



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Aeroelastyczność i wytrzymałość turbin wiatrowych, PG_00062651						
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		2.0		
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						
Formy zajęć i metody nauczania	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		4.0		16.0	50
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze zjawiskiem aeroelastyczności łopaty turbiny wiatrowej czyli z 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_U01] opracowuje nowatorskie strategie rozwiązywania skomplikowanych i dynamicznych problemów, wykorzystując syntezę informacji z różnych źródeł oraz metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, uwzględniając zmienność otoczenia		Student posiada umiejętność wykonania analizy dynamiki łopaty turbiny wiatrowej: wyznaczyć macierz mas, macierz sztywności oraz macierz tłumienia. Student potrafi wyznaczać częstotliwości własne łopaty.		[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi		
	[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 potrafi wyznaczyć charakterystyki przekroju poprzecznego łopaty turbiny oraz potrafi określić wpływ (zmiany) tych charakterystyk na własności dynamiczne łopaty turbiny		[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym		
	[K7_W03] demonstruje zaawansowane umiejętności w stosowaniu metod analitycznych oraz technik rozwiązywania problemów związanych z oceanotechniką, korzystając z odpowiednich narzędzi		Student zna metody analityczne obliczania zagadnień aeroelastyczności turbin wiatrowych.		[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym		

Treści przedmiotu	<p>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 Kuty-Żukowskiego</p> <p>2. Teoria płata nośnego (skrzydła) 2.1 Opis geometryczny płata 2.2 Siła nośna na płacie (3D)</p> <p>3. Analiza numeryczna płata 3.1 Układ włókien wirowych na i za płatem 3.2 Teoria linii nośnej</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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)</p> <p>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.</p> <p>8. Podstawy analizy łopaty/płata w dziedzinie częstości 9. Dynamika układu wirnik turbiny wieża. Wprowadzenie.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	<ul style="list-style-type: none"> - student posiada podstawową wiedzę z zakresu mechaniki płynów: <ul style="list-style-type: none"> -- równanie ciągłości przepływu -- równanie Bernoullego -- pojęcie siły nośnej i siły oporu na płacie nośnym - student posiada podstawową wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów: <ul style="list-style-type: none"> -- 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 <ul style="list-style-type: none"> -- równania równowagi (statyka) -- zasady dynamiki Newtona - podstawy metod numerycznych <ul style="list-style-type: none"> -- całkowanie numeryczne -- proste metody całkowania w czasie 		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych 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	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Przykładowe zagadnienia: 1. wyznaczanie siły nośnej/ siły oporu/ momentu na płacie nośnym w oparciu o charakterystyki współczynników C_L , C_D , C_M w funkcji kąta natarcia α 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 skręcającej o profilu zamkniętym 7. Wyznaczenie sił wewnętrznych w belce skręcającej 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
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy