POLITECHNIKA GDAŃSKA

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Wind Turbine Aerodynamics, PG_00070380		
Kierunek studiów	Okręty i konstrukcje morskie (studia w j. angielskim)		
Data rozpoczęcia studiów	luty 2026 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu	2026/2027
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	2.0
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia	zaliczenie
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> 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	Filip Hahs dr hab. inż. Paweł Dymarski	

Formy zajęć							
	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	2.0	3.0	50

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z aerodynamiką turbin wiatrowych. W szczególności Student posiądzie 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 laborek Student pozna metody badań eksperymentalnych turbin o osi pionowej.

Efekty uczenia się przedmiotu

Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[K7_W12] identyfikuje i interpretuje główne trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplin naukowych właściwych dla kierunku studiów Okręty i konstrukcje morskie	Student jest świadomy głównych trendów rozwojowych w aerodynamice turbin wiatrowych.	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
[K7_W01] wyjaśnia i opisuje, na podstawie wiedzy ogólnej z zakresu dyscyplin naukowych tworzących podstawy teoretyczne Okrętownictwa i Oceanotechniki, budowę i zasady działania systemów i procesów okrętowych i oceanotechnicznych oraz ich elementów, a także metody i środki ich projektowania i eksploatacji	Student zna aerodynamiczne podstawy zasady działania wirnika turbiny wiatrowej	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
[K7_U01] wykorzystuje poznane metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne oraz modele matematyczne do analizy i oceny systemów/procesów okrętowych i oceanotechnicznych	Student wykorzystuje poznane metody analityczne, numeryczne i eksperymentalne do analizy turbin wiatrowych. Student zna podstawowe własności najważniejszych typów turbin.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi

Treści przedmiotu

Treści przedmiotu - wykład

1. Powtórka z mechaniki płynów
1.1 Kinematyka przepływów
- linie prądu, powierzchnia prądu rurka prądu
- tor (trajektoria) 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.

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

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.

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.

5. Modelowanie wiatru
5.1. (Stacjonarny) profil prędkości wiatru
5.2. Widmo (widma) wiatru
5.3. Wyznaczanie pola prędkości wiatru w ujęciu niestacjonarnym

6. Zastosowanie metody linii nośnej do wyznaczania opływu wirnika turbiny

Treści przedmiotu - laboratoria

1. Wprowadznie do języka Python i przypomnienie rachunku różniczkowego
2. Implementacja równań przepływu potencjalnego i analiza zagadnienia siły nośnej
3. Wprowadzenie do metody elementu łopaty
4. Implementacja solwera iteracyjengo Blade Element Method (BEM)
5. Wprowadzenie do dynamiki łopaty turbiny - obliczenia macierzy sztywności

Wymagania wstępne i dodatkowe

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

Podstawy rachunku wektorowego:
- iloczyn skalarny dwóch wektorów
- iloczyn wektorowy
- gradient pola skalarnego

Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się

Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
Laborki (sprawozdania)	60.0%	33.0%
Wykład (kolokwium)	60.0%	67.0%

Zalecana lista lektur

Podstawowa lista lektur

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

	Uzupełniająca lista lektur	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 8. Sven Schmitz: Aerodynamics of Wind Turbines: A Physical Basis for Analysis and Design, WILEY 2020
	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania		
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.