**Nazwa przedmiotu:**

Miernictwo cieplno-przepływowe

**Koordynator przedmiotu:**

mgr inż. Konrad Gumowski, mgr inż.Michał Kubiś, mgr inż. Karol Pietrak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.ZNK349

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Razem: 60 godzin, w tym:
1) Liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 30 godz.
b) konsultacje - 5 godz.
2) Praca własna studenta - 25 godz, w tym:
a) przygotowywanie się studenta do laboratorium - 10 godz
b) przeliczanie wyników pomiarów i opracowywanie sprawozdań - 15 godz

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

0.5 ECTS - Liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 30 godz.
b) konsultacje - 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2,2 punktu ECTS - 55 godz., w tym
1) ćwiczenia laboratoryjne - 30 godz,
2) przygotowywanie się studenta do laboratorium - 10 godz
3) przeliczanie wyników pomiarów i opracowywanie sprawozdań - 15 godz

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Mechanika Płynów na poziomie podstawowym.
Wymiana Ciepła na poziomie podstawowym.

**Limit liczby studentów:**

12

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie sposobu pomiarów w termodynamice oraz zapoznanie się z technikami pomiarowymi występującymi w pomiarach cieplnych
Przekazanie wiedzy na temat metod pomiaru podstawowych właściwości cieplnych i współczynników charakteryzujących wymianę ciepła. Nauczenie sposobu wykonywania pomiarów cieplnych w stanie ustalonym i nieustalonym. Zapoznanie z podstawową aparaturą i przyrządami stosowanymi w badaniach wymiany ciepła.
Nowoczesnych metody pomiaru prędkości, ciśnienia, oraz wizualizacji przepływów. Zapoznanie z podstawową aparaturą i przyrządami stosowanymi w badaniach przepływów nieustalonych.

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien umieć prawidłowo wykonać pomiary termodynamiczne, pomiary podstawowych właściwości cieplnych ciał stałych metodami ustalonymi i określić parametry niezbędne do wykonania bilansu cieplnego. Będzie potrafił dokonać pomiarów współczynników przejmowania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej.
Student zdobędzie umiejętność dokonywania pomiarów ciśnienia i prędkości w przepływie nieustalonym oraz różnych metod wizualizacji przepływów.

**Treści kształcenia:**

1. Pomiary własności powietrza wilgotnego.
2. Badanie klimatyzatora.
3. Pomiary właściwości cieplnych ciał stałych metodami stanu ustalonego.
4. Pomiary współczynników przejmowania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej.
5. Pomiary przebiegów ciśnień w rurze uderzeniowej w warunkach nieustalonych.
6. Wyznaczanie rozkładu ciśnień na powierzchni opływanego ciała. Wizualizacja opływu metodą filmu olejowego oraz metodą znaczników kierunku.

**Metody oceny:**

Zaliczenie na podstawie sprawdzianów z poszczególnych ćwiczeń.
Praca własna: Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych na podstawie zalecanej literatury.
Zajęcia laboratoryjne, podczas których studenci powinni wykonać zadane pomiary i na ich podstawie opracować sprawozdanie.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1.P.Bader, K.Błogowska „Laboratorium termodynamiki”
2.Domański R., Jaworski M., Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. Laboratorium dydaktyczne. OWPW, 2002.
3.Smits A.J., Lim T.T–ed.: Flow Visualization – Techniques and Examples, ICP 2003
4.Gad-el-Hak M.: Flow Control Cambridge Univ. Press 2000
5.Materiały dostarczone przez wykładowcę

**Witryna www przedmiotu:**

https://www.meil.pw.edu.pl/za/ZA/Dydaktyka

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W1:**

Ma podstawową wiedzę na temat sposobów pomiaru temperatury, prędkości i ciśnienia w warunkach ustalonych oraz zna budowę podstawowych przyrządów używanych do tego celu.

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W1:**

Ma podstawową wiedzę na temat sposobów pomiaru temperatury, prędkości i ciśnienia w warunkach ustalonych oraz zna budowę podstawowych przyrządów używanych do tego celu.

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W2:**

 Zna metody wizualizacji pól temperatury i prędkości.

Weryfikacja:

 Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W2:**

 Zna metody wizualizacji pól temperatury i prędkości.

Weryfikacja:

 Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W3:**

Rozumie ogólne zasady wykonywania pomiarów cieplnych w stanie ustalonym i nieustalonym. Zna podstawowe metody i przyrządy stosowane w badaniach wymiany ciepła.

Weryfikacja:

 Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_W4:**

Zna podstawową aparaturę stosowaną w badaniach przepływów nieustalonych oraz zna budowę podstawowych przyrządów używanych do tego celu.

Weryfikacja:

 Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U1:**

Potrafi określić podstawowy zestaw przyrządów stosowanych do pomiaru właściwości cieplnych (w stanie ustalonym i nieustalonym).

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U1:**

Potrafi określić podstawowy zestaw przyrządów stosowanych do pomiaru właściwości cieplnych (w stanie ustalonym i nieustalonym).

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U1:**

Potrafi określić podstawowy zestaw przyrządów stosowanych do pomiaru właściwości cieplnych (w stanie ustalonym i nieustalonym).

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U2:**

Potrafi określić zestaw przyrządów potrzebnych do pomiaru strumienia ciepła i współczynnika przejmowania ciepła

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U3:**

Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień.

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U3:**

Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień.

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U3:**

Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień.

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U4:**

Potrafi dokonać pomiaru ciśnień na powierzchni opływanego ciała przy użyciu wielokanałowego skanera. Umie wyznaczyć opór ciała na podstawie uzyskanego rozkładu ciśnienia.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U4:**

Potrafi dokonać pomiaru ciśnień na powierzchni opływanego ciała przy użyciu wielokanałowego skanera. Umie wyznaczyć opór ciała na podstawie uzyskanego rozkładu ciśnienia.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U4:**

Potrafi dokonać pomiaru ciśnień na powierzchni opływanego ciała przy użyciu wielokanałowego skanera. Umie wyznaczyć opór ciała na podstawie uzyskanego rozkładu ciśnienia.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U5:**

Jest w stanie dokonać wizualizacji powierzchniowej i objętościowej podczas opływu ciała. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U5:**

Jest w stanie dokonać wizualizacji powierzchniowej i objętościowej podczas opływu ciała. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U6:**

Posiada umiejętność, posługując się arkuszem kalkulacyjnym, przeliczenia danych uzyskanych podczas pomiarów oraz sporządzenia wykresów. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK349\_U6:**

Posiada umiejętność, posługując się arkuszem kalkulacyjnym, przeliczenia danych uzyskanych podczas pomiarów oraz sporządzenia wykresów. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

 Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**