

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Energetyka wiatrowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Wind Power Plants
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Odnawialne Źródła Energii
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / kierunkowy
Kod przedmiotu:	W09OZE-SI2330
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza i umiejętności z zakresu kursów: mechanika płynów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z zasadami działania i konstrukcjami elektrowni wiatrowych.
- C2 – Omówienie zagadnień związanych z charakterystyką wietrzną oraz wpływu ukształtowania terenu na pracę turbin wiatrowych.
- C3 – Omówienie teorii pracy turbin wiatrowych: teoria pędu oraz elementu łopaty.
- C4 – Szczegółowe omówienie zagadnień aerodynamicznych.
- C5 – Zaznajomienie studentów z metodą *Blade Element Method* do obliczenia obciążeń aerodynamicznych oraz mocy turbin wiatrowych.
- C6 – Zaznajomienie studentów z zagadnieniami ekonomicznymi i ekologicznymi.
- C7 – Omówienie zagadnień związanych z pracą farm wiatrowych oraz optymalną lokalizacją turbin wiatrowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

WIEDZA

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEU_W01 – omówić zasady działania i konstrukcje elektrowni wiatrowych różnych typów,
PEU_W02 – znać główne wyniki teorii pędu oraz elementu łopaty.
PEU_W03 – przedstawić równania wykorzystywane w obliczaniu i projektowaniu EW,
PEU_W04 – opisać i przeanalizować zagadnienia aerodynamiczne i konstrukcyjne EW,
PEU_W05 – omówić zasady wyboru optymalnej lokalizacji turbin wiatrowych ze względu na warunki pogodowe oraz ukształtowanie terenu.

UMIEJĘTNOŚCI

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEU_U01 – wykorzystać podstawy aerodynamiki w obliczeniach turbiny wiatrowej,
PEU_U02 – zaprojektować EW w oparciu o metodę elementu łopaty,
PEU_U03 – korzystać z oprogramowania Qblade i/lub ProPID w celu wyznaczenia charakterystyk energetycznych turbiny wiatrowej,
PEU_U04 – dobrać optymalną lokalizację dla turbiny wiatrowej ze względu na warunki pogodowe oraz ukształtowanie terenu.
PEU_U05 – obliczyć roczną produkcję energii dla wybranej lokalizacji.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fizyka wiatru oraz matematyczny opis najważniejszych parametrów wiatru z punktu widzenia turbin wiatrowych. Dobór lokalizacji turbin wiatrowych.	2
Wy2	Wprowadzenie do liniowej teorii pędu (actuator disc theory), limit Betza, teoretyczna sprawność turbiny wiatrowej.	2
Wy3	Teoria turbiny wiatrowej poziomej osi obrotu z uwzględnieniem rotacji (Angular momentum theory). Współczynnik indukcji kątovej.	2
Wy4	Aerodynamika turbiny wiatrowej, klasyczna teoria elementu łopaty.	2
Wy5	Klasyczna metoda elementu łopaty, omówienie algorytmu obliczeniowego metody elementu łopaty.	2
Wy6	Skorygowana Teoria Elementu Łopaty.	2
Wy7	Wprowadzenie do oprogramowania Qblade i ProPID.	2
Wy8	Kontrola i regulacja pracy turbin wiatrowych.	2
Wy9	Niestandardowe metody kontroli pracy turbin wiatrowych.	2
Wy10	Optymalizacja pracy turbiny wiatrowej w oparciu o model kosztów NREL.	2
Wy11	Turbiny o stałej i zmiennej prędkości obrotowej.	2
Wy12	Farmy wiatrowe oraz oddziaływanie turbin wiatrowych na środowisko.	2
Wy13	Komponenty turbiny wiatrowej: łopaty, sprzęgło, generator, hamulec mechaniczny, wieża, fundamenty, inne.	2
Wy14	Turbiny wiatrowe i farmy wiatrowe typu offshore.	
Wy15	Zaliczenie wykładu	2
	Suma godzin	30
Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Omówienie organizacji, celu i zakresu projektu.	1
Pr2	Wprowadzenie do oprogramowania Qblade oraz ProPID	2
Pr3	Projekt łopaty turbiny wiatrowej: wyznaczenie podstawowych parametrów pracy	2

	turbiny wiatrowej oraz dobór przekroji aerodynamicznych.	
Pr4	Projekt łopaty turbiny wiatrowej: wyznaczenie odpowiedniego zakresu liczb Reynoldsa oraz optymalnego kąta skręcenia łopaty.	2
Pr5	W oparciu o metodę elementu łopaty: wyliczenie mocy zaprojektowanej turbiny wiatrowej oraz siły ciągu.	2
Pr6	Wyznaczenie optymalnej lokalizacji dla zaprojektowanej turbiny wiatrowej, wyliczenie rocznej produkcji turbiny wiatrowej w oparciu o rozkład Weibulla.	2
Pr7	Dobór pozostałych elementów turbiny wiatrowej oraz podstawowa analiza wytrzymałościowa.	2
Pr8	Optymalizacja kosztowa turbiny wiatrowej w oparciu o model NERL.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej,
 N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia wykładu
 N3. Oprogramowanie Qblade i ProPID
 N4. Lista zadań oraz wskazówki do wykonania projektów
 N4. Prezentacja kolejnych części wykonanego projektu
 N5. Dyskusja nad kolejnymi częściami projektu.
 N6. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - WYKŁAD

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_W01÷PEU_W05	Zaliczenie pisemno – ustne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - PROJEKT

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_U01, PEU_U05	Ocena za prezentacje postępów w projekcie oraz kompletny projekt

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Ackermann T.: Wind Power in Power Systems, Wiley 2005
- [2] Boczar T.: Wykorzystanie energii wiatru. PAK 2010
- [3] Burton T.: Wind Energy Handbook, Wiley 2011
- [4] Gasch R.: Tiele J.: Windkraftanlagen. Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Teubner 2009
- [5] Heier S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems, Wiley 2006
- [6] Hau E.: Windturbines: fundamentals, technologies, application, economics. Springer 2006
- [7] Manwell J.: Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, Wiley 2009

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bianchi F., Battista H., Mantz R.: Wind Turbine Control Systems, Principles, Modelling and Gain Scheduling Design. Springer 2007

- [2] Clark R.: A Modern Course in Aeroelasticity (Solid Mechanics and Its Applications), Springer 2004
- [3] Gipe P.: Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and Business. Chelsea Green Publishing Company 2004
- [4] Lubośny Z. Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. WNT 2009
- [5] Nelson V.: Wind Energy, Renewable Energy and the Environment. CRC Press 2009
- [6] Mathew Sathyajith: Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. Springer 2006
- [7] Wright J., Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, Wiley 2008.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Ziemowit Malecha, ziemowit.malecha@pwr.edu.pl