



Nazwa modułu zajęć:	Mechanika płynów - modelowanie numeryczne				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RAIR-1-509-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

Student uzyskuje podstawową wiedzę z zakresu mechaniki płynów w szczególności pomiaru oraz przeliczania podstawowych wielkości charakteryzujących przepływ płynu. Student uzyskuje wiedzę niezbędną do wykonania symulacji numerycznej przepływu płynu. W szczególności przygotowania modelu CAD do prowadzenia symulacji, wygenerowania siatki podziału, określenia warunków brzegowych, wykonania obliczeń numerycznych oraz przeprowadzenia krytycznej analizy 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 uporządkowaną wiedzę z modelowania przepływu płynów, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu płynu i programów komercyjnych stosowanych do zagadnień mechaniki płynów	AIR1A_W05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_W002	Student ma podstawową wiedzę w zakresie zagadnień adaptacji siatek do rozważanego problemu mechaniki płynów, 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

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
M_W004	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu mechaniki płynów.	AIR1A_W05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi zamodelować przepływ płynu z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń oraz potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników i ich interpretacji w kontekście posiadanej wiedzy fizycznej.	AIR1A_U09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi realizować projekty/zadania zespołowe, współpracować w grupie realizując swoją część zadania.	AIR1A_U09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy z zakresu modelowania zagadnień mechaniki płynów	AIR1A_K03, AIR1A_K02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu

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 uporządkowaną wiedzę z modelowania przepływu płynów, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu płynu i programów komercyjnych stosowanych do zagadnień mechaniki płynów	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student ma podstawową wiedzę w zakresie zagadnień adaptacji siatek do rozważanego problemu mechaniki płynów, 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 mechaniki płynów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi zamodelować przepływ płynu z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń oraz potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników 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 zagadnień mechaniki płynów	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

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**

Modele płynów

Własności fizyczne cieczy i gazów

Podział płynów

Siły działające na płyn

Parcie cieczy na powierzchnie

Ciecz w stanie względnego spoczynku

Opis ruchu płynów

Równanie ciągłości i równanie Bernoulliego

Pęd i kręt strumienia (reakcja hydrodynamiczna)

Turbulencja – doświadczenie Reynoldsa

Straty liniowe i miejscowe ciśnienia w przewodach zamkniętych

Wprowadzenie do CFD.

Przygotowanie geometrii do symulacji.

Siatka numeryczna w analizach CFD.

Opis ruchu płynu – zamknięty układ równań mechaniki płynów.

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

Postprocesing – analiza uzyskanych wyników, krytyczna ocena ich wiarygodności.

Ćwiczenia laboratoryjne

Studenci wykonują pomiar przepływu na jednym ze stanowisk laboratoryjnych np. pomiar średniej prędkości przepływu gazu w rurociągu lub pomiar oporów przepływu lub pomiar opływu płata.

Wykonanie symulacji numerycznych przepływu dla wszystkich pomiarów laboratoryjnych, łącznie z analizą porównawczą uzyskanych wyników.

Analizy numeryczne obejmują: przygotowanie modelu geometrycznego przepływu (z pomiaru laboratoryjnego), przygotowanie siatki numerycznej, ustawienie parametrów analizy, przeprowadzenie obliczeń, analiza 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 analizę numeryczną dla przepływu z pomiaru laboratoryjnego.

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 wystawiana jest na podstawie kolokwium zaliczeniowego.

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

Gryboś R.: Podstawy mechaniki płynów. T.1 i 2, PWN, 1998

Kazimierski Z.: Podstawy mechaniki płynów i metod komputerowej symulacji przepływów. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2004

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.

Prosnak W.J.: Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów. Część A, Podstawowe metody numeryczne, Część B, Metody przybliżone rozwiązywania zagadnień różniczkowych zwyczajnych, Maszyny przepływowe, T.12, 1993

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

Malcher T.:Zjawiska przepływowe w układach transportujących zapyłony gaz - numeryczna wizualizacja (Monografie / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki ; nr 63)

Malcher T.: Zmniejszanie erozji w hydrocyklonach za pomocą specjalnych dodatków. Przemysł Chemiczny, 2016 t. 95 nr 8.

Informacje dodatkowe

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