poziomie szkoły średniej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Formułuje modele matematyczne substancji a w szczególności gazu i pary i ich opis matematyczny.

**EK2 Wiedza** Formułuje modele matematyczne procesów termodynamicznych w tym przemian substancji, wymiany ciepła na poziomie inżynierskim.

**EK3 Umiejętności** Student oblicza stan termodynamiczny substancji i układu na podstawie znajomości jego parametrów.

**EK4 Umiejętności** Student analizuje energię przemiany termodynamicznej na poziomie inżynierskim.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w grupie dokonując obliczeń.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia podstawowe, układ termodynamiczny. Stan układu: parametry stanu, równanie stanu, zerowa zasada termodynamiki.                                                                                                                                                          | 2                |
| <b>W2</b> | Przemiana termodynamiczna. Praca bezwzględna, techniczna i użyteczna przemiany. Ciepło przemiany, właściwa pojemność cieplna. Bilans energii. Energia układu, energia wewnętrzna, energia strugi, entalpia. I zasada termodynamiki. II zasada termodynamiki. Pojęcie entropii. | 2                |
| <b>W3</b> | Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Roztwory gazów doskonałych i półdoskonałych. Prawo Leduca i Daltona. Parametry i funkcje stanu roztworu. Układ ciepła Belpairea. Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych i półdoskonałych.                                         | 2                |
| <b>W4</b> | Obiegi termodynamiczne. Obieg Carnota. Obiegi charakterystyczne gazowe.                                                                                                                                                                                                        | 2                |
| <b>W5</b> | Przemiany fazowe, zmiana stanu skupienia, wykresy charakterystyczne, parametry i funkcje stanu w zakresie par. Obiegi parowe.                                                                                                                                                  | 3                |
| <b>W6</b> | Gaz wilgotny i jego przemiany. Parametry i funkcje stanu gazu wilgotnego. Przemiany w zakresie powietrza wilgotnego i wykres Molliera.                                                                                                                                         | 2                |
| <b>W7</b> | Elementy wymiany ciepła: podstawowe sposoby przekazywania ciepła. Przewodzenie konwekcja i promieniowanie. Przenikanie przez przegrodę płaską i cylindryczną. Podstawowe równania wymiany ciepła.                                                                              | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                              |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczenia parametrów termodynamicznych substancji gazowych. | 2                |
| <b>C2</b> | Obliczenia pracy i ciepła przemiany.                         | 2                |
| <b>C3</b> | Obliczenia przemian charakterystycznych gazu.                | 2                |
| <b>C4</b> | Obliczenia obiegów gazowych.                                 | 2                |
| <b>C5</b> | Obliczenia przemian par i obiegów parowych.                  | 3                |
| <b>C6</b> | Obliczenia przemian gazu wilgotnego.                         | 2                |
| <b>C7</b> | Obliczenia przenikania przez przegrodę płaską.               | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Metodyka pomiarów wielkości termodynamicznych. Pomiar temperatury, wzorce temperatury, wzorcowanie. Kalibratory temperatury.                                                                                                                                                                    | 3                |
| <b>L2</b>    | Pomiar ciśnienia, przyrządy, klasa przyrządu, wzorcowanie. Kalibratory ciśnienia.                                                                                                                                                                                                               | 3                |
| <b>L3</b>    | Pomiar strumienia masy i strumienia objętości. Rodzaje przyrządów pomiarowych do przepływu płynu. Kryteria podziału przepływomierzy. Podstawy teoretyczne i praktyczne pomiaru strumienia przepływu przy użyciu zwężki i przepływomierzy ultradźwiękowych, elektromagnetycznych, Coriolisa itp. | 3                |
| <b>L4</b>    | Wyznaczanie krzywej nasycenia pary wodnej. Przeliczanie entalpii pary.                                                                                                                                                                                                                          | 3                |
| <b>L7</b>    | Pomiar wilgotności powietrza. Przeliczenia wielkości charakteryzujących stan powietrza wilgotnego.                                                                                                                                                                                              | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Konsultacje

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Dyskusja

**N5** Praca w grupach

**N6** Pomiary laboratoryjne

**N7** e-learning

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| konsultacje internetowe                                                                          | 1                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Zadanie tablicowe

**F3** Ocena z laboratorium (sprawozdanie)

**F4** Test z wykładów na platformie Delta lub MSTeams

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Zaliczenie przedmiotu wymaga zaliczenia wszystkich efektów uczenia.

**W2** Ocena jest oceną średnią z poszczególnych efektów uczenia.

**W3** Ocena pozytywna musi być uzyskana ze wszystkich rodzajów zajęć.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Ocena sprawozdania indywidualnego

**B2** Ocena testu

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań na ocenę 3                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Student z testu uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student z testu uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student z testu uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student z testu uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna pełny opis substancji tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami. Zna opis par, gazu wilgotnego i wykresy charakterystyczne dla tych substancji.                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie ma wiadomości wystarczających na ocenę 3.                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student z testu uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student z testu uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student z testu uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student z testu uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna pojęcie pracy i ciepła w termodynamice, zna opis przemian gazu i par. Zna obiegi termodynamiczne gazowe i parowe, zna podstawowe paliwa i opis procesu spalania. Zna podstawowe równania wymiany ciepła. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3. Kolokwia poniżej 60%                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student z kolokwii uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | Student z kolokwii uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student z kolokwii uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student z kolokwii uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi obliczyć parametry i funkcje stanu układu w zakresie gazów i pary. Potrafi wyznaczyć punkty charakterystyczne obiegu termodynamicznego.                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3. kolokwia poniżej 50%                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student z kolokwii uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | Student z kolokwii uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                                                              |

|                     |                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student z kolokwiów uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Student z kolokwiów uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5.0.                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | .Potrafi obliczyć pracę i ciepło przemiany, ilość przekazywanej energii podczas przemian i zmianę stanu substancji po przemianie.                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych. Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania.                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych. Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania.                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | .Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych.Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania. AKtywnie uczestniczy w pomiarach. |
| NA OCENĘ 4.0        | .Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych.Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania. Aktywnie uczestniczy w pomiarach. |
| NA OCENĘ 4.5        | .Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych.Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania. Przyjmuje rolę lidera             |
| NA OCENĘ 5.0        | .Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń obliczeniowych. Przyjmuje rolę lidera. Ocena aktywności w trakcie laboratorium, ocena sprawozdania.           |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | M1_W01<br>M1_W02                                                               | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N2 N3              | F1 F4 P1      |
| EK2               | M1_W01<br>M1_W02                                                               | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N2 N3              | F1 F4 P1      |
| EK3               | M1_U05                                                                         | Cel 2 Cel 3     | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 P1      |
| EK4               | M1_U05                                                                         | Cel 2 Cel 3     | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 P1      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               | M1_U04<br>M1_K03                                                               | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | L1 L2 L3 L4 L7    | N2 N4 N5 N6           | F1 F3 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Szewczyk W., Wojciechowski J. — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, AGH
- [2] | Szargut J., Guzik A., Górniak H. — *Zadania z termodynamiki technicznej*, Gliwice, 2008, Pol. Śl.
- [3] | Lechowska A., Styrylska T. — *Przykłady zadań z podstaw termodynamiki*, Kraków, 2013, Politechnika Krakowska

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Styrylska T. — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Pol. Krak.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Piotr, Jerzy Cyklis (kontakt: pcyklis@mech.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)