



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Elektrownie wiatrowe, PG_00042159						
Kierunek studiów	Energetyka, Energetyka, Energetyka, Energetyka -WOiO, Energetyka -WM						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2020 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2022/2023		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie		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	3		Język wykładowy		polski Polski lub angielski		
Semestr studiów	6		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektrotechniki i Automatyki -> Katedra Automatyki Napędu Elektrycznego i Konwersji Energii						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Piotr Kołodziejek				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
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						

Dodatkowe informacje:

Wykład:

1. Moc turbiny wiatrowej: zasady przetwarzania energii wiatru, moc zawarta w strumieniu powietrza, współczynnik Betza  $C_p$ , średnia roczna moc uzyskana z turbiny wiatrowej, wymiarowanie turbiny,
2. Zagadnienia aerodynamiczne: siły działające na łopatę wirnika, aerodynamika wirnika, charakterystyki mechaniczne wirnika,
3. Budowa elektrowni wiatrowej: elementy, zadania, bezpieczeństwo, rozwiązania turbin wiatrowych: elektrownie o osi poziomej
4. Generatory, układy zasilania i sterowania w elektrowniach wiatrowych.
5. Układy pomocnicze i instalacja odgromowa.
6. Generatory sprężonego powietrza, alternatywne i innowacyjne metody przetwarzania energii z wiatru - wykorzystanie latawców, przetworników oscylacyjnych.

Laboratorium:

1. Model matematyczny turbiny wiatrowej. Wyznaczanie i badanie charakterystyk turbiny wiatrowej.
  2. Modele symulacyjne układów sterowania mocą w elektrowniach wiatrowych.
  3. Modele wiatru - rozkłady Rayleigha i Weillbull-a oraz kształtowanie charakterystyk z układami pomocniczymi, kształtowanie krzywej mocy elektrowni wiatrowej.
  4. Model fizyczny elektrowni wiatrowej - konfiguracja falownika wentylatora, układ pomiarowy do wyznaczenia charakterystyk elektrowni, pomiary i badanie charakterystyk turbiny, anemometry analogowe i cyfrowe kubelkowe, termooanemometry - badanie metod pomiaru prędkości wiatru,
  5. Sterowanie mocą elektrowni wiatrowej ze śledzeniem optimum mocy. (MPPT -Maximum Power Point Tracking)
  - 6 Sterowanie elektrownią wiatrową z maszyną dwustronnie zasilaną.
- Zajęcia plenerowe na koniec semestru (czerwiec) - wizyta w MMB Drives lub na farmie wiatrowej.

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	5.0	25.0

Cel przedmiotu	Nabywanie kompetencji w obszarze elektrowni wiatrowych, ich konstrukcji, właściwości, zastosowań, układów sterowania mocą i układami pomocniczymi. Poznanie zasad przetwarzania energii wiatru, podstawowych zagadnień aerodynamicznych, właściwości wiatru, budowy elektrowni wiatrowej. Kontrola mocy turbiny wiatrowej, zjawisko oderwania strugi powietrza, regulacja mocy turbiny z wykorzystaniem regulacji kąta natarcia łopatek. Generatory i układy przetwarzania energii elektrycznej. Układy o stałej i zmiennej prędkości obrotowej. Sterowanie optymalne elektrownią. Algorytmy MPPT.														
Efekty uczenia się przedmiotu	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="453 221 798 255">Efekt kierunkowy</th> <th data-bbox="798 221 1142 255">Efekt z przedmiotu</th> <th data-bbox="1142 221 1485 255">Sposób weryfikacji i oceny efektu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="453 255 798 501">[K6_W08] ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego, zna i rozumie podstawowe procesy wytwarzania i użytkowania energii, zna i rozumie zasady funkcjonowania współczesnych systemów ciepłowniczych i elektroenergetycznych</td> <td data-bbox="798 255 1142 501">zna podstawy automatyki oraz układy regulacji automatycznej, ma podstawową wiedzę w zakresie teorii sygnałów i metod ich przetwarzania</td> <td data-bbox="1142 255 1485 501">[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym</td> </tr> <tr> <td data-bbox="453 501 798 703">[K6_W05] ma uporządkowaną wiedzę z zakresu elektrotechniki i elektroniki, niezbędną do rozumienia podstaw działania oraz doboru maszyn elektrycznych, układów przesyłu energii elektrycznej i urządzeń energoelektronicznych</td> <td data-bbox="798 501 1142 703">zna podstawy wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i rozdziału energii elektrycznej</td> <td data-bbox="1142 501 1485 703">[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej</td> </tr> <tr> <td data-bbox="453 703 798 1128">[K6_U04] potrafi zaprojektować konstrukcję prostego urządzenia i wykonać towarzyszącą temu dokumentację techniczną, przeprowadzić podstawową analizę techniczno-ekonomiczną układów energetycznych, w tym technologii wykorzystujących odnawialne i proekologiczne źródła energii oraz energię konwencjonalną i jądrową, projektować dla nich instalacje energetyczne i ich podstawowe elementy (w tym oświetlenie elektryczne); dobrać, obsługiwać i kontrolować najczęściej stosowane urządzenia elektryczne i układy napędowe.</td> <td data-bbox="798 703 1142 1128">potrafi zaprojektować i uruchomić układ sterowania elektrownią wiatrową</td> <td data-bbox="1142 703 1485 1128">[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu</td> </tr> </tbody> </table>	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	[K6_W08] ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego, zna i rozumie podstawowe procesy wytwarzania i użytkowania energii, zna i rozumie zasady funkcjonowania współczesnych systemów ciepłowniczych i elektroenergetycznych	zna podstawy automatyki oraz układy regulacji automatycznej, ma podstawową wiedzę w zakresie teorii sygnałów i metod ich przetwarzania	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym	[K6_W05] ma uporządkowaną wiedzę z zakresu elektrotechniki i elektroniki, niezbędną do rozumienia podstaw działania oraz doboru maszyn elektrycznych, układów przesyłu energii elektrycznej i urządzeń energoelektronicznych	zna podstawy wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i rozdziału energii elektrycznej	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	[K6_U04] potrafi zaprojektować konstrukcję prostego urządzenia i wykonać towarzyszącą temu dokumentację techniczną, przeprowadzić podstawową analizę techniczno-ekonomiczną układów energetycznych, w tym technologii wykorzystujących odnawialne i proekologiczne źródła energii oraz energię konwencjonalną i jądrową, projektować dla nich instalacje energetyczne i ich podstawowe elementy (w tym oświetlenie elektryczne); dobrać, obsługiwać i kontrolować najczęściej stosowane urządzenia elektryczne i układy napędowe.	potrafi zaprojektować i uruchomić układ sterowania elektrownią wiatrową	[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu		
Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu													
[K6_W08] ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego, zna i rozumie podstawowe procesy wytwarzania i użytkowania energii, zna i rozumie zasady funkcjonowania współczesnych systemów ciepłowniczych i elektroenergetycznych	zna podstawy automatyki oraz układy regulacji automatycznej, ma podstawową wiedzę w zakresie teorii sygnałów i metod ich przetwarzania	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym													
[K6_W05] ma uporządkowaną wiedzę z zakresu elektrotechniki i elektroniki, niezbędną do rozumienia podstaw działania oraz doboru maszyn elektrycznych, układów przesyłu energii elektrycznej i urządzeń energoelektronicznych	zna podstawy wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i rozdziału energii elektrycznej	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej													
[K6_U04] potrafi zaprojektować konstrukcję prostego urządzenia i wykonać towarzyszącą temu dokumentację techniczną, przeprowadzić podstawową analizę techniczno-ekonomiczną układów energetycznych, w tym technologii wykorzystujących odnawialne i proekologiczne źródła energii oraz energię konwencjonalną i jądrową, projektować dla nich instalacje energetyczne i ich podstawowe elementy (w tym oświetlenie elektryczne); dobrać, obsługiwać i kontrolować najczęściej stosowane urządzenia elektryczne i układy napędowe.	potrafi zaprojektować i uruchomić układ sterowania elektrownią wiatrową	[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu													

Treści przedmiotu	<p>WYKŁAD</p> <p>Charakterystyka elektrowni wiatrowych. Zagadnienia elektrowni wiatrowych: zasady przetwarzania energii wiatru, podstawowe zagadnienia aerodynamiczne, wiatr, budowa elektrowni wiatrowej. Kontrola mocy turbiny wiatrowej, oderwanie strugi powietrza, regulacja kątem natarcia łopatek. Generatory i układy przetwarzania energii elektrycznej. Układy o stałej i zmiennej prędkości obrotowej. Hierarchiczna struktura układu sterowania elektrownią wiatrową; zasady sterowania. Sterowanie optymalne elektrownią. Algorytmy MPPT. Farmy wiatrowe: sposoby przyłączenia, zjawiska dodatkowe, wpływ na system energetyczny, jego stabilność i jakość energii. Centralne sterowanie parkiem wiatrowym. Normy dotyczące farm wiatrowych, raporty z badania turbin (windtesty), wybrane zagadnienia wpływu przyłączenia farmy wiatrowej do sieci elektroenergetycznej oraz wymagania dotyczące kompensacji mocy biernej. Wybrane zagadnienia procesów projektowania i budowy farmy wiatrowej w oparciu o materiały własne - dokumentacje z budowy farm wiatrowych.</p> <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Model matematyczny turbiny wiatrowej. Wyznaczanie i badanie charakterystyk turbiny wiatrowej.</li> <li>2. Modele symulacyjne układów sterowania mocą w elektrowniach wiatrowych.</li> <li>3. Modele wiatru - rozkłady Rayleigha i Weillbull-a oraz kształtowanie charakterystyk z układami pomocniczymi, kształtowanie krzywej mocy elektrowni wiatrowej.</li> <li>4. Model fizyczny elektrowni wiatrowej - konfiguracja falownika wentylatora, układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyk elektrowni, pomiary i badanie charakterystyk turbiny, anemometry analogowe i cyfrowe kubelkowe, termoanemometry - badanie metod pomiaru prędkości wiatru,</li> <li>5. Sterowanie mocą elektrowni wiatrowej ze śledzeniem optimum mocy.(MPPT -Maximum Power Point Tracking)</li> <li>6 Sterowanie elektrownią wiatrową z maszyną dwustronnie zasilaną.</li> </ol> <p>Zajęcia plenerowe na koniec semestru (czerwiec) - wizyta w MMB Drives lub na farmie wiatrowej.</p>											
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawy obwodów elektrycznych i energoelektroniki.											
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wykład - test</td> <td>50.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>Laboratorium - rozliczenie sprawozdań</td> <td>100.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Wykład - test	50.0%	50.0%	Laboratorium - rozliczenie sprawozdań	100.0%	50.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
Wykład - test	50.0%	50.0%										
Laboratorium - rozliczenie sprawozdań	100.0%	50.0%										
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p> <p>Uzupełniająca lista lektur</p> <p>Adresy eZasobów</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H Abu-Rub, A Iqbal, J Guzinski, "High performance control of AC Drives with MATLAB/Simulink models", A John Wiley &amp; Sons, New York</li> <li>2. Bogalecka, Elżbieta, Krzemiński, Zbigniew. (2007). Control of the wind turbine generator. <i>Power Electronics And Electrical Drives : Selected Problems</i>, 453-462</li> <li>3. Haitham Abu-Rub, Mariusz Malinowski, Kamal Al-HaddHaddHaddad, <i>Power Electronics for Renewable Energy Systems</i>, Wiley 2014.3</li> <li>4. Zbigniew Lubośny: Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, PWN, Gdańsk 2016</li> <li>5. Qiuwei Wu, Yuanzhang Sun, <i>Modeling and Modern Control of Wind Power</i>, Wiley 2018</li> </ol> <p>Artykuły IEEE i materiały udostępnione przez prowadzącego</p> <p>Adresy na platformie eNauczanie:</p>										
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Charakterystyka turbiny wiatrowej i optymalne przybliżenie krzywej mocy.</li> <li>2. Krzywa mocy turbiny wiatrowej z MPPT i obszarem ograniczenia mocy układu sterowania.</li> <li>3. Algorytmy śledzenia punktu maksymalnej mocy dla systemu sterowania turbiną wiatrową.</li> <li>4. Układ sterowania generatora indukcyjnego z podwójnym zasilaniem.</li> <li>5. Adaptacja napędu silnika indukcyjnego jako generatora w turbinie wiatrowej.</li> </ol>											
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Ćwiczenia terenowe											