



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

|                                      |                                            |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kod przedmiotu                       | <b>M#1-S1-IST-308</b>                      |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Podstawy techniki cieplnej</b>          |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Fundamentals of Thermal Engineering</b> |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2020/2021</b>                           |

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>INŻYNIERIA ŚRODKÓW TRANSPORTU</b> |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b>                     |
| Profil studiów                   | <b>ogólnoakademicki</b>              |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>studia stacjonarne</b>            |
| Zakres                           | <b>wszystkie</b>                     |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Mechaniki</b>             |
| Koordinator przedmiotu           | <b>Dr hab. inż. Robert Pastuszko</b> |
| Zatwierdził                      |                                      |

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                               |                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów      | <b>przedmiot podstawowy</b> |
| Status przedmiotu                             | <b>obowiązkowy</b>          |
| Język prowadzenia zajęć                       | polski                      |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr | <b>semestr 3</b>            |
| Wymagania wstępne                             | <b>Matematyka</b>           |
| Egzamin (TAK/NIE)                             | TAK                         |
| Liczba punktów ECTS                           | <b>4</b>                    |

| Forma prowadzenia zajęć   | wykład    | ćwiczenia | laboratorium | projekt | seminarium |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin w semestrze | <b>15</b> | <b>15</b> | <b>15</b>    |         |            |

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                  | Odniesienie do efektów kierunkowych          |
|-----------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Wiedza                | W01           | Rozumie pojęcia i definicje: energia, entropia, układ termodynamiczny i parametry termodynamiczne, równowaga termodynamiczna, substancje proste, fazy i mieszaniny, praca i ciepło jako sposoby transportu energii między układami. | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
|                       | W02           | Zna i rozumie podstawowe prawa fizyki dotyczące zagadnień z zakresu termodynamiki, pewnik termodynamiki oraz zasady termodynamiki dla układów zamkniętych i otwartych.                                                              | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
|                       | W03           | Zna równanie gazu doskonałego, przemiany politropowe oraz charakterystyczne przemiany odwracalne. Znane mu są pojęcia: krzywe nasycenia, parametry krytyczne, punkt potrójny.                                                       | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
|                       | W04           | Posiada wiedzę w zakresie własności mieszanin gazów i mieszanin dwufazowych, zagadnień gazów rzeczywistych, powietrza wilgotnego i jego przemian.                                                                                   | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
|                       | W05           | Rozumie obiegi termodynamiczne, chłodnicze i pomp ciepła oraz pojęcia je charakteryzujące.                                                                                                                                          | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
|                       | W06           | Posiada podstawowe wiadomości o wymianie ciepła i procesie spalania.                                                                                                                                                                | IST1_W02<br>IST1_W03                         |
| Umiejętności          | U01           | Potrafi wykorzystywać procedury dotyczące bilansowania energii i sposobów transportu energii między układami.                                                                                                                       | IST1_U01<br>IST1_U03<br>IST1_U04             |
|                       | U02           | Potrafi stosować narzędzia matematyczne do rozwiązywania problemów odnoszących się do zasad termodynamiki. Umie zinterpretować otrzymane wyniki.                                                                                    | IST1_U01<br>IST1_U03<br>IST1_U04             |
|                       | U03           | Posiada wystarczającą sprawność obliczeniową w zakresie typowych zagadnień techniki cieplnej (praca, moc, ciepło, strumień ciepła, itp.).                                                                                           | IST1_U01<br>IST1_U03<br>IST1_U04             |
|                       | U04           | Potrafi posługiwać się równaniem stanu gazu doskonałego, umie stosować równanie dla przemian gazów rzeczywistych.                                                                                                                   | IST1_U01<br>IST1_U03<br>IST1_U04             |
|                       | U05           | Potrafi wyznaczyć stałą kalorymetru ciała stałego.                                                                                                                                                                                  | IST1_U01<br>IST1_U03<br>IST1_U04             |
| Kompetencje społeczne | K01           | Ma świadomość, jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób wytwarzania energii i praca urządzeń wytwarzających energię (silników cieplnych i in.)                                                                                  | IST1_K01<br>IST1_K02<br>IST1_K03<br>IST1_K07 |
|                       | K02           | Umie pracować w grupie, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole. Potrafi przedstawiać swoje stanowisko i bronić go, używając rzeczowych argumentów w dyskusji.                                                                  | IST1_K01<br>IST1_K02<br>IST1_K03<br>IST1_K07 |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | 1. Podstawowe pojęcia i definicje: energia, układ termodynamiczny, parametry termodynamiczne, pojęcie stanu układu i równowagi termodynamicznej. Jednostki wielkości stosowanych w termodynamice. Energia wewnętrzna. Zerowa zasada termodynamiki. Praca i ciepło jako sposoby transportu energii między układami. |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 2. I zasada termodynamiki dla układów zamkniętych (o kontrolowanej masie) i otwartych (o kontrolowanej objętości). Procedury bilansowania energii, przykłady analizy energetycznej.                                                                                         |
|              | 3. Równanie stanu gazu doskonałego, ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu i objętości dla gazu doskonałego. Charakterystyczne przemiany gazu doskonałego, przemiany politropowe. Równanie stanu gazu rzeczywistego.                                                         |
|              | 4. II zasada termodynamiki: pewnik równowagi, własności entropii, przemiany odwracalne i nieodwracalne, entropia jako funkcja stanu. Równanie Gibbsa. Równanie Clapeyrona i inne zależności różniczkowe. Zastosowanie II zasady termodynamiki do układów konwersji energii. |
|              | 5. Przykłady obiegów termodynamicznych: obieg Carnota, obiegi silnikowe. Sprawności obiegów. Obiegi chłodnicze, chłodziarki sprężarkowe i sorpcyjne. Pompy ciepła. Niekonwencjonalne źródła energii.                                                                        |
|              | 6. Pojęcia: substancji prostej, fazy i mieszaniny. Przemiany pary wodnej: krzywe nasycenia, para wilgotna i przegrzana, parametry krytyczne, punkt potrójny, własności mieszanin gazów i mieszanin dwufazowych.                                                             |
|              | 7. Powietrze wilgotne i jego przemiany. Wykres Moliera dla powietrza wilgotnego. Podstawowe wiadomości o wymianie ciepła (przewodzenie, przejmowanie, promieniowanie, przenikanie). Liczby podobieństwa i równania kryterialne w wymianie ciepła.                           |
|              | 8. Podstawowe wiadomości o procesie spalania.                                                                                                                                                                                                                               |
| ćwiczenia    | 1. Parametry termodynamiczne (temperatura, ciśnienie, objętość właściwa), cechy fizyczne płynów: masa, gęstość, objętość, jednostki stosowane w termodynamice. Podstawowe bilanse energetyczne.                                                                             |
|              | 2. Równanie stanu gazu doskonałego. I zasada termodynamiki: energia wewnętrzna i entalpia.                                                                                                                                                                                  |
|              | 3. Praca przy zmianie objętości, w polu grawitacyjnym, w ruchu przyspieszonym i obrotowym. Przemiany gazu: doskonałego i rzeczywistego                                                                                                                                      |
|              | 4. Zastosowanie I zasady termodynamiki dla układów zamkniętych.                                                                                                                                                                                                             |
|              | 5. I zasada termodynamiki dla układów otwartych: zasada zachowania energii, maszyny przepływowe: dysza, turbina.                                                                                                                                                            |
|              | 6. Obieg Carnota, chłodziarka, pompa ciepła.                                                                                                                                                                                                                                |
|              | 7. Przykładowe zadania z wymiany ciepła: ścianka płaska, konwekcja.                                                                                                                                                                                                         |
| laboratorium | 1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w Laboratorium Termodynamiki. Zasady opracowywania danych eksperymentalnych.                                                                                                    |
|              | 2. Pomiar temperatur. Przyrządy do pomiaru temperatury. Praktyczna analiza sposobu instalowania termometrów w instalacjach.                                                                                                                                                 |
|              | 3. Pomiar ciśnień. Wzorcowanie manometrów sprężystych.                                                                                                                                                                                                                      |
|              | 4. Zależność stanu skupienia od temperatury i ciśnienia.                                                                                                                                                                                                                    |
|              | 5. Badanie rury ciepła                                                                                                                                                                                                                                                      |
|              | 6. Prawo Boyle'a - Mariotte'a (przemiana izotermiczna)                                                                                                                                                                                                                      |
|              | 7. Wyznaczenie stałej kalorymetru                                                                                                                                                                                                                                           |

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X) |                 |           |         |              |      |
|---------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                                        | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| W02           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| W03           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| W04           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| W05           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| W06           |                                                      | X               |           |         |              |      |
| U01           |                                                      | X               | X         |         |              |      |
| U02           |                                                      | X               | X         |         | X            |      |

|     |  |  |   |  |   |   |
|-----|--|--|---|--|---|---|
| U03 |  |  | X |  | X |   |
| U04 |  |  | X |  | X |   |
| U05 |  |  | X |  | X |   |
| K01 |  |  |   |  |   | X |
| K02 |  |  |   |  |   | X |

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | <b>egzamin</b>     | Egzamin w formie testu otwartego. Ocena uzależniona jest od zdobytych punktów w trakcie egzaminu. Ocenę pozytywną uzyskuje student po przekroczeniu 51 pkt.. Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student od 90 do 100pkt. |
| ćwiczenia    | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć.                                                                                                                                                     |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć + sprawozdanie                                                                                                                                       |

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                        |                     |    |    |   |   |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|----|---|---|-----------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                                                                      | Obciążenie studenta |    |    |   |   | Jednostka |
|                     |                                                                                                        | W                   | C  | L  | P | S |           |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                            | 15                  | 15 | 15 |   |   | h         |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                            | 4                   | 2  | 2  |   |   | h         |
| 3.                  | <b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>                                       | <b>53</b>           |    |    |   |   | h         |
| 4.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b> | <b>2,1</b>          |    |    |   |   | ECTS      |
| 5.                  | <b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>                                                       | <b>47</b>           |    |    |   |   | h         |
| 6.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>                         | <b>1,9</b>          |    |    |   |   | ECTS      |
| 7.                  | <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>                                     | <b>67</b>           |    |    |   |   | h         |
| 8.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>            | <b>2,7</b>          |    |    |   |   | ECTS      |
| 9.                  | <b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>                                                            | <b>100</b>          |    |    |   |   | h         |
| 10.                 | <b>Punkty ECTS za moduł</b><br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>                       | <b>4</b>            |    |    |   |   | ECTS      |

### LITERATURA

1. Yunis A. Cengel, Michael A. Boles: Thermodynamics: An Engineering Approach, New York : McGraw-Hill Publishing Company, 1989
2. Howell, John R. : Fundamentals of engineering thermodynamics, New York McGraw-Hill Book Company, cop. 1987

3. Michael J. Moran, Howard N. Shapiro : Fundamentals of engineering thermodynamics, Chichester : John Wiley & Sons, 1998
4. Staniszewski B.: Termodynamika, PWN, Warszawa 1986
5. Wiśniewski S.: Termodynamika Techniczna . Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1999
6. Gdula S. J. :Przenoszenie ciepła : praca zbiorowa. PWN, Warszawa, 1980
7. Bayazitoglu, Y. Ozisik, Necati M.: Elements of Heat Transfer . McGraw-Hill Book Company, New York, 1988
8. Pomiary cieplne – praca zbiorowa, WNT, Warszawa, 1995
9. Ambrozik A. (red.): Laboratorium z termodynamiki i dynamiki przepływów, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1995
10. Instrukcje i materiały pomocnicze do ćwiczeń.