



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Aerodynamika turbin wiatrowych, PG_00062650						
Kierunek studiów	Okręty i konstrukcje morskie						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2024 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2024/2025		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć specjalnościowych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	1		Język wykładowy		polski		
Semestr studiów	2		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa -> Instytut Budowy Okrętów						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. inż. Paweł Dymarski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr inż. Joanna Grzelak dr hab. inż. Paweł Dymarski				
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	15.0	0.0	0.0	45
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	45		6.0		24.0	75
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z aerodynamiką turbin wiatrowych. W szczególności Student posiędzie wiedzę z zakresu opływu profilu 2D, opływu płata o skończonej rozpiętości oraz opływu wirnika turbiny wiatrowej. Student pozna zasadę pracy turbiny i metody wyznaczania sił aerodynamicznych na jej łopatach. W trakcie laberek Student pozna metody badań eksperymentalnych turbin o osi pionowej.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K7_W02] wyjaśnia istotę oraz powiązania kluczowych elementów opisujących systemy i procesy w oceanotechnice, wykorzystując aktualną wiedzę z głównych dziedzin naukowych związanych z kierunkiem studiów		Student będzie świadomy, że wirnik turbiny wiatrowej jest częścią większego systemu jakim jest (morska) elektrownia/farma wiatrowa.		[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym		
	[K7_K01] rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi krytycznie ocenić poznawane treści, zna znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych		Student zostanie zapoznany z częścią większego obszaru wiedzy jakim jest aerodynamika turbin wiatrowych. Pozna narzędzia/metody umożliwiające pogłębianie wiedzy w przyszłości		[SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce		
[K7_W03] demonstruje zaawansowane umiejętności w stosowaniu metod analitycznych oraz technik rozwiązywania problemów związanych z oceanotechniką, korzystając z odpowiednich narzędzi		Posiada podstawowe umiejętności w stosowaniu metod analitycznych oraz empirycznych rozwiązywania problemów związanych z aerodynamiką turbin wiatrowych		[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym			

<p>Treści przedmiotu</p>	<p>1. Powtórka z mechaniki płynów 1.1 Kinematyka przepływów - linie prądu, powierzchnia prądu rurka prądu - tor (trajektorja) elementu płynu, powierzchnia strumienia, strumień 1.2 Natężenie przepływu: strumień masy, strumień objętości 1.3 Zasada zachowania masy 1.4 Zasada zachowania pędu, równanie Bernoullego 1.5 Pole skalarne, pole wektorowe 1.6 Gradient, pole wektorowe potencjalne 1.7 Wirowość i dywergencja pola wektorowego 1.8 Cyrkulacja prędkości 1.9 Związek pomiędzy cyrkulacją a wirowością.</p> <p>2. Teoria profilu aerodynamicznego 2.1 Opis geometryczny 2.2 Siła nośna, siła oporu, moment na profilu (2D) 2.3 Współczynnik ciśnienia CP, rozkład ciśnienia 2.4 Mechanizm powstawania siły nośnej, równanie Kutty-Żukowskiego 2.5 Wpływ liczby Reynoldsa na charakterystyki Cl, Cd profilu płata 2.6 Podstawy modelowania numerycznego opływu profilu aerodynamicznego</p> <p>3. Podstawy teorii płata nośnego o skończonej rozpiętości (skrzydła) 3.1 Opis geometryczny płata 3.2 Siła nośna i siła oporu na płacie (3D) 3.3.1 Twierdzenie Helmholtza. Pojęcie wiru podkowiastego. Wir związany, wiry swobodne. 3.3.2 Układ włókien wirowych na i za płatem nośnym. 3.3.3 Teoria linii nośnej. Obliczanie siły nośnej i siły oporu płata nośnego.</p> <p>4. Podstawy aerodynamiki turbiny wiatrowej 4.1 Idealna turbina wiatrowa. Zasada pędu dla przepływu jednowymiarowego (1D) 4.1.1 Limit Betza 4.2 Efekt wirowania turbiny. Zasada momentu pędu. 4.3 Metoda elementu łopaty (BEM - Blade Element Method) w przepływie stacjonarnym 4.4 Przepływ niestacjonarny. Efekt odchylenia osi turbiny.</p> <p>5. Modelowanie wiatru 5.1. (Stacjonarny) profil prędkości wiatru 5.2. Widmo (widma) wiatru 5.3. Wyznaczanie pola prędkości wiatru w ujęciu niestacjonarnym</p> <p>6. Zastosowanie teorii linii nośnej do wyznaczania opływu wirnika turbiny</p> <p>7. Zapoznanie się z aerodynamiką turbin wiatrowych o osi pionowej w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych</p>											
<p>Wymagania wstępne i dodatkowe</p>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki płynów: - pojęcie strumienia masy i strumienia objętości - zasada ciągłości przepływu - zasada zachowania pędu - równanie Bernoullego - pojęcie wirowości pola oraz cyrkulacji - podstawowe rozwiązania opływu (przepływ potencjalny) -- owal Rankine'a -- opływ walca kołowego - pojęcie reakcji hydrodynamicznej</p> <p>Podstawy rachunku wektorowego: - iloczyn skalarny dwóch wektorów - iloczyn wektorowy - gradient pola skalarnego</p>											
<p>Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laborki (sprawozdania)</td> <td>60.0%</td> <td>33.0%</td> </tr> <tr> <td>Wykład (kolokwium)</td> <td>60.0%</td> <td>67.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Laborki (sprawozdania)	60.0%	33.0%	Wykład (kolokwium)	60.0%	67.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
Laborki (sprawozdania)	60.0%	33.0%										
Wykład (kolokwium)	60.0%	67.0%										
<p>Zalecana lista lektur</p>	<p>Podstawowa lista lektur</p> <p>Uzupełniająca lista lektur</p>	<p>1. Snorri Gudmundsson: GENERAL AVIATION AIRCRAFT DESIGN: APPLIED METHODS AND PROCEDURES. Amsterdam, Elsevier 2014 2. Ira H. Abbott, Albert E. Von Doenhoff THEORY OF WING SECTIONS Including a Summary of Airfoil Data. DOVER PUBLICATIONS, INC., NEW YORK 1949, 1959 3. Ryszard Gryboś: Podstawy mechaniki płynów. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1998 4. Martin O. L. Hansen: Aerodynamics of Wind Turbines 2nd ed. London * Sterling, Earthscan, 2008 5. John D. Anderson, Jr.: Fundamentals of Aerodynamics Sixth Edition</p> <p>6. J. Jonkman, S. Butterfield, W. Musial, and G. Scott: Definition of a 5-MW Reference Wind Turbine for Offshore System Development. Technical Report NREL/TP-500-38060, February 2009 7. Gaertner Evan, Jennifer Rinker, Latha Sethuraman, i inni. (2020). Definition of the IEA 15-Megawatt Offshore Reference Wind Turbine. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-5000-75698. https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75698.pdf</p>										

	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Aerodynamika turbin wiatrowych (PG_00062650), W i L, II st. stacj., sem. 2, zima 24/25 - Moodle ID: 40673 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=40673
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.