



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Numeryczna mechanika płynów, PG_00060548						
Kierunek studiów	Okręty i konstrukcje morskie						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2023 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2025/2026		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	3	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	6	Liczba punktów ECTS			7.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa -> Instytut Budowy Okrętów						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Od odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. inż. Paweł Dymarski					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	45.0	0.0	0.0	45.0	0.0	90
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach	Praca własna studenta		RAZEM	
	Liczba godzin pracy studenta	90	9.0	76.0		175	
Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami numerycznej mechaniki płynów. Omówione zostaną zarówno metody stosowane do modelowania przepływu potencjalnego jak i metod RANSE-CFD oparte na metodzie objętości skończonej.</p> <p>W ramach projektu studenci nauczą się przygotowywać zadania obliczeniowe, wykonywać obliczenia oraz analizować uzyskane wyniki obliczeń. W szczególności, studenci nauczą się wykonywania obliczeń opływów ze swobodną powierzchnią.</p>						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_U04] ma umiejętności pozwalające na samokształcenie i przygotowanie się do pracy w środowisku przemysłowym w tym do stosowania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy	Student potrafi samokształcić się z użyciem podręcznika (tutoriala) dedykowanego do określonego oprogramowania CFD.	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU1] Ocena realizacji zadania
	[K6_W06] ma uporządkowaną wiedzę o inżynierskich metodach i narzędziach projektowych umożliwiających wykonywanie projektów z zakresu budowy i eksploatacji obiektów oraz systemów oceanotechnicznych	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu numerycznej mechaniki płynów. Zna metody oraz narzędzia CFD umożliwiające wykonanie projektów z zakresu budowy i eksploatacji obiektów oceanotechnicznych	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
	[K6_U06] potrafi, zgodnie ze sformułowaną specyfikacją, używając właściwych metod i narzędzi, wykonać proste zadanie inżynierskie z zakresu projektowania, wytwarzania i eksploatacji obiektów oraz systemów oceanotechnicznych	Student potrafi przygotować zadanie obliczeniowe i wykonać obliczenia z użyciem oprogramowania CFD w celu wykonania zadania inżynierskiego z zakresu projektowania i eksploatacji obiektów oceanotechnicznych	[SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU1] Ocena realizacji zadania
	[K6_W02] ma wiedzę w zakresie mechaniki technicznej, mechaniki płynów, wytrzymałości materiałów, niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w oceanotechnice	Student ma wiedzę w zakresie mechaniki płynów niezbędną do zrozumienia i modelowania podstawowych zjawisk fizycznych z zakresu MP występujących w oceanotechnice	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym

Treści przedmiotu	<p>1. Podstawowe równania rządzące ruchem płynów</p> <p>1.1 Podstawowe (uproszczone) modele matematyczne stosowane w MP</p> <ul style="list-style-type: none"> - płyny nieściśliwe - płyny nielepkie - przepływy potencjalne <p>2. Wprowadzenie do metod numerycznych</p> <p>2.1 Czym jest CFD</p> <p>2.2 Klasyfikacja metod</p> <ul style="list-style-type: none"> - metody rozwiązywania przepływów potencjalnych - metody rozwiązywania przepływów lepkich: <ul style="list-style-type: none"> -- metoda różnic skończonych CD, -- metoda objętości skończonej FVM, <p>3. Metody modelowania przepływów potencjalnych</p> <p>3.1 Równanie Laplacea</p> <p>3.2 Formułowanie warunków brzegowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zagadnienie Neumanna, - zagadnienie Dirichleta. <p>3.3 Funkcje spełniające równanie Laplacea osobliwości hydrodynamiczne</p> <p>3.3.1 Modelowanie prostych przepływów z użyciem osobliwości hydrodynamicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> - owal Rankina, - opływ walca kołowego, - opływ kuli <p>3.4 Ogólna metoda wyznaczania przepływów potencjalnych bezcyrkulacyjnych</p> <ul style="list-style-type: none"> - metoda źródło-upust <p>3.5 Metody wyznaczania przepływu na płacie hydrodynamicznym przepływy cyrkulacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - przepływy 2D, warunek Kutty, - włókno wirowe w przestrzeni 3D - równanie Biota-Savarta, - opływ płata o skończonej rozpiętości <p>3.6 Reakcje hydrodynamiczne w stacjonarnym przepływie potencjalnym. Dyskusja</p> <p>3.7 Niestacjonarny opływ potencjalny</p> <p>3.7.1 Potencjał ruchu falowego wody</p> <p>3.7.2 Opływ ciał w ruchu falowym</p> <p>3.7.3 Równanie Bernoullego. Wyznaczanie reakcji hydrodynamicznej</p> <p>4. Metody wyznaczania przepływów lepkich. Metoda objętości skończonej</p> <p>4.1 Definicja elementu siatki (objętości kontrolnej CV)</p> <p>4.2 Całki powierzchniowe i objętościowe w obrębie CV</p> <p>4.3 Schematy interpolacyjne i ich wpływ na dokładność/stabilność obliczeń</p> <p>4.4 Formułowanie warunków brzegowych</p> <p>5. Siatki obliczeniowe</p> <p>5.1 Rodzaje siatek obliczeniowych i ich wpływ na dokładność obliczeń</p> <p>5.2 Techniki zagęszczania siatki. Dlaczego stosujemy różną gęstość?</p> <p>5.2.1 Zagęszczenie siatki w pobliżu ściany. Zagadnienie y^+</p> <p>5.3 Siatki specjalne/nietypowe</p> <p>5.3.1 siatka niepasująca (non-matching grid)</p> <p>5.3.2 Siatki ruchome:</p> <ul style="list-style-type: none"> - siatka typu sliding - siatka typu overset (siatki nakładające się) <p>5.4. Przykłady dobrej i złej siatki.</p> <p>5.5. Analiza wpływu gęstości siatki na rozwiązanie</p> <p>6. Techniki stosowane do rozwiązywania układów równań liniowych i nieliniowych</p> <p>6.1 Metody dokładne</p> <p>6.2 Metody iteracyjne. Zagadnienie macierzy pustych</p> <p>6.3 Układy równań nieliniowych.</p> <p>7. Stosowane metody do obliczeń niestacjonarnych</p> <p>7.1 Omówienie metod podstawowych całkowania w czasie</p> <ul style="list-style-type: none"> - metody Eulera (jawna i niejawna) - metoda trapezów - metoda punkt środkowego <p>7.2 Metody całkowania predyktor-korektor</p> <p>7.3. Metody Rungego-Kutty i inne</p> <p>7.4. Wpływ użytych metod na dokładność/stabilność i szybkość uzyskanego rozwiązania.</p> <p>8. (opcjonalnie) Zagadnienia związane z rozwiązywaniem równania N-S</p> <p>9. Modele turbulencji</p> <p>10. Zagadnienia specjalne i praktyczne</p> <p>10.1 Badanie zbieżności obliczeń</p> <p>10.2 Obliczanie reakcji hydrodynamicznej</p> <p>10.3 Obliczanie dynamiki obiektu interakcja płyn-ciało sztywne</p> <p>10.4 Warunki brzegowe do obliczeń statku/obiektu poddanego działaniu fali</p> <p>10.5 Układy kadłub-śruba.</p>
-------------------	---

Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość mechaniki płynów, Znajomość podstaw metod numerycznych: - pojęcie interpolacji, - podstawy całkowania numerycznego Znajomość oprogramowania do modelowania obiektów 3D, Znajomość podstaw mechaniki: - zrozumienie pojęcia siły reakcji, zrozumienie II zasady dynamiki, - znajomość rachunku wektorowego		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa ocena końcowej
	Projekt	70.0%	50.0%
	Wykład	60.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	Ferziger J.H., Perić M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer 2002 Gryboś Ryszard: Podstawy mechaniki płynów. Wydawnictwo Naukowe PWN 1998 John D. Anderson: Fundamentals of Aerodynamics. Mc Graw Hill 2011	
	Uzupełniająca lista lektur	H K Versteeg and W Malalasekera: An Introduction to Computational Fluid Dynamics. Pearson Education Limited 2007 O.M. Faltinsen: Sea Loads On Ships and Offshore Structures . Cambridge 1990 M. Krężelewski: Hydromechanika ogólna i okrętowa część II. Skrypt PG	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania			
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		