**Nazwa przedmiotu:**

Metrologia Przepływów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab.inż. Mateusz Turkowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2009/2010

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy metrologii, Metrologia przemysłowa, Miernictwo elektryczne, Mechanika płynów, podstawy termodynamiki (z kursu Fizyki)

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się ze współczesnymi zasadami pomiaru parametrów przepływu (prędkość lokalna i średnia strumień masy i objętości, masa i objętość w przepływie). Umiejętność doboru aparatury i zaprojektowania systemu pomiarowego do pomiaru strumienia lub ilości płynu w przepływie do celów technologicznych i rozliczeniowych. Zapoznanie się z zasadami pomiaru przepływów wielofazowych, pulsujących oraz w kanałach otwartych i niecałkowicie wypełnionych. Zapoznanie się z metodami i stanowiskami do wzorcowania przepływomierzy. Zapoznanie się z metodami badawczymi stosowanymi podczas projektowania przepływomierzy.

**Treści kształcenia:**

1. Wstęp. Parametry będące przedmiotem zainteresowania metrologii przepływu. Lokalna prędkość przepływu. Strumień objętości. Prędkość średnia. Strumień masy. Objętość i masa w przepływie. 2. Zasady pomiaru wektora lokalnej prędkości przepływu. Rurki piętrzące. Sondy wielootworowe. Termoanemometry. Anemometry laserowe. 3. Podstawowe zasady pomiaru strumienia płynów za pomocą przepływomierzy zwężkowych, piętrzących, rotametrów, turbinowych, komorowych, elektromagnetycznych, ultradźwiękowych, oscylacyjnych, Coriolisa. 4. Kryteria podziału na przepływ ustalony/nieustalony. Metody pomiaru parametrów pulsacji. Modele matematyczne wybranych przepływomierzy w stanach nieustalonych. Ograniczenia stosowania przepływomierzy do przepływów pulsujących i nieustalonych. Metody ograniczenia wpływu pulsacji dla przepływomierzy zwężkowych, turbinowych i oscylacyjnych. 5. Przelewy i koryta pomiarowe. Pomiar w oparciu o wyznaczenie rozkładu prędkości. Metody znacznikowe. Specjalne przepływomierze elektromagnetyczne dla kanałów otwartych i przewodów niecałkowicie wypełnionych. 6. Rodzaje i parametry przepływów wielofazowych. Struktury przepływów wielofazowych i metody ich badania. Tomografia procesowa. Sensory stosowane do pomiarów przepływów wielofazowych. Metody korelacyjne i oparte o sieci neuronowe. Pomiary mieszanin ciała stałe – gaz, ciecz – gaz, ciecz a – ciecz b – gaz, ciecz – ciało stałe. 7. Przepływomierze próbkujące: piętrzące, turbinowe, termiczne, elektromagnetyczne, wirowe. Usytuowanie sensora przepływomierza próbkującego. 8. Spójność pomiarowa. Układy sprawdzań. Wzorce pierwotne, przejściowe i robocze. Stanowiska do wzorcowania przepływomierzy do cieczy. Stanowiska niskociśnieniowe do wzorcowania przepływomierzy gazów nisko- i wysokociśnieniowe. Stacje pomiarowe do pomiarów rozliczeniowych. 9. Metodyka badań nad nowymi rozwiązaniami przepływomierzy. Metody opisu matematycznego: równania zachowania masy, energii, pędu. Badania eksperymentalne charakterystyk podstawowych. Badania błędów dodatkowych spowodowanych wpływem gęstości, lepkości, temperatury, ciśnienia, elementów zaburzających profil prędkości. Badania z zastosowaniem CFD (Computed Fluid Dynamics). Wizualizacja przepływu.

**Metody oceny:**

brak

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. Turkowski M.: Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe. OWPW, Warszawa 2000 lub 2001 2. Turkowski M.: Pomiary przepływów. WPW, Warszawa, 1989 3. Praca zbiorowa, Stauss T. (redaktor): Flow Handbook. Endress+Hauser Flowtec AG, Reinbach 2004 4. Kabza Z., Kostyrko K.: Metrologia przepływów, gęstości i lepkości. Wyd. WSI Opole, 1995

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe