POLITECHNIKA GDAŃSKA

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Aeroelasticity and durability of wind turbines, PG_00065624		
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	angielski
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	dr hab. inż. Paweł Dymarski	

Formy zajęć

Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
Liczba godzin zajęć	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0	30
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	30	5.0	15.0	50

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze zjawiskiem aeroelastyczności łopaty turbiny wiatrowej czyli za zjawiskiem odkształceń i/lub drgań łopaty turbiny na skutek działania sił aerodynamicznych.

Efekty uczenia się przedmiotu

Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[K7_U02] formułuje i testuje hipotezy związane z problemami systemów/procesów okrętowych i oceanotechnicznych, w tym z prostymi problemami badawczymi	Student potrafi rozwiązywać proste zadania projektowe związane z analiza aeroelastyczności łopaty turbiny wiatrowej.	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU1] Ocena realizacji zadania
[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 i numeryczne do analizy i oceny charakterystyk związanych z aeroelastycznością łopat turbin wiatrowych	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU1] Ocena realizacji zadania

Treści przedmiotu

Treści przedmiotu - wykład

1. Teoria profilu aerodynamicznego
1.1 Opis geometryczny
1.2 Siła nośna, siła oporu, moment na profilu (2D)
1.3 Współczynnik ciśnienia CP, rozkład ciśnienia
1.4 Mechanizm powstawania siły nośnej, równanie Kutty-Żukowskiego

2. Teoria płata nośnego (skrzydła)
2.1 Opis geometryczny płata
2.2 Siła nośna na płacie (3D)

3. Analiza numeryczna płata
3.1 Układ włókien wirowych na i za płatem
3.2 Teoria linii nośnej

4. Płat jako belka zginana
4.1 Powtórka podstawowych wiadomości
4.1.1 Charakterystyki przekroju poprzecznego belki
4.1.2 Podstawowe rozwiązania dla belki zginanej.
4.3 Sztywność belki
4.4 Równanie ugięcia belki
4.5 Macierz sztywności
4.6 Aeroelastyczność: przypadek statyczny zginanie płata

5. Płat jako belka skręcana
5.1.1 Charakterystyki przekroju poprzecznego płata jako belki o profilu zamkniętym (skręcanie)
5.1.2 Podstawowe rozwiązania dla belki skręcanej
5.2 Aeroelastyczność: przypadek statyczny skręcanie

6. Wstęp do dynamiki płata
6.1 Dynamika układu o jednym stopniu swobody. Układ masa na sprężynie
6.2 Dynamika układu o wielu stopniach swobody. Model mas skupionych (punktowych)

7. Rzeczywiste pole prędkości opływanej łopaty turbiny wiatrowej.
7.1 Określanie pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny. Przypadek stacjonarny
7.2 Określanie niestacjonarnego pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny dla stacjonarnego profilu prędkości wiatru.
7.3 Przypadek niestacjonarnego pola prędkości wiatru.
7.3.1 Widmo wiatru
7.3.2 Wyznaczanie niestacjonarnego pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny.

8. Podstawy analizy łopaty/płata w dziedzinie częstości
9. Dynamika układu wirnik turbiny wieża. Wprowadzenie.

Treści przedmiotu - ćwiczenia

Treść ćwiczeń zgodna z treścią wykładu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

- student posiada podstawową wiedzę z zakresu mechaniki płynów:
-- równanie ciągłości przepływu
-- równanie Bernoullego
-- pojęcie siły nośnej i siły oporu na płacie nośnym

- student posiada podstawową wiedze z zakresu wytrzymałości materiałów:
-- charakterystyki przekroju: momenty bezwładności i wskaźniki wytrzymałości
-- podstawowa wiedza z zakresu zginania belki (statycznie wyznaczalnej)
-- podstawowa wiedza z zakresu skręcania profili zamkniętych
-- podstawowa wiedza z zakresu teorii drgań - układ masa na sprężynie z elementem tłumiącym

- podstawowa wiedza z mechaniki ogólnej
-- równania równowagi (statyka)
-- zasady dynamiki Newtona

- podstawy metod numerycznych
-- całkowanie numeryczne
-- proste metody całkowania w czasie

Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się

Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
Wykład	60.0%	50.0%
Ćwiczenia	60.0%	50.0%

Zalecana lista lektur

Podstawowa lista lektur

1. Snorri Gudmundsson: GENERAL AVIATION AIRCRAFT DESIGN: APPLIED METHODS AND PROCEDURES. Amsterdam, Elsevier 2014
2. Zbigniew Brzoska: Wytrzymałość materiałów. Warszawa, PWN 1972
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. Srinivasan Chandrasekaran: Dynamic Analysis and Design of Offshore Structures. Springer 2015, 2018

	Uzupełniająca lista lektur	6. Ira H. Abbott, Albert E. Von Doenhoff THEORY OF WING SECTIONS Including a Summary of Airfoil Data. DOVER PUBLICATIONS, INC., NEW YORK 1949, 1959 7. Dewey H. Hodges, G. Alvin Pierce: Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity. Cambridge University Press 2002, 2011 8. James F. Wilson: "Dynamics of Offshore Structures" 2nd ed. John Wiley & Sons 2003 9. E. Gaertner, J. Rinker, L. Sethuraman: Definition of the IEA Wind 15-Megawatt Offshore Reference Wind Turbine. Technical Report, NREL, March 2020
	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Przykładowe zagadnienia: 1. wyznaczanie siły nośnej/ siły oporu/ momentu na płacie nośnym w oparciu o charakterystyki współczynników CL, CD, CM w funkcji kąta natarcia alfa 2. Wyjaśnienie zjawiska powstawania siły nośnej. Twierdzenie Kutty-Żukowskiego 3. Siła nośna na płatach o skończonej rozpiętości. Omówienie metody linii nośnej 4. Charakterystyki przekroju belki zginanej 5. Wyznaczanie sił wewnętrznych w belce zginanej oraz linii ugięcia. Belka utwierdzona jednostronnie o stałym (bądź zmiennym) przekroju 6. Charakterystyki przekroju belki skręcanej o profilu zamkniętym 7. Wyznaczenie sił wewnętrznych w belce skręcanej oraz kąta skręcenia. Belka utwierdzona jednostronnie 8. Zagadnienie sztywności belki. Macierz sztywności 9. Omówienie dynamiki układu o jednym stopniu swobody (na przykładzie masy na sprężynie z elementem tłumiącym). Równanie ruchu, odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne 10. Omówienie dynamiki (równania ruchu) układu o wielu stopniach swobody (na przykładzie 2-3 stopni swobody) 11. Pole prędkości (składowe prędkości) w zagadnieniu opływu łopaty turbiny. 12. Modelowanie wiatru - model stacjonarny/niestacjonarny. Widmo wiatru	
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.