

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Aparatura i Instalacje Przemysłowe

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metrologia przepływów turbulentnych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Turbulent flows metrology           |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIIN D12 15/16              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                                |
| SEMESTRY                                | 2                                   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 9      | 0         | 9            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami pomiarowymi stosowanymi w metrologii przepływów turbulentnych.

**Cel 2** Nabycie przez studentów umiejętności prowadzenia pomiarów i badań eksperymentalnych dotyczących turbulentnych przepływów mediów w aparatach procesowych z wykorzystaniem nowoczesnych metod pomiarowych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość mechaniki płynów.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Potrafi pozyskiwać informacje z literatury przedmiotu służące do rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich związanych z przepływem cieczy i gazów w aparaturze procesowej i instalacjach przemysłowych. Potrafi wyciągać wnioski z zasobów informacji zgromadzonych z różnych źródeł, konfrontować źródła, wyciągać wnioski i formułować opinie uzasadnione. Podchodzić krytycznie do informacji z różnych źródeł i porównywać je.

**EK2 Umiejętności** Potrafi posługiwać się programami pomiarowymi i diagnostycznymi służącymi do sterowania pracą urządzeń pomiarowych w metrologii przepływów turbulentnych oraz programami do opracowania wyników pomiarów.

**EK3 Umiejętności** Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment inżynierski służący wyznaczeniu parametrów pracy aparatu procesowego i ocenie możliwości działania prototypu. Potrafi wyciągnąć wnioski na podstawie rezultatów badań własnych i obcych.

**EK4 Umiejętności** Potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania problemów z zakresu mechaniki budowy i eksploatacji maszyn, a w szczególności z zakresu aparatury przemysłowej, oraz powiązanych nauk. Potrafi wykonać pomiar i określić jego niepewność w zakresie pomiarów inżynierskich.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Podstawowe pojęcia turbulencji przepływów. Znaczenie turbulencji dla intensyfikacji operacji jednostkowych w aparaturze procesowej. Elementy statystycznej teorii turbulencji.   | 2                |
| <b>W2</b> | Równania transportu dla przepływów turbulentnych. Parametry turbulencji, prędkości średnie, prędkości poboczne, energia kinetyczna turbulencji, dyssypacja kinetycznej energii turbulencji.  | 1                |
| <b>W3</b> | Metody pomiarowe stosowane w metrologii przepływów turbulentnych. Fizykalne podstawy termooanemometrii, układy termooanemometru, anemometry stałoprądowe i stałotemperaturowe. Ocena dokładności pomiarów termooanemometrycznych.  | 2                |
| <b>W4</b> | Charakterystyka i podstawy teoretyczne laserowej anemometrii dopplerowskiej (LDA), modele fizyczne w anemometrii laserowej, budowa i zasada działania anemometru laserowego. Źródła światła laserowego, generacja i przetwarzanie sygnałów LDA, dobór optymalnego posiewu do pomiarów. | 2                |
| <b>W5</b> | Podstawy teoretyczne anemometrii obrazowej (PIV), budowa i działanie anemometru PIV. Anemometria częstotliwościowo-fazowa (PDA), zasada pomiaru anemometrem PDA. Porównanie różnych technik pomiarowych w metrologii przepływów turbulentnych.   | 2                |

| LABORATORIUM |   |                  |
|--------------|---|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Programowanie pomiarów i parametrów pracy anemometru laserowego. Wykorzystanie komercyjnego oprogramowania do opracowania wyników pomiarów. Pomiary rozkładu chwilowych prędkości turbulentnego przepływu cieczy w mieszalniku mechanicznym za pomocą anemometru laserowego.    | 3                |
| L2           | Pomiary i wyznaczanie parametrów turbulencji dla przepływu gazu w kanale kołowym za pomocą termoanemometru. Opracowanie i analiza wyników pomiarów.   | 2                |
| L3           | Pomiary rozkładu chwilowych prędkości turbulentnego przepływu cieczy w aparacie zbiornikowym z mieszadłem pulsacyjnym metodą anemometrii obrazowej (PIV). Wyznaczanie prędkości średnich i składowych pobocznych prędkości. Opracowanie i analiza otrzymanych wyników pomiarów. | 2                |
| L4           | Badania wpływu zmian parametrów konstrukcyjnych reaktora zbiornikowego z mieszadłem na turbulencję przepływu cieczy w aparacie. Analiza ilościowa i jakościowa oraz interpretacja wyników badań.  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 18  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 1   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 2   |
| Opracowanie wyników  | 4   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 3   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Oddanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi pozyskać z literatury przedmiotu użytecznych informacji niezbędnych dla zaplanowania eksperymentu z dziedziny metrologii przepływów turbulentnych.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi pozyskać z literatury przedmiotu i wykorzystać użyteczne informacje niezbędne dla zaplanowania eksperymentu z dziedziny metrologii przepływów turbulentnych. |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |
| NA OCENĘ 5.0        | -  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi zaprogramować podstawowych parametrów pracy i prowadzenia pomiarów za pomocą anemometru laserowego.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zaprogramować podstawowe parametry pracy i prowadzenie pomiarów za pomocą anemometru laserowego.   |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |
| NA OCENĘ 5.0        | -  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi zaplanować eksperymentu służącego wyznaczeniu parametrów turbulencji w badanym aparacie procesowym.  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zaplanować eksperyment służący wyznaczeniu parametrów turbulencji w badanym aparacie procesowym.    |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi przeprowadzić pomiarów i ocenić ich wyniki w zakresie badania parametrów turbulencji przepływu. |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi przeprowadzić pomiary i ocenić ich wyniki w zakresie badania parametrów turbulencji przepływu.      |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_UO01  | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1          | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_UP04  | Cel 2           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_UP05  | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_UP09  | Cel 2           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Elsner J. W.** — *Turbulencja przepływów.*, Warszawa, 1987, PWN
- [2 ] **Elsner J. W., Drobniaak S.** — *Metrologia turbulencji przepływów.*, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1995, PAN
- [3 ] **Gryboś R.** — *Podstawy mechaniki płynów.*, Warszawa, 1998, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Mathieu J., Scott J.** — *An introduction to turbulent flow.*, Cambridge, 2000, Cambridge University Press
- [2 ] **Albrecht H.-E., Borys M., Damaschke N., Tropea C.** — *Laser Doppler and Phase Doppler Measurement Techniques.*, Berlin Heidelberg New York, 2003, Springer-Verlag

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Jan, Piotr Talaga (kontakt: jtalaga@usk.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Jan, Piotr Talaga (kontakt: jtalaga@usk.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....