



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 | | | |

| Treści przedmiotu | <p>1. Powtórka z mechaniki płynów</p> <p>1.1 Kinematyka przepływów</p> <ul style="list-style-type: none"> - linie prądu, powierzchnia prądu rurka prądu - tor (trajektoria) elementu płynu, powierzchnia strumienia, strumień <p>1.2 Natężenie przepływu: strumień masy, strumień objętości</p> <p>1.3 Zasada zachowania masy</p> <p>1.4 Zasada zachowania pędu, równanie Bernoullego</p> <p>1.5 Pole skalarne, pole wektorowe</p> <p>1.6 Gradient, pole wektorowe potencjalne</p> <p>1.7 Wirowość i dywergencja pola wektorowego</p> <p>1.8 Cyrkulacja prędkości</p> <p>1.9 Związek pomiędzy cyrkulacją a wirowością.</p> <p>2. Teoria profilu aerodynamicznego</p> <p>2.1 Opis geometryczny</p> <p>2.2 Siła nośna, siła oporu, moment na profilu (2D)</p> <p>2.3 Współczynnik ciśnienia CP, rozkład ciśnienia</p> <p>2.4 Mechanizm powstawania siły nośnej, równanie Kuty-Żukowskiego</p> <p>2.5 Wpływ liczby Reynoldsa na charakterystyki Cl, Cd profilu płata</p> <p>2.6 Podstawy modelowania numerycznego opływu profilu aerodynamicznego</p> <p>3. Podstawy teorii płata nośnego o skończonej rozpiętości (skrzydła)</p> <p>3.1 Opis geometryczny płata</p> <p>3.2 Siła nośna i siła oporu na płacie (3D)</p> <p>3.3.1 Twierdzenie Helmholtza. Pojęcie wiru podkowiastego. Wir związany, wiry swobodne.</p> <p>3.3.2 Układ włókien wirowych na i za płatem nośnym.</p> <p>3.3.3 Teoria linii nośnej. Obliczanie siły nośnej i siły oporu płata nośnego.</p> <p>4. Podstawy aerodynamiki turbiny wiatrowej</p> <p>4.1 Idealna turbina wiatrowa. Zasada pędu dla przepływu jednowymiarowego (1D)</p> <p>4.1.1 Limit Betza</p> <p>4.2 Efekt wirowania turbiny. Zasada momentu pędu.</p> <p>4.3 Metoda elementu łopaty (BEM - Blade Element Method) w przepływie stacjonarnym</p> <p>4.4 Przepływ niestacjonarny. Efekt odchylenia osi turbiny.</p> <p>5. Modelowanie wiatru</p> <p>5.1. (Stacjonarny) profil prędkości wiatru</p> <p>5.2. Widmo (widma) wiatru</p> <p>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> | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| Wymagania wstępne i dodatkowe | <p>Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki płynów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pojęcie strumienia masy i strumienia objętości - zasada ciągłości przepływu - zasada zachowania pędu - równanie Bernoullego - pojęcie wirowości pola oraz cyrkulacji - podstawowe rozwiązania opływu (przepływ potencjalny) <ul style="list-style-type: none"> -- owal Rankine'a -- opływ walca kołowego - pojęcie reakcji hydrodynamicznej <p>Podstawy rachunku wektorowego:</p> <ul style="list-style-type: none"> - iloczyn skalarny dwóch wektorów - iloczyn wektorowy - gradient pola skalarnego | | | | | | | | | | | |
| Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Sposób oceniania (składowe)</th> <th style="width: 33%;">Próg zaliczeniowy</th> <th style="width: 33%;">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% | | | | | | | | | | |
| Zalecana lista lektur | <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</p> <p>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</p> <p>3. Ryszard Gryboś: Podstawy mechaniki płynów. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1998</p> <p>4. Martin O. L. Hansen: Aerodynamics of Wind Turbines 2nd ed. London * Sterling, Earthscan, 2008</p> <p>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</p> <p>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.