



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**

Wydział Inżynierii Mechanicznej

Karta przedmiotu

Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach OZE

1. Informacje podstawowe

Kierunek studiów inżynieria odnawialnych źródeł energii		Cykl kształcenia (nabór) 2024/25	
Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów Wydział Inżynierii Mechanicznej		Kod przedmiotu 03IOZS.DI2C.3172.24	
Poziom studiów drugiego stopnia (mgr inż.)		Języki wykładowe polski	
Profil studiów Profil ogólnoakademicki		Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów studia stacjonarne		Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe	
Wymagania wstępne		Podstawowa wiedza z zakresu inżynierii odnawialnych źródeł energii. Umiejętności wykorzystywania aplikacji komputerowych do symulacji wybranych procesów środowiskowych, umiejętności realizacji prostych pomiarów wielkości fizycznych, opracowania obliczeń projektowych, wyciągania wniosków itp. Aktywna postawa twórcza wobec systemów technicznych, otoczenia technologicznego i naturalnego budowy oraz eksploatacji odnawialnych źródeł energii, rozumienie potrzeby i znajomość możliwości ciągłego doksztalcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	
Przedmioty wprowadzające		Podstawy inżynierii odnawialnych źródeł energii.	
Koordynator		Izabela Piasecka	
Okres Semestr 2		Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 4.0
		Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 15 Ćwiczenia audytoryjne: 15 Ćwiczenia laboratoryjne: 30	

2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
Wiedza:			
W1	Zna i rozumie zagadnienia z rozszerzonej i pogłębionej wiedzy z zakresu efektywność energetycznej procesów użytkowych w tym bilansowania technicznego i handlowego energii i mocy w systemach OZE.	IOZ_O2_K_W03	P7S_WG P7S_WG_inż
W2	Zna i rozumie zagadnienia dotyczące zarządzania, w tym zarządzania jakością, zarządzania projektem i inne w tym analizy ekonomiczno-produktywnej oraz podstawowej wiedzy w zakresie zarządzania kontraktem – harmonogram, budżetem, kosztorysowanie inwestycji itp.	IOZ_O2_K_W10	P7S_WK P7S_WK_inż
Umiejętności:			
U1	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	IOZ_O2_K_U04	P7S_UW P7S_UW_inż
U2	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach w tym także w formie debaty oraz publikacji naukowej.	IOZ_O2_K_U09	P7S_UK
Kompetencje społeczne:			
K1	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i pozyskiwania opinii ekspertów w przypadku trudności z rozwiązaniem podejmowanych przedsięwzięć oraz powinien prezentować gotowość do dalszego uczenia się, aktualizowania wiedzy, podążania za nowymi trendami.	IOZ_O2_K_K01	P7S_KK

3. Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zasoby energii i zapotrzebowanie na energię. Postacie i nośniki energii. Bilanse i jednostki energii. Sprawność i efektywność przemian energii. Światowe zasoby energii pierwotnej i ich rozmieszczenie. Światowe zapotrzebowanie na energię pierwotną. Zasoby energii pierwotnej w Polsce. Zapotrzebowanie na energię w Polsce i jego struktura. Kierunki rozwoju energetyki w Polsce.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
2.	Praca elektrowni wiatrowych w systemie elektroenergetycznym. Bilansowanie energii i mocy. Elektrownia wiatrowa w systemie elektroenergetycznym. Lokalizacja elektrowni wiatrowej w systemie elektroenergetycznym. Wahania napięcia. Migotanie światła. Harmoniczne prądów i napięć. Farmy wiatrowe – struktura. Układy sterowania farm wiatrowych. Automatyka zabezpieczeniowa farm wiatrowych. Zmiany strukturalne systemów elektroenergetycznych. Przesłanianie elektrowni wiatrowych w farmie. Wpływ farmy wiatrowej na jakość energii. Stabilność systemu elektroenergetycznego z farmami wiatrowymi. Minimalizacja wahań mocy czynnej na wyjściu farmy wiatrowej. Wymagania stawiane farmom wiatrowym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
3.	Bilansowanie i przemiany energii wiatru w elektrowni wiatrowej. Zasady wykorzystania energii wiatru do celów energetycznych. Prędkość i energia wiatru. Moc i energia elektrowni wiatrowej. Praca elektrowni wiatrowych w systemie elektroenergetycznym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
4.	Praca elektrowni fotowoltaicznych w systemie elektroenergetycznym. Bilansowanie energii i mocy. Elektrownia fotowoltaiczna w systemie elektroenergetycznym. Lokalizacja elektrowni fotowoltaicznej w systemie elektroenergetycznym. Wahania napięcia. Elektrownie fotowoltaiczne – struktura. Układy sterowania elektrowni fotowoltaicznych. Automatyka zabezpieczeniowa elektrowni fotowoltaicznych. Wpływ elektrowni fotowoltaicznej na jakość energii. Stabilność systemu elektroenergetycznego z elektrowniami fotowoltaicznymi. Wymagania stawiane elektrowniom fotowoltaicznym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
5.	Bilansowanie i przemiany energii promieniowania słonecznego w elektrowni fotowoltaicznej. Zasady wykorzystania energii promieniowania słonecznego do celów energetycznych. Efekt fotowoltaiczny. Czynniki wpływające na efektywność energetyczną pracy instalacji fotowoltaicznej. Praca generatorów fotowoltaicznych w systemie elektroenergetycznym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
6.	Praca elektrowni wodnej w systemie elektroenergetycznym. Bilansowanie energii i mocy. Elektrownia wodna w systemie elektroenergetycznym. Lokalizacja elektrowni wodnej w systemie elektroenergetycznym. Elektrownie wodne – struktura. Układy sterowania elektrowni wodnych. Automatyka zabezpieczeniowa elektrowni wodnych. Stabilność systemu elektroenergetycznego z elektrowniami wodnymi. Wymagania stawiane elektrowniom wodnym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
7.	Bilansowanie i przemiany energii wody w elektrowni wodnej. Zasady wykorzystania energii w elektrowniach wodnych. Podstawy fizyczne wykorzystania energii wody. Parametry i sprawności hydrozespołów w elektrowniach wodnych. Praca elektrowni przepływowych i zbiornikowych w systemie elektroenergetycznym. Praca szczytowych elektrowni pompowych w systemie elektroenergetycznym.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
8.	Bilansowanie i przemiany energii cieplnej w energię mechaniczną oraz elektryczną. Podstawy fizyczne przemian energii cieplnej. Kluczowe definicje, wielkości i jednostki związane z przemianami energii cieplnej w energię mechaniczną i elektryczną. Praca i ciepło, pierwsza zasada termodynamiki. Przemiany termodynamiczne gazu doskonałego. Obieg Carnota, druga zasada termodynamiki. Parametry i przemiany termodynamiczne pary wodnej. przegrzanej. Sprawność urządzeń energetycznych i sprawność całkowita elektrowni. Przemiany energetyczne w skojarzonych układach ciepło-energetycznych. Efektywność przemian energetycznych. Sprawność całkowita i sprawności cząstkowe.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
9.	Regulacja napięcia i mocy biernej w systemie elektroenergetycznym. System elektroenergetyczny jako obiekt sterowania. Regulacja napięcia. Regulacja generatorami synchronicznymi. Regulacja transformatorami. Nadrzędna regulacja napięcia i mocy biernej. Nadrzędna regulacja węzła elektrownianego i transformatorowego. Koncepcja wykorzystania odnawialnych źródeł energii w procesie regulacji napięcia i mocy biernej. Odnawialne źródła energii w procesie regulacji napięć i mocy biernej. Zjawiska napięciowe w systemach odnawialnych źródeł energii. Obszar dopuszczalnych stanów pracy odnawialnych źródeł energii. Stabilność napięciowa w systemach z odnawialnymi źródłami energii. Algorytm sterowania poszczególnymi odnawialnymi źródłami energii. Odnawialne źródła energii w układach regulacji nadrzędnej węzłów elektrownianych i sieciowych.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
10.	Regulacja częstotliwości i mocy czynnej w systemie elektroenergetycznym. Wahania mocy czynnej i częstotliwości w systemie elektroenergetycznym. Regulacja pierwotna. Charakterystyka częstotliwościowa systemu elektroenergetycznego. Praca równoległa systemów elektroenergetycznych. Wahania częstotliwości w systemie z odnawialnymi źródłami energii. Realizacja techniczna procesu regulacji pierwotnej. Regulacja wtórna. Realizacja procesu regulacji wtórnej. Regulator centralny częstotliwości i mocy wymiany. Regulacja częstotliwości w połączonych systemach elektroenergetycznych. Wymagania UCTE w zakresie regulacji częstotliwości. Koncepcja wykorzystania odnawialnych źródeł energii w procesie regulacji częstotliwości i mocy czynnej. Odnawialne źródła energii w procesie regulacji częstotliwości i mocy czynnej. Algorytm sterowania wybranymi odnawialnymi źródłami energii. Udział odnawialnych źródeł energii w ramach regulacji pierwotnej i wtórnej.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
11.	Bilansowanie handlowe energii i mocy w systemach odnawialnych źródeł energii. Podstawy bilansowania handlowego energii i mocy w systemach odnawialnych źródeł energii. Czynniki wpływające na proces bilansowania. Narzędzia bilansowania handlowego energii i mocy w systemach odnawialnych źródeł energii. Efektywność ekonomiczna w procesach bilansowania handlowego energii i mocy w systemach odnawialnych źródeł energii.	Wykład, Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
12.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach solarnych - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
13.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach fotowoltaicznych - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
14.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach energetyki wiatrowej - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
15.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach energetyki wodnej - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
16.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach pomp ciepła - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
17.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach wykorzystujących biomasę - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
18.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach hybrydowych odnawialnych źródeł energii - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
19.	Bilansowanie techniczne i handlowe energii i mocy w systemach odnawialnych źródeł energii a środowisko - ćwiczenia laboratoryjne.	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

4. Metody prowadzenia zajęć, weryfikacji efektów uczenia się i warunki zaliczenia

Forma zajęć		
Wykład	Metody prowadzenia zajęć:	
	Wykład, Dyskusja	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Kolokwium	80%
	Udział w dyskusji	20%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Zaliczenie przedmiotu wymaga zdobycia na kolokwium co najmniej 51% możliwych punktów.	
Ćwiczenia audytoryjne	Metody prowadzenia zajęć:	
	Wykład, Dyskusja	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Kolokwium	80%
	Udział w dyskusji	20%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia jest udział w zajęciach. Zaliczenie przedmiotu wymaga zdobycia na kolokwium co najmniej 51% możliwych punktów.	
Ćwiczenia laboratoryjne	Metody prowadzenia zajęć:	
	Dyskusja, Ćwiczenia laboratoryjne	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Sprawozdanie	80%
	Udział w dyskusji	20%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia jest udział w zajęciach. Zaliczenie przedmiotu wymaga wykonania wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych oraz oddania prowadzącemu na kolejnych zajęciach sprawozdania z wykonanych ćwiczeń. Jeśli po sprawdzeniu okaże się, że sprawozdanie jest niekompletne lub wymaga poprawy, należy je uzupełnić na następne ćwiczenia. Wszystkie sprawozdania muszą zostać zaliczone przez prowadzącego.	

Efekt uczenia się dla przedmiotu	Metody (sposoby) weryfikacji		
	Udział w dyskusji	Kolokwium	Sprawozdanie
W1	x	x	x
W2	x	x	x
U1	x		x
U2	x		x

K1	x		x
----	---	--	---

5. Literatura

Literatura podstawowa

1. Chmielniak T., 2014: Technologie energetyczne, WNT, Warszawa.
2. Marecki J., 2019: Podstawy przemian energetycznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, Warszawa.
3. Lubośny Z., 2020: Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, Warszawa.
4. Sarnak M.T., 2008: Podstawy fotowoltaiki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
5. Bleu R., 2020: Fundamentals and Source Characteristics of Renewable Energy Systems, CRC Press.

Literatura uzupełniająca

1. Klugmann-Radziemska E., Lewandowski W.M., 2020: Proekologiczne odnawialne źródła energii. Kompendium. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
2. Jastrzębska G., 2014: Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowanie. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa.
3. Rubik M., 2020: Chłodnictwo i pompy ciepła, Grupa Medium, Warszawa.
4. Igliński B., Cichosz M., Iwański P., Rzymyszkiewicz P., Buczkowski R., 2017: Technologie hydroenergetyczne, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
5. Bartnik R., Skomudek W., Buryn Z., Hnydiuk-Stefan A., 2020: Modernizacja elektrowni. Efektywność energetyczna i ekonomiczna, Naukowe PWN, Warszawa.

6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

Aktywność studenta		Obciążenie studenta Liczba godzin
Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	Wykład	15
	Ćwiczenia audytoryjne	15
	Ćwiczenia laboratoryjne	30
Praca własna studenta	Konsultacje	10
	Studiowanie literatury	10
	Przygotowanie sprawozdania	15
	Inne (przygotowanie do egzaminu)	5
Łączny nakład pracy studenta		100
Liczba punktów ECTS		4

* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut