

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	zajęcia wspólne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Ogniwa i akumulatory	Kod zajęć	E1ek6s.001	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	15 15 15	Punkty ECTS	4	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	E1ek3s.001			
Cele zajęć	Zapoznanie z budową oraz podstawowymi procesami zachodzącymi w ogniwach galwanicznych i paliwowych. Zapoznanie z budową i funkcjonowaniem najczęściej stosowanymi ogniwami galwanicznymi, akumulatorami oraz ogniwami paliwowymi. Zapoznanie z technologiami wodorowymi oraz wykorzystaniem praw elektrochemii do podstawowych obliczeń siły elektrochemicznej, wydajności procesów zachodzących w ogniwach i akumulatorach oraz w elektrolizie.			
Ramowe treści programowe	Podstawy elektrochemii: elektrody, elektrolity, ogniwa, elektroliza, Prawa Faradaya. Zastosowania elektrolizy. Ogniwa pierwotne i akumulatory. Siła elektromotoryczna ogniwa, równanie Nernsta. Rodzaje polaryzacji. Charakterystyka prądowo-napięciowa ogniwa. Łączenie ogniw. Zasada działania, charakterystyki, budowa, obsługa, zastosowania akumulatorów. Pojemność akumulatora, krzywe ładowania i rozładowania. Akumulator kwasowo-olowiowy, Ni-Cd, Ni-MH i litowo-jonowy. Ogniwa paliwowe: zasada działania, rodzaje, budowa. Ogniwo paliwowe alkaliczne, z kwasem fosforowym, polimerowe, ze stopionymi węglanami, stałotlenkowe, ogniwo paliwowe metanolowo-powietrzne. Podstawy energetyki wodorowej w kontekście zrównoważonego rozwoju. Ogniwa paliwowe w energetyce, transporcie i urządzeniach przenośnych. Zastosowania ogniw paliwowych.			
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	30	30	30
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	2	2	1,3
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	48		48
	Razem godzin:	100	47,0	79,3
	Razem punktów ECTS:	4	1,9	3,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W01	EK1_U01	
		EK1_W02	EK1_U07	EK1_K01
		EK1_W11		
Cele i treści ramowe sformułował	dr hab. inż. Grzegorz Świdorski	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
	Wykład			
	1 Wprowadzenie. Rozwój i modyfikacje ogniw i akumulatorów.			
	2 Podstawy elektrochemiczne procesów zachodzących w ogniwach i akumulatorach.			
	3 Współczesne ogniwa i akumulatory I.			
	4 Współczesne ogniwa i akumulatory II.			
	5 Wykorzystanie procesu elektrolizy w technice i przemyśle.			
	6 Technologie wodorowe. Układy hybrydowe.			
	7 Ogniwa paliwowe.			
	8 Podsumowanie i zaliczenie wykładów.			
	Ćwiczenia audytoryjne			
	1 Podstawy elektrochemiczne procesów zachodzących w ogniwach i akumulatorach. Równania elektrodowe.			
	2 Obliczanie siły elektrochemicznej ogniw i akumulatorów I. Rozwiązywanie zadań.			
	3 Obliczanie siły elektrochemicznej ogniw i akumulatorów II. Rozwiązywanie zadań.			
	4 Prawa Faradaya. Rozwiązywanie zadań.			
	5 Elektroliza - rozwiązywanie zadań I.			
	6 Elektroliza - rozwiązywanie zadań II.			
	7 Wydajność pracy ogniw galwanicznych i paliwowych. Rozwiązywanie zadań.			
	8 Ćwiczenia zaliczeniowe.			
	Laboratorium			
	1 Wprowadzenie do pracy w laboratorium elektrochemicznym.			
	2 Badania procesu elektrolizy wody. Wydajność elektrolizera i charakterystyka prądowo-napięciowa.			
	3 Ogniwa wodorowe. Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej ogniwa.			
	4 Ogniwa elektrochemiczne. Badanie wydajności ogniwa.			
	5 Badania przewodnictwa elektrochemicznego elektrolitów.			
	6 Wykorzystanie ogniw do wyznaczania właściwości fizykochemicznych materiałów i substancji chemicznych.			
	7 Badanie potencjału elektrochemicznego elektrod metalicznych.			
	8 Ćwiczenia podsumowujące.			
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W wykład z prezentacją multimedialną			
	C ćwiczenia audytoryjne			
	L wykonanie ćwiczeń na podstawie instrukcji			
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W wykład z prezentacją multimedialną			
	C ćwiczenia audytoryjne			
	W Zaliczenie pisemne/pytania otwarte			

Forma zaliczenia	Ć	zaliczenie pisemne/rozwiązywanie zadań z treścią
	L	Zaliczenie pisemne; wykonanie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
Warunki zaliczenia		Zestaw zaliczeniowy (forma pisemna) składa się z 5 zagadnień/zadań, punktowane po 10 pkt za każde pytanie. Ocena dostateczna - odpowiedź na wyróżnione zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3 - w ramach tych zagadnień można zdobyć 50 % punktów. Ocena wyższa niż dostateczna - odpowiedź na wszystkie obowiązkowe pytania oraz pytania pozostałe. Wystawiane oceny następują wg poniższego schematu:
	W	51% - 60% całkowitej liczby punktów dst 61% - 70% całkowitej liczby punktów dst+ 71% - 80% całkowitej liczby punktów db 81% - 90% całkowitej liczby punktów db+ 91% - 100% całkowitej liczby punktów bdb"
	Ć	Zaliczenie na podstawie wyników kolokwium pisemnego - rozwiązywania zadań problemowych i zadań z treścią związanych z efektami uczenia się E1, E2, E3, E4, E5. Wystawiane oceny następują wg poniższego schematu: 51% - 60% całkowitej liczby punktów dst 61% - 70% całkowitej liczby punktów dst+ 71% - 80% całkowitej liczby punktów db 81% - 90% całkowitej liczby punktów db+ 91% - 100% całkowitej liczby punktów bdb"
	L	Warunkiem zaliczenia laboratorium jest obecność na zajęciach / lub odrobienie zadań. Złożenie kompletu sprawozdań - punktowane w skali 0-5 pkt, zaliczenie kolokwium pisemnego składającego się z 5 pytań/zagadnień związanych z efektami uczenia się E4, E5, E6. Wystawiane oceny następują wg poniższego schematu: 51% - 60% całkowitej liczby punktów dst 61% - 70% całkowitej liczby punktów dst+ 71% - 80% całkowitej liczby punktów db 81% - 90% całkowitej liczby punktów db+ 91% - 100% całkowitej liczby punktów bdb"

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	w zaawansowanym stopniu zagadnienia z matematyki, fizyki oraz chemii konieczne do rozumienia i analizy zjawisk zachodzących w procesach występujących podczas wytwarzania, przesyłu i przetwarzania różnych form energii	EK1_W01		
E2	zasady i metody tworzenia modeli matematycznych i fizycznych niezbędne do opisu zjawisk i procesów w elementach układach i urządzeniach stosowanych w ekoenergetyce	EK1_W02		
E3	zagadnienia zrównoważonego rozwoju ze szczególnym uwzględnieniem projektowania uniwersalnego	EK1_W11		
Umiejętności: student potrafi				
E4	pozyskiwać informacje z literatury oraz baz danych i innych źródeł również obcojęzycznych dokonywać ich oceny i krytycznej analizy, integrować, przedstawiać w postaci opracowań i interpretuje wykorzystując w formułowaniu i uzasadnianiu opinii w dziedzinie ekoenergetyki		EK1_U01	
E5	sformułować problemy oraz scharakteryzować zjawiska związane ze starzeniem się materiałów, korozją, wartością energetyczną paliw i identyfikować procesy oraz technologie spalania w niezbędnym zakresie pracy inżyniera ekoenergetyka		EK1_U07	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
E6	krytycznej oceny wiedzy, oraz zasięgania opinii ekspertów w celu rozwiązywania różnorodnych problemów			EK1_K01

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie pisemne; kolokwium	W, C
E2	zaliczenie pisemne; kolokwium	W, C
E3	zaliczenie pisemne; kolokwium	W, C
E4	przygotowanie sprawozdań; kolokwium	Ć, L
E5	przygotowanie sprawozdań; kolokwium	Ć, L
E6	przygotowanie sprawozdań	L
Literatura podstawowa	1	A. Czerwiński, "Akumulatory, baterie, ogniwa", Wydawnictwa komunikacji i łączności WKŁ, 2005. 2. A. Małek, M. Wendeker, „Ogniwa paliwowe typu PEM: teoria i praktyka”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2010.
	2	A. Małek, M. Wendeker, „Ogniwa paliwowe typu PEM: teoria i praktyka”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2010
	3	A. Kiswa, "Elektrochemia Tom I – jonika", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
Literatura uzupełniająca	1	W.R. Browne, Elektrochemia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2022
	2	P. Atkins, Chemia fizyczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2016
Koordynator zajęć:	<i>dr hab. inż. Grzegorz Swiderski, prof. PB</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny			
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne		
Grupa zajęć / specjalność	zajęcia wspólne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki		
Nazwa zajęć	Zrównoważony rozwój w energetyce	E	Kod zajęć	E1ek6s.002	
Formy zajęć i liczba godzin	2	S	Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Program obowiązuje od	W C L P Ps T	S	Semestr	6	
Zajęcia wprowadzające	30		Punkty ECTS	4	
				2026/2027	
				E1ek5s.001	
Cele zajęć	Zapoznanie studentów z zasadami zrównoważonego rozwoju w kontekście współczesnej energetyki oraz z procesami planowania, oceny i finansowania inwestycji w sektorze odnawialnych źródeł energii. Rozwinięcie umiejętności opracowywania dokumentów projektowych (biznesplanu i raportu oddziaływania na środowisko) stanowiących załączniki do wniosków o wsparcie inwestycji ze środków publicznych. Kształtowanie świadomości odpowiedzialności inżyniera za oddziaływanie technologii energetycznych na środowisko i społeczeństwo.				
Ramowe treści programowe	Zasady zrównoważonego rozwoju w energetyce oraz ich odzwierciedlenie w polityce klimatyczno-energetycznej. Charakterystyka technologii OZE w kontekście środowiskowym, społecznym i ekonomicznym. Planowanie inwestycji energetycznych z uwzględnieniem cyklu życia instalacji. Źródła i mechanizmy finansowania projektów z wykorzystaniem środków publicznych. Metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji (NPV, IRR, DPP, WACC, LCOE). Struktura biznesplanu jako dokumentu aplikacyjnego dla inwestycji OZE. Zakres i funkcja uproszczonego raportu oddziaływania na środowisko (ROŚ). Analiza lokalizacji i identyfikacja potencjalnych oddziaływań środowiskowych. Opracowanie dokumentacji projektowej: biznesplan i raport OOS jako załączniki do wniosku o dofinansowanie.				
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju zajęcia kształtują umiejętności praktyczne				
Wyczerpująco:	Nakład pracy studenta związany z:				
			godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
			udziałem w wykładach	30	30
			udziałem w innych formach zajęć	30	30
			indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	4	1,0
			realizacją praktyki zawodowej	0	0
			przygotowaniem do zaliczenia wykładu	10	
			przygotowaniem do bieżących zajęć	26	26
			Razem godzin:	100	57,0
			Razem punktów ECTS:	4	2,3
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się			Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
			EK1_W10	EK1_U05	EK1_K03
			EK1_W11	EK1_U11	
				EK1_U13	
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Helena Rusak		Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029				
	Wykład				
	1	Wprowadzenie do zrównoważonego rozwoju. Definicje i geneza koncepcji zrównoważonego rozwoju (raport Brundtland, Agenda 21). Trzy filary zrównoważonego rozwoju: środowiskowy, społeczny i ekonomiczny.			
	2	Cele zrównoważonego rozwoju w politykach energetycznych UE i Polski			
	3	Porównanie OZE z energią konwencjonalną pod kątem zrównoważonego rozwoju			
	4	Etapy procesu inwestycyjnego w energetyce. Uwarunkowania prawne i środowiskowe inwestycji energetycznych			
	5	Raport oddziaływania na środowisko jako element planowania w energetyce.			
	6	Modele finansowania inwestycji w energetyce.			
	7	Biznesplan w energetyce – struktura i cele			
	8	Specyfika projektów energetycznych – co musi zawierać biznesplan OZE			
	9	Analiza ryzyka inwestycyjnego w energetyce			
	10	Wartość pieniądza w czasie – dyskontowanie przyszłych przepływów pieniężnych. Rola kosztów kapitału (WACC) w analizie inwestycyjnej			
	11	Wskaźniki efektywności: NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), DPP (Discounted Payback Period) i inne wybrane			
	12	Interpretacja wyników NPV i IRR. Wpływ parametrów wejściowych na opłacalność inwestycji			
	13	Obliczenia efektywności – część II. Porównanie projektów z wykorzystaniem wskaźników ekonomicznych. Analiza scenariuszowa (pesymistyczny, realistyczny, optymistyczny)			
	14	Narzędzia wspomagające ocenę projektów energetycznych. Arkusze kalkulacyjne, kalkulatory OZE (np. PVCalc, RETScreen). Zastosowanie modeli symulacyjnych w ocenie opłacalności			
	15	Podsumowanie i zaliczenie wykładu			
	Projekt				
	1	Wprowadzenie do projektu, rozdanie tematów projektowych i omówienie zakresu projektu			
	2	Omówienie struktury i głównych elementów biznesplanu - typowy spis treści			
	3	Omówienie struktury i głównych elementów raportu oddziaływania na środowisko zgodnie z wymogami prawnymi			
	4	Opis inwestycji – część wspólna biznesplanu i ROS. Cel i zakres inwestycji: skala, lokalizacja, planowany efekt ekologiczny			
	5	Charakterystyka technologiczna inwestycji i wybór parametrów. Biznesplan: opis technologii i wariantów wykonania. ROŚ: wpływ wybranych rozwiązań technicznych na środowisko			
Treści programowe					

	6	Analiza lokalizacji i otoczenia inwestycji. Biznesplan: uzasadnienie wyboru lokalizacji, dostępność infrastruktury. ROŚ: uwarunkowania środowiskowe – wody, gleby, flora, fauna, obszary chronione. Identyfikacja możliwych konfliktów przestrzennych i społecznych.
	7	Struktura kosztów inwestycji i eksploatacji. Biznesplan: budżet, koszty kwalifikowane i niekwalifikowane, ROŚ: koszty środków łagodzących i kompensacyjnych
	8	Prognoza produkcji energii i efektów środowiskowych. Biznesplan: prognoza uzysku, przychody i koszty, ROŚ: prognozowana redukcja emisji CO ₂ , wpływ na lokalne środowisko
	9	Źródła finansowania i wkład własny. Biznesplan: struktura finansowania, udział środków publicznych. ROŚ: wpływ źródeł finansowania na obowiązki środowiskowe (np. wymogi OoŚ)
	10	Analiza ekonomiczna inwestycji – efektywność finansowa. Biznesplan: NPV, IRR, DPP, WACC. ROŚ: wpływ kosztów środowiskowych na opłacalność inwestycji
	11	Środki minimalizujące oddziaływania i dobre praktyki. Biznesplan: uwzględnianie kosztów łagodzenia oddziaływań w budżecie. ROŚ: opis technicznych i organizacyjnych środków ograniczających emisje, hałas, wpływ na przyrodę
	12	Uwzględnienie aspektów społecznych i akceptacji społecznej. Biznesplan: akceptacja społeczna jako czynnik sukcesu projektu. ROŚ: opis konsultacji, wpływ inwestycji na zdrowie ludzi, krajobraz, hałas.
	13	Dyskusja na temat przyjętych w projektach rozwiązań ich kompletności, zgodności z wymaganiami formalnymi i nieformalnymi
	14	Prezentacja i zaliczenie projektów - część I
	15	Prezentacja i zaliczenie projektów - część II
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	wykład informacyjny/wykład problemowy/ wykład z prezentacją multimedialną
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	wykład z prezentacją multimedialną
	P	metoda projektu/ case study/dyskusja
Forma zaliczenia	W	test
	P	przygotowanie projektu/prezentacja rozwiązań projektowych
	W	Warunkiem zaliczenia na ocenę 3,0 jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z testu końcowego obejmującego zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2. Wystawiane oceny następują wg poniższego schematu: 3,5 - 60-69%, 4,0-70-79%, 4,5-80-89%, 5,0 ponad 90% punktów.
Warunki zaliczenia	P	Warunkiem zaliczenia jest przygotowanie i prezentacja projektu obejmującego zagadnienia związane z efektami uczenia się: E3, E4, E5, E6. Ocenę 5,0 może uzyskać student, którego projekt zawiera wszystkie niezbędne elementy i jest prawidłowo wykonany oraz zaprezentowany i student prawidłowo odpowiada na zadawane w trakcie prezentacji pytania, ocenę 4,5 uzyskuje student, którego praca projektowa jest pełna i nie zawiera błędów natomiast prezentacja pracy nie była płynna ale student poprawnie odpowiada na pytania dotyczące pracy, ocenę 4,0 uzyskuje student, którego projekt jest prawidłowo wykonany, ale prezentacja nie jest płynna lub student nie odpowiedział na pytania dotyczące projektu, 3,5 - uzyskuje student, którego praca projektowa zawiera nieścisłości lub nieznaczne błędy, 3,0 - uzyskuje student którego projekt spełnia minimalne wymogi.
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów
		Wiedza Umiejętności Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie	
E1	zasady zrównoważonego rozwoju oraz wpływu technologii energetycznych na środowisko w kontekście projektowania i oceny inwestycji w sektorze OZE	EK1_W10
E2	podstawowe elementy i strukturę biznesplanu oraz raportu oddziaływania na środowisko jako dokumentów wymaganych w procesie ubiegania się o wsparcie inwestycji ze środków publicznych.	EK1_W11
	Umiejętności: student potrafi	
E3	opracować biznesplan inwestycji w odnawialne źródła energii, w tym określić koszty, przychody, efektywność ekonomiczną i źródła finansowania.	EK1_U05
E4	sporządzić raport oddziaływania na środowisko dla planowanej inwestycji w OZE, zidentyfikować potencjalne oddziaływania oraz zaproponować środki ich ograniczenia	EK1_U13
E5	zaprezentować efekty swojej pracy i uzasadnić przyjęte rozwiązania inżynierskie	EK1_U11
	Kompetencje społeczne: student jest gotów do	
E6	działania w sposób twórczy i przedsiębiorczy, uwzględniając interes publiczny oraz społeczną i środowiskową odpowiedzialność inżyniera w kontekście zasad zrównoważonego rozwoju	EK1_K03
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	test	W
E2	test	W
E3	przygotowanie projektu/ prezentacja i obrona projektu	P
E4	przygotowanie projektu/ prezentacja i obrona projektu	P
E5	przygotowanie projektu/ prezentacja i obrona projektu	P
E6	przygotowanie projektu/ prezentacja i obrona projektu	P
Literatura podstawowa	1	Tomaszewski K.: Polityka klimatyczno-energetyczna Unii Europejskiej : w kierunku zrównoważonego rozwoju, Wydaw. Uniwersytetu Warszawskiego, 2024
	2	Gołąbeska E., Harasimowicz A.:Wybrane problemy związane z realizacją systemów wykorzystujących zieloną energię, Wydawn. Politechniki Białostockiej, 2023
	3	Wójtowicz A.:Polityka energetyczna jako narzędzie realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju energetyki Polski po 2004 roku, Oficyna Wydawnicza SGH - Szkoła Główna Handlowa, 2021
Literatura uzupełniająca	1	Graczyk A.: Wskaźniki zrównoważonego rozwoju w energetyce, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2017
	2	Kobie N.: Green energy : how to build a sustainable future, Cornerstone Press : Penguin Random House, 2022
Koordynator zajęć:	dr inż. Helena Rusak	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Automatyka zabezpieczeniowa w ekoenergetyce	Kod zajęć	E1ek6s.101	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Program obowiązuje od	15 30	Semestr	6	
Zajęcia wprowadzające		Punkty ECTS	3	
			2026/2027	
			E1ek5s.105; E1ek5s.106	
Cele zajęć	Zapoznanie studentów z zakłóceniami w pracy systemu elektroenergetycznego oraz rolą automatyki zabezpieczeniowej w ograniczaniu i zapobieganiu ich skutków. Przekazanie wiedzy o budowie urządzeń zabezpieczeniowych oraz zasadach ich stosowania i eksploatacji oraz funkcjach dodatkowych związanych z automatyką zabezpieczeniową. Zapoznanie z metodami doboru rodzaju i nastaw zabezpieczeń dla poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego, w tym odnawialnych źródeł energii elektrycznej. Przekazanie wiedzy o automatykach zabezpieczeniowych poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego oraz sieci z rozproszonymi źródłami energii elektrycznej. Nabycie umiejętności programowania, obsługi i badania charakterystyk cyfrowych przekaźników zabezpieczeniowych jedno- i wielowejściowych oraz układów zabezpieczeń i automatyk dla poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego.			
Ramowe treści programowe	Rola automatyki elektroenergetycznej zabezpieczeniowej i systemowej w układach elektroenergetycznych. Zakłócenia w pracy systemu elektroenergetycznego. Układy automatyk elektroenergetycznych: eliminacyjnej prewencyjnej i restytucyjnej. Automatyka elektroenergetyczna rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Sterowniki polowe dedykowane farm wiatrowych i fotowoltaicznych. Systemy wspomaganie dyspozytorskiego oraz rejestracji zakłóceń i zdarzeń - oprogramowanie SCADA. Oprogramowanie do symulacji zakłóceń występujących w poszczególnych elementach systemu elektroenergetycznego. Konfiguracja i programowanie zabezpieczeń elektroenergetycznych i automatyk. Badania eksploatacyjne urządzeń elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Obsługa oprogramowania do współpracy ze sterownikami polowymi: programowanie, logika użytkownika rejestracja zdarzeń i zakłóceń. Analiza zarejestrowanych przebiegów.			
Inne informacje o zajęciach	---			
	zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	30	30	30
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1,5	1,5	1,0
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	23,5		23,5
	Razem godzin:	75	46,5	54,5
	Razem punktów ECTS:	3	1,9	2,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się	Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
	EK1_W04	EK1_U03		
	EK1_W06	EK1_U05	EK1_K01	
		EK1_U08		
		EK1_U11		
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Dariusz Sajewicz	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	Wykład			
	1	Rola i zadania elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej w systemie elektroenergetycznym - 2h		
	2	Wymagania stawiane zabezpieczeniom elektroenergetycznym. Niezawodność zabezpieczeń - 2h		
	3	Zakłócenia w pracy systemu elektroenergetycznego i sposoby ich identyfikacji. Oprogramowanie do symulacji zakłóceń - 2h		
	4	Elementy składowe elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Przekładniki prądowe. Przekładniki napięciowe. Czujniki - 2h		
	5	Układy podstawowych sterowników polowych w wykonaniu cyfrowym - 2h		
	6	Automatyka SPZ, SZR i SCO. Systemy wspomaganie dyspozytorskiego oraz rejestracji zakłóceń i zdarzeń - oprogramowanie SCADA - 2h		
	7	Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa rozproszonych źródeł energii elektrycznej - 2h		
	8	Podsumowanie i zaliczenie wykładu - 1h		
	Laboratorium			
	1	Zajęcia organizacyjne - 1h		
	2	Badanie przekaźników pomiarowych napięciowych - 3h		
	3	Badanie przekaźników nadprądowych - 3h		
	4	Badanie przekaźnika kierunkowego - 3h		
	5	Badanie zabezpieczenia różnicowego wzdłużnego transformatora - 3h		
	6	Badanie cyfrowego sterownika pola linii elektroenergetycznej SN - 3h		
	7	Badanie cyfrowego sterownika silnika asynchronicznego SN - 3h		
	8	Badanie układu automatyki samoczynnego częstotliwościowego odciążania SCO - 3h		
	9	Badanie układu automatyki samoczynnego ponownego załączenia SPZ - 3h		
	10	Badanie układu automatyki samoczynnego załączenia rezerwy SZR - 3h		
	11	Podsumowanie i zaliczenie laboratorium - 2h		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	zaliczenie pisemne		
Forma zaliczenia	L	ocena sprawozdań, sprawdziany przygotowania do ćwiczeń		
	W	zaliczenie pisemne		

L	ocena sprawozdań, sprawdziany przygotowania do ćwiczeń
	Kolokwium zaliczeniowe obejmuje 5 pytań sformułowanych zgodnie z efektami uczenia się E1, E2. Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie przez studenta minimum oceny dostatecznej z każdego pytania na kolokwium. Ocena 3.0: Podstawowe informacje o zakłóceniach w systemie elektroenergetycznym, ich skutkach, wymaganiach stawianych automatyce elektroenergetycznej i idei działania poszczególnych zabezpieczeń oraz elementów układów automatyki. Ocena 3.5: +Dobór nastaw automatyki elektroenergetycznej.
W	Ocena 4.0: +Szczegółowe informacje o zakłóceniach w systemie elektroenergetycznym, ich skutkach, wymaganiach stawianych automatyce elektroenergetycznej i idei działania poszczególnych zabezpieczeń oraz elementów układów automatyki. Ocena 4.5: +Automatyka zabezpieczeniowa eliminacyjna, restytucyjna, prewencyjna oraz odnawialnych źródeł energii. Ocena 5.0: +Tendencje rozwojowe automatyki zabezpieczeniowej.

Legenda:
(+) – oznacza iż jest to dodatkowa wiedza ponad minimum na 3.0.

Warunki zaliczenia

L	Komplet sprawozdań grupy laboratoryjnej oraz zaliczone na 3.0 wszystkie sprawdziany przygotowania do ćwiczeń obejmujące zagadnienia związane z efektami uczenia się: E3, E4, E5, E6, E7. Sprawdzian przygotowania do ćwiczeń obejmuje 2 pytania z części teoretycznej instrukcji ćwiczenia laboratoryjnego. Ocena 3.0: Zna podstawy zasady działania automatyki elektroenergetycznej. Potrafi poprawnie skonfigurować układ do badania elementów automatyki elektroenergetycznej. Potrafi dokonać interpretacji otrzymanych wyników badań i wyciągnąć właściwe wnioski. Ocena 3.5: +Posiada umiejętność konfiguracji analogowych zabezpieczeń elektroenergetycznych. Ocena 4.0: + Potrafi poprawnie skonfigurować i zaprogramować cyfrowe zabezpieczenie elektroenergetyczne. Ocena 4.5: + Potrafi wykorzystać poznaną wiedzę z wykładu oraz urządzeń i sieci elektroenergetycznych do analizy i oceny działania automatyki elektroenergetycznej. Ocena 5.0: +Samodzielnie konfiguruje układ pomiarowy, programuje zabezpieczenie, przeprowadza pomiary wybranych charakterystyk automatyki elektroenergetycznej. Legenda: (+) – oznacza iż jest to dodatkowa umiejętność ponad minimum na 3.0.
---	---

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	zna i rozumie w zaawansowanym stopniu procesy zachodzące w normalnej pracy i stanach zakłóceńowych urządzeń stosowanych w energetyce	EK1_W04		
E2	zna w zaawansowanym stopniu zagadnienia związane z funkcjonowaniem systemów elektroenergetycznych	EK1_W06		
Umiejętności: student potrafi				
E3	potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiary podstawowych parametrów oraz skonfigurować urządzenia automatyki zabezpieczeniowej		EK1_U03	
E4	wykorzystuje poznane metody, modele i programy komputerowe do analizy i oceny pracy w stanach zakłóceńowych wybranych urządzeń układów elektroenergetycznych		EK1_U05	
E5	uzupełnia samodzielnie wiedzę w zakresie nowoczesnych rozwiązań automatyki zabezpieczeniowej w ekoenergetyce		EK1_U08	
E6	potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole		EK1_U11	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
E7	potrafi dokonać krytycznej oceny pozyskanej wiedzy z zakresu rozwiązań automatyki zabezpieczeniowej w ekoenergetyce			EK1_K01

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie wykładu	W
E2	zaliczenie wykładu	W
E3	sprawozdanie z ćwiczenia	L
E4	sprawozdanie z ćwiczenia	L
E5	sprawozdanie z ćwiczenia	L
E6	obserwacja pracy na zajęciach lab.; sprawozdanie z ćwiczenia	L
E7	sprawozdanie z ćwiczenia; obserwacja pracy na zajęciach lab.	L

Literatura podstawowa	1	Winkler W., Wiszniewski A.: Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych. PWN, Warszawa 2020.
	2	Korniluk W., Woliński K.: Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2012.
	3	Lubośny Z.: Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa farm wiatrowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
	4	Winkler W., Wiszniewski A.: Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 2014.

1	Hoppel W.: Sieci średnich napięć. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2021.
---	---

Literatura uzupełniająca	2	Wilson R.G., Northcote-Green J.: Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems. Taylor&Francis Group 2017.	
	3	Guevich V.: Electric relays principles and applications. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2006.	
	4	Borkiewicz K.: Automatyka zabezpieczeniowa regulacyjna i łączeniowa w systemie elektroenergetycznym. ZIAD Bielsko-Biała Spółka akcyjna. Wydanie czwarte niezmienione. Bielsko-Biała 2005.	
Koordynator zajęć:	<i>dr inż. Dariusz Sajewicz</i>	Data:	<i>09.05.2025</i>

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Kompatybilność elektromagnetyczna	Kod zajęć	E1ek6s.102	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	15 15	Punkty ECTS	3	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	E1ek1s.005, E1ek2s.004, E1ek2s.003, E1ek3s.003, E1ek3s.002, E1ek4s.002, E1ek5s.102, E1ek5s.106			
Cele zajęć	Zapoznanie z podstawowymi źródłami zaburzeń elektromagnetycznych oraz zjawiskami związanymi z powstawaniem, rozprzestrzenianiem się i oddziaływaniem zaburzeń w urządzeniach i systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych. Zapoznanie z zagadnieniami prawa technicznego, certyfikacji i normalizacji w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Zapoznanie z wybranymi metodami badań i pomiarów w zakresie EMC oraz wykształcenie umiejętności prowadzenia takich badań, opracowania dokumentacji i interpretacji wyników. Zapoznanie z podstawowymi metodami i środkami ochrony przed zaburzeniami elektromagnetycznymi.			
Ramowe treści programowe	Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Prawo techniczne i certyfikacja w zakresie EMC, zagadnienia związane z wprowadzaniem do obrotu i oddawaniem do użytku urządzeń i instalacji elektrycznych i elektronicznych. Źródła zaburzeń elektromagnetycznych i stwarzane przez nie zagrożenia. Zasady zakłócającego oddziaływania sygnałów. Wybrane metody badań i pomiarów w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej i ochrony przeciwzakłóceń. Ograniczanie zaburzeń elektromagnetycznych w systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych: ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa, wyrównywanie potencjałów, uziemianie, ekranowanie, układanie przewodów.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową			
Wyczerpie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	15	15	15
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1,5	1,5	0,8
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	38,5		38,5
	Razem godzin:	75	31,5	54,3
	Razem punktów ECTS:	3	1,3	2,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się	Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
	EK1_W04	EK1_U03		
	EK1_W06	EK1_U11	EK1_K01	
	EK1_W11	EK1_U13		
Cele i treści ramowe sformułował	Dr hab. inż. Renata Markowska, prof. PB	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	Wykład			
	1	Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Prawo techniczne i certyfikacja w zakresie EMC: dyrektywa EMC i normy zharmonizowane, ocena zgodności z dyrektywą, wprowadzanie do obrotu i oddawanie do użytku urządzeń i instalacji elektrycznych. (2 godz.)		
	2	Źródła zaburzeń elektromagnetycznych i stwarzane przez nie zagrożenia. (2 godz.)		
	3	Zjawiska i zasady zakłócającego oddziaływania sygnałów: sprzężenia elektromagnetyczne. (2 godz.)		
	4	Metody badań odporności urządzeń elektrycznych/elektronicznych na zaburzenia. (2 godz.)		
	5	Metody pomiarów emisyjności urządzeń elektrycznych/elektronicznych. (2 godz.)		
	6	Metody i środki do ograniczania zaburzeń elektromagnetycznych: ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa, uziemianie, wyrównywanie potencjałów, ekranowanie, filtrowanie, układanie przewodów. (2 godz.)		
	7	Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa w systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych OZE: elektrownie fotowoltaiczne, wiatrowe, biogazownie. (2 godz.)		
	8	Zaliczenie. (1 godz.)		
	Laboratorium			
	1	Wprowadzenie, regulamin organizacji pracy w laboratorium, zasady BHP. (2 godz.)		
	2	Generatory udarowe. (2 godz.)		
	3	Badanie tłumienia różnego rodzaju ekranów. (2 godz.)		
	4	Zjawiska falowe w liniach długich. (2 godz.)		
	5	Sprzężenia pomiędzy układami przewodów. (2 godz.)		
	6	Elementy i układy do ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej. (2 godz.)		
	7	Pomiar promieniowanych i przewodzonych zaburzeń elektromagnetycznych. (2 godz.)		
	8	Zaliczenie. (1 godz.)		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	Wykład z prezentacją multimedialną, realizowany w systemie 7,5 x 2h		
	L	Ćwiczenia laboratoryjne, realizowane w systemie 7,5 x 2h		
Forma zaliczenia	W	Sprawdzian pisemny z zadaniami (pytaniami) otwartymi;		
	L	Testy sprawdzające przygotowanie do ćwiczeń (ustne lub pisemne); sprawozdania z ćwiczeń; praca podczas zajęć;		
Warunki zaliczenia	W	Zaliczenie wszystkich zadań obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się (E1, E2, E3) na co najmniej 50%. Ocena końcowa obliczana jako średnia arytmetyczna ocen cząstkowych. Skala ocen: "3,0" - 50-59%, "3,5" - 60-69%, "4,0" - 70-79%, "4,5" - 80-89%, "5,0" - 90-100%.		
	L	Udział w zajęciach; zaliczenie testów i sprawozdań obejmujące zagadnienia związane z efektami uczenia się: E4, E5. Ocena końcowa obliczana jako średnia arytmetyczna ocen z testów i sprawozdań, może zostać podwyższona lub obniżona zależnie od jakości pracy studenta.		

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	główne źródła zaburzeń elektromagnetycznych i zjawiska związane z powstawaniem, rozprzestrzenianiem się i oddziaływaniem zaburzeń w systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych;	EK1_W04 EK1_W06		
E2	zasady harmonizacji prawa technicznego i certyfikacji wyrobów oraz wybrane metody badań i pomiarów w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC);	EK1_W04 EK1_W06 EK1_W11		
E3	podstawowe metody i środki ochrony przed zaburzeniami elektromagnetycznymi w systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych;	EK1_W04 EK1_W06 EK1_W11		
Umiejętności: student potrafi				
E4	dokonać wybranych badań i pomiarów w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej i ochrony przeciwzakłóceń oraz opracować dokumentację techniczną z realizacji tych badań i poprawnie zinterpretować wyniki;		EK1_U03 EK1_U11 EK1_U13	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
E5	krytycznej oceny wiedzy i zasięgania opinii ekspertów w celu rozwiązywania problemów kompatybilności elektromagnetycznej i ochrony przeciwzakłóceń w systemach elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych OZE;			EK1_K01
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja		
E1	Sprawdzian z zadaniami (pytaniami) otwartymi;	W		
E2	Sprawdzian z zadaniami (pytaniami) otwartymi;	W		
E3	Sprawdzian z zadaniami (pytaniami) otwartymi;	W		
E4	Testy sprawdzające przygotowanie do ćwiczeń; sprawozdania z ćwiczeń; praca studenta podczas zajęć	L		
E5	Testy sprawdzające przygotowanie do ćwiczeń; sprawozdania z ćwiczeń; praca studenta podczas zajęć	L		
Literatura podstawowa	1	Sroka J.; Compendium on electromagnetic compatibility; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2021.		
	2	Borecki M., Sroka J.; Kompatybilność elektromagnetyczna: pomiary i badania; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2021.		
	3	Augustyniak L.; Laboratorium kompatybilności elektromagnetycznej; Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2010.		
	4	Więckowski T. W.; Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.		
	5	Charoy A.; Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych: zasady i porady instalacyjne; Tom 1: Źródła, sprzężenia, skutki; Tom 2: Uziemienia, masy, przewodowanie; Tom 3: Ekrany, filtry, kable i przewody ekranowane; Tom 4: Zasilanie, ochrona odgromowa, środki zaradcze; Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999/2000.		
Literatura uzupełniająca	1	Sowa A.; Ochrona urządzeń oraz systemów elektronicznych przed narażeniami piorunowymi; Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej; Białystok, 2011.		
	2	Sroka J.; Niepewność pomiarowa w badaniach EMC: pomiary emisyjności radioelektrycznej; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.		
	3	Markowska R., Sowa A.; Ochrona odgromowa obiektów budowlanych, Seria: Zeszyty dla elektryków – nr 6; Dom Wydawniczy Medium; Warszawa, 2009.		
	4	Markowska R., Sowa A.; Ograniczanie przepięć w instalacjach elektrycznych w obiektach budowlanych. Seria: Zeszyty dla elektryków – nr 9; Dom Wydawniczy Medium; Warszawa, 2011.		
	5	Machczyński W.; Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej; Poznań, 2010.		
	6	Ruszel P.; Kompatybilność elektromagnetyczna elektronicznych urządzeń pomiarowych; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008.		
	7	Ott H. W.; Electromagnetic compatibility engineering; NJ: Wiley, Hoboken 2009.		
	8	Williams T.; EMC for systems and installations; Newnes, Oxford 2000.		
	9	Williams T.; EMC for product designers: (meeting the European EMC directive); Newnes, Oxford 2000.		
	10	Kodali V. P.; Engineering electromagnetic compatibility: principles, measurements, technologies and computer models; The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York 2000.		
Koordynator zajęć:	<i>Dr hab. inż. Renata Markowska, prof. PB</i>	Data:	09.05.2025	

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny			
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów		pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia		ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Podwyższanie efektywności energetycznej obiektów i procesów	Kod zajęć		E1ek6s.103	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Rodzaj zajęć		obowiązkowe	
Program obowiązuje od	15 30	Semestr		6	
Zajęcia wprowadzające		Punkty ECTS		4	
Cele zajęć	Wyszkolenie zasad oceny efektywności energetycznej i kryteriów doboru rozwiązań technicznych poprawiających efekt energetyczny. Nauczenie podstawowych rozwiązań technologicznych stosowanych w zarządzaniu i monitorowaniu energii wytworzonej z OZE i konwencjonalnie oraz stosowania zasad ograniczania strat mocy i energii.				
Ramowe treści programowe	Zasoby energetyczne krajowe i światowe i ich użytkowanie. Produkcja i użytkowanie energii elektrycznej w Polsce. Zmienność obciążeń w przemyśle: moc średnia, szczytowa i minimalna - elementy rynku mocy. Bilans energetyczny obiektów i procesów: wykresy obciążeń dobowych chronologiczne i uporządkowane. Zmienność obciążenia okręgu przemysłowego. Czas trwania mocy szczytowej i czas trwania maksymalnych strat. Straty mocy i energii: straty obciążeniowe i jałowe. Metody zmniejszania strat energii elektrycznej w sieciach przemysłowych: strata bilansowa, straty handlowe, straty techniczne. Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii a rzecz zrównoważonego rozwoju w energetyce rozproszonej.				
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju zajęcia kształtują umiejętności praktyczne				
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:		godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach		15	15	
	udziałem w innych formach zajęć		30	30	30
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć		2	2	1,3
	realizacją praktyki zawodowej		0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu		5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć		48		48
	Razem godzin:		100	47,0	79,3
	Razem punktów ECTS:		4	1,9	3,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się			Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
			EK1_W05	EK1_U03	EK1_K03
			EK1_W08	EK1_U10	
			EK1_W11		
Cele i treści ramowe sformułował	dr hab. inż. Maciej Zajkowski, prof. PB		Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029				
Treści programowe	<p>Wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> Zasoby energetyczne krajowe i światowe i ich użytkowanie (2h) Ocena zapotrzebowania na energię (2h) Zmienność obciążeń w przemyśle: moc średnia, szczytowa i minimalna - elementy rynku mocy (2h) Bilans energetyczny obiektów i procesów: wykresy obciążeń dobowych chronologiczne i uporządkowane (2h) Metody zmniejszania strat energii elektrycznej w sieciach przemysłowych: strata bilansowa, straty handlowe, straty techniczne (4h) Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii w energetyce rozproszonej do redukcji emisji (3h) <p>Projekt</p> <ol style="list-style-type: none"> Ocena zapotrzebowania na energię (4h) Identyfikacja uwarunkowań lokalnych obiektu lub procesów(4h) Ocena energochłonności (4h) Analiza dostępnych technologii monitorowania i zarządzania energią na podstawie kart katalogowych (4h) Wykorzystanie narzędzi wspierających projektowanie systemów efektywności energetycznej (10h) Prezentacja projektów (4h) 				
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	wykład z prezentacją multimedialną			
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	P	metoda projektowa, indywidualne konsultacje w zakresie projektu			
Forma zaliczenia	W	wykład z prezentacją multimedialną			
	P	ocena projektu, ocena prezentacji multimedialnej			
Warunki zaliczenia	W	Warunkiem zaliczenia jest realizacja pisemnego testu wiedzy obejmującego zagadnienia związane z efektami uczenia się (E1, E2, E3), a jego ocena odbywa się w ujęciu procentowym. Aby uzyskać pozytywną ocenę student musi zdobyć minimum 50% poprawnych odpowiedzi. Skala ocen:"3,0"- 50-65%, "3,5" - 65-75%, "4,0" - 75-85%, "4,5" - 85-90%, "5,0" - 90-100%.			
	P	Warunkiem zaliczenia jest zrealizowanie wszystkich elementów projektu oraz przygotowanie prezentacji multimedialnej na temat projektu, obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E3, E4, E5. Ocena "3,0": średnia z ocenionych projektów i prezentacji multimedialnej od 3,00 do 3,49. Ocena "3,5" średnia z ocenionych projektów i prezentacji multimedialnej od 3,50 do 3,74. Ocena "4,0" średnia z ocenionych projektów i prezentacji multimedialnej od 3,75 do 4,24. Ocena "4,5" średnia z ocenionych projektów i prezentacji multimedialnej od 4,25 do 4,74. Ocena "5,0"średnia z ocenionych projektów i prezentacji multimedialnej od 4,75 do 5,00.			

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	klasyfikacje systemy zarządzania i monitorowania energii	EK1_W05		
E2	metody doboru rozwiązań do specyfiki obiektów lub procesów	EK1_W08		
E3	wykorzystanie platform zarządzania energią w kontekście zrównoważonego rozwoju	EK1_W11		
Umiejętności: student potrafi				
E4	projektować i analizować konfiguracje systemów zarządzania		EK1_U03	
E5	przeprowadzić analizę energetyczną obiektów i procesów		EK1_U10	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
E6	oceny wpływu rozwiązań na środowisko i zrównoważony rozwój			EK1_K03
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja		
E1	zaliczenie pisemne	W		
E2	zaliczenie pisemne	W		
E3	zaliczenie pisemne	W		
E4	Wykonanie i obrona projektu	P		
E5	Wykonanie i obrona projektu	P		
E6	Wykonanie i obrona projektu	P		
Literatura podstawowa	1	Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831).		
	2	Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii		
	3	Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej		
	4	Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.		
Literatura uzupełniająca	1	Maciej Robakiewicz, "Audyt efektywności energetycznej i audyty energetyczne przedsiębiorstw" Warszawa 2017		
Koordynator zajęć:	dr hab. inż. Maciej Zajkowski, prof. PB		Data:	09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Projektowanie sieci i stacji elektroenergetycznych	Kod zajęć	E1ek6s.104	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	30	Punkty ECTS	3	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	-			
Cele zajęć	Wykonanie projektu napowietrznej i kablowej sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia zasilanej ze stacji transformatorowej SN/nn.			
Ramowe treści programowe	Projektowanie napowietrznych i kablowych linii elektroenergetycznych niskiego napięcia oraz stacji transformatorowych SN/nn z uwzględnieniem wymagań projektowania uniwersalnego. Określanie obciążeń odbiorców i oświetlenia ulicznego. Dobór typu i mocy transformatora. Dobór typów i przekrojów przewodów i kabli nn. Dobór zabezpieczeń w polach odpływowych stacji. Dobór słupów i osprzętu linii napowietrznych. Dobór złączy kablowych i napowietrznych. Dobór urządzeń elektroenergetycznych głównych i pomocniczych stacji do pracy w warunkach normalnych i zwarciovych. Rozmieszczenie urządzeń w stacji transformatorowej. Obliczenie i dobór układów uzimających.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	0	0	
	udziałem w innych formach zajęć	30	30	30
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1,5	1,5	1,5
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	0		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	43,5		43,5
	Razem godzin:	75	31,5	75,0
	Razem punktów ECTS:	3	1,3	3,0
			Wiedza	Umiejętności
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się			EK1_U01 EK1_U03 EK1_U09 EK1_U12 EK1_U13	
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Grzegorz Hołdyński	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	Projekt			
	1	Treść, zawartość i forma projektu. Opracowanie i przekazanie zadań projektowych - 1 godz.		
	2	Określanie obciążeń odbiorców - 1 godz.		
	3	Dobór oświetlenia ulicznego oraz ustalenie obciążeń obwodów oświetleniowych - 2 godz.		
	4	Dobór typu i mocy transformatora - 1 godz.		
	5	Dobór typów i przekrojów kabli elektroenergetycznych oraz przewodów linii napowietrznych - 4 godz.		
	6	Dobór zabezpieczeń w polach odpływowych stacji - 1 godz.		
	7	Dobór słupów i osprzętu linii napowietrznych - 4 godz.		
	8	Dobór przyłączy napowietrznych i złączy kablowych - 2 godz.		
	9	Dobór urządzeń głównych i pomocniczych stacji - 4 godz.		
	10	Dobór budynku oraz rozmieszczenie urządzeń w stacji transformatorowej - 2 godz.		
	11	Obliczenie i dobór układów uzimających - 4 godz.		
	12	Opracowanie planu sytuacyjnego oraz schematów sieci i stacji - 2 godz.		
13	Obrona projektu - 2 godz.			
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	P	Projektowanie praktycznych rozwiązań technicznych sieci i stacji elektroenergetycznych. Zajęcia realizowane w wymiarze 15 x 2h		
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	Projektowanie praktycznych rozwiązań technicznych sieci i stacji elektroenergetycznych. Zajęcia realizowane w wymiarze 15 x 2h		
Forma zaliczenia	P	Wykonanie projektu, obrona projektu		
Warunki zaliczenia	P	Ocena dostateczna - sporządzenie dokumentacji projektowej sieci i stacji elektroenergetycznej niskiego napięcia zgodnie z otrzymaną kartą projektową. Na ocenę pozytywną projekt bezwzględnie musi zawierać: obliczenia doboru oraz wybór odpowiednich rozwiązań technicznych wszystkich elementów (kabli, przewodów, słupów, złączy, transformatora, aparatury łączeniowej i zabezpieczającej) przy wykorzystaniu odpowiednich norm i katalogów (E1, E3, E4) oraz oprogramowania (E2), plan sieci i stacji na podkładzie geodezyjnym oraz schemat jednoliniowy. Ocena dostateczna może być podwyższona za staranną szatę graficzną projektu, obszerny opis techniczny, bogate komentarze do obliczeń, zestawienie materiałów, rysunki dobranych słupów i skrzyżowań.		
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		Wiedza: student zna i rozumie		
		Umiejętności: student potrafi		
E1	projektować proste sieci i stacje elektroenergetyczne, samodzielnie korzystając z norm, katalogów, baz danych i innych źródeł oraz stosując zasady projektowania uniwersalnego		EK1_U01 EK1_U12 EK1_U13	

E2	posługiwać się specjalistycznym oprogramowaniem narzędziowym do projektowania sieci i stacji elektroenergetycznych	EK1_U03
E3	sporządzić dokumentację projektową sieci i stacji elektroenergetycznej	EK1_U01
E4	wyjaśnić funkcjonalność poszczególnych elementów zaprojektowanych układów elektroenergetycznych	EK1_U09
Kompetencje społeczne: student jest gotów do		
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	Wykonanie i obrona projektu	P
E2	Wykonanie i obrona projektu	P
E3	Wykonanie i obrona projektu	P
E4	Wykonanie i obrona projektu	P
Literatura podstawowa	1	Hudym V., Jagiełło A. S.: Zasady projektowania i eksploatacji elektroenergetycznych linii napowietrznych.
	2	Julian Wiatr J., Lenartowicz R., Orzechowski M.: Podstawy projektowania i budowy elektroenergetycznych linii
	3	Hoppel W.: Sieci średnich napięć. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
	4	Dolega W.: Stacje elektroenergetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.
	5	Klajn A., Markiewicz H.: Stacje elektroenergetyczne: urządzenia główne stacji transformatorowo-rozdzielczych. Wydawnictwo COSiW-SEP, Warszawa 2008.
Literatura uzupełniająca	1	Szkutnik J.: Perspektywy i kierunki rozwoju systemu elektroenergetycznego: zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.
	2	Hoppel W., Marciniak R.: Uziemienia w sieciach elektroenergetycznych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.
	3	Glover J. D., Sarma M., Overbye T. J.: Power system analysis and design. Cengage Learning, Stamford 2012.
	4	McDonald J. D.: Electric power substations engineering. CRC Press, Boca Raton 2007.
Koordynator zajęć:	<i>dr inż. Grzegorz Holdyński</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA							Wydział Elektryczny			
Kierunek studiów	Ekoenergetyka						Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne		
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej						Profil kształcenia	ogólnoakademicki		
Nazwa zajęć	Jakość energii w systemach EE z OZE						Kod zajęć	E1ek6s.105		
							Rodzaj zajęć	obowiązkowe		
Formy zajęć i liczba godzin	W	Ć	L	P	Ps	T	S	Semestr	6	
	15		15					Punkty ECTS	3	
Program obowiązuje od							2026/2027			
Zajęcia wprowadzające							E1ek5s.105			
Cele zajęć	Zapoznanie z zagadnieniami dotyczącymi jakości energii elektrycznej, parametrami i wskaźnikami je opisującymi, a także przepisami i normami dotyczącymi jakości energii elektrycznej. Przekazanie zagadnień związanych z jakością dostawy energii elektrycznej z punktu widzenia odbiorców energii elektrycznej (konsumentów lub prosumentów) oraz dostawców energii elektrycznej (operatorów systemów dystrybucyjnych).									
Ramowe treści programowe	Definicja jakości energii elektrycznej. Znaczenie jakości energii elektrycznej w kontekście wdrażania inteligentnych systemów elektroenergetycznych oraz transformacji energetycznej. Podział zaburzeń jakości energii elektrycznej. Zasady normalizacji i standardy obowiązujące w obszarze jakości energii elektrycznej. Definicje, przyczyny i skutki oraz wymagania stawiane parametrom opisującym jakość energii elektrycznej. Analiza praktycznych przypadków. Badania jakości energii elektrycznej w wybranych urządzeniach elektroenergetycznych. Wizualizacja i analiza wyników pomiarów przy wykorzystaniu oprogramowania SCADA. Wyznaczanie wartości minimalnych, maksymalnych oraz kwantylu 95% poszczególnych parametrów jakościowych. Pomiar i kompensacja mocy biernej.									
Inne informacje o zajęciach	zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową									
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:						godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych	
	udziałem w wykładach						15	15		
	udziałem w innych formach zajęć indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć						1,5	1,5	0,8	
	realizacją praktyki zawodowej						0	0	0	
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu						5			
	przygotowaniem do bieżących zajęć						38,5		38,5	
	Razem godzin:						75	31,5	54,3	
	Razem punktów ECTS:						3	1,3	2,2	
							Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
	Zakładane kierunkowe efekty uczenia się							EK1_W02 EK1_W08	EK1_U03 EK1_U09 EK1_U11	
Cele i treści ramowe sformułował	dr hab. inż. Zbigniew Skibko, prof. PB						Data:	2025-05-09		
Realizacja w roku akademickim							2028/2029			
Treści programowe	Wykład									
	1	Ogólna charakterystyka i klasyfikacja źródeł zaktówceń w sieciach zasilających. Definicja jakości energii elektrycznej. - 3 godz.								
	2	Parametry określające jakość energii elektrycznej oraz wymagania im stawiane. - 3 godz.								
	3	Metody wyznaczania wskaźników jakości energii elektrycznej. Metody pomiarów prądów i napięć do określenia parametrów jakości energii elektrycznej. Aparatura pomiarowa do analizy parametrów sieci. - 3 godz.								
	4	Harmoniczne w układach elektroenergetycznych: źródła harmonicznych prądu i napięcia. Współczynniki odkształcenia mocy. - 3 godz.								
	5	Moc bierna w układach elektroenergetycznych. Aktywne i pasywne układy kompensacji mocy biernej. - 2 godz.								
6	Zaliczenie testowe - 1 godz.									
	Laboratorium									
1	Wprowadzenie, omówienie zasad BHP oraz zasad użytkowania przyrządów pomiarowych - 3 godz.									
2	Badania rozprężu prądów i mocy w sieciach elektroenergetycznych - 3 godz.									
3	Badania układów kompensacji mocy biernej w sieci elektroenergetycznej - 3 godz.									
4	Badania parametrów jakości energii elektrycznej pobieranej przez źródła światła - 3 godz.									
5	Podsumowanie i zaliczenie laboratorium - 3 godz.									
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	wykład z prezentacją multimedialną. Zajęcia realizowane w wymiarze 5 x 3h								
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	L	badania i analizy laboratoryjne. Zajęcia realizowane w wymiarze 15 x 2h								
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	wykład z prezentacją multimedialną,								
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie testowe								
	L	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonanie sprawozdania, zaliczenie wejściówek								

	Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się (E1, E2) na poziomie minimum 30 %. Z testu można uzyskać łącznie 15 pkt. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: 0-7 pkt - ocena 2.0 8-9 pkt - ocena 3.0 10 pkt - ocena 3.5 11-12 pkt - ocena 4.0 13 pkt - ocena 4.5 14-15 pkt - ocena 5.0
--	---

Warunki zaliczenia	<p>Ocena dostateczna: obecność na wszystkich zajęciach + wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych + ocena pozytywna ze wszystkich wykonywanych sprawozdań z zajęć + ocena pozytywna ze wszystkich pisanych sprawdzianów z przygotowania do ćwiczeń obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E3, E4, E5. Ocenę wyższą niż dostateczna można osiągnąć za:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aktywność podczas zajęć, - staranną szatę graficzną sprawozdań, - obszerne i logiczne wnioski z przeprowadzonych badań, - uzyskanie wyższych niż dostateczne oceny ze sprawdzianów z przygotowania do ćwiczeń. <p>Ocena końcowa liczona na podstawie średniej arytmetycznej z otrzymanych ocen cząstkowych</p> <p>Ocena 2.0 - średnia poniżej 3,00 Ocena 3.0 - średnia 3,00 Ocena 3.5 - średnia od 3,01 do 3,50 Ocena 4.0 - średnia od 3,51 do 4,00 Ocena 4.5 - średnia od 4,01 do 4,50 Ocena 5.0 - średnia powyżej 4,50</p>
---------------------------	--

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie			
E1	modele matematyczne opisujące jakość energii elektrycznej w układach elektroenergetycznych	EK1_W02		
E2	parametry opisujące jakość energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii	EK1_W08		
	Umiejętności: student potrafi			
E3	wykonywać pomiary podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej oraz interpretować uzyskane wyniki		EK1_U03	
E4	wyjaśnić funkcjonalność badanych układów w świetle obowiązujących norm i przepisów		EK1_U09	
E5	planować i organizować pracę indywidualną i w zespole		EK1_U11	
	Kompetencje społeczne: student jest gotów do			

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie testowe	W
E2	zaliczanie testowe	W
E3	wykonanie sprawozdań laboratoryjnych; praca na zajęciach	L
E4	wykonanie sprawozdań laboratoryjnych; praca na zajęciach	L
E5	wykonanie sprawozdań laboratoryjnych; praca na zajęciach	L
Literatura podstawowa	1 PN-EN 50160:2010 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych	
	2 Hanzelka Z. Jakość dostawy energii elektrycznej: Zaburzenia wartości skutecznej napięcia. Kraków: Wydaw. AGH, 2013.	
	3 Hanzelka Z., Piątek K.. Instalacje fotowoltaiczne w systemie elektroenergetycznym: Jakość dostaw energii elektrycznej, Warunki techniczne przyłączenia instalacji PV. Warszawa: Wydaw. Naukowe PWN, 2024.	
	4 Strzelecki, R., Supronowicz H. Współczynnik mocy w systemach zasilania prądu przemiennego i metody jego poprawy. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000.	
	5 Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2023 poz. 819 z póź. zm.)	
Literatura uzupełniająca	1 Kowalski Z.: Jakość energii elektrycznej, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007	
	2 Baggini, A., et al. Handbook of electrical power reliability: Selected issues. Kraków: Wydaw. AGH, 2021.	
	3 Baggini A. (Editor): Handbook of Power Quality, Wiley, London 2008	
	4 Fuchs E.F, Masoum M. A.S.: Power Quality in Power Systems and Electrical Machines, Academic Press, 2008.	
Koordynator zajęć:	<i>dr hab. inż. Zbigniew Skibko, prof. PB</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Stacje elektroenergetyczne	Kod zajęć	E1ek6s.106	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	15 15	Punkty ECTS	3	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	-			
Cele zajęć	Zapoznanie studentów z tradycyjnymi i nowoczesnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi stacji transformatorowych SN/nn, a także zadaniami stacji i doborem urządzeń wchodzących w skład stacji. Nauczenie podstaw projektowania stacji oraz wymagań, jakie powinna spełniać nowo projektowana stacja transformatorowo-rozdzielcza SN/nn z uwzględnieniem wymagań projektowania uniwersalnego. Wykonanie projektu stacji transformatorowej SN/nn. Wykształcenie umiejętności wykonywania badań eksploatacyjnych wybranych urządzeń wchodzących w skład stacji elektroenergetycznych.			
Ramowe treści programowe	Układy stacji elektroenergetycznych SN/nn. Urządzenia główne i pomocnicze stacji elektroenergetycznych SN/nn. Inteligentne stacje elektroenergetycznej (smart power station). Wizualizacja stanów pracy stacji i sterowanie urządzeń przy wykorzystaniu oprogramowania SCADA. Stacje ładowania samochodów elektrycznych. Magazyny energii elektrycznej. Rozdzielnice średniego i niskiego napięcia. Prefabrykowane stacje transformatorowe. Ochrona przeciwporażeniowa w stacjach elektroenergetycznych. Uziemienia robocze i ochronne urządzeń stacji. Czynności łączeniowe w rozdzielnicach średniego i niskiego napięcia. Badania eksploatacyjne wybranych urządzeń wchodzących w skład stacji elektroenergetycznych. Pomiary rezystancji uziemień i rezystywności gruntu.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	15	15	15
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1,5	1,5	0,8
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	38,5		38,5
	Razem godzin:	75	31,5	54,3
	Razem punktów ECTS:	3	1,3	2,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W06	EK1_U03	
		EK1_W08	EK1_U11	
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Grzegorz Hołdyński	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	Wykład			
	1	Rola i zadania stacji w systemie elektroenergetycznym. Podział stacji - 1 godz.		
	2	Układy i konfiguracje stacji elektroenergetycznych SN/nn - 1 godz.		
	3	Rozwiązania konstrukcyjne transformatorów energetycznych SN/nn - 2 godz.		
	4	Urządzenia główne i pomocnicze stacji elektroenergetycznych SN/nn - 2 godz.		
	5	Inteligentne stacje elektroenergetycznej (smart power station) - 2 godz.		
	6	Stacje ładowania samochodów elektrycznych. Magazyny energii elektrycznej - 3 godz.		
	7	Ochrona przeciwporażeniowa w stacjach elektroenergetycznych. Uziemienia robocze i ochronne urządzeń stacji. - 3 godz.		
	8	Zaliczenie pisemne w formie testu - 1 godz.		
	Laboratorium			
	1	Wprowadzenie, omówienie zasad BHP oraz zasad użytkowania przyrządów pomiarowych - 2 godz.		
	2	Oględziny urządzeń stacji elektroenergetycznej SN/nn - 2 godz.		
	3	Czynności łączeniowe w rozdzielnicach niskiego napięcia - 2 godz.		
	4	Czynności łączeniowe w rozdzielnicach średniego napięcia - 2 godz.		
	5	Wyznaczanie trasy oraz lokalizacja uszkodzenia linii kablowej - 2 godz.		
	6	Pomiary rezystancji uziemień i rezystywności gruntu - 4 godz.		
	7	Podsumowanie i zaliczenie laboratorium - 1 godz.		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	Wykład z prezentacją multimedialną, filmy dydaktyczne. Zajęcia realizowane w wymiarze 7,5 x 2h		
	L	Badania i analizy laboratoryjne. Zajęcia realizowane w wymiarze 7,5 x 2h		
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	Wykład z prezentacją multimedialną, filmy dydaktyczne. Zajęcia realizowane w wymiarze 7,5 x 2h		
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie pisemne w formie testu		
	L	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, test wstępny, sprawozdanie		

Warunki zaliczenia	<p>Zaliczenie wykładu – sprawdzian pisemny (60 min) w 13 tygodniu zajęć. Sprawdzian poprawkowy w 15 tygodniu zajęć. Sprawdzian poprawkowy mają obowiązek pisać studenci, którzy w ramach sprawdzianu nie wykazali się osiągnięciem wszystkich założonych efektów uczenia się. Ocena dostateczna - odpowiedź na wyróżnione zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3 - w ramach tych zagadnień można zdobyć 50 % punktów. Ocena wyższa niż dostateczna - odpowiedź na wszystkie obowiązkowe pytania oraz pytania pozostałe.</p>
	<p>W Sposób ustalenia oceny z wykładu: 0% - 49% - 2,0 50% - 59% - 3,0 60% - 69% - 3,5 70% - 79% - 4,0 80% - 89% - 4,5 90% - 100% - 5,0</p>
	<p>Ocena dostateczna - obecność na wszystkich zajęciach i wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych (E4, E5), ocena pozytywna ze wszystkich sprawozdań z zajęć, ocena pozytywna ze wszystkich sprawdzianów przygotowania do ćwiczeń. Ocena dostateczna może być podwyższona za aktywność podczas zajęć, staranną szatę graficzną sprawozdań, obszerne i logiczne wnioski z przeprowadzonych badań oraz wyższe niż dostateczne oceny ze sprawdzianów przygotowania do ćwiczeń.</p>
	<p>L Ocena końcowa liczona na podstawie średniej arytmetycznej z otrzymanych ocen cząstkowych Ocena 2.0 - średnia poniżej 3,00 Ocena 3.0 - średnia 3,00 Ocena 3.5 - średnia od 3,01 do 3,50 Ocena 4.0 - średnia od 3,51 do 4,00 Ocena 4.5 - średnia od 4,01 do 4,50 Ocena 5.0 - średnia powyżej 4,50</p>

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	budowę oraz zasady działania podstawowych stacji elektroenergetycznych SN/nn	EK1_W06		
E2	podstawowe rozwiązania techniczne urządzeń wchodzących w skład stacji elektroenergetycznych SN/nn	EK1_W06		
E3	zasady doboru urządzeń elektroenergetycznych pracujących w stacjach elektroenergetycznych	EK1_W08		
Umiejętności: student potrafi				
E4	przeprowadzić podstawowe badania eksploatacyjne wybranych urządzeń wchodzących w skład stacji elektroenergetycznych		EK1_U03	
E5	pracować w zespole oraz opracować i zrealizować harmonogram prac niezbędny do osiągnięcia celu		EK1_U11	

Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja		
E1	Zaliczenie pisemne w formie testu		W	
E2	Zaliczenie pisemne w formie testu		W	
E3	Zaliczenie pisemne w formie testu		W	
E4	Test wstępny; sprawozdanie z ćwiczenia; praca na zajęciach		L	
E5	Test wstępny; sprawozdanie z ćwiczenia; praca na zajęciach		L	
Literatura podstawowa	1	Dołęga W.: Stacje elektroenergetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.		
	2	Markiewicz H.: Urządzenia elektroenergetyczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.		
	3	Maksymiuk J., Nowicki J.: Aparaty elektryczne i rozdzielnice wysokich i średnich napięć. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014.		
	4	Klajn A., Markiewicz H.: Stacje elektroenergetyczne: urządzenia główne stacji transformatorowo-rozdzielczych. Wydawnictwo COSiW-SEP, Warszawa 2008.		
	5	Klajn A., Markiewicz H.: Stacje elektroenergetyczne: układy połączeń, budowa i urządzenia kierowania pracą stacji. Wydawnictwo COSiW-SEP, Warszawa 2008.		
Literatura uzupełniająca	1	Fic B.: Stacje ładowania samochodów elektrycznych. Wydaw. i Handel Książkami "KaBe", Krosno, 2020.		
	2	Markiewicz H.: Bezpieczeństwo w elektroenergetyce. WNT, Warszawa 2009.		
	3	Hoppel W., Marciniak R.: Uziemienia w sieciach elektroenergetycznych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.		
	4	McDonald J. D.: Electric power substations engineering. CRC Press, Boca Raton 2007.		
Koordynator zajęć:	dr inż. Grzegorz Hołdyński	Data:	09.05.2025	

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Systemy sterowania przemysłowego 2	Kod zajęć	E1ek6s.107	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	30	Punkty ECTS	2	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	E1ek5s.108			
Cele zajęć	Zapoznanie z systemami monitoringu i sterowania procesami przemysłowymi w obszarze energetyki. Zdobywanie przez studentów praktycznej umiejętności obsługi i programowania aplikacji do zdalnego nadzoru oraz sterowania procesami przemysłowymi.			
Ramowe treści programowe	Struktura systemu wizualizacji procesów przemysłowych. Zapoznanie z wybranymi elementami środowiska do wizualizacji procesów przemysłowych: elementy edytora graficznego, tworzenie okien, deklaracja zmiennych wewnętrznych oraz typu we/wy, przypisywanie połączeń animacyjnych, tworzenie skryptów, wyświetlanie alarmów, raportów, trendów; utworzenie komunikacji z innymi aplikacjami oraz ze sterownikiem PLC. Wykonanie aplikacji do wizualizacji oraz raportowania danych procesowych dla wybranego procesu przemysłowego umożliwiającej zwiększenie efektywności zarządzania zasobami wspierając realizację celów zrównoważonego rozwoju poprzez: lepsze planowanie produkcji, integrację danych z wielu źródeł, optymalizację zużycia energii oraz materiałów wykorzystywanych do procesie produkcyjnym.			
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyczerpie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	0	0	
	udziałem w innych formach zajęć	30	30	30
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1	1	1,0
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	0		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	19		19
	Razem godzin:	50	31,0	50,0
	Razem punktów ECTS:	2	1,2	2,0
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W04	EK1_U03 EK1_U04	EK1_K01
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Michał Ostaszewski	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	Pracownia specjalistyczna			
	1	Zajęcia wprowadzające. Struktura oprogramowania do wizualizacji procesów przemysłowych. Definiowanie okien synoptycznych. Importowanie symboli Industrial Graphic. (3 godz.)		
	2	Rodzaje zmiennych. Podstawowe obiekty graficzne. Definiowanie animacji dla obiektów InTouch. Konfiguracja symboli ArchestrA w środowisku InTouch. Definiowanie zmiennych, przypisywanie animacji oraz wymiana danych pomiędzy obiektami. Definiowanie połączenia ze sterownikiem PLC. (3 godz.)		
	3	Rodzaje skryptów oraz podstawowa składnia programu w środowisku InTouch oraz w obiektach ArchestrA. Projektowanie symboli Industrial Graphic. (3 godz.)		
	4	Konfiguracja statusowania komunikacji. Konfiguracja użytkowników w aplikacji. Definiowanie oraz wyświetlanie alarmów w środowisku InTouch. Trendy bieżące oraz historyczne. (3 godz.)		
	5	Metody komunikacji z zewnętrznymi aplikacjami na przykładzie aplikacji Excel firmy Microsoft. Operacje na tekście – odczyt oraz zapis plików tekstowych. Zarządzanie plikami poprzez aplikację do wizualizacji. Definiowanie receptur. (3 godz.)		
	6	Wykonanie aplikacji wizualizujący wybrany proces przemysłowy. Cz. 1. (3 godz.)		
	7	Wykonanie aplikacji wizualizujący wybrany proces przemysłowy. Cz. 2. (3 godz.)		
	8	Wykonanie aplikacji wizualizujący wybrany proces przemysłowy. Cz. 3. (3 godz.)		
	9	Wykonanie aplikacji wizualizujący wybrany proces przemysłowy. Cz. 4. (3 godz.)		
	10	Odbiór oraz obrona wykonanej aplikacji. (3 godz.)		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	P	Wykonanie ćwiczeń projektowych; Praktyczny kurs szkoleniowy		
Forma zaliczenia	P	Ocena z wykonanych zadań szkoleniowych, ocena wykonania oraz obrony ćwiczeń projektowych.		
Warunki zaliczenia	P	Warunkiem zaliczenia jest wykonanie wszystkich zadań szkoleniowych obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się (E1, E2, E3, E4, E5, E6) oraz uzyskanie z nich przynajmniej 51% możliwych do zdobycia punktów. Wykonanie oraz obrona wykonanych ćwiczeń projektowych na przynajmniej 51% możliwych do uzyskania punktów.		
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie			
E1	podstawowe pojęcia z zakresu wizualizacji procesów przemysłowych	EK1_W04		

E2	rodzaje danych oraz zasady ich wykorzystywania w systemach wizualizacji procesów przemysłowych	EK1_W04
Umiejętności: student potrafi		
E3	wykonać obiekty graficzne przedstawiające wybrany obiekt procesu przemysłowego	EK1_U03
E4	implementować skrypty; definiować prawidłowo zmienne; implementować mechanizmy alarmowania; prawidłowo aktywować zabezpieczenia dostępu do aplikacji	EK1_U03
E5	wykonać aplikacje wizualizującą wybrany proces technologiczny zgodnie z wytycznymi;	EK1_U04
Kompetencje społeczne: student jest gotów do		
E6	korzystania z wiedzy i doświadczenia uznanych ekspertów przy opracowaniu projektu wizualizacji procesu przemysłowego	EM1_K01
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
E2	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
E3	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
E4	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
E5	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
E6	Wykonanie zadania szkoleniowego; wykonanie i obrona projektu	P
Literatura podstawowa	1	Bailey BEng, David Practical SCADA for Industry, Elsevier, 2003.
	2	McCrary, Stuart G, Designing SCADA Application Software: A Practical Approach, Elsevier, 2013.
	3	Gilewski T.: Szkoła programisty PLC, Gliwice, Helion, 2018. □
	4	Broel-Plater B.: Układy wykorzystujące sterowniki PLC: projektowanie algorytmów sterowania, Warszawa, Podręczniki szkoleniowe. System wizualizacyjny AVEVA In Touch cz. 1. Tworzenie i serwisowanie aplikacji. Astor Kraków 2020.
Literatura uzupełniająca	1	Podręczniki szkoleniowe. System wizualizacyjny AVEVA In Touch cz. 1. Tworzenie i serwisowanie aplikacji. Astor Kraków 2020.
	2	Dokumentacja AVEVA™ InTouch HMI 2023 R2 P01, 2024
	3	Dokumentacja AVEVA™ Historian, 2023 R2, 2024
	4	AVEVA™ System Platform Deployment 2023 R2, 2024
Koordynator zajęć:	<i>dr inż. Michał Ostaszewski</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Odnawialne źródła i przetwarzanie energii elektrycznej	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Magazynowanie energii	E	Kod zajęć	E1ek6s.108
Formy zajęć i liczba godzin	W Ć L P Ps T S	Semestr	Rodzaj zajęć	obowiązkowe
Program obowiązuje od	15	2026/2027	Punkty ECTS	6
Zajęcia wprowadzające	-			
Cele zajęć	Zapoznanie studentów z różnymi technikami magazynowania energii. Poznanie właściwości poszczególnych technologii gromadzenia energii w zależności od formy, źródeł oraz celu realizacji procesu magazynowania energii. Poznanie zasad doboru magazynów energii w instalacjach prosumenckich oraz sieciach przemysłowych			
Ramowe treści programowe	Rola magazynów energii w energetyce rozproszonej oraz w systemie elektroenergetycznym. Wpływ magazynów energii na poprawę efektywności energetycznej. Magazynowanie energii z wykorzystaniem systemów mechanicznych. Magazynowanie energii w procesach elektrochemicznych i elektromagnetycznych. Wytwarzanie i magazynowanie wodoru. Ognia paliwowe. Magazyny energii w świetle aktualnych wymagań prawnych. Zasady doboru magazynów energii.			
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	0	0	0
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	0,5	0,5	0,0
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	9,5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	0		0
	Razem godzin:	25	15,5	0,0
	Razem punktów ECTS:	1	0,6	0,0
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W04		
		EK1_W06		
		EK1_W08		
		EK1_W11		
		H1_W01		
Cele i treści ramowe sformułował	dr inż. Marcin Andrzej Sulkowski	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
Treści programowe	<p>Wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> Rola magazynów energii w energetyce rozproszonej oraz w równoważeniu systemu elektroenergetycznego. Wpływ magazynów energii na poprawę efektywności konwersji energii od źródła do odbiorcy. Magazynowanie energii z wykorzystaniem systemów mechanicznych: energia wirujących mas, sprężone powietrze (CAES), elektrownie szczytowo-pompowe. Magazynowanie energii w procesach elektrochemicznych i elektromagnetycznych: akumulatory, superkondensatory, nadprzewodzące obwody elektromagnetyczne. Wytwarzanie i magazynowanie wodoru. Ognia paliwowe. Magazyny energii w świetle aktualnych wymagań prawnych w Polsce. Zasady doboru magazynów energii dla instalacji prosumenckich oraz sieci przemysłowych. Zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi. 			
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	wykład problemowy / wykład informacyjny		
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	-			
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	wykład z prezentacją multimedialną		
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	-			
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi		
Forma zaliczenia	-			
Warunki zaliczenia	W	Podstawą uzyskania oceny pozytywnej (3,0) będzie prawidłowa odpowiedź na przynajmniej dwa z trzech zadań problemowych obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3, E4. W celu uzyskania oceny 5,0 wymagana będzie obszerna i wyczerpująca odpowiedź na wszystkie trzy zagadnienia problemowe. Ocena 4,0 będzie możliwa do uzyskania przy wykazaniu się wiedzą pośrednią pomiędzy oceną 3,0 a 5,0.		
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie			
E1	w zaawansowanym stopniu wybrane zasady działania magazynów energii stosowanych w energetyce oraz budownictwie	EK1_W04		
E2	w zaawansowanym stopniu zagadnienia związane z funkcjonowaniem magazynów energii w świetle niezawodności oraz bezpieczeństwem systemów elektroenergetycznych, z uwzględnieniem efektywności energetycznej i rachunku ekonomicznego	EK1_W06		

E3	metodykę doboru układów magazynowania energii w instalacjach prosumenckich oraz sieciach przemysłowych	EK1_W08
E4	pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej oraz zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie eksploatacji magazynów energii w aspekcie zagadnień zrównoważonego rozwoju	EK1_W11 H1_W01

Umiejętności: student potrafi

Kompetencje społeczne: student jest gotów do

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	<i>zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi</i>	W
E2	<i>zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi</i>	W
E3	<i>zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi</i>	W
E4	<i>zaliczenie pisemne z pytaniami otwartymi</i>	W
Literatura podstawowa	1	Jaworski M., Chwieduk D.: Energetyka odnawialna w budownictwie: Magazynowanie energii. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2018
	2	Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne wraz z późn. zmianami, 1997.
	3	Klugmann-Radziemska E.: Energetyka i ochrona środowiska: Generowanie i magazynowanie energii. Odpady energetyczne. Analiza cyklu życia. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2023
	4	Krzysztof R., Grabowski P.: Magazynowanie energii. Academia (Warsaw, Poland: Polish edition), 2023-08
	5	Paska, J.: Zasobniki energii elektrycznej w systemie elektroenergetycznym - zastosowania i rozwiązania. Przegląd Elektrotechniczny 2012, pp. 50-56
Literatura uzupełniająca	1	Komisja Europejska: Energy storage - the role of electricity, February, 2017
	2	Gałuszkiewicz P.: Magazynowanie energii w magazynach elektrochemicznych w oparciu o akumulatory LiFePO4 i LTO. Przegląd elektrotechniczny, 2024-04, Vol.1 (4), p.203-206
Koordynator zajęć:	<i>dr inż. Marcin Andrzej Sulkowski</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny			
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne		
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki		
Nazwa zajęć	Energetyka jądrowa	E	Kod zajęć	E1ek6s.201	
			Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W 30	C L P Ps T S	Semestr	6	
Program obowiązuje od	2026/2027			Punkty ECTS	
Zajęcia wprowadzające	E1ek2s.001; E1ek3s.009			2	
Cele zajęć	Celem zajęć jest uzyskanie podstawowej wiedzy w zakresie funkcjonowania elektrowni jądrowych z uwzględnieniem podstawowych informacji dotyczących pozyskania i przygotowania paliwa jądrowego, transportu składowania i utylizacji odpadów promieniotwórczych oraz aspektów związanych z wpływem energetyki jądrowej na środowisko.				
Ramowe treści programowe	Energetyka jądrowa na świecie i celowość jej zastosowania w Polsce. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe. Pozyskanie i przygotowanie paliwa dla reaktorów jądrowych. Podstawowe informacje dotyczące pracy reaktorów jądrowych oraz ich rodzaje, budowa i zabezpieczenia. Przykładowe schematy funkcjonalne prezentujące procesy technologiczne elektrowni jądrowych. Wpływ energetyki jądrowej na środowisko naturalne, problem składowania odpadów. Kierunki rozwoju energetyki jądrowej.				
Inne informacje o zajęciach	---				
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:		godzin ogółem	w tym w tym	
			kontaktowych	praktycznych	
	udziałem w wykładach		30	30	
	udziałem w innych formach zajęć		0	0	0
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć		3	3	0,0
	realizacją praktyki zawodowej		0	0	0
	przygotowaniem do egzaminu		17		
przygotowaniem do bieżących zajęć		0		0	
		Razem godzin:	50	33,0	0,0
		Razem punktów ECTS:	2	1,3	0,0
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
		EK1_W01 EK1_W10 EK1_W05	EK1_U09		
Cele i treści ramowe sformułował		Data:	2025-05-09		
Realizacja w roku akademickim	2028/2029				
Treści programowe	Wykład				
	1	Struktura produkcji i wykorzystania energii elektrycznej na świecie.			
	2	Ekonomiczne i społeczne aspekty stosowania energetyki jądrowej			
	3	Podstawowe wiadomości dotyczące wpływu promieniowania na organizmy żywe.			
	4	Metody pomiaru promieniowania jonizującego			
	5	Pozyskanie i przygotowanie paliwa dla reaktorów jądrowych.			
	6	Rozszczepienie jądra atomowego, wartości uzyskiwanej energii,			
	7	Procesy zachodzące w reaktorach elektrowni jądrowych.			
	8	Stany reaktora jądrowego.			
	9	Rodzaje i budowa reaktorów jądrowych i ich tendencje rozwojowe.			
	10	Zabezpieczenia reaktorów jądrowych			
	11	Schematy funkcjonalne wybranych elektrowni jądrowych.			
	12	Bilans energetyczny siłowni jądrowej, porównanie z siłownią konwencjonalną.			
	13	Skala zagrożeń w energetyce jądrowej			
	14	Transport i składowanie odpadów promieniotwórczych oraz ich wpływu na środowisko.			
15	Powtórzenie materiału				
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	wykład z prezentacją multimedialną			
Forma zaliczenia	W	egzamin pisemny testowy			
Warunki zaliczenia	W	Egzamin testowy składa się z 30 pytań o różnym stopniu trudności, obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3, E4. Każde pytanie testowe jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie każdego z wymaganych efektów uczenia się na poziomie minimum 51%. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%.			
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów			
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
	Wiedza: student zna i rozumie				
E1	definiuje i opisuje podstawowe pojęcia oraz omawia ze zrozumieniem podstawowe prawa i zjawiska dotyczące procesów zachodzących w reaktorach jądrowych	EK1_W01			

E2	posiada wiedzę w zakresie oddziaływania energetyki jądrowej na środowisko naturalne oraz w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych	EK1_W10
E3	posiada wiedzę w zakresie budowy stosowanych w energetyce reaktorów jądrowych,	EK1_W05
Umiejętności: student potrafi		
E4	przedstawić i opisać schematy funkcjonalne elektrowni jądrowej	EK1_U09
Kompetencje społeczne: student jest gotów do		
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	egzamin pisemny testowy	W
E2	egzamin pisemny testowy	W
E3	egzamin pisemny testowy	W
E4	egzamin pisemny testowy	W
Literatura podstawowa	1	Jeziński G.: Energia jądrowa wczoraj i dziś. WNT, Warszawa, 2006.
	2	Kubowski J.: Nowoczesne elektrownie jądrowe. WNT, Warszawa, 2010.
	3	Celiński Z.: Energetyka jądrowa. PWN, Warszawa, 1991.
	4	Knief R.A.: Nuclear Engineering: Theory and Technology of Commercial Nuclear Power. American Nuclear Society, 2014
	5	Chmielniak T.J.: Technologie energetyczne. WNT, Warszawa, 2013.
Literatura uzupełniająca	1	Szczerbowski R.: Energetyka węglowa i jądrowa: wybrane aspekty. Fundacja na Rzecz Czystej Energii, 2017.
	2	Nichita E.M., Rouben B.: Problems in Elementary Reactor Physics, with Solutions. American Nuclear Society, 2017.
	3	Strupczewski A.: Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej. WNT, Warszawa, 1990.
	4	Czerwiński A.: Energia jądrowa i promieniotwórczość. Oficyna Edukacyjna, Warszawa, 1998.
	5	Galina N.M., Kirillov L.P.: Teplomassobmen (v jadernoj energetike). Energoatomizdat, Moskwa.
Koordynator zajęć:	<i>dr hab. inż. Jerzy Gagan</i>	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny			
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne		
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki		
Nazwa zajęć	Kotły parowe i wodne	E	Kod zajęć	E1ek6s.202	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	S	Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Program obowiązuje od	15 15 15		Semestr	6	
Zajęcia wprowadzające			Punkty ECTS	4	
				2026/2027	
				E1ek3s.009; E1ek5s.206; E1ek4s.203	
Cele zajęć	Zapoznanie studentów z informacjami dotyczącymi systematyki i konstrukcji kotłów parowych i wodnych. Zaprezentowanie metod obliczeniowych wykorzystywanych w projektowaniu kotłów. Nabycie umiejętności i kompetencji w zakresie wykonywania podstawowych obliczeń cieplno przepływowych i hydraulicznych podzespołów kotłów oraz pomiarów parametrów cieplno przepływowych w systemach kotłowych. Przedstawienie przepisów prawnych dotyczących poruszanych zagadnień.				
Ramowe treści programowe	Podział: kotły grzewcze, przemysłowe, energetyczne. Budowa i przeznaczenie wybranych kotłów. Parametry pracy i wydajność urządzeń kotłowych. Podstawowe konstrukcje kotłowe – kotły płomieniówkowe, wodnorurkowe, z naturalnym obiegiem, kotły przepływowe. Paleniska kotłów – warstwowe, pyłowe, fluidalne, gazowe, olejowe. Parowniki kotłów energetycznych. Przegrzewacze pary, Podgrzewacze wody, Podgrzewacze powietrza. Armatura kotłowa. Obliczenia cieplne (komory paleniskowe, przegrzewacze, podgrzewacze wody i powietrza). Obliczenia hydrauliczne i cieplno - przepływowe kotłów. Przepisy UDT. Wykonanie obliczeń cieplnych i hydraulicznych wybranych elementów kotła grzewczego, przemysłowego lub energetycznego. Bilansowanie urządzeń kotłowych. Doświadczalne wyznaczenie wskaźników eksploatacyjnych kotła oraz monitorowania współpracy kotła z zasilaną instalacją odbioru ciepła. Badania kotła olejowego. Badanie kondensacyjnego kotła gazowego. Wyznaczanie sprawności kotła metodą pośrednią. Badanie procesu rozruchu i odstawiania kotła parowego. Badanie pracy instalacji parowej. Badanie elektrycznego kotła wodnego.				
Inne informacje o zajęciach	---				
	zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową				
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych	
	udziałem w wykładach	15	15		
	udziałem w innych formach zajęć	30	30	30	
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	4	4	1,3	
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0	
	przygotowaniem do egzaminu	5			
	przygotowaniem do bieżących zajęć	46		46	
	Razem godzin:	100	49,0	77,3	
	Razem punktów ECTS:	4	2,0	3,1	
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
		EK1_W05	EK1_U03	EK1_K01	
		EK1_W07	EK1_U06		
		EK1_W10			
Cele i treści ramowe sformułował	dr hab. inż. Jerzy Gagan	Data:	2025-05-09		
Realizacja w roku akademickim	2028/2029				
Treści programowe	Wykład				
	1	Wprowadzenie, Budowa i przeznaczenie wybranych kotłów. Części składowe urządzenia kotłowego oraz wielkości go charakteryzujące.			
	2	Parametry pracy i wydajność urządzeń kotłowych. Bilans masowy i cieplny. Określanie sprawności.			
	3	Przygotowanie paliwa. Paleniska kotłów – warstwowe, pyłowe, fluidalne, gazowe, olejowe.			
	4	Podstawowe konstrukcje kotłowe – kotły płomieniówkowe, wodnorurkowe, z naturalnym obiegiem, kotły przepływowe.			
	5	Parowniki kotłów energetycznych. Przegrzewacze pary, Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza.			
	6	Armatura kotłowa. Obliczenia hydrauliczne i cieplno - przepływowe kotłów.			
	7	Procesy korozji wysokotemperaturowej i niskotemperaturowej.			
	8	Zaliczenie pisemne - test jednokrotnego wyboru			
	Cwiczenia audytoryjne				
	1	Wprowadzenie, Budowa i funkcjonowanie wybranych kotłów podzespołów kotłów parowych i wodnych.			
	2	Bilans cieplno - przepływowy wybranego elementu kotła.			
	3	Wyznaczenie parametrów wejściowych czynników, określenie wstępnych parametrów geometrycznych.			
	4	Obliczenia hydrauliczne i cieplno - przepływowe wybranego elementu kotła.			
	5	Obliczenia hydrauliczne i cieplno - przepływowe wybranego elementu kotła - analiza uzyskanych wyników,			
	6	Optymalizacja zaproponowanej konstrukcji.			
	7	Zaliczenie pisemne - rozwiązywanie zdań			
	Laboratorium				
	1	Wprowadzenie i szkolenie BHP			
	2	Badania kotła olejowego,			
	3	Badanie kondensacyjnego kotła gazowego			
	4	Wyznaczanie sprawności kotła metodą pośrednią			
	5	Badanie procesu rozruchu i odstawiania kotła parowego			
	6	Badanie pracy instalacji parowej.			
	7	Badanie elektrycznego kotła wodnego			
	8	Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych			
Metody dydaktyczne	W	Wykład problemowy z prezentacją multimedialną			

metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	Ć	Ćwiczenia audytoryjne
	L	Praca na stanowisku dydaktycznym; Wykonywanie pomiarów.
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie pisemne - test jednokrotnego wyboru
	Ć	Zaliczenie pisemne - rozwiązywanie zadań
Warunki zaliczenia	L	Testy sprawdzające przed zajęciami, ocena sprawozdań, obserwacja pracy przy stanowisku
	W	Zaliczenie testowe składa się z 30 pytań o różnym stopniu trudności, obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3. Każde pytanie testowe jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie każdego z wymaganych efektów uczenia się na poziomie minimum 51%. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%
Warunki zaliczenia	Ć	Zaliczenie ćwiczeń odbywa się w ramach kolokwium sprawdzającego umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań rachunkowych z zakresu materiału przedstawianego na ćwiczeniach zgodnie z kartą zajęć obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E4, E6. Kolokwium ma formę pisemną. Student w ramach kolokwium zobowiązany jest do rozwiązania 3 zadań za które łącznie może uzyskać maksymalnie 6 punktów. Zadania są punktowane jednakowo, Każde zadanie jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Punktacja odbywa się z dokładnością do 0.25 punktu. Suma punktów, znormalizowana w skali 0-100% decyduje o uzyskanej ocenie. Przeprowadzane jest jedno kolokwium poprawkowe w ostatnim tygodniu semestru. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%
	L	W ramach ćwiczeń laboratoryjnych student realizuje zaplanowane ćwiczenia zgodnie z harmonogramem. Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia przeprowadzany jest sprawdzian przygotowania do wykonywania ćwiczenia. Sprawdzian składa się z 2 pytań punktowanych jednakowo obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E4, E5. Punktacja odbywa się z dokładnością do 0.25 punktu. Zaliczenie laboratorium uzyskuje się na podstawie - odrobienia planowanych ćwiczeń, - zaliczenia pisemnych sprawozdań oraz przedłożenia prawidłowo sporządzonego sprawozdania z realizacji każdego tematu. Suma punktów, znormalizowana w skali 0-100% decyduje o uzyskanej ocenie. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%

Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	podstawowe pojęcia dotyczące procesów zachodzących w kotłach parowych i wodnych	EK1_W05		
E2	systematykę urządzeń kotłowych oraz ich budowę	EK1_W07		
E3	pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko naturalne i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje	EK1_W10		
Umiejętności: student potrafi				
E4	rozwiązać typowe zadania jak obliczanie ciepłoty powierzchni ogrzewalnych kotłów.		EK1_U06	
E5	przeprowadzić pomiary parametrów ciepłoty - przepływowych wykonać obliczenia i krytycznie ocenić uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów oraz wyciągać wnioski		EK1_U03	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				
E6	krytycznej oceny posiadanej wiedzy, oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w celu rozwiązywania różnorodnych problemów, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych			EK1_K01

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie testowe	W
E2	zaliczenie testowe	W
E3	zaliczenie testowe	W
E4	zaliczenie testowe; rozwiązywanie zadań problemowych	Ć
E5	zaliczenie testowe i wykonanie sprawozdań laboratoryjnych	L
E6	rozwiązywanie zadań problemowych; wykonanie sprawozdań laboratoryjnych	Ć, L
Literatura podstawowa	1	Mizielńska K. Olszak J., Parowe źródła ciepła, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2019.
	2	Pronobis M., Modernizacja kotłów energetycznych, Wydaw. Naukowe PWN, Warszawa, 2017.
	3	Kruczek S., Kotły: konstrukcje i obliczenia, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001.
	4	Dobosiewicz J., Badania diagnostyczne urządzeń ciepłoty-mechanicznych w energetyce, Kotły i rurociągi, Warszawa, Biuro Gamma, 1999.
Literatura uzupełniająca	1	Stanisławski W., Modelowanie i symulacja komputerowa parowników przepływowych kotłów energetycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole, 2001.
	2	Ocieczek R., Nowak W., Wrzeszczyński J., Kotły grzewcze na paliwo płynne i gazowe: informator, Poznań, NORMAN, 1994.
	3	Zubieliński R., Kotły grzewcze na paliwo stałe: informator, NORMAN, Poznań, 1993.
	4	Kakać S., Boilers, Evaporators, and Condensers, Wiley&Sons, New York, 1991.
Koordynator zajęć:	dr hab. inż. Jerzy Gagan	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Modelowanie procesów cieplnych	Kod zajęć	E1ek6s.203	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Rodzaj zajęć	obieralne	
Program obowiązuje od	15 0 0 0 45 0 0	Semestr	6	
Zajęcia wprowadzające		Punkty ECTS	5	
Cele zajęć	Nauczenie terminologii stosowanej przy opisie zjawisk cieplnych, zapoznanie z zagadnieniami ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła i z analogią tych zjawisk do innych procesów transportu energii i pędu; wykształcenie umiejętności formułowania i rozwiązywania zagadnień w tym zakresie; praktyczne wykorzystanie zdobytej wiedzy i umiejętności w symulacjach procesów cieplnych z wykorzystaniem współczesnego oprogramowania.			
Ramowe treści programowe	Wprowadzenie i koncepcje podstawowe. Model matematyczny zjawiska: równania modelowe, równania zamknięcia oraz warunki graniczne. Sposoby rozwiązywania zagadnienia granicznego (analityczne i przybliżone). Teoremat Reynoldsa. Równanie Fouriera-Kirchhoffa (jako przykład równania parabolicznego), równanie falowe (jako przykład najprostszego równania hiperbolicznego), równania Naviera-Stokesa i cechy tych równań. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej i równań modelowych - człony konwekcyjne, dyfuzyjne i źródłowe. Cechy metod przybliżonego rozwiązywania zagadnień granicznych - zbieżność, rezyduala i skalowane rezyduala reprezentatywne. Funkcje rozpinające, siatka przyścienna, funkcje ścianki. Najprostsze sposoby modelowanie turbulencji w przepływie płynu.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	45	45	45
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	2,5	2,5	1,9
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	57,5		57,5
	Razem godzin:	125	62,5	104,4
	Razem punktów ECTS:	5	2,5	4,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W02	EK1_U01	EK1_K01
		EK1_W03	EK1_U02	
Cele i treści ramowe sformułował	Dr inż. Wojciech Angielczyk	Data:	2025-05-23	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
	Wykład			
1	Wprowadzenie do zajęć. Zasady zaliczenia. Sposoby opisu zjawisk fizycznych. Model matematyczny zjawiska i własności materiałowych (model ośrodka ciągłego). Rozwiązanie układu równań algebraicznych a rozwiązanie układu równań różniczkowych (rola warunków granicznych) - 2h.			
2	Konwencjonalne wyprowadzenie równania Fouriera-Kirchhoffa, omówienie jego cech (jako przykładu równania parabolicznego), rozwiązanie analityczne dla nieustalonego przewodzenia ciepła w nieskończonej płycie płaskiej (rozwiązanie jako szereg Fouriera) - 2h.			
3	Wyprowadzenie i omówienie cech równania falowego jako przykładu najprostszego równania hiperbolicznego. Użycie teorematu Reynoldsa, o transporcie wielkości ekstensywnej, do wyprowadzania równań Naviera-Stokesa (NS) - cechy tych równań. Hipoteza Newtona jako równanie zamknięcia, przykłady innych równań konstytutywnych (prawo Fouriera, pierwsze prawo Ficka, prawo Ohma, prawo Hooke'a) - 2h.			
4	Przypomnienie poznanych równań modelowych i stanu. Równania: ciągłości, Bernoulliego. Równanie Clapeyrona, równanie Van der Waalsa. Klasyfikacja równań stanu. Przewaga kanonicznego równania stanu (w roli równania zamknięcia) nad pozostałymi typami równań stanu. Zachowawcze i niezachowawcze sformułowania równań NS. Dobór układu współrzędnych do symulowanego zjawiska - 2h.			
5	Metody otrzymywania rozwiązań przybliżonych układu równań różniczkowych. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej (podstawowe typy elementów skończonych) i równań modelowych (człony konwekcyjne, dyfuzyjne i źródłowe oraz ich dyskretyzacja). Podstawowe metody przybliżonego rozwiązywania zagadnień granicznych (z równaniami hiperbolicznymi) i ich cechy - zbieżność, rezyduala i skalowane rezyduala reprezentatywne - 2h.			
6	Podstawowe metody tworzenia siatki elementów skończonych. Funkcje rozpinające. Warstwa przyścienna (podwarstwa lepka, podwarstwa przejściowa, podwarstwa logarytmiczna) a siatka przyścienna, funkcje ścianki - 2h.			
7	Najprostsze sposoby modelowanie turbulencji w przepływie płynu (uśrednienie Reynoldsa równań NS, lepkość turbulentna w hipotezie Boussinesqa, modele oparte na pojęciu energii turbulentnej) - 2h.			
8	Zaliczenie - 1h.			
	Pracownia specjalistyczna			
1	Wprowadzenie do zajęć. Zasady zaliczenia. Omówienie zagadnień symulacyjnych i raportów z tych symulacji. Wprowadzenie do środowiska ANSYS. Stworzenie geometrii 3D rury walcowej (oraz jej izolacji cieplnej) umieszczonej w glebie - 3h.			
2	Dyskretyzacja domeny obliczeniowej składającej się z rury walcowej, jej izolacji, gleby oraz gorącej wody płynącej rurą. Wprowadzenie warunków brzegowych. Uzyskanie rozwiązania i jego graficzna prezentacja. Omówienie zawartości raportu z symulacji - 3h.			
3	Omówienie zagadnienia opływu cylindra i powstawania wirów von Karmana. Stworzenie geometrii 2D walców w objętości kontrolnej. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej - 3h.			
4	Wprowadzenie warunków brzegowych symulacji opływu walców. Uzyskanie rozwiązania i jego graficzna prezentacja. Omówienie zawartości raportu z symulacji - 3h.			

	5	Omówienie zagadnienia przepływu z powierzchnią swobodną. Stworzenie geometrii 3D zagadnienia. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej - 3h.
	6	Charakterystyka modelu Voulume of Fluide. Wprowadzenie warunków brzegowych symulacji przepływu z powierzchnią swobodną. Ustalenie izopowierzchni i wprowadzenie wytycznych do sporządzania animacji symulacyjnych - 3h.
	7	Uzyskanie rozwiązania zagadnienia przepływu z powierzchnią swobodną i jego graficzna prezentacja. Omówienie zawartości raportu z symulacji - 3h.
	8	Omówienie zagadnienia niustalonej wymiany ciepła podczas omywania metalowego sześcianu zimnym powietrzem. Stworzenie geometrii 3D zagadnienia. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej - 3h.
	9	Wprowadzenie wytycznych do sporządzania animacji symulacyjnych. Uzyskanie rozwiązania zagadnienia niustalonej wymiany ciepła podczas omywania metalowego sześcianu zimnym powietrzem i jego graficzna prezentacja. Omówienie zawartości raportu z symulacji - 3h.
	10	Omówienie zagadnienia niustalonego przepływu gazu przez dyszę zbieżno-rozbieżną - 3h.
	11	Stworzenie geometrii 2D zagadnienia niustalonego przepływu gazu przez dyszę zbieżno-rozbieżną. Dyskretyzacja domeny obliczeniowej - 3h.
	12	Wprowadzenie warunków brzegowych i warunku początkowego. Ustalenie parametrów procesu automatycznego zagęszczania siatki obliczeniowej. Uzyskanie rozwiązania wstępnego - 3h.
	13	Wyciągnięcie wniosków z rozwiązania wstępnego zagadnienia niustalonego przepływu gazu przez dyszę zbieżno-rozbieżną i ustalenie nowych warunków symulacji i sporządzania animacji - 3h.
	14	Uzyskanie rozwiązania zagadnienia niustalonego przepływu gazu przez dyszę zbieżno-rozbieżną i jego graficzna prezentacja. Omówienie zawartości raportu z symulacji - 3h.
	15	Zaliczenie - obrona wybranych dwóch raportów - 3h.
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	Wykład hybrydowy (tablica, prezentacja multimedialna, dyskusja) realizowany w wymiarze 7,5x2h.
	Ps	Wykonywanie symulacji zjawisk cieplnych w środowisku ANSYS.
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W	Wykład hybrydowy za pośrednictwem funkcjonalności aplikacji MS Teams (tablica elektroniczna, prezentacja multimedialna, dyskusja) realizowany w wymiarze 7,5x2h.
Forma zaliczenia	W	zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi.
	Ps	Przedłożenie pisemnego raportu z przeprowadzonych symulacji procesów cieplnych i jego obrona.
		Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się (E1, E2) na poziomie minimum 50 %. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0
Warunki zaliczenia	W	Warunkiem zaliczenia jest wykonanie wszystkich zadań obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się (E3, E4, E5) oraz uzyskanie z nich przynajmniej 50% możliwych do zdobycia punktów. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0
	Ps	Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie			
E1	sposoby formułowania równań modelowych i doboru równań zamknięcia;	EK1_W02		
E2	prawa mechaniki płynów oraz termodynamiki umożliwiające ocenę fizycznej akceptowalności otrzymanych rozwiązań przybliżonych.	EK1_W03		
	Umiejętności: student potrafi			
E3	korzystać z dokumentacji środowiska ANSYS w celu samodzielnego rozwiązywania napotkanych problemów;		EK1_U01	
E4	czerpać informacje z forów internetowych dotyczących symulacji zjawisk cieplnych (również tych w j. angielskim), zadawać na nich pytania i weryfikować otrzymane odpowiedzi.		EK1_U02	
	Kompetencje społeczne: student jest gotów do			
E5	komunikować prowadzącemu, używając terminologii technicznej i naukowej, napotkane problemy; wykorzystania informacji eksperckich przekazanych językiem technicznym i naukowym; krytycznie podchodzi do znalezionych/otrzymanych informacji.			EM1_K01

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	Zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi	W
E2	Zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi	W
E3	Raporty z symulacji przeprowadzonych w ramach pracowni specjalistycznej	Ps
E4	Raporty z symulacji przeprowadzonych w ramach pracowni specjalistycznej	Ps
E5	Dyskusja w trakcie zajęć; raporty z symulacji przeprowadzonych w ramach pracowni specjalistycznej	Ps
1	Constantine Pozrikidis: Transport Processes Primer. 1st ed. New York, NY: Springer Nature, 2019.	

Literatura podstawowa	2	Adam Skoczylas, Janusz Dziak: Procesy ciepne w inżynierii chemicznej. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015.
	3	Jerzy Malczewski, Maciej Piekarski: Modele procesów transportu masy, pędu i energii. Warszawa : Wydaw. Naukowe PWN, 1992.
Literatura uzupełniająca	1	Günter Brenn: Analytical Solutions for Transport Processes: Fluid Mechanics, Heat and Mass Transfer. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2016.
Koordynator zajęć:	Dr inż. Wojciech Angielczyk	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Turbiny parowe i gazowe	Kod zajęć	E1ek6s.204	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	15 15	Punkty ECTS	3	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	E1ek2s.007; E1ek3s.009; E1ek6s.202			
Cele zajęć	Celem zajęć jest uzyskanie przez studentów wiedzy, umiejętności i kompetencji z zakresu terminologii stosowanej w technice turbin parowych i gazowych, opanowanie podstaw teoretycznych techniki turbinowej bazującej na mechanice płynów oraz termodynamice technicznej oraz zagadnień związanych z przepływem pary przegrzanej, pary mokrej bądź gazów przez turbinę pracującą w obiegu energetycznym; wykształcenie umiejętności wykonywania prostych obliczeń dla turbin parowych oraz gazowych przydatnych do prowadzenia właściwej eksploatacji tych urządzeń.			
Ramowe treści programowe	Obiegi termodynamiczne siłowni ciepłych parowych, gazowych oraz parowo-gazowych. Podstawy termodynamiczne działania turbin parowych. Główne równanie turbinowe. Siły działające na łopatki turbinowe. jednostkowa praca techniczna stopnia akcyjnego oraz reakcyjnego. Podstawowe zagadnienia obliczeniowe stopnia turbiny parowej. Charakterystyki sprawnościowe stopnia turbinowego. Zagadnienie sprawności stopnia na obwodzie. Bezwymiarowe wskaźniki stopnia turbinowego. Zagadnienia budowy turbin parowych. Zagadnienia przepływu w turbinie w obszarze pary mokrej. Linie Wilsona. Gazodynamika ostatnich stopni turbin parowych. Erozja łopatek turbinowych. Regulacja turbin parowych. Zagadnienia strat energii kinetycznej w przepływie przez wieńce łopatkowe. Straty nieszczelności oraz częściowego zasilania. Zagadnienia pracy dysz w zmiennych warunkach. Zagadnienie pracy ostatniego stopnia turbiny kondensacyjnej w zmiennych warunkach ruchu. Zagadnienie termicznej blokady dyszy. Prawo przelotności turbiny. Budowa turbin gazowych. Chłodzenie łopatek turbin gazowych. Podstawowe zagadnienia diagnostyki pracy turbin parowych i gazowych. Rozruch i odstawienie turbin parowych i gazowych. Podstawowe analizy pracy turbiny w siłowni parowej dla warunków kondensacyjnych i przeciwprężnych. Obliczenia trójkąta prędkości w stopniu akcyjnym i reakcyjnym. Obliczenia pracy obwodowej i sprawności stopnia akcyjnego i reakcyjnego turbiny parowej i gazowej. Analiza obliczeniowa regulacji turbiny.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia mają związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć	15	15	15
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	1,5	1,5	0,8
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	5		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	38,5		38,5
	Razem godzin:	75	31,5	54,3
	Razem punktów ECTS:	3	1,3	2,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W03	EK1_U10	
		EK1_W07	EK1_U06	
Cele i treści ramowe sformułował	prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
	Wykład			
Treści programowe	1	Obiegi termodynamiczne siłowni ciepłych parowych, gazowych oraz parowo-gazowych. Podstawy termodynamiczne działania turbin parowych		
	2	Główne równanie turbinowe. Siły działające na łopatki turbinowe. jednostkowa praca techniczna stopnia akcyjnego oraz reakcyjnego.		
	3	Podstawowe zagadnienia obliczeniowe stopnia turbiny parowej. Charakterystyki sprawnościowe stopnia turbinowego. Zagadnienie sprawności stopnia na obwodzie.		
	4	Bezwymiarowe wskaźniki stopnia turbinowego. Zagadnienia budowy turbin parowych. Zagadnienia przepływu w turbinie w obszarze pary mokrej. Linie Wilsona.		
	5	Gazodynamika ostatnich stopni turbin parowych. Erozja łopatek turbinowych. Regulacja turbin parowych. Zagadnienia strat energii kinetycznej w przepływie przez wieńce łopatkowe. Straty nieszczelności oraz częściowego zasilania.		
	6	Zagadnienia pracy dysz w zmiennych warunkach. Zagadnienie pracy ostatniego stopnia turbiny kondensacyjnej w zmiennych warunkach ruchu. Zagadnienie termicznej blokady dyszy. Prawo przelotności turbiny.		
	7	Budowa turbin gazowych. Chłodzenie łopatek turbin gazowych. Podstawowe zagadnienia diagnostyki pracy turbin parowych i gazowych. Rozruch i odstawienie turbin parowych i gazowych.		
	8	Zaliczenie wykładu		
	Ćwiczenia audytoryjne			
	1	Podstawowe analizy pracy turbiny w siłowni parowej dla warunków kondensacyjnych i przeciwprężnych.		
	2	Obliczenia trójkąta prędkości w stopniu akcyjnym.		
	3	Obliczenia trójkąta prędkości w stopniu reakcyjnym.		
	4	Obliczenia pracy obwodowej i sprawności stopnia akcyjnego turbiny parowej i gazowej.		
	5	Obliczenia pracy obwodowej i sprawności stopnia reakcyjnego turbiny parowej i gazowej.		
	6	Analiza obliczeniowa regulacji turbiny.		
	7	Zaliczenie ćwiczeń		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	Wykład problemowy z prezentacją multimedialną		
	Ć	Ćwiczenia audytoryjne		
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie pisemne w formie pytań otwartych		
	Ć	Zaliczenie pisemne - rozwiązywanie zdań		

W	Zaliczenie składa się z pytań o różnym stopniu trudności obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2. Każde pytanie testowe jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie każdego z wymaganych efektów uczenia się na poziomie minimum 51%. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%
Warunki zaliczenia	Zaliczenie ćwiczeń odbywa się w ramach kolokwium sprawdzającego umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań rachunkowych z zakresu materiału przedstawianego na ćwiczeniach zgodnie z kartą zajęć obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E3, E4. Kolokwium ma formę pisemną. Student w ramach kolokwium zobowiązany jest do rozwiązania 3 zadań za które łącznie może uzyskać maksymalnie 6 punktów. Zadania są punktowane jednakowo. Każde zadanie jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Punktacja odbywa się z dokładnością do 0.25 punktu. Suma punktów, znormalizowana w skali 0-100% decyduje o uzyskanej ocenie. Przeprowadzane jest jedno kolokwium poprawkowe w ostatnim tygodniu semestru. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	związki termodynamiki i mechaniki płynów opisujące procesy konwersji energii w turbinach z uwzględnieniem budowy turbin parowych i gazowych.	EK1_W03		
E2	modele przepływu w turbinach parowych w obszarze pary przegrzanej oraz pary mokrej wraz z zagadnieniem regulacji pracy turbin oraz modele przepływu w turbinach gazowych	EK1_W07		
Umiejętności: student potrafi				
E3	wykonać obliczenia obiegów cieplnych turbin parowych oraz gazowych		EK1_U10	
E4	wyznaczyć parametry przepływowe oraz parametry pracy turbin parowych oraz gazowych w obiegach energetycznych		EK1_U06	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie pisemne w postaci pytań otwartych	W
E2	zaliczenie pisemne w postaci pytań otwartych	W
E3	zaliczenie pisemne w postaci rozwiązania zadań tekstowych	C
E4	zaliczenie pisemne w postaci rozwiązania zadań tekstowych	C
Literatura podstawowa	1 Chmielniak T.: Obiegi termodynamiczne turbin cieplnych, Ossolineum, Wrocław, 1988	
	2 Janiczek R.S.: Eksploatacja elektrowni parowych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1992	
	3 Pawlik M., Strzelczyk F.: Elektrownie, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2021	
	4 Chmielniak T.J., Rusin A., Czwiertnia K., Turbiny gazowe, Ossolineum, Wrocław, 2001	
	5 Chodkiewicz R., Ćwiczenia projektowe z turbin cieplnych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2008.	
Literatura uzupełniająca	1 Majewski R., Szafran R.: Zbiór zadań z procesów energetycznych w wytwarzaniu energii elektrycznej, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1992.	
	2 Perycz S.: Turbiny parowe i gazowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 1988.	
	3 Buczek K.: Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w małych elektrociepłowniach, Wydawnictwo KaBe, Krosno, 2001.	
	4 Janiczek R.S.: Eksploatacja elektrowni parowych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1992	
	5 Marecki J.: Gospodarka skojarzona ciepło-elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1991	
	6 Marecki J.: Podstawy przemian energetycznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1995.	
	7 Portacha J.: Badania energetyczne układów cieplnych elektrowni i elektrociepłowni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002.	
	8 Tuliszka E.: Turbiny cieplne. Zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT, Warszawa, 1973.	
Koordynator zajęć:	prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz	Data: 09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Turbiny wiatrowe i wodne	Kod zajęć	E1ek6s.205	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowy	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	15 15 0 15 0 0 0	Punkty ECTS	4	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Cele zajęć	<p>Nauczenie terminologii i podstawowych koncepcji stosowanych w analizie i projektowaniu turbin wiatrowych i wodnych, rozpoznanie znaczenia elektrowni wiatrowych i wodnych w strategiach zrównoważonego rozwoju oraz w projektowaniu uniwersalnym. Wprowadzenie w tematykę szeroko stosowanych typów turbin wiatrowych i wodnych i wykształcenie umiejętności ich analizy (zasada działania, analiza energetyczna i sposoby zwiększania sprawności, wybrane zagadnienia projektowe, konstrukcyjne i eksploatacyjne).</p>			
Ramowe treści programowe	<p>Energia wiatru (pochodzenie, potencjał i jej pozycja w strategiach zrównoważonego rozwoju oraz znaczenie w projektowaniu uniwersalnym). Podstawowe typy turbin wiatrowych - charakterystyka oraz rys historyczny. Makro- i mikro-lokalizacja elektrowni wiatrowej. Wyliczenia wstępne (wysokość wieży, gabaryty wirnika). Prawo Betza. Obliczenia szczegółowe wirnika turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu. Obliczenia parametrów pracy elektrowni wiatrowej. Obciążenia mechaniczne kluczowych elementów konstrukcyjnych elektrowni wiatrowej. Energia wody spiętrzonej i płynącej (pochodzenie, potencjał, pozycja w strategiach zrównoważonego rozwoju oraz znaczenie w projektowaniu uniwersalnym). Podstawowe typy turbin wodnych - charakterystyka oraz rys historyczny. Lokalizacja hydroelektrowni i jej wpływ na środowisko. Obliczenia wstępne mocy hydroelektrowni, sprawność rzeczywistych hydroelektrowni. Sposoby analizy energetycznej turbin akcyjnych i reakcyjnych i wyznaczanie podstawowych parametrów konstrukcyjnych wirnika. Obciążenia mechaniczne kluczowych elementów wirnika turbiny wodnej.</p>			
Inne informacje o zajęciach	treści zajęć odwołują się do zasad zrównoważonego rozwoju			
	zajęcia kształtują umiejętności praktyczne			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	15	15	
	udziałem w innych formach zajęć indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	30	30	30
	realizacją praktyki zawodowej	2	2	1,3
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	0	0	0
	przygotowaniem do bieżących zajęć	5		
		48		48
	Razem godzin:	100	47,0	79,3
	Razem punktów ECTS:	4	1,9	3,2
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się	Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne	
	EK1_W05 EK1_W11	EK1_U06	EK1_K03	
Cele i treści ramowe sformułował	Dr inż. Wojciech Angielczyk	Data:	2025-05-23	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
	Wykład			
	1	Wprowadzenie w tematykę zajęć. Zasady zaliczenia. Energia wiatru (pochodzenie, potencjał i jej pozycja w strategiach zrównoważonego rozwoju oraz znaczenie w projektowaniu uniwersalnym).		
	2	Podstawowe typy turbin wiatrowych: turbiny o pionowej osi obrotu (Savoniusa i Darrieusa), turbiny o poziomej osi obrotu- charakterystyka oraz rys historyczny. Makro- i mikro-lokalizacja elektrowni wiatrowej (mapy wietrzności, szorstkość terenu, ograniczenia prawne). Wyliczenia wstępne (wysokość wieży, gabaryty wirnika).		
	3	Projektowanie wirnika turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu: opływ profilu lotniczego, siła nośna i siła oporu aerodynamicznego a konstrukcja skrzydła wirnika turbiny. Obliczanie prędkości kątowej, momentu obrotowego i mocy wirnika turbiny przy założonej prędkości wiatru, konstrukcji wirnika i parametrach generatora prądu elektrycznego oraz przekładni mechanicznej. Prawo Betza.		
	4	Obciążenia mechaniczne kluczowych elementów konstrukcyjnych elektrowni wiatrowej. Równanie Eulera-Bernoulliego. Zarys analizy modalnej.		
	5	Energia wody spiętrzonej i płynącej (pochodzenie, potencjał, pozycja w strategiach zrównoważonego rozwoju oraz znaczenie w projektowaniu uniwersalnym). Podstawowe typy hydroelektrowni (jazowe, zaporowe, przepływowe) i turbin wodnych (turbina: Peltona, Francisca, Kaplana, Banki-Michella, Turgo, Deriaza).		
	6	Lokalizacja hydroelektrowni i jej wpływ na środowisko. Obliczenia wstępne mocy hydroelektrowni, sprawność rzeczywistych hydroelektrowni.		
	7	Sposoby analizy energetycznej turbin akcyjnych i reakcyjnych i wyznaczanie podstawowych parametrów konstrukcyjnych wirnika. Obciążenia mechaniczne kluczowych elementów wirnika turbiny wodnej.		
	8	Zaliczenie.		
Treści programowe	Ćwiczenia audytoryjne			
	1	Wprowadzenie w tematykę zajęć. Zasady zaliczenia. Obliczenia potencjału energetyki wiatrowej danego kraju i konfrontacja wyników z danymi dostępnymi w internecie.		
	2	Makro- i mikro-lokalizacja elektrowni wiatrowej (mapy wietrzności, szorstkość terenu, wyznaczanie prędkości wiatru na dowolnej wysokości nad poziomem gruntu). Wyliczenia wstępne turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu: wysokość wieży, gabaryty wirnika.		
	3	Obliczenia projektowe kształtu i kąta skręcenia skrzydła turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu (na podstawie teorii opływu profilu lotniczego).		

		4	Obliczanie prędkości kątowej, momentu obrotowego i mocy wirnika turbiny o poziomej osi obrotu przy założonej prędkości wiatru, konstrukcji wirnika i parametrach generatora prądu elektrycznego oraz przekładni mechanicznej z uwzględnieniem limitu Betza.	
		5	Obliczenia wstępne mocy użytecznej hydroelektrowni zaporowej.	
		6	Obliczenia wstępne mocy użytecznej hydroelektrowni przepływowej.	
		7	Szacowanie sprawności hydroelektrowni.	
		8	Zaliczenie.	
			Projekt	
		1	Wprowadzenie w tematykę zajęć. Zasady zaliczenia. Omówienie zawartości raportu projektowego. Przydzielenie studentom zagadnień projektowych.	
		2	Obliczenia wstępne, wyciągnięcie wniosków i ewentualna korekta zagadnienia projektowego.	
		3	Sporządzenie arkusza kalkulacyjnego dla obliczeń wstępnych.	
		4	Sporządzenie arkusza kalkulacyjnego dla obliczeń kształtu obrysu skrzydła/łopaty i kąta skreślenia skrzydła/łopaty.	
		5	Sporządzenie arkusza kalkulacyjnego dla uproszczonych obliczeń wytrzymałościowych.	
		6	Tworzenie raportu projektowego.	
		7	Konsultacja wniosków końcowych raportu projektowego.	
		8	Zaliczenie.	
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W		Wykład hybrydowy (tablica, prezentacja multimedialna, dyskusja) realizowany w wymiarze 7,5x2h.	
	Ć		Prezentacja multimedialna, obliczenia w arkuszu kalkulacyjnym.	
	P		Dyskusja.	
Metody dydaktyczne (realizacja zdalna)	W		Wykład hybrydowy za pośrednictwem funkcjonalności aplikacji MS Teams (tablica elektroniczna, prezentacja multimedialna, dyskusja) realizowany w wymiarze 7,5x2h.	
Forma zaliczenia	W		Zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi	
	Ć		Zaliczenie polegające na rozwiązaniu czterech problemów w arkuszu kalkulacyjnym.	
	P		Przedłożenie pisemnego raportu projektowego.	
Warunki zaliczenia			Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się (E1, E2) na poziomie minimum 50 %. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0	
	W		Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0	
		Ć	Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się (E1, E2) na poziomie minimum 50 %. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0	
		P	Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się (E1, E2) na poziomie minimum 50 %. W zależności od uzyskanej liczby punktów można otrzymać następującą ocenę: Uzyskanie ponad 50% do 60% punktów - 3.0 Uzyskanie ponad 60% do 70% punktów - 3.5 Uzyskanie ponad 70% do 80% punktów - 4.0 Uzyskanie ponad 80% do 90% punktów - 4.5 Uzyskanie ponad 90% do 100% punktów - 5.0	
Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
	Wiedza: student zna i rozumie			
E1	w zaawansowanym stopniu procesy konwersji energii wiatru i wody na energię elektryczną;	EK1_W05		
E2	znaczenie elektrowni wiatrowych i hydroelektrowni w strategiach zrównoważonego rozwoju i projektowaniu uniwersalnym.	EK1_W11		
	Umiejętności: student potrafi			
E3	zaimplementować poznane modele matematyczne w arkuszu kalkulacyjnym i wyznaczyć parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne wirnika turbiny.		EK1_U06	
	Kompetencje społeczne: student jest gotów do			
E4	projektowania turbin wiatrowych i wodnych wdrażając zasady zrównoważonego rozwoju.			EK1_K03
Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja		
E1	Zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi		W	
E2	Zaliczenie pisemne w formie testu (lub testu elektronicznego) z pytaniami zamkniętymi; dyskusja		W	
E3	Zaliczenie polegające na rozwiązaniu czterech problemów w arkuszu kalkulacyjnym; raport projektowy		Ć, P	
E4	Zaliczenie polegające na rozwiązaniu czterech problemów w arkuszu kalkulacyjnym; raport projektowy		Ć, P	
Literatura podstawowa	1	Franciszek Wolańczyk: Elektrownie wiatrowe. Wyd. 3. Krosno: Wydaw. i Handel Książkami "KaBe", 2021.		
	2	Zbigniew Walczyk: Dynamika wirnikowych maszyn energetycznych. Politechnika Gdańska, 1992.		
	3	Katarzyna Forsiak: Turbiny wiatrowe: budowa, zasada działania, wybrane rozwiązania konstrukcyjne. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 2022.		
	4	G.S Ščegolev, Ju.E Garkavi: Turbiny wodne oraz ich regulacja. Państwowe Wydawnictwo Techniczne, 1959.		
Literatura uzupełniająca	1	Erich Hau, Horst von Renouard: Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Third, translated edition. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.		

Literatura uzupełniająca

2 Hermann-Josef Wagner, Mathur Jyotirmay: Introduction to Hydro Energy Systems: Basics, Technology and Operation. Berlin, Heidelberg: Springer Nature, 2011

Koordynator zajęć:

Dr inż. Wojciech Angielczyk

Data:

09.05.2025

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA		Wydział Elektryczny		
Kierunek studiów	Ekoenergetyka	Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Grupa zajęć / specjalność	Maszyny i urządzenia energetyczne	Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa zajęć	Urządzenia chłodnicze o napędzie cieplnym	Kod zajęć	E1ek6s.206	
		Rodzaj zajęć	obowiązkowe	
Formy zajęć i liczba godzin	W C L P Ps T S	Semestr	6	
	30 15	Punkty ECTS	4	
Program obowiązuje od	2026/2027			
Zajęcia wprowadzające	E1ek3s.009; E1ek2s.007; E1ek5s.206; E1ek4s.201			
Cele zajęć	Opanowanie podstaw teoretycznych dotyczących układów chłodniczych o napędzie cieplnym wynikających z zagadnień ciepłno-przepływowych opisanych związkami bazującymi na mechanice płynów oraz termodynamice technicznej; uzyskanie rozumienia złożonych zagadnień związanych z przemianami termodynamicznymi w obiegach o napędzie cieplnym; wykształcenie umiejętności wykonywania złożonych obliczeń dla obiegów lewobieźnych o napędzie cieplnym umożliwiających ich praktyczną aplikację w systemach poligeneracji.			
Ramowe treści programowe	Układy poligeneracyjne. Układy chłodnicze o napędzie cieplnym. Termodynamika roztworów. Teoria układów absorpcyjnych amoniakalno-wodnych pompowych i z gazem wyrównawczym, wykresy własności Merkela-Bosnjakovica. Teoria układów absorpcyjnych bromolitowych. Obiegi i charakterystyki pracy układów adsorpcyjnych. Obiegi i charakterystyki pracy układów strumienicowych. Zakresy stosowności układów o napędzie cieplnym. Sorpcyjne transformatory ciepła. Zastosowanie pomp ciepła w układach poligeneracji. Zagadnienia oceny efektywności energetycznej, ekologicznej oraz ekonomicznej w skojarzonej produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Przykłady aplikacji układów o napędzie cieplnym. Analizy układów poligeneracyjnych. Ocena PES. Analiza obiegu termodynamicznego absorpcyjnego amoniakalno-wodnego. Analiza obiegu termodynamicznego absorpcyjnego bromolitowego. Analiza obiegu termodynamicznego strumienicowego. Analiza zastosowania pomp ciepła w systemach poligeneracji. Ocena oszczędności mocy elektrycznej.			
Inne informacje o zajęciach	zajęcia mająją związek z prowadzoną na Uczelni działalnością naukową			
Wyliczenie:	Nakład pracy studenta związany z:	godzin ogółem	w tym kontaktowych	w tym praktycznych
	udziałem w wykładach	30	30	
	udziałem w innych formach zajęć	15	15	15
	indywidualnym wsparciem merytorycznym procesu uczenia się, udziałem w egzaminie/zaliczeniach organizowanych poza planem zajęć	2	2	0,7
	realizacją praktyki zawodowej	0	0	0
	przygotowaniem do zaliczenia wykładu	10		
	przygotowaniem do bieżących zajęć	43		43
	Razem godzin:	100	47,0	58,7
	Razem punktów ECTS:	4	1,9	2,3
Zakładane kierunkowe efekty uczenia się		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
		EK1_W03	EK1_U04	
		EK1_W07	EK1_U06	
			EK1_U12	
Cele i treści ramowe sformułował	prof. dr hab. inż.. Dariusz Butrymowicz	Data:	2025-05-09	
Realizacja w roku akademickim	2028/2029			
	Wykład			
	1	Układy poligeneracyjne		
	2	Układy chłodnicze o napędzie cieplnym.		
	3	Termodynamika roztworów		
	4	Teoria układów absorpcyjnych amoniakalno-wodnych pompowych i z gazem wyrównawczym, wykresy własności Merkela-Bosnjakovica		
	5	Teoria układów absorpcyjnych bromolitowych.		
	6	Obiegi i charakterystyki pracy układów adsorpcyjnych.		
	7	Obiegi i charakterystyki pracy układów strumienicowych.		
	8	Zakresy stosowności układów o napędzie cieplnym.		
	9	Sorpcyjne transformatory ciepła.		
	10	Zastosowanie pomp ciepła w układach poligeneracji		
	11	Zagadnienia oceny efektywności energetycznej, ekologicznej oraz ekonomicznej w skojarzonej produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu		
	12	Przykłady aplikacji układów o napędzie cieplnym 6h		
	13	Zaliczenie wykładu		
	Ćwiczenia audytoryjne			
	1	Analizy układów poligeneracyjnych		
	2	Ocena PES		
	3	Analiza obiegu termodynamicznego absorpcyjnego amoniakalno-wodnego		
	4	Analiza obiegu termodynamicznego absorpcyjnego bromolitowego.		
	5	Analiza obiegu termodynamicznego strumienicowego		
	6	Analiza zastosowania pomp ciepła w systemach poligeneracji		
	7	Ocena oszczędności mocy elektrycznej.		
	8	Zaliczenie ćwiczeń		
Metody dydaktyczne (realizacja stacjonarna)	W	Wykład problemowy z prezentacją multimedialną		
	Ć	Ćwiczenia audytoryjne		
Forma zaliczenia	W	Zaliczenie pisemne w formie pytań otwartych		
	Ć	Zaliczenie pisemne - rozwiązywanie zdań		

Warunki zaliczenia	W	Zaliczenie składa się z pytań o różnym stopniu trudności obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2. Każde pytanie testowe jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Warunkiem zaliczenia jest osiągnięcie każdego z wymaganych efektów uczenia się na poziomie minimum 51%. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%
	Ć	Zaliczenie ćwiczeń odbywa się w ramach kolokwium sprawdzającego umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań rachunkowych z zakresu materiału przedstawianego na ćwiczeniach zgodnie z kartą zajęć obejmujących zagadnienia związane z efektami uczenia się: E1, E2, E3. Kolokwium ma formę pisemną. Student w ramach kolokwium zobowiązany jest do rozwiązania 3 zadań za które łącznie może uzyskać maksymalnie 6 punktów. Zadania są punktowane jednakowo. Każde zadanie jest oznaczone które efekty uczenia się weryfikuje. Punktacją odbywa się z dokładnością do 0.25 punkta. Suma punktów, znormalizowana w skali 0-100% decyduje o uzyskanej ocenie. Przeprowadzane jest jedno kolokwium poprawkowe w ostatnim tygodniu semestru. Kryteria oceny: 2-student nie osiągnął wymaganych efektów uczenia - poniżej 50%; 3-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym - 51 do 60%; 3,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dostatecznym plus - 61 do 70%; 4-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym - 71-80%; 4,5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu dobrym plus - 81-90%; 5-student osiągnął efekty uczenia w stopniu bardzo dobrym - 91-100%

Symbol efektu	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów		
		Wiedza	Umiejętności	Kompetencje społeczne
Wiedza: student zna i rozumie				
E1	systemy poligeneracyjne z zastosowaniem układów chłodniczych o napędzie cieplnym	EK1_W07		
E2	procesy jednostkowe w układach chłodniczych o napędzie cieplnym	EK1_W03		
Umiejętności: student potrafi				
E3	wyznaczyć parametry przepływowe oraz parametry pracy układów poligeneracyjnych		EK1_U06	
E4	dobrać komponenty układów chłodniczych pracujących w systemach poligeneracji		EK1_U12	
E5	wyznaczyć podstawowe parametry pracy układów chłodniczych o napędzie cieplnym		EK1_U04	
Kompetencje społeczne: student jest gotów do				

Symbol efektu	Metody weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
E1	zaliczenie pisemne w postaci pytań otwartych	W
E2	zaliczenie pisemne w postaci pytań otwartych	W
E3	zaliczenie pisemne w postaci rozwiązania zadań tekstowych	Ć
E4	zaliczenie pisemne w postaci rozwiązania zadań tekstowych	Ć
E5	zaliczenie pisemne w postaci rozwiązania zadań tekstowych	Ć
Literatura podstawowa	1 Butrymowicz D., Śmierciew K., Gagan J., Gutkowski K.M., Chłodnictwo i klimatyzacja, WNT, Warszawa, 2020	
	2 Chmielniak T., Technologie energetyczne, WNT, Warszawa, 2020	
	3 Butrymowicz D., Baj P., Śmierciew K., Gagan J., Technika chłodnicza. Poradnik, wyd. 2. PWN, Warszawa 2021	
	4 Portacha J.: Badania energetyczne układów cieplnych elektrorowni i elektrociepłowni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002	
Literatura uzupełniająca	1 Cengel Y.A., Boles M.A., Thermodynamics, An Engineering Approach, McGraw-Hill, New York 2018	
	2 Białko B., Królicki Z., Zajączkowski B.: Termodynamiczne podstawy obiegów chłodniczych i kriogenicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2016.	
	3 Marecki J.: Gospodarka skojarzona ciepłno-elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1991	
	4 Marecki J.: Podstawy przemian energetycznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1995.	
Koordynator zajęć:	<i>prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz</i>	Data: 09.05.2025