**Nazwa przedmiotu:**

Miernictwo cieplno-przepływowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Witold Selerowicz

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

ML.NK349

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Razem: 72 godziny, w tym:
1) Liczba godzin kontaktowych - 37, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 30 godz.,
b) konsultacje - 7 godz.
2) Praca własna studenta - 35 godz, w tym:
a) przygotowywanie się studenta do laboratorium - 20 godz.,
b) przeliczanie wyników pomiarów i opracowywanie sprawozdań - 15 godz.

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

1,5 punktu ECTS - Liczba godzin kontaktowych - 37, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 30 godz.
b) konsultacje - 7 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,6 punktu ECTS - 65 godz., w tym
1) ćwiczenia laboratoryjne - 30 godz,
2) przygotowywanie się do laboratorium - 20 godz,
3) opracowywanie wyników i 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.
Laboratorium mechaniki płynów.
Laboratorium termodynamiki.

**Limit liczby studentów:**

brak limitu, grupy 12 osobowe

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy na temat metod pomiaru temperatury, strumienia ciepła, 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. Przekazanie wiedzy na temat nowoczesnych metod pomiaru prędkości, ciśnienia, oraz wizualizacji przepływów. Zapoznanie z podstawową aparaturą i przyrządami stosowanymi w badaniach przepływów nieustalonych

**Treści kształcenia:**

Metody wizualizacji pól temperatury (ciekłe kryształy, termowizja). Badanie klimatyzatora. Pomiary właściwości cieplnych metodami stanu ustalonego. Pomiary właściwości cieplnych metodami stanu nieustalonego. Pomiary strumienia ciepła i współczynnika przejmowania ciepła. Pomiary termicznego oporu kontaktowego. Badanie wymiennika ciepła. Pomiary przebiegów ciśnień w rurze uderzeniowej w warunkach nieustalonych. Wizualizacja strumienia wypływającego z przewodu w warunkach nieustalonych. Wyznaczanie rozkładu ciśnień na powierzchni opływanego ciała. Wizualizacja opływu metodą filmu olejowego oraz metodą znaczników kierunku.

**Metody oceny:**

Sprawdzian wstępny i/lub końcowy. Rozmowa zaliczająca sprawozdanie z zajęć laboratoryjnych, podczas których studenci zaprojektują i zestawią układ do pomiaru ciśnień w warunkach ustalonych oraz nieustalonych oraz zaproponują i zrealizują metodę wizualizacji przepływu w zależności od zakresu prędkości.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. Domański R., Jaworski M., Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. Laboratorium dydaktyczne. OWPW, 2002.
2. Michalski L., Eckersdorf K.: Pomiary temperatury. WNT, Warszawa, 1986 wyd. III.
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:**

http://mel.pw.edu.pl/za/ZA/Dydakt

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS657\_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.NS657\_W2:**

Zna metody wizualizacji pól temperatury i prędkości .

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_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, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_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, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS657\_U1:**

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

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09, MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_U2:**

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

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09, MiBM2\_U21, MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_U3:**

Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień.

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_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, MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_U5:**

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

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09, MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS657\_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\_U09, MiBM2\_U22, MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**