



**AGH** AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Modelowanie zjawisk aeroakustycznych w maszynach przepływowych

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: RMBM-2-115-SM-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn Specjalność: Inżynieria Zrównoważonych Systemów Energetycznych

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr inż. Czajka Ireneusz (iczajka@agh.edu.pl)

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student zapozna się z zagadnieniami dotyczącymi modelowania maszyn przepływowych zarówno od strony wytrzymałościowej, jak i modelowania przepływów. Pozna źródła hałasu występujące w maszynach przepływowych, z naciskiem na źródła aeroakustyczne oraz analogie aeroakustyczne służące do wyznaczania poziomu dźwięku generowanego przez te źródła.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna metody modelowania maszyn przepływowych	MBM2A_W01	Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_W002	Wie jak hałas wpływa na człowieka i zna metody minimalizacji hałasu aerodynamicznego w maszynach przepływowych	MBM2A_W17, MBM2A_W01	Odpowiedź ustna, Aktywność na zajęciach
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Umie zbudować model maszyny przepływowej	MBM2A_U03	Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Potrafi zrealizować projekt w zespole kilkuosobowym	MBM2A_K08	Aktywność na zajęciach

**Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć**

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
52	26	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0

**Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie**

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna metody modelowania maszyn przepływowych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Wie jak hałas wpływa na człowieka i zna metody minimalizacji hałasu aerodynamicznego w maszynach przepływowych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie zbudować model maszyny przepływowej	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Potrafi zrealizować projekt w zespole kilkusobowym	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	52 godz
Przygotowanie do zajęć	20 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	119 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

Podstawowe informacje oraz klasyfikacja maszyn przepływowych

Metody modelowania maszyn przepływowych

Podstawowe metody stosowane do modelowania przepływu przez ustrój roboczy

Zaawansowane zagadnienia numeryczne związane z modelowaniem maszyn przepływowych

Źródła hałasu w maszynach przepływowych

Modelowanie hałasu maszyn przepływowych

Zagadnienia optymalizacji w konstrukcji maszyn przepływowych

#### Ćwiczenia projektowe

Modelowanie prostych układów przepływowych

Modelowanie turbulencji

Analogie aeroakustyczne

Maszyny przepływowe o symetrii osiowej - modelowanie

Hałas maszyn przepływowych

#### Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Prezentacje multimedialne i tradycyjny wykład z pomocą tablicy. Niektóre zajęcia odbywać się będą w laboratoriach KSEiUOŚ

Ćwiczenia projektowe: Aktywne wspieranie studenta w rozwiązywaniu postawionych problemów

#### Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady

### **Zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Zaliczenie uzyskać może student, który otrzyma pozytywne oceny ze sprawozdań i projektów oraz kolokwium zaliczeniowego. Ocena końcowa jest średnią ważoną ocen cząstkowych. Tylko student, który odda w terminie sprawozdania i projekty, ale nie uzyska za nie oceny pozytywnej, ma prawo do jednego terminu zaliczenia poprawkowego, które odbędzie się w pierwszej części sesji.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie
- Zasady udziału w zajęciach: Student powinien aktywnie uczestniczyć w zajęciach

Ćwiczenia projektowe:

- Obecność obowiązkowa: Tak
- Zasady udziału w zajęciach: Student powinien wcześniej przygotować się do zajęć

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocenę końcową stanowi ocena zaliczeniowa zajęć projektowych.

Ocena końcowa może zostać zmodyfikowana po ustnym kolokwium dotyczącym treści przedmiotu.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Obecność na zajęciach jest obowiązkowa. Dopuszcza się jedną nieobecność nieusprawiedliwioną. W przypadku usprawiedliwionej nieobecności na maksymalnie połowie zajęć, student będzie dopuszczony do zaliczenia, pod warunkiem indywidualnego nadrobienia zaległości, także z pomocą prowadzącego w ramach zajęć konsultacyjnych. Ze względu na charakter przedmiotu nie ma możliwości odrabiania zajęć.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Zaliczenie mechaniki płynów i maszyn przepływowych oraz metod obliczeniowych. Minimum podstawowe umiejętności w obsłudze programów symulacyjnych, znajomość języka polskiego w stopniu podstawowym.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Z. Kazimierski: Podstawy mechaniki płynów i metod komputerowej symulacji przepływów, Łódź 2004
2. J.H. Ferziger, M. Perić: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer
3. S. Pope: Turbulent Flows, Cambridge University Press
4. S. Fortuna: Wentylatory, Techwent 1999
5. I. Czajka, A. Gołaś: Inżynierskie metody analizy numerycznej i planowanie eksperymentu, Wydawnictwo AGH, Kraków 2017
6. K. Suder-Dębska, A. Gołaś, R. Filipek: Wprowadzenie do akustyki użytkowej, Wydawnictwo AGH, Kraków 2018

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Dawid ROMIK, Ireneusz CZAJKA, Katarzyna SUDER-DĘBSKA: Badania numeryczne wpływu parametrów konstrukcyjnych wentylatora promieniowego na generowany hałas, W: Aktualności inżynierii akustycznej i biomedycznej, red. Katarzyna Suder-Dębska. Polskie Towarzystwo Akustyczne. Oddział w Krakowie, 2018
2. Konrad JAROSZ, Ireneusz CZAJKA, Andrzej GOŁAŚ: Implementation of Ffowcs Williams and Hawkings aeroacoustic analogy in OpenFOAM, W: Vibrations in physical systems XXVII symposium Bedlewo (near Poznan), May 9-13, 2016, red. Czesław Cempel, Marian W. Dobry, Tomasz Stręć, Poznań University of Technology 2016
3. Ireneusz CZAJKA: O wykorzystaniu płaskich modeli wentylatorów promieniowych do projektowania i optymalizacji, W: Zagadnienia budowy i eksploatacji wentylatorów, red. t. Marian Banaś. Katedra

Systemów Energetycznych i Urzędzeń Ochrony Środowiska. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
AGH, Kraków 2016

### **Informacje dodatkowe**

W ramach zajęć będzie można dokonać wyboru oprogramowania, którym będzie się student posługiwał.