**Nazwa przedmiotu:**

Miernictwo cieplno-przepływowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Witold Selerowicz

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

NK349

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2017/2018

**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 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 punkt 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.
Efekty kształcenia:
Po zaliczeniu przedmiotu student będzie potrafił dokonać pomiarów podstawowych właściwości cieplnych ciał stałych metodami ustalonymi i nieustalonymi. Będzie potrafi 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

**Metody oceny:**

Sprawdzian wstępny i/lub końcowy.Praca własna: Zajęcia laboratoryjne, 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 prędkość

**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 NS657\_W1:**

EW1. Ma podstawowa 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\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_W1:**

EW1. Ma podstawowa 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 NS657\_W2:**

EW2. Zna metody wizualizacji pól temperatury i prędkości

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_W2:**

EW2. Zna metody wizualizacji pól temperatury i prędkości

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_W3:**

EW3. 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\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_W3:**

EW3. 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 NS657\_W4:**

EW4. Zna podstawową aparaturę stosowaną w badaniach przepływów nieustalonych oraz zna budowę podstawowych przyrządów używanych do tego celu

Weryfikacja:

Sprawdzian wstępny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_W4:**

EW4. 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 NS657\_U1:**

EU1. Potrafi określić podstawowy zestaw przyrządów stosowanych do pomiaru właściwości cieplnych (w stanie ustalonym i nieustalonym)

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U1:**

EU1. Potrafi określić podstawowy zestaw przyrządów stosowanych do pomiaru właściwości cieplnych (w stanie ustalonym i nieustalonym)

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U2:**

EU2. 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 NS657\_U2:**

EU2. Potrafi określić zestaw przyrządów potrzebnych do pomiaru strumienia ciepła i współczynnika przejmowania ciepła

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U3:**

EU3. Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U3:**

EU3. Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U3:**

EU3. Potrafi dokonać pomiaru i rejestracji szybkozmiennych ciśnień

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U4:**

EU4. 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 NS657\_U4:**

EU4. 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 NS657\_U4:**

EU4. 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\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U5:**

EU5. Jest w stanie dokonać wizualizacji powierzchniowej i objętościowej podczas opływu ciała. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki

Weryfikacja:

Rozmowa zaliczająca sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U5:**

EU5. 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 NS657\_U6:**

EU6. 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:**

**Charakterystyka NS657\_U6:**

EU6. 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\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_U6:**

EU6. 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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka NS657\_K1:**

Umie samodzielnie zaprojektować i przeprowadzić eksperyment w zakresie cieplno-przepływowym

Weryfikacja:

rozmowa zaliczająca i ocena sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MBiM2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_K1:**

Umie samodzielnie zaprojektować i przeprowadzić eksperyment w zakresie cieplno-przepływowym

Weryfikacja:

rozmowa zaliczająca i ocena sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MBiM2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_K1:**

Umie samodzielnie zaprojektować i przeprowadzić eksperyment w zakresie cieplno-przepływowym

Weryfikacja:

rozmowa zaliczająca i ocena sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MBiM2\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka NS657\_K1:**

Umie samodzielnie zaprojektować i przeprowadzić eksperyment w zakresie cieplno-przepływowym

Weryfikacja:

rozmowa zaliczająca i ocena sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MBiM2\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**