



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**

Wydział Inżynierii Mechanicznej

Karta przedmiotu Instalacje solarne

1. Informacje podstawowe

Kierunek studiów inżynieria odnawialnych źródeł energii		Cykl kształcenia (nabór) 2025/26	
Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów Wydział Inżynierii Mechanicznej		Kod przedmiotu 03IOZS.PI1C.3898.25	
Poziom studiów pierwszego stopnia (inż.)		Języki wykładowe polski	
Profil studiów Profil ogólnoakademicki		Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów studia stacjonarne		Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe	
Wymagania wstępne		Wiedza o strategiach stosowanych, celowych i podstawowych (matematyka, fizyka, chemia, termodynamika techniczna, elektrotechnika i elektronika), analiza wyników badań, rachunek prawdopodobieństwa, podstawy optymalizacji, modernizacji i innowacji. Aktywna postawa twórcza wobec systemów technicznych, otoczenia technologicznego i naturalnego budowy oraz eksploatacji odnawialnych źródeł energii, rozumienie potrzeby i znajomość możliwości ciągłego dokształcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	
Przedmioty wprowadzające		Podstawy fizyki, chemii i termodynamiki technicznej, elektrotechniki i elektroniki. Podstawy inżynierii odnawialnych źródeł energii.	
Koordynator		Izabela Piasecka	
Okres Semestr 1		Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 2.0
		Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 15 Ćwiczenia audytoryjne: 15	

2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
Wiedza:			
W1	zna i rozumie podstawowe zagadnienia z zakresu automatyki, obejmującą struktury układów kompensacji, regulacji i sterowania, matematyczny opis układów liniowych i metody ich analizy	IOZ_O1_K_W10	P6S_WK P6S_WK_inż
W2	zna i rozumie podstawowe kwestie z zakresu teorii eksploatacji i rozumie zasady użytkowania, obsługi, zasilania i recyklingu/likwidacji urządzeń technicznych stosowanych w budowie i eksploatacji odnawialnych źródeł energii ze szczególnym uwzględnieniem zasad i metod analizowania, oceny i obniżania zużycia energii w procesach technicznych, zasadach i systemach zarządzania energią oraz efektywnością energetyczną	IOZ_O1_K_W12	P6S_WK P6S_WK_inż
Umiejętności:			
U1	potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, aby zaprojektować proste instalacje energetyczne, dobrać odpowiednie maszyny i urządzenia z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych, oraz symulatorami do symulacji i walidacji urządzeń instalacji i procesów energetycznych	IOZ_O1_K_U02	P6S_UW P6S_UK P6S_UW_inż
U2	potrafi zaprojektować, zbudować, uruchomić oraz przetestować prosty system techniczny zawierający elementy automatyki i sterowania	IOZ_O1_K_U11	P6S_UW P6S_UO P6S_UW_inż
Kompetencje społeczne:			
K1	jest gotów do podejmowania działań mających na celu rozwój budowy i eksploatacji odnawialnych źródeł energii, potrafi myśleć i działać w sposób pragmatyczny, logiczny, aksjologiczny i przedsiębiorczy	IOZ_O1_K_K04	P6S_KK P6S_KR

3. Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji energii cieplnej. Zakres poruszanych zagadnień: słońce jako źródło energii słonecznej (w tym: możliwości promieniowania słonecznego, stała słoneczna, wpływ szerokości geograficznej i pór roku). Promieniowanie słoneczne docierające do Ziemi (w tym: globalne promieniowanie, masa powietrza, moc promieniowania słonecznego, nachylenie powierzchni odbierającej promieniowanie słoneczne, usytuowanie powierzchni odbiorczej).	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
2.	Podstawowe cechy instalacji solarnych. Zakres poruszanych zagadnień: współczynnik sprawności kolektora. Temperatura stagnacji. Sprawność kolektora (w tym: moc maksymalna kolektora, określenie mocy kolektorów, sprawność instalacji). Wydajność kolektora. Solarny współczynnik pokrycia zapotrzebowania.	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1
3.	Podstawowe różnice w działaniu instalacji solarnej. Zakres poruszanych zagadnień: układ stabilizacji ciśnienia z czynnikiem niezamarzającym. Układ stabilizacji ciśnienia z termiczną ochroną antyzamrozeniową. System samoopróżniający się.	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1
4.	Kolektory - budowa i eksploatacja. Zakres poruszanych zagadnień: budowa i funkcja kolektorów (w tym: kolektory płaskie, kolektory próżniowe). Absorber (w tym: absorber w kolektorach płaskich, absorber w kolektorach próżniowo-rurowych, okrągły absorber szklany). Określenie powierzchni (w tym: powierzchnia kolektora brutto, powierzchnia absorbera, powierzchnia apertury). Jakość i certyfikaty (w tym: badanie EN 12795, Solar Keymark, znak CE, „Błękitny anioł”). Dobór odpowiedniego typu kolektorów. Zasady montażu kolektora (w tym: sposoby montażu na dachu skośnym, montaż na dachu i w połaci dachu, montaż na dachu płaskim, odstępy pomiędzy rzędami kolektorów, montaż kolektora w płaszczyźnie poziomej, montaż na fasadzie, zabezpieczenie przed korozją, wiatr i obciążenie śniegiem, ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi). Kolektor jako element konstrukcyjny.	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1
5.	Podgrzewacze oraz zasobniki - budowa i eksploatacja. Zakres poruszanych zagadnień: powody konieczności magazynowania energii. Podstawowe informacje o zasobnikach (w tym: czynnik grzewczy w zasobniku, pojemność cieplna, warstwowe ułożenie wody o różnej temperaturze w podgrzewaczu c.w.u., straty ciepła, materiały z których zbudowane są pojemnościowe podgrzewacze c.w.u.). Typy podgrzewaczy (w tym: podgrzewacze z wewnętrznym wymiennikiem ciepła, monowalentny podgrzewacz c.w.u., biwalentny pojemnościowy podgrzewacz c.w.u., zbiorniki ładowane warstwowo). Ładowność pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. (w tym: ładowanie warstwowe, istota rozwarstwiania się, techniczne przekształcanie, wytyczne, ładowanie grawitacyjne - instalacja z termosyfonem, istota grawitacji, jedno- i dwuobiegowe systemy). Wymiennik ciepła (w tym: wewnętrzne wymienniki ciepła, zewnętrzny wymiennik ciepła, planowanie, strumień objętości w obiegu pierwotnym, strumień objętości w obiegu wtórnym, temperatury, moc, straty ciśnienia, montaż).	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
6.	Obieg pierwotny. Zakres poruszanych zagadnień: obieg solarny (w tym: określanie strumienia objętości, sposoby pracy, wymiarowanie obiegu solarnego, podstawy do obliczeń strat ciśnienia, opór przepływu w instalacji solarnej, wskazówki dotyczące solarnego czynnika grzewczego, opór kolektora, opór rurociągów, inne elementy obiegu solarnego, pompa obiegu solarnego, wybór odpowiedniego typu pompy, rozmieszczenie pomp, wskaźnik przepływu, zawór zwrotny). Połączenia rurociągów solarnych (w tym: mocowanie rurociągów, izolacja cieplna). Odpowietrzanie. Czynniki solarny. Stagnacja i bezpieczny montaż (w tym: stagnacja w instalacji solarnej, zachowanie kolektora podczas stagnacji, definicje, zachowanie się różnych pól kolektorów, ciśnienie instalacji i chłodnica awaryjna, określenie zasięgu pary, określenie pozycji naczynia schładzającego, określenie mocy naczynia schładzającego, wyznaczanie miejsca usytuowania naczynia schładzającego, obliczenie naczynia wzbiorczego, zawór bezpieczeństwa, zbiornik na płyn solarny).	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1
7.	Elektroniczny regulator instalacji solarnej. Zakres poruszanych zagadnień: funkcje elektronicznego regulatora instalacji solarnej (w tym: funkcje podstawowe – regulacja różnicy temperatury, maksymalne ograniczenia temperatury, czujnik temperatury, umieszczenie/pozycja czujnika temperatury, dodatkowe funkcje – obsługa większej ilości odbiorników ciepła i priorytety c.w.u., priorytety pracy, regulacja wg wydajności, regulacja z pompą na bypasie, regulacja z czujnikiem nasłonecznienia, ograniczenia dogrzewania, wygrzewanie higieniczne wody użytkowej, optymalizacja dezynfekcji termicznej, funkcje ograniczające okresy występowania stagnacji, funkcja chłodzenia, funkcja odwróconego chłodzenia, funkcja okresowego działania, funkcja termostatu). Kontrola funkcji i wydajności (w tym: funkcja kontrolna – samokontrola regulatora, kontrola połączeń czujnika, nadzór temperatur, kontrola działania – pomiar wydajności, manualne określenie wydajności, oszacowanie wieloletnich pomiarów, analiza danych o pracy instalacji, automatyczne oszacowanie wydajności, koszty nadzoru funkcji i szacowania wydajności).	Wykład	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
8.	Dobór systemu solarnego i wymiarowanie. Zakres poruszanych zagadnień: projektowanie pola kolektorów (w tym: budowa instalacji z pojedynczym polem kolektorów, budowa instalacji składającej się z kilku pól kolektorów, pola kolektorów ustawione w różnych kierunkach świata). Połączenia rurowe i armatura pomiędzy polami kolektorów. Instalacje solarne do ogrzewania ciepłej wody użytkowej z dużym pokryciem potrzeb. Instalacja solarna do podgrzewania wody z dużą wydajnością kolektora (w tym: dezynfekcja termiczna, temperatura dezynfekcji termicznej, cyrkulacja, mieszacz wody, ogranicznik temperatury maksymalnej). Projektowanie instalacji wspomagającej ogrzewanie pomieszczeń (w tym: podstawy do planowania, zwymiarowanie, montaż instalacji, wymagania odnośnie obiegu grzewczego, instalacje z kotłem kondensacyjnym, ładowanie większej ilości zbiorników, rozwiązanie z dwoma pompami, rozwiązanie z zaworem trójdrogowym, kryteria niezbędne do doboru). Profile użytkowania w przemyśle (w tym: procesy cieplne niskotemperaturowe). Ogrzewanie basenów (w tym: baseny odkryte bez konwencjonalnego ogrzewania, planowanie, baseny odkryte, posiadające bazową temperaturę osiągniętą za pomocą konwencjonalnego ogrzewania, baseny kryte, planowanie całej instalacji, instalacja z basenem otwartym, instalacja w hali basenowej, wymagania odnośnie wymiennika ciepła w basenach). Klimatyzacja wspomagana przez energię słoneczną. Zastosowanie przy wysokich temperaturach.	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
9.	Praca instalacji solarnej. Zakres poruszanych zagadnień: oddanie do eksploatacji oraz konserwacja. Ciśnienie w instalacji solarnej. Przygotowanie do uruchomienia (w tym: minimalne wymagania dotyczące protokołu uruchomienia, unikanie nie zamierzonego ogrzania kolektorów podczas oddania do eksploatacji, kontrola i wykonanie nastawy ciśnienia naczynia wzbiorczego). Przebieg uruchomienia (w tym: próba ciśnienia, płukanie instalacji, napełnianie i odpowietrzanie instalacji, uruchomienie regulatora, przeszkolenie użytkownika, pierwsza inspekcja, przekazanie instalacji użytkownikowi). Kontrola solarnego czynnika grzewczego zawierającego glikol (w tym: kontrola wartości pH, sprawdzenie temperatury zamarzania glikolu). Kondensacja pary wodnej w kolektorach płaskich (w tym: „oddychanie” kolektora, zredukowana lub niewystarczająca wymiana powietrza).	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
10.	Wybrane aspekty ekonomicznej eksploatacji instalacji solarnej. Zakres poruszanych zagadnień: małe instalacje (domek jednorodzinny). Większe instalacje (dom wielorodzinny). Ustalenie solarnych kosztów własnych. Koszty związane z kapitałem. Koszty pracy instalacji solarnej. Koszty zużycia. Wskaźnik roczny. Cena ciepła solarnego. Amortyzacja.	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
11.	Wybrane aspekty projektowania większych instalacji solarnych. Zakres poruszanych zagadnień: harmonogram budowy. Ustawienie żurawia. Planowanie szachtu instalacyjnego. Instalacje wody użytkowej, grzewcze i elektryczne. Specyfikacja izolacji. Regulator centralny i układ sterowania. Bezpieczeństwo pracy/działania. Przykrycie kolektora (pokrywa).	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
12.	Oszczędzanie energii. Zakres poruszanych zagadnień: ocena instalacji solarnych względem zarządzania o oszczędności energii. Zapotrzebowanie roczne na energię odnawialną w budynkach mieszkalnych. Związek pomiędzy energią końcową, a odnawialną i czynnikiem energii odnawialnej (biorąc pod uwagę energie pomocnicze). Postępowanie obliczeniowe dla instalacji solarnych.	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1
13.	Hybrydowe systemy solarne. Zakres poruszanych zagadnień: instalacja solarna w połączeniu z kotłem na biomase. Instalacje solarne w połączeniu z pompami ciepła (w tym: pompy ciepła w połączeniu z instalacjami podgrzewającymi ciepłą wodę użytkową, pompy ciepła w połączeniu z instalacjami wspomagającymi ogrzewanie). Symulacja instalacji programem ESOP (w tym: podstawy działania programu, wielkości wstępne, zwymiarowanie modelu, wielkości wyjściowe, obszary zastosowania, ograniczenia symulacji).	Ćwiczenia audytoryjne	W1, W2, U1, U2, K1

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

Forma zajęć		
Wykład	Metody prowadzenia zajęć:	
	Wykład, Dyskusja	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Kolokwium	80%
	Udział w dyskusji	20%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Zaliczenie przedmiotu wymaga zdobycia na kolokwium co najmniej 51% możliwych punktów.	
Ćwiczenia audytoryjne	Metody prowadzenia zajęć:	
	Wykład, Dyskusja	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Kolokwium	80%
	Udział w dyskusji	20%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia jest udział w zajęciach. Zaliczenie przedmiotu wymaga zdobycia na kolokwium co najmniej 51% możliwych punktów.	

Efekt uczenia się dla przedmiotu	Metody (sposoby) weryfikacji	
	Udział w dyskusji	Kolokwium
W1	x	x
W2	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1	x	x

5. Literatura

Literatura podstawowa

1. Lewandowski W.M., 2010: Proekologiczne odnawialne źródła Energii. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa.
2. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Gryciuk M., Kurowski K., 2018: Kolektory słoneczne. Energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. Wydawnictwo Dom Wydawniczy Medium. Warszawa.
3. Pluta Z., 2018: Słoneczne instalacje energetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
4. Klugmann-Radziemska E., 2023: Energetyka i ochrona środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
5. Klugmann-Radziemska E., Lewandowski W.M., 2020: Proekologiczne odnawialne źródła energii. Kompendium. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

Literatura uzupełniająca

1. Wacławek M., Rodziejewicz T., 2021: Ogniwa słoneczne – wpływ środowiska naturalnego na ich pracę. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa.
2. Jastrzębska G., 2019: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa.
3. Nowak W., Stachel A.A., Borsukiewicz-Gozdur A., 2008: Zastosowania odnawialnych Źródeł Energii. Wydawnictwo Naukowe Politechniki Szczecińskiej. Szczecin.
4. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Gryciuk M., 2001: Kolektory słoneczne – poradnik wykorzystania energii słonecznej. Wyd. COiB. Warszawa.
5. Smolec W., 2000: Fototermiczna konwersja energii słonecznej. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

Aktywność studenta		Obciążenie studenta Liczba godzin
Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	Wykład	15
	Ćwiczenia audytoryjne	15
Praca własna studenta	Konsultacje	2
	Przygotowanie do zajęć	8
	Studiowanie literatury	12
	Przygotowanie do zaliczenia	8

Łączny nakład pracy studenta	60
Liczba punktów ECTS	2

* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut