

WM**Karta (sylabus) przedmiotu****Inżynieria Produkcji**

Studia pierwszego stopnia o profilu:

A P 

| | | |
|------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Przedmiot: Podstawy termodynamiki technicznej | | IP 1 S 0 3 29-0_0 |
| Status przedmiotu: | | |
| Język wykładowy: | | |
| Rok: II | | Semestr: 3 |
| Nazwa specjalności: | | |
| Rodzaj zajęć i liczba godzin: | Studia stacjonarne | Studia niestacjonarne |
| Wykład | 30 | |
| Ćwiczenia | 30 | |
| Laboratorium | | |
| Projekt | | |
| Liczba punktów ECTS: | 4 | |

Cel przedmiotu

| | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Zapoznanie studentów z podstawowymi prawami i równaniami termodynamiki niezbędnymi do opisu maszyn i urządzeń cieplnych w tym silników cieplnych: tłokowych i turbinowych. |
| C2 | Kształtowanie umiejętności analizy i rozwiązywania podstawowych zadań termodynamiki. |
| C3 | Kształtowanie umiejętności pracy w zespole i jego kierowaniu na ćwiczeniach rachunkowych. |

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

| | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Znajomość podstaw analizy matematycznej, rachunku różniczkowego funkcji jednej i wielu zmiennych, podstaw rachunku całkowego i równań różniczkowych zwyczajnych. |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Efekty kształcenia

| | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | W zakresie wiedzy: |
| EK 1 | Student zna pojęcia stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego, zna treść i sposób zapisu podstawowych praw i równań termodynamiki. |
| | W zakresie umiejętności: |
| EK 2 | Student potrafi opisać stan gazu oraz potrafi efektywnie rozwiązać podstawowe zadania termodynamiki. |
| | W zakresie kompetencji społecznych: |
| EK 3 | Kształtowanie aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych. |
| EK 4 | Rozumie potrzebę współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach. |

Treści programowe przedmiotu**Forma zajęć – wykłady**

| | Treści programowe | Liczba godzin |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| W1 | Wiadomości wstępne, przedmiot, zakres i metody termodynamiki, definicje i jednostki miar. | 2 |
| W2 | Układ termodynamiczny i jego otoczenie. Intensywne i ekstensywne parametry stanu. Stan równowagi termodynamicznej. Modele czynników termodynamicznych i ich własności. Prawa gazów doskonałych Boyle'a – Mariotte'a, Gay Lussaca – Charlesa, Avogadro. Gaz półdoskonały, gaz rzeczywisty. | 4 |
| W3 | Termiczny opis stanu gazów doskonałych, półdoskonałych i rzeczywistych, wykres stanu p - V . Prawo Daltona i termiczny opis stanu mieszanin gazów doskonałych. | 4 |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| W4 | Energia układu, energia wewnętrzna, prawo Joule'a, entalpia statyczna i entalpia spiętrzenia. Oddziaływania pomiędzy układem a otoczeniem, oddziaływania na sposób pracy i na sposób ciepła. Prace: bezwzględna, techniczna i praca umieszczenia, praca użyteczna, wykres pracy p - V . Ciepło, ciepło przemiany i ciepło właściwe, równanie Mayera. Funkcje termodynamiczne i ich właściwości. | 4 |
| W5 | Bilans energii układu w warunkach równowagi termodynamicznej. Pierwsza Zasada Termodynamiki dla układów zamkniętych i otwartych, dla procesów odwracalnych i nieodwracalnych. | 3 |
| W6 | Pewnik równowagi. Zerowa Zasada Termodynamiki. Pojęcie entropii. Druga Zasada Termodynamiki i jej sformułowania. Wykres ciepła T - S . Zmiana entropii w odwracalnych i nieodwracalnych przemianach energetycznych. | 3 |
| W7 | Równowagowa przemiana termodynamiczna. Odwracalne przemiany politropowe gazów doskonałych i półdoskonałych, dławienie izentalpowe, interpretacja graficzna przemian na wykresach pracy i ciepła. Nieodwracalność przemian. | 4 |
| W8 | Procesy sprężania gazów. Sprężarka tłokowa, sprężarki: teoretyczna, wzorcowa, rzeczywista. Sprężarka wielostopniowa. | 2 |
| W9 | Zasady zamiany ciepła na pracę, prawobieżny obieg termodynamiczny. Obieg Carnota. Obiegi silników cieplnych, Joule'a, Otto, Diesla, Sabathe. Lewobieżny obieg termodynamiczny, lewobieżny obieg Carnota. | 2 |
| W10 | Zagadnienie użyteczności energii. Praca maksymalna, egzergia, anergia. | 2 |
| | Suma godzin: | 30 |
| Forma zajęć – ćwiczenia | | |
| | Treści programowe | Liczba godzin |
| ĆW1 | Wprowadzenie w tematykę ćwiczeń rachunkowych. Jednostki, przeliczanie jednostek występujących w technice cieplnej na układ SI. Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu doskonałego. | 4 |
| ĆW2 | Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu półdoskonałego. Mieszanki gazów doskonałych. | 5 |
| ĆW3 | Zadania z zakresu bilansów energetycznych. | 4 |
| ĆW4 | Zadania z przemian odwracalnych gazów doskonałych i przemian nieodwracalnych. | 5 |
| ĆW5 | Silnikowe i chłodnicze obiegi termodynamiczne. | 4 |
| ĆW6 | Teoretyczna i wzorcowa sprężarka tłokowa. | 4 |
| ĆW7 | Sprawdziany, kolokwium – weryfikacja efektów kształcenia i utrwalenie efektów w zakresie umiejętności. Omówienie zadań zleconych studentom do wykonania w sposób samodzielny. | 4 |
| | Suma godzin: | 30 |

| Narzędzia dydaktyczne | |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Wykład prowadzony metodą informacyjną z uwzględnieniem problemów obliczeniowych i wykorzystaniu technik audiowizualnych. |
| 2 | Ćwiczenia audytoryjne – stanowią rachunkową ilustrację wykładów i dotyczą wybranych zagadnień obliczeniowych z poszczególnych działów. |
| 3 | Wykonywanie zadań ćwiczebnych w sposób samodzielny lub w grupach. |

| Sposoby oceny | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ocena formująca | |
| F1 | Ocena za odpowiedzi na ćwiczeniach audytoryjnych. |
| F2 | Ocena za wykonanie zadań ćwiczebnych. |
| F3 | Ocena za zadania zalecone studentowi do wykonania w sposób samodzielny. |
| F4 | Ocena efektów kształcenia z zakresu wiedzy (wykłady). |
| Ocena podsumowująca | |
| P1 | Ocena końcowa z wykładów na podstawie kolokwium pisemnego (testu lub w formie opisowej). |
| P2 | Ocena końcowa z ćwiczeń na podstawie ocen cząstkowych F1-F3. |

| Obciążenie pracą studenta | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
| Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze | 60 |
| Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie np. konsultacji – łączna liczba godzin w semestrze | 2 |
| Przygotowanie się do ćwiczeń, sprawdzianów i samodzielne wykonanie zadań – łączna liczba godzin w semestrze | 30 |
| Przygotowanie się do kolokwium z wykładów – łączna liczba godzin w semestrze | 8 |
| Suma | 100 |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 4 |

| Literatura podstawowa i uzupełniająca | |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1999. |
| 2 | Dowkontt J.: Teoria maszyn cieplnych. PWN, Warszawa 1979. |
| 3 | Szargut J.: Termodynamika techniczna. PWN, Warszawa 1991. |
| 4 | Elwell D., Pointon A. J.: Termodynamika klasyczna, PWN, Warszawa 1976. |
| 5 | Gąsiorowski J. I inni: Zbiór zadań z teorii maszyn cieplnych. WNT, Warszawa 1972. |
| 6 | Szargut J. I inni: Programowalny zbiór zadań z termodynamiki technicznej. PWN, Warszawa 1986. |

| Macierz efektów kształcenia | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
| EK 1 | IP1A_W01 ++ IP1A_W03 ++ | C1 | W1 – W10 | 1 | F4, P1 |
| EK 2 | IP1A_U02 ++ IP1A_U09 + IP1A_U19 + | C2, C3 | ĆW1 – ĆW7 | 2, 3 | F1, F2, F3, P2 |
| EK 3 | IP1A_K03 + IP1A_K07 ++ | C2, C3 | ĆW1 – ĆW7 | 2, 3 | F1, F2, F3, P2 |
| EK 4 | IP1A_K03 +++ | C2, C3 | W1, ĆW1 – ĆW7 | 1, 2, 3 | F1, F2, F3, P2 |

| Formy oceny – szczegóły | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Na ocenę 2 (ndst) | Na ocenę 3 (dst) | Na ocenę 4 (db) | Na ocenę 5 (bdb) |
| EK 1 | Nie potrafi wymienić pojęć stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego, ani nie potrafi wymienić treści i sposobów zapisu podsta- | Potrafi wymienić pojęcia stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego oraz potrafi wymienić treść i sposób zapisu pod- | Potrafi wymienić i ogólnie scharakteryzować pojęcia stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego oraz potrafi | Potrafi wymienić i wyczerpująco scharakteryzować pojęcia stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego oraz potrafi wy- |

| | | | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <i>wowych praw i równań termodynamiki.</i> | <i>stawowych praw i równań termodynamiki.</i> | <i>wymienić i ogólnie scharakteryzować treść i sposób zapisu podstawowych praw i równań termodynamiki.</i> | <i>mienić i wyczerpująco scharakteryzować treść i sposób zapisu podstawowych praw i równań termodynamiki.</i> |
| EK 2 | <i>Nie potrafi opisać stanu gazu i nie potrafi zastosować podstawowych praw i równań termodynamiki do rozwiązania prostych zadań.</i> | <i>Potrafi opisać stan gazu i umie rozwiązać większość prostych zadań.</i> | <i>Potrafi rozwiązać złożone zadania termodynamiki technicznej.</i> | <i>Potrafi w efektywny sposób rozwiązać wszystkie wymagane zadania oraz potrafi nawiązać do rzeczywistych problemów inżynierskich.</i> |
| EK 3 | <i>Nie ma świadomości i nie rozumie konieczności aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych.</i> | <i>Ma dostateczną świadomość konieczności aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych.</i> | <i>Ma świadomość i wykazuje zrozumienie konieczności aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych.</i> | <i>Ma pełną świadomość i wykazuje należyte zrozumienie konieczności aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych.</i> |
| EK 4 | <i>Nie ma świadomości i nie rozumie potrzeby współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach.</i> | <i>Ma świadomość ale w niewielkim stopniu rozumie potrzebę współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach.</i> | <i>Ma świadomość i rozumie potrzebę współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach.</i> | <i>Ma pełną świadomość i należyte rozumie potrzebę współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach.</i> |

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Autor programu: | dr. inż. Stefan Laskowski |
| Adres e-mail: | s.laskowski@pollub.pl |
| Jednostka organizacyjna: | Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych |
| Osoba, osoby prowadzące: | dr inż. Stefan Fijałkowski, dr inż. Anna Warmińska, dr inż. Krzysztof Nakonieczny |