

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Wymiana ciepła - modelowanie numeryczne				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RAIR-1-510-n	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Automatyka i Robotyka	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Niestacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	5
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Kołodziejczyk Krzysztof (krkolodz@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu student uzyskuje wiedzę z zakresu złożonych procesów przepływu ciepła w szczególności przewodzenia, konwekcji i promieniowania. Potrafi wykonać symulację numeryczną przepływu z wymianą ciepła z wykorzystaniem komercyjnych narzędzi do modelowania CFD. W szczególności potrafi przygotować model CAD do przeprowadzenia symulacji, wygenerować siatkę podziału, określić warunki brzegowe, wykonać obliczenia numeryczne oraz przeprowadzić krytyczną analizę uzyskanych wyników.

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	Student ma podstawową wiedzę z modelowania złożonych procesów przepływu ciepła, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu ciepła i programów komercyjnych stosowanych do zagadnień wymiany ciepła	AIR1A_W05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

M_W002	Student ma podstawową wiedzę w zakresie zagadnień adaptacji siatek do rozważanego problemu wymiany ciepła, przygotowania siatki obliczeniowej, dyskretyzacji geometrii obszaru, dyskretyzacji równań modelu ciągłego i nałożenia na siatkę obliczeniową odpowiednich warunków brzegowo-początkowych	AIR1A_W05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W003	Student ma wiedzę na temat zasad przeprowadzania i opracowania wyników obliczeń numerycznych, rodzajów niepewności modelowania i sposobów ich zmniejszania.	AIR1A_W05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W004	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu wymiany i przepływu ciepła.	AIR1A_W05	Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi zamodelować przepływ ciepła z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń oraz potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników obliczeń i ich interpretacji w kontekście posiadanej wiedzy fizycznej.	AIR1A_U06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi realizować projekty/zadania zespołowe, współpracować w grupie realizując swoją część zadania.	AIR1A_U06	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy z zakresu modelowania procesów cieplnych	AIR1A_K03, AIR1A_K02	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji

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
22	14	0	8	0	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	Student ma podstawową wiedzę z modelowania złożonych procesów przepływu ciepła, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu ciepła i programów komercyjnych stosowanych do zagadnień wymiany ciepła	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student ma podstawową wiedzę w zakresie zagadnień adaptacji siatek do rozważanego problemu wymiany ciepła, przygotowania siatki obliczeniowej, dyskretyzacji geometrii obszaru, dyskretyzacji równań modelu ciągłego i nałożenia na siatkę obliczeniową odpowiednich warunków brzegowo-początkowych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student ma wiedzę na temat zasad przeprowadzania i opracowania wyników obliczeń numerycznych, rodzajów niepewności modelowania i sposobów ich zmniejszania.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu wymiany i przepływu ciepła.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi zamodelować przepływ ciepła z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń oraz potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników obliczeń i ich interpretacji w kontekście posiadanej wiedzy fizycznej.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi realizować projekty/zadania zespołowe, współpracować w grupie realizując swoją część zadania.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy z zakresu modelowania procesów cieplnych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	22 godz
Przygotowanie do zajęć	21 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	27 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

Pozostałe informacje**Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**

Podstawowe prawa przepływu ciepła. Przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.

Ustalone i nieustalone przewodzenie ciepła.

Równania bilansu masy, pędu i energii.

Wprowadzenie do CFD.

Przygotowanie geometrii do symulacji.

Siatka numeryczna w analizach CFD.

Opis ruchu płynu – zamknięty układ równań mechaniki płynów.

Metoda elementów skończonych, różnic skończonych, objętości skończonych.

Metodyka prowadzenia symulacji – kolejne etapy analizy – ustawienia analizy, warunki brzegowe.

Postprocesing – analiza uzyskanych wyników, krytyczna ocena ich wiarygodności.

Ćwiczenia laboratoryjne

Symulacja numeryczna przepływu w przewodzie rurowym.

Modelowanie przepływu ciepła w wymienniku ciepła. Przygotowanie modelu geometrycznego przepływu do analizy.

Wykonanie analizy numerycznej przepływu płynu oraz ciepła.

Analiza uzyskanych wyników.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o przykładowe analizy oraz fragmenty analiz odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci po wstępie teoretycznym i przeszkoleniu w zakresie prowadzonego ćwiczenia z pomocą prowadzącego wykonują pomiary,

W trakcie zajęć z zakresu modelowania numerycznego, studenci wraz z prowadzącym w pracowni komputerowej wykonują analizy numeryczne dla przepływów z pomiarów laboratoryjnych.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Warunkiem dopuszczenia do kolokwium zaliczeniowego jest wykonanie sprawozdań z pomiarów laboratoryjnych.

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Zaliczenie zajęć z pomiarami laboratoryjnymi odbywa się na podstawie przygotowanego przez studenta sprawozdania. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa z przedmiotu wystawiana jest na podstawie kolokwium zaliczeniowego obejmującego część teoretyczną z zakresu wymiany ciepła oraz część praktyczną – symulacja numeryczna przepływu z wymianą ciepła.

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

Student może odrobić dane zajęcia laboratoryjne z inną grupą realizującą ten sam materiał, po wcześniejszym uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Glut B.,Jurczyk T.,Pietrzyk M.:Adaptacja siatek w modelowaniu metodą elementów skończonych procesów przepływu ciepła. Informatyka w Technologii Materiałów, Nr 2, Tom 1, 2001

Kosma Z.: Metody numeryczne dla zastosowań inżynierskich. Politechnika Radomska, 1999

Kostowski E.: Stabilność rozwiązania i ograniczenia kroku czasowego przy zastosowaniu ogólnej metody różnic skończonych określania nieustalonego pola temperatury. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, seria CMP, z.97,1988, s.211-213

Majchrzak E., Mochnacki B.: Metody numeryczne. Podstawy teoretyczne, aspekty praktyczne i algorytmy. Wyd.II, Wyd.Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996

Malczewski J.,Piekarski M.:Modele procesów transportu masy, pędu i energii.PWN Warszawa 1992

Modelowanie numeryczne pól temperatury. Praca zbiorowa pod red.prof.zw.dr inż.Jana Szarguta

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

KOŁODZIEJCZYK K.: Analiza numeryczna przepływu w osadniku prostokątnym z wypełnieniem wielostrumieniowym. Ochrona i inżynieria środowiska : zrównoważony rozwój. Problemy Inżynierii Mechanicznej i Robotyki WIMiR AGH, 2014. nr 63.

KOŁODZIEJCZYK K., WOJCIECHOWSKI J.: Analysis of the air flow in modernized ventilation system in fan station of underground mine. XXI FMC : XXI Fluid Mechanics Conference : Krakow, 15-18 June 2014.

KOŁODZIEJCZYK K., KOWALSKI W.P. :Conducting numerical simulation of the process of sedimentation under static conditions. Polish Journal of Environmental Studies ; 2016 vol. 25 no. 5A, s. 42-47.

KOŁODZIEJCZYK K., BANAŚ M., WARZECHA P.: Flow modeling in a laboratory settling tank with optional

counter-current or cross-current lamella. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering ; ISSN 1734-8412. — 2012 vol. 53 iss. 1, s. 28-36.

KOŁODZIEJCZYK K.: Projektowanie osadnika wielostrumieniowego z zastosowaniem numerycznej symulacji przepływu — Designing multiflux settling tank by using a numerical simulation of flow. Przemysł Chemiczny ; ISSN 0033-2496. — 2017 t. 96 nr 8, s. 1687-1690.

PYTKO P.: Experimental study of flow induced by rotating axial paddle wheels: Zagadnienia budowy i eksploatacji wentylatorów. Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH, 2016.

Informacje dodatkowe

Aktywny udział w zajęciach wykładowych jest uwzględniany przy wystawieniu oceny końcowej z przedmiotu.