



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Aeroelastyczność i wytrzymałość turbin wiatrowych, PG_00057173						
Kierunek studiów	Oceanotechnika						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2022 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu	2022/2023				
Poziom kształcenia	II stopnia	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	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 -> Zakład Hydromechaniki i Hydroakustyki Okrętu						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. inż. Paweł Dymarski					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr hab. inż. Paweł Dymarski mgr inż. Ewelina Ciba					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	15.0	0.0	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	8.0	22.0	75		
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_U04] potrafi wykorzystać metody i modele matematyczne, a także symulacje komputerowe do analizy, projektowania i oceny funkcjonowania obiektów oraz systemów oceanotechnicznych lub ich elementów	Student pozna metody obliczeniowe oraz zapozna się z oprogramowaniem do modelowania sił aerodynamicznych na łopacie turbiny wiatrowej. Student pozna podstawowe metody wyznaczanie odkształcenia łopaty turbiny	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
	[K7_W06] ma uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę o inżynierskich metodach i narzędziach projektowych umożliwiających wykonywanie zaawansowanych projektów z zakresu budowy i eksploatacji obiektów oraz systemów oceanotechnicznych	Student pozna podstawowe metody oraz narzędzia inżynierskie do analizy aeroelastyczności turbin wiatrowych.	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
	[K7_W03] ma rozszerzoną wiedzę w zakresie: niezawodności i bezpieczeństwa obiektów i systemów oceanotechnicznych oraz ochrony środowiska w oceanotechnice	nie dotyczy	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_W05] ma uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji obiektów oraz systemów oceanotechnicznych	Student opanuje wybrane metody używane do prowadzenia analiz projektowych morskich elektrowni wiatrowych.	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
	[K7_U07] potrafi, zgodnie ze sformułowaną specyfikacją, używając właściwych metod i narzędzi, wykonywać zaawansowane zadanie inżynierskie z zakresu projektowania, wytwarzania i eksploatacji obiektów oraz systemów oceanotechnicznych	Student potrafi rozwiązać podstawowe zadanie z zakresu odkształcenia łopaty turbiny na skutek działania sił aerodynamicznych.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
Treści przedmiotu	<p>1. Teoria profilu aerodynamicznego</p> <p>1.1 Opis geometryczny</p> <p>1.2 Siła nośna, siła oporu, moment na profilu (2D)</p> <p>1.3 Współczynnik ciśnienia CP, rozkład ciśnienia</p> <p>1.4 Mechanizm powstawania siły nośnej, równanie Kutty-Żukowskiego</p> <p>2. Teoria płata nośnego (skrzydła)</p> <p>2.1 Opis geometryczny płata</p> <p>2.2 Siła nośna na płacie (3D)</p> <p>3. Analiza numeryczna płata</p> <p>3.1 Układ włókien wirowych na i za płatem</p> <p>3.2 Teoria linii nośnej</p> <p>4. Płat jako belka zginana</p> <p>4.1 Powtórka podstawowych wiadomości</p> <p>4.1.1 Charakterystyki przekroju poprzecznego belki</p> <p>4.1.2 Podstawowe rozwiązania dla belki zginanej.</p> <p>4.3 Sztywność belki</p> <p>4.4 Równanie ugięcia belki</p> <p>4.5 Macierz sztywności</p> <p>4.6 Aeroelastyczność: przypadek statyczny zginanie płata</p> <p>5. Płat jako belka skręcana</p> <p>5.1.1 Charakterystyki przekroju poprzecznego płata jako belki o profilu zamkniętym (skręcanie)</p> <p>5.1.2 Podstawowe rozwiązania dla belki skręcanej</p> <p>5.2 Aeroelastyczność: przypadek statyczny skręcanie</p> <p>6. Wstęp do dynamiki płata</p> <p>6.1 Dynamika układu o jednym stopniu swobody. Układ masa na sprężynie</p> <p>6.2 Dynamika układu o wielu stopniach swobody. Model mas skupionych (punktowych)</p> <p>7. Rzeczywiste pole prędkości opływanej łopaty turbiny wiatrowej.</p> <p>7.1 Określanie pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny. Przypadek stacjonarny</p> <p>7.2 Określanie niestacjonarnego pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny dla stacjonarnego profilu prędkości wiatru.</p> <p>7.3 Przypadek niestacjonarnego pola prędkości wiatru.</p> <p>7.3.1 Widmo wiatru</p> <p>7.3.2 Wyznaczanie niestacjonarnego pola prędkości wybranego profilu łopaty turbiny.</p> <p>8. Podstawy analizy płata w dziedzinie częstości</p> <p>9. Dynamika układu wirnik turbiny wieża. Wprowadzenie.</p>		

<b>Wymagania wstępne i dodatkowe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- student posiada podstawową wiedzę z zakresu mechaniki płynów: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- równanie ciągłości przepływu</li> <li>-- równanie Bernoulliego</li> <li>-- pojęcie siły nośnej i siły oporu na płacie nośnym</li> </ul> </li> <li>- student posiada podstawową wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- charakterystyki przekroju: momenty bezwładności i wskaźniki wytrzymałości</li> <li>-- podstawowa wiedza z zakresu zginania belki (statycznie wyznaczalnej)</li> <li>-- podstawowa wiedza z zakresu skręcania profili zamkniętych</li> <li>-- podstawowa wiedza z zakresu teorii drgań - układ masa na sprężynie z elementem tłumiącym</li> </ul> </li> <li>- podstawowa wiedza z mechaniki ogólnej <ul style="list-style-type: none"> <li>-- równania równowagi (statyka)</li> <li>-- zasady dynamiki Newtona</li> </ul> </li> <li>- podstawy metod numerycznych <ul style="list-style-type: none"> <li>-- całkowanie numeryczne</li> <li>-- proste metody całkowania w czasie</li> </ul> </li> </ul>											
<b>Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Sposób oceniania (składowe)</th> <th style="width: 25%;">Próg zaliczeniowy</th> <th style="width: 25%;">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ćwiczenia</td> <td>60.0%</td> <td>33.0%</td> </tr> <tr> <td>Wykład</td> <td>60.0%</td> <td>67.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Ćwiczenia	60.0%	33.0%	Wykład	60.0%	67.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
Ćwiczenia	60.0%	33.0%										
Wykład	60.0%	67.0%										
<b>Zalecana lista lektur</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Podstawowa lista lektur</td> <td style="width: 50%;">           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         </td> </tr> <tr> <td>Uzupełniająca lista lektur</td> <td>           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 &amp; Sons 2003         </td> </tr> <tr> <td>Adresy eZasobów</td> <td></td> </tr> </table>	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						
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												
<b>Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania</b>	<p>Przykładowe zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. wyznaczanie siły nośnej/ siły oporu/ momentu na płacie nośnym w oparciu o charakterystyki współczynników CL, CD, CM w funkcji kąta natarcia alfa</li> <li>2. Wyjaśnienie zjawiska powstawania siły nośnej. Twierdzenie Kutty-Żukowskiego</li> <li>3. Siła nośna na płatach o skończonej rozpiętości. Omówienie metody linii nośnej</li> <li>4. Charakterystyki przekroju belki zginanej</li> <li>5. Wyznaczanie sił wewnętrznych w belce zginanej oraz linii ugięcia. Belka utwierdzona jednostronnie o stałym (bądź zmiennym) przekroju</li> <li>6. Charakterystyki przekroju belki skręcanej o profilu zamkniętym</li> <li>7. Wyznaczenie sił wewnętrznych w belce skręcanej oraz kąta skręcenia. Belka utwierdzona jednostronnie</li> <li>8. Zagadnienie sztywności belki. Macierz sztywności</li> <li>9. Omówienie dynamiki układu o jednym stopniu swobody (na przykładzie masy na sprężynie z elementem tłumiącym). Równanie ruchu, odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne</li> <li>10. Omówienie dynamiki (równania ruchu) układu o wielu stopniach swobody (na przykładzie 2-3 stopni swobody)</li> <li>11. Pole prędkości (składowe prędkości) w zagadnieniu opływu łopaty turbiny.</li> <li>12. Modelowanie wiatru - model stacjonarny/niestacjonarny. Widmo wiatru</li> </ol>											
<b>Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu</b>	Nie dotyczy											