



ORGANIZACJA ZAJĘĆ DLA UCZNIÓW

DLA ZAWODU TECHNIK URZĄDZEŃ I SYSTEMÓW
ENERGETYKI ODNAWIALNEJ (SYMBOL CYFROWY
ZAWODU 311930)



Beneficjenci



Politechnika Łódzka

Politechnika Łódzka
ul. Żeromskiego 116
90-924 Łódź



Powiat Tomaszowski
ul. Św. Antoniego 41
97-200 Tomaszów Maz.

przy współpracy



Zespołu Szkół Ponadpodstawowych Nr 1
im. Tadeusza Kościuszki
w Tomaszowie Mazowieckim

Ważnym zadaniem kształcenia zawodowego jest przygotowanie uczniów do wykonywania zadań zawodowych, w tym do znajomości nowoczesnych technik i technologii stosowanych w zawodzie.

W ramach projektu opracowano propozycje dodatkowych zajęć dla uczniów kształcących się w zawodzie technik urządzeń i systemów energetyki odnawialnej. Zajęcia prowadzone były przez nauczycieli akademickich oraz nauczycieli kształcenia zawodowego. Celem zajęć było nabycie i rozwijanie wiedzy przygotowującej uczniów do wykonywania zadań zawodowych wykraczających poza podstawę programową kształcenia w zawodzie.

Przygotowane i przeprowadzone przez nauczycieli akademickich Politechniki Łódzkiej:

(program tych zajęć zostały włączone do przykładowego programu nauczania dla technika urządzeń i systemów energetyki odnawialnej opracowanego w ramach projektu).

1. Instalacje PV.
2. Energia ze źródeł niekonwencjonalnych - kolektory słoneczne.
3. Instalacje fotowoltaiczne w budownictwie.
4. Budowa i eksploatacja instalacji obiegowych.

Przygotowane i przeprowadzone przez nauczycieli kształcenia zawodowego:

1. Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – wprowadzenie (program tych zajęć zostały włączone do przykładowego programu nauczania dla technika urządzeń i systemów energetyki odnawialnej opracowanego w ramach projektu).
2. Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – obliczenia wprowadzenie (program tych zajęć zostały włączone do przykładowego programu nauczania dla technika urządzeń i systemów energetyki odnawialnej opracowanego w ramach projektu).
3. Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – wyznaczanie punktu pracy.
4. Konfiguracja podstawowego systemu fotowoltaicznego.
5. Konfiguracja podstawowego systemu fotowoltaicznego zasilającego inwerter.
6. Ładowanie akumulatorów – określanie długości i końca ładowania absorpcyjnego. Rozwiązywanie problemów z akumulatorem.

Opis przykładowych zajęć dla uczniów kształcących się w zawodzie technika urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.

Przygotowane i przeprowadzone przez nauczycieli akademickich Politechniki Łódzkiej

Temat zajęć	Instalacje PV
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach, której będą prowadzone zajęcia	ELE.11 Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach, którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Systemy energetyki odnawialnej.
Klasa	IV
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	10
Osoba prowadząca zajęcia (stanowisko osoby prowadzącej zajęcia)	Nauczyciel przedmiotów zawodowych.
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<p>ELE.11.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy</p> <p>ELE.11.2. Podstawy energetyki</p> <p>ELE.11.4. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. posługuje się pojęciami z dziedziny elektrotechniki i elektroniki, 2. rozpoznaje właściwe normy i procedury oceny zgodności podczas realizacji zadań zawodowych charakteryzuje pojęcia związane, 3. charakteryzuje pojęcia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy, ochroną przeciwpożarową, ochroną środowiska i ergonomią, 4. opisuje prawa i obowiązki pracownika oraz pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, 5. określa zagrożenia związane z występowaniem czynników szkodliwych w środowisku pracy, 6. wykonuje prace związane z konserwacją, naprawą i demontażem instalacji systemów energetyki odnawialnej, 7. dobiera sposoby do wykonania przydzielonych zadań, 8. wykonuje pomiary parametrów wielkości elektrycznych w obwodach elektrycznych.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ (Kompetencje Personalne i Społeczne, Organizacja pracy Małych Zespołów)	<p>KPS(1) przestrzega zasad kultury i etyki,</p> <p>KPS(2) jest kreatywny i konsekwentny w realizacji zadań,</p> <p>KPS(3) przewiduje skutki podejmowanych działań,</p> <p>KPS(4) jest otwarty na zmiany,</p> <p>KPS(5) potrafi radzić sobie ze stresem,</p> <p>KPS(6) aktualizuje wiedzę i doskonali umiejętności zawodowe,</p> <p>KPS(7) przestrzega tajemnicy zawodowej,</p> <p>KPS(8) potrafi ponosić odpowiedzialność za podejmowane działania,</p> <p>KPS(9) współpracuje w zespole,</p> <p>OMZ(1) planuje pracę zespołu w celu wykonania przydzielonych zadań,</p> <p>OMZ(2) dobiera osoby do wykonania przydzielonych zadań,</p> <p>OMZ(3) kieruje wykonaniem przydzielonych zadań,</p> <p>OMZ(4) ocenia jakość wykonania przydzielonych zadań,</p>

	<p>OMZ(5) wprowadza rozwiązania techniczne i organizacyjne wpływające na poprawę warunków i jakość pracy, OMZ(6) komunikuje się ze współpracownikami.</p>
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	<p>Zapoznanie uczniów z metodyką pomiarów stosowanych w elektronice, obwodów oraz układów solarnych. Wykonanie dokumentacji pomiarowych. Uczeń potrafi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. rozróżnić podstawowe elementy układów solarnych, 2. określić właściwości i zjawiska fizyczne towarzyszące działaniu tych elementów, 3. podać i omówić jakie zmiany nastąpią w przypadku zmian położenia elementów wobec siebie – wykorzystanie oprogramowania symulacyjnego. 4. wykonać pomiary, 5. przeprowadzić interpretację otrzymanych wyników.
Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	<p>Przedstawienie i zapoznanie uczniów z aparaturą symulacyjną w zakresie budowy, działania, możliwości pomiarowych oraz dokładności – praktyczne ćwiczenie. Przeprowadzenie zapoznania z środowiskiem symulacyjnym – oprogramowanie. Należy dostarczyć niezbędne materiały pomocnicze, do wykonania ćwiczenia w postaci opracowań własnych, materiałów producenta aparatury oraz mierników, dokumentacji technicznej.</p>
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykład. 2. Pogadanka. 3. Dyskusja. 4. Praca indywidualna/w grupach. <p>Ćwiczenie praktyczne z aparaturą. Zalecana praca z grupą maksymalnie 4 uczniów w formie ćwiczenia praktycznego w pracowni.</p>
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	<p>Zaangażowanie oraz realizacja rozwiązania problemu podczas pracy indywidualnej/w grupach. Praca praktyczna oparta na podstawie wstępu teoretycznego zakończona sprawozdaniem. Ocenie podlegała praca z aparaturą oraz badanym układem, stosowanie zasad BHP, realizacja sprawozdania.</p>
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	<p>Zajęcia odbywają się w odpowiedni wyposażonej pracowni, wraz z aparaturą pomiarową oraz stanowiskiem pracy nauczyciela. W pracowni powinien znajdować się rzutnik multimedialny i ekran oraz PC z dostępem do internetu w celu demonstracji obsługi i idei działania oprogramowania symulacyjnego, dostępnej aparatury pomiarowej oraz aktualnego celu ćwiczenia, zgodnego z materiałami uzupełniającymi.</p>

Nazwa zajęć (temat)	Energia ze źródeł niekonwencjonalnych - kolektory słoneczne
Klasa	4
Liczba godzin lekcyjnych	4
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonalą umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Omówienie zjawiska przekazywania energii w tym ruchu ciepła z uwzględnieniem warstw aktywnych i charakterystyką czynników roboczych oraz budowę różnego typu kolektorów słonecznych.
Materiał nauczania (krótka charakterystyka treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Omówiono zjawiska przekazywania energii w tym ruchu ciepła z uwzględnieniem warstw aktywnych i charakterystyką czynników roboczych. Zaprezentowano budowę, rodzaje, typy kolektorów i instalacji solarnych. Przedstawiono możliwości, ograniczenia i niebezpieczeństwa wynikające ze stosowania omawianych układów.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Zajęcia teoretyczne, prezentacja, wykład.
Sposoby oceniania uczniów lub forma zaliczenia zajęć przez uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne zadawane przez prowadzącego zajęcia oceniane przez niego lub innego ucznia.
Miejsce realizacji zajęć	Zajęcia on-line.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Ogólna budowa kolektorów słonecznych, podstawowe wiadomości na temat przekazywania ciepła, pojęcia wymiany i przewodzenia ciepła.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy z zakresu metod wyznaczania charakterystyki prądowo napięciowej. Jakość i poprawność wybranych form i środków dydaktycznych na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Nazwa zajęć (temat)	Instalacje fotowoltaiczne w budownictwie
Klasa	4
Liczba godzin lekcyjnych	4
Termin realizacji	Listopad 2021
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach, której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonalą umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Zastosowanie instalacji fotowoltaicznych w budownictwie i ich parametry.
Materiał nauczania (krótka charakterystyka treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Instalacje fotowoltaiczne w budownictwie obejmuje tematykę związaną z dostępnością promieniowania słonecznego w Polsce oraz możliwościami wykorzystania promieniowania słonecznego do produkcji energii elektrycznej. W ramach wykładu zostaną przedstawione technologie paneli fotowoltaicznych oraz możliwości ich integracji z obudową budynku. Zostanie również poruszona tematyka związana ze sprawnością instalacji fotowoltaicznych zamontowanych na budynku, w tym wpływ warunków atmosferycznych, zacienienia oraz montażu.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Zajęcia teoretyczne, prezentacja, wykład.
Sposoby oceniania uczniów lub forma zaliczenia zajęć przez uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne zadawane przez prowadzącego zajęcia oceniane przez niego lub innego ucznia.
Miejsce realizacji zajęć	Zajęcia online.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do internetu.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Przed przystąpieniem do zajęć uczeń powinien znać: <ul style="list-style-type: none"> • podstawowe prawa fizyki.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy z zakresu metod wyznaczania charakterystyki prądowo napięciowej. Jakość i poprawność wybranych form i środków dydaktycznych na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Nazwa zajęć (temat)	Budowa i eksploatacja instalacji obiegowych
Klasa	2
Liczba godzin lekcyjnych	10
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	ELE.11. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	ELE.11.4. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stosuje prawa z zakresu mechaniki płynów oraz przemian energetycznych. 2. Wykonuje obliczenia parametrów charakteryzujących przepływ cieczy i gazów. 3. Charakteryzuje aparaturę kontrolno-pomiarową do pomiarów elektrycznych i pomiarów przepływu cieczy i gazów. 4. Wykonuje instalacje sanitarne i elektryczne.
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	<p>Cele ogólne przedmiotu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość budowy i typów sieci oraz instalacji wodnych. 2. Umiejętność odczytywania urządzeń pomiarowych charakteryzujących przepływ płynu w przewodach. 3. Zapoznanie się z charakterystyką regulacyjną zaworów. 4. Poznanie zasad bezpiecznej eksploatacji wodnych obiegowych instalacji transportu ciepła. <p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę instalacji wodnych, • dobrać środki ochrony przeciwporażeniowej przy normalnej eksploatacji, • wyjaśnić działanie urządzeń wchodzących w skład wodnych obiegowych instalacji transportu ciepła, • dobrać średnicę przewodów do instalacji wodnej, • wielkość nastaw urządzeń regulacyjnych, • wykonać pomiary eksploatacyjne urządzeń, instalacji wodnej.
Materiał nauczania (krótka charakterystyka treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Celem zajęć jest nabycie wiedzy związanej z uwarunkowaniami prawno-organizacyjno-praktycznymi wykonywania wybranych pomiarów występujących w procesie eksploatacji urządzeń elektrycznych. Szkolenie obejmuje zagadnienia dotyczące: budowy i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, aparatury kontrolno-pomiarowej, ochrony przeciwporażeniowej, zasad racjonalnego i bezpiecznego użytkowania urządzeń, sieci i instalacji elektroenergetycznych.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zajęcia teoretyczne forma pokazu z przykładami, prezentacja, wykład: <ul style="list-style-type: none"> • budowa obiegowych instalacji odbioru ciepła, • podstawowe prawa opisujące przepływ w przewodzie, • odpowiedni dobór elementów instalacji obiegowych do wymaganych parametrów odbiorników i źródeł ciepła, • dobór elementów pomiarowych i regulacyjnych do instalacji obiegowej.

	<p>2. Ćwiczenia praktyczne obejmujące pomiary wielkości charakteryzujących instalacje wodne takie jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spadków ciśnień dla różnych średnic i materiałów przewodów oraz dla zmiennych wielkości natężeń przepływu wody, • spadków ciśnień elementów armatury, • spadków ciśnień w przewodach połączonych równolegle i szeregowo. <p>W ramach ćwiczeń praktycznych zostanie wpływ regulacji zaworami na parametry przepływu w instalacjach.</p>
<p>Sposoby oceniania uczniów lub forma zaliczenia zajęć przez uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)</p>	<p>Metody sprawdzania efektów kształcenia: testy wielokrotnego wyboru, testy zawierające zadania otwarte, odpowiedzi ustne, protokoły z wykonanych doświadczeń.</p>
<p>Miejsce realizacji zajęć</p>	<p>Zajęcia on-line, zajęcia w szkole współpracującej. Laboratorium Mechaniki Płynów na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska.</p>
<p>Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć</p>	<p>Realizacja zajęć w szkole współpracującej:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Szkoła prowadząca kształcenie zawodowe posiada lub zapewnia dostęp do pomieszczeń dydaktycznych z wyposażeniem odpowiadającym technologii i technice stosowanej w zawodzie, aby zapewnić uzyskanie wszystkich efektów kształcenia wymienionych w podstawie programowej kształcenia w zawodzie szkolnictwa zawodowego oraz umożliwić przygotowanie absolwenta do realizowania zadań zawodowych. Niezbędne wyposażenie pracowni: <ul style="list-style-type: none"> • stanowisko komputerowe dla nauczyciela wraz z dostępem do Internetu oraz oprogramowaniem, • komputer stacjonarny z oprogramowaniem biurowym z dostępem do Internetu, • drukarka laserowa ze skanerem i kopiarką A4, • projektor multimedialny, • ekran projekcyjny, • tablica szkolna. 2. Laboratorium Mechaniki Płynów na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska wyposażone w: <ul style="list-style-type: none"> • Stanowiska laboratoryjne umożliwiające prowadzenie pomiarów w zakresie: <ul style="list-style-type: none"> - odcinkowych spadków ciśnień dla różnych średnic i materiałów przewodów oraz zmiennych wielkości przepływu wody, - spadków ciśnień elementów armatury, - spadków ciśnień w przewodach połączonych równolegle i szeregowo. • Stanowisko umożliwia również przećwiczenie wpływu regulacji zaworami na parametry przepływu.
<p>Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)</p>	<p>Przed przystąpieniem do zajęć uczeń powinien znać:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podstawowe prawa fizyki i mechaniki płynów, • matematykę na poziomie drugiej klasy szkoły ponadpodstawowej,

	<ul style="list-style-type: none"> • budowę podstawowych instalacji pozyskiwania energii odnawialnej.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizacja programu nauczania przedmiotu powinna zapewnić osiągnięcie założonych efektów. Na tym etapie ewaluacji programu nauczania mogą być wykorzystywane: <ul style="list-style-type: none"> • notatki własne nauczyciela, • zestawienia bieżących osiągnięć uczniów, • karty/arkusze samooceny uczniów, • wyniki z testów otwartych i zamkniętych przed wykonywaniem ćwiczeń, • obserwacje (kompletne, wybiórcze – nastawione na poszczególne elementy, np. kształcenie najważniejszych umiejętności, kształtowanie postaw, indywidualizacja, warunki i sposób realizacji). 2. W ramach ewaluacji programu wskazane jest określenie i przeanalizowanie: <ul style="list-style-type: none"> • treści, które uczniowie opanowują bez problemów, • treści, których opanowanie sprawia uczniom trudności, • środków dydaktycznych, stosowanych metod nauczania, • wyników osiąganych przez uczniów. 3. Część podsumowująca. Ocenianie uczniów poprzez sprawdzenie rezultatów pracy: <ul style="list-style-type: none"> • ustawianie zadanych parametrów instalacji poprzez odpowiednie nastawy zaworów, • przeprowadzenie pomiarów wybranych parametrów przepływu, • właściwy dobór i zastosowanie aparatury pomiarowej, • wykonanie raportu z wykonanych działań.

Przygotowane i przeprowadzone przez nauczycieli kształcenia zawodowego

Temat zajęć	Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – wprowadzenie
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<i>ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.</i>
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • Wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonali umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	3

Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	2
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Teoretyczne wprowadzenie do tematu. Omówienie parametrów pracy panelu fotowoltaicznego.
Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Ogólne informacje na temat parametrów pracy ogniw PV, współczynnika wypełnienia charakterystyki prądowo-napięciowej FF oraz kąta padania promieniowania.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Wykład online, dyskusja.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne zadawane przez prowadzącego zajęcia, oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Wykład online z uwagi na sytuację epidemiczną.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Informacje ogólne o fotowoltaice i energii słonecznej.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy z zakresu fotowoltaiki, a w szczególności o panelach PV, ich parametrach pracy i charakterystyce. Jakość i poprawność wpływu wybranych form i środków dydaktycznych na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Temat zajęć	Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – obliczenia
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<i>ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.</i>
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • Wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonali umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	3
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	2
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Obliczanie parametrów pracy panelu fotowoltaicznego na podstawie przykładowych danych pomiarowych. Uzyskanie umiejętności obliczania parametrów pracy panelu PV.

Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Rozwiązywanie zadań obliczeniowych oraz rysowanie charakterystyki prądowo-napięciowej i określanie punktu pracy ogniw PV, zarówno pojedynczych, jak i w różnym układzie połączeń.
Sposób realizacji: (metody, formy pracy podczas zajęć)	Ćwiczenia online, dyskusja.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne, zadawane przez prowadzącego zajęcia, a oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Ćwiczenia online z uwagi na sytuację epidemiczną.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu. Zastosowanie platformy GSuite oraz tablicy interaktywnej Jamboard.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Znajomość podstawowych jednostek, podstawowe umiejętności matematyczne i fizyczne.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy z zakresu obliczeniowego, rysowania charakterystyki prądowo-napięciowej i obliczeń maksymalnego punktu pracy. Jakość i poprawność wpływu wybranych form i środków dydaktycznych na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Temat zajęć	Pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego – wyznaczenie punktu pracy
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<i>ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.</i>
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • Wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonali umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	3
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	2
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Wyznaczanie punktu maksymalnej mocy pracy panelu fotowoltaicznego na podstawie przykładowych danych pomiarowych.

Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Informacja o metodach wyznaczania charakterystyki prądowo-napięciowej oraz wyznaczenia punktu pracy panelu na podstawie charakterystyki.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Wykład online, dyskusja, ćwiczenia.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne, zadawane przez prowadzącego zajęcia, a oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Wykład online z uwagi na sytuację epidemiczną.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej na podstawie danych pomiarowych.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy z zakresu metod wyznaczania charakterystyki prądowo-napięciowej. Jakość i poprawność doboru form i środków dydaktycznych oraz ich wpływ na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Szczegółowy opis przebiegu zajęć:

Metody MPPT dzielimy na: metody pośrednie, bezpośrednie oraz metody wykorzystujące sztuczną inteligencję.

Metody pośrednie:

Do metod pośrednich należą:

1. **Metoda wykorzystująca pomiary napięcia obwodu otwartego generatora fotowoltaicznego (Open-circuit voltage photovoltaic generator method)** – algorytm ten korzysta z liniowej (w przybliżeniu) zależności między wartością napięcia w punkcie mocy maksymalnej i napięciem obwodu otwartego. Współczynnik proporcjonalności zależy od materiału i technologii, w jakiej wykonano moduł, oraz od warunków klimatycznych: $V_{OC} = const \cdot V_{MPP}$ (1).

Metoda ta polega na chwilowym przerwaniu pracy generatora PV, pomiarze VOC, obliczeniu VMPP z wyżej wymienionej zależności oraz dostosowaniu napięcia pracy do obliczonego VMPP.

Wadami tej metody są: potrzeba przerywania pracy generatora na czas pomiaru (i towarzyszące temu straty energii) oraz związane ze starzeniem się zmiany wpływu temperatury i napromieniowania na charakterystykę modułów. Z drugiej strony jest to metoda prosta (wykorzystuje tylko jedną pętlę sprzężenia zwrotnego) i tania.

Metoda wykorzystująca pomiary prądu zwarcia generatora fotowoltaicznego (Short-circuit photovoltaic generator method) opiera się na podobnej zależności, tylko odnosi się do prądu w punkcie mocy maksymalnej i prądu zwarcia.

Zalety, wady oraz ograniczenia tych metod są bardzo podobne.

Istnieją również sposoby na ominięcie ograniczeń dwóch poprzednich metod, np. zastosowanie do pomiarów napięcia obwodu otwartego dodatkowego ogniwa, wykonanego w tej samej technologii i z tych samych materiałów co generator PV. W związku z tym nie istnieje potrzeba wyłączenia całego generatora na czas pomiaru. Jednak metoda ta powoduje dodatkowe trudności w przypadku „rozregulowania” charakterystyki ogniwa testowego lub choćby minimalnie innych warunków napromieniowania (spowodowane to może być złym zamocowaniem lub nawet zabrudzeniem).

2. **Metoda dopasowania krzywej (Curve-fitting method)** – korzysta z zależności mocy modułu PPV od napięcia modułu VPV.

Dokładność tej metody zależy od jak najczęściej dokonywanych pomiarów parametrów generatora PV (nawet co kilka milisekund), co może być problematyczne.

Wadami tej metody są: potrzeba dokładnej znajomości parametrów opisujących ogniwo (zarówno związanych z materiałem, jak i z technologią wykonania ogniwa) oraz to, że nie można jej stosować do dowolnych warunków klimatycznych.

Poza tym metoda wymaga zarezerwowania dużej ilości pamięci na wykonywanie operacji matematycznych.

3. **Metoda porównywania z tabelą (Lookup table)** – metoda ta polega na pomiarze prądu oraz napięcia ogniwa i porównaniu ich z wartościami zapisanymi wcześniej w tabeli (a odpowiadającymi pracy w MPP dla danych warunków klimatycznych). Wadą tej metody jest konieczność przechowywania dużej bazy danych dla konkretnego modułu (modułów). Dodatkowo nie da się przewidzieć wszystkich warunków klimatycznych. Algorytmy śledzenia punktu mocy maksymalnej (MPPT) w systemach fotowoltaicznych.

Metody pośrednie wykorzystują wcześniej zdefiniowane wartości, co powoduje, że nie są odporne ani na zmiany warunków klimatycznych (należy pamiętać, że czas życia systemu fotowoltaicznego to około 25 lat), ani na zmiany zachodzące w samych generatorach PV (procesy starzenia, potrzeba wymiany uszkodzonych modułów itp.). Jest to podstawowa wada tych metod, jednak są one stosunkowo proste w implementacji i tanie.

Metody bezpośrednie

Metody bezpośrednie polegają na pomiarach parametrów generatora oraz ich zmianach w ten sposób, aby znaleźć optymalny punkt pracy. Mają one przewagę nad metodami pośrednimi, ponieważ nie wymagają wcześniejszej znajomości charakterystyk generatora.

Działają one w danych warunkach na danej charakterystyce, a ich założenia są zazwyczaj niezależne od warunków klimatycznych oraz zmian zachodzących w generatorze.

Do metod tych można zaliczyć:

1. **Metodę różnicową (Differentiation method)** – znalezienie punktu mocy maksymalnej w tej metodzie polega na rozwiązaniu dwóch równań.

W metodzie tej, jeśli wynikiem drugiego równania nie jest zero, sprawdzamy znak tego rozwiązania i w zależności od niego zmieniamy punkt pracy generatora (jeśli dodatni, to należy zwiększyć napięcie pracy, jeśli ujemny, to zmniejszyć).

W metodzie tej wymagane jest jak najszybsze znalezienie rozwiązania równań, co może być problematyczne ze względu na ich komplikację oraz to, że muszą zostać wykonane najpierw pomiary prądu, napięcia, mocy generatora, ich zmiany w czasie i samego czasu.

2. **Metodę zaburzania i obserwacji – P&O (Perturbation and observe method)** – polega ona na wymuszonych zmianach napięcia pracy generatora fotowoltaicznego i obserwacji odpowiadających im zmian mocy tego generatora. Jeżeli moc wzrasta, to zmiany napięcia należy kontynuować w tym samym kierunku (zwiększać lub zmniejszać). Natomiast jeżeli moc maleje, należy zmienić kierunek zmian napięcia pracy (jeżeli zwiększaliśmy napięcie, należy zacząć je zmniejszać i analogicznie dla drugiego przypadku).

Problemem tej metody jest bardzo szybka zmiana wartości napromieniowania (w stosunku do czasu pomiaru), która może powodować, że generator będzie działał na nieaktualnych danych. Z drugiej strony skrócenie okresu zmian i obserwacji wymagać będzie użycia bardziej skomplikowanych metod obliczeniowych oraz urządzeń pomiarowych. Dodatkową trudnością jest to, że przy stałym napromieniowaniu moc generatora oscyluje wokół punktu MPP. Mimo tych zastrzeżeń metoda ta jest szeroko stosowana, ponieważ można ją implementować zarówno w rozwiązaniach z falownikami, jak i w systemach stałoprądowych. Wydaje się, że metoda P&O jest najbardziej rozpowszechniona w systemach obecnie projektowanych i budowanych. Doczekała się wielu poprawek i ulepszeń. Jedną z nich jest koncepcja zmian zaproponowana przez Junga, So i innych (*Improved perturbation and observation method (IP&O) of MPPT control for photovoltaic power systems*). Polega ona na zastosowaniu algorytmu adaptacyjnego, który dostosowuje wielkość zmian do szerokości pasma histerezy badanej mocy. Wykorzystano procesor sygnałowy, który kontroluje konwerter DC/DC w systemie. Zastosowanie tej metody spowodowało wzrost mocy o 0,5% i lepsze dostosowanie do zmiennych warunków klimatycznych.

Zadanie 1.

W celu uzyskania charakterystyki prądowo-napięciowej $I(U)$ diody półprzewodnikowej uczniowie połączyli szeregowo opornik, diodę i amperomierz. Voltomierz włączyli tak, aby mierzył napięcie na diodzie. Do pomiarów wykorzystali mierniki cyfrowe. Opór voltomierza był bardzo duży, a amperomierz miał mały opór ok. 4Ω . Całość podłączyli do ogniwa AA o pomijalnie małym oporze wewnętrznym. Następnie dołączali kolejne takie same ogniwa, powodując w ten sposób zmiany napięcia na diodzie. Wyniki pomiarów zapisali w tabeli:

U_0 (V)	U_d (V)	I (mA)	R (Ω)
1,5	0,617	2,2	400
1,5	0,650	4,2	200
3,0	0,700	11,2	200
4,5	0,723	18,6	200
6,0	0,739	25,9	200
7,5	0,751	33,1	200
9,0	0,759	40,5	200
3,0	0,773	65,4	

Źródło: opracowanie własne.

U_0 – napięcie na baterii ogniwa.

U_d – napięcie zmierzone na diodzie.

I – natężenie prądu płynącego przez diodę.

R – opór opornika włączonego do obwodu szeregowo z diodą.

Temat zajęć	Konfiguracja podstawowego systemu fotowoltaicznego
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, doskonali umiejętności zawodowe, stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, współpracuje w zespole, usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	4
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	5
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Zapoznanie uczniów z pracą paneli PV pod obciążeniem. Nabycie umiejętności rozpoznawania elementów układu pomiarowego PV,

	określania ich zalet i wad oraz możliwości ich zastosowania w zależności obciążenia.
Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Zapoznanie z budową układu pomiarowego PV oraz przygotowanie zestawu pomiarowego na podstawie schematu płaskiego. Wykonanie ćwiczeń pomiarowych i obliczeniowych oraz wyciągnięcie wniosków dotyczących wpływu różnych poziomów obciążenia na panele PV (różna konfiguracja zestawu pomiarowego).
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Ćwiczenia i pogadanka.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne, zadawane przez prowadzącego zajęcia, a oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium. Wyciągnięcie prawidłowych wniosków.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Pracownia zawodowa.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu, zestaw pomiarowy.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Umiejętność czytania rysunków technicznych płaskich i połączeń na podstawie schematu.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy praktycznej i teoretycznej z zakresu działania paneli PV z różnym obciążeniem. Jakość i poprawność doboru wybranych form i środków dydaktycznych oraz ich wpływ na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Szczegółowy opis przebiegu zajęć:

1. Część wstępna – sprawdzenie frekwencji i przedstawienie tematu zajęć.
2. Podział uczniów na grupy zadaniowe. Pierwsza grupa zapoznaje się z instrukcją do części pierwszej, a druga do części drugiej.
3. Omówienie zagadnienia:

Na podstawie schematycznego rysunku uczniowie przygotowują układ pomiarowy i postępują zgodnie z poniższą instrukcją:

 - a. Obciążeniem jest dioda LED.
 - b. Zapewnij takie warunki, aby podczas realizacji eksperymentu światło docierające z zewnątrz do paneli nie ulegało zmianie (nie zmieniaj położenia paneli fotowoltaicznych względem okien w klasie, nie zasłaniaj/odslaniaj okien w klasie).
 - c. Zmiana położenia lampy lub zaston wpłynie na wyniki eksperymentu. Nie zmieniaj też położenia lamp oświetlających panele względem paneli fotowoltaicznych.
 - d. Lampy powinny być ustawione pod kątem 90° względem paneli fotowoltaicznych.
 - e. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić minimalną moc światła.
 - f. Zapisz w tabeli poniżej wartości prądu, napięcia i mocy odczytane z mierników.
 - g. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić maksymalną moc światła.

h. Zapisz w poniższej tabeli wartości prądu, napięcia i mocy odczytane z mierników.

	Oświetlenie minimalne	Oświetlenie maksymalne
V _{pv}		
I _{pv}		
P _{pv}		
V _{aku}		
I _{aku}		
P _{aku}		
V _{obc}		
I _{obc}		
P _{obc}		

V_{pv} – napięcie na panelu PV,

I_{pv} – prąd panelu PV,

P_{pv} – moc pobierana z panelu PV,

V_{aku} – napięcie na akumulatorze,

I_{aku} – prąd na akumulatorze,

P_{aku} – moc dostarczana/pobierana z na akumulatora,

V_{obc} – napięcie na obciążeniu,

I_{obc} – prąd płynący przez obciążenie,

P_{obc} – moc pobierana przez obciążenie.

4. W drugiej części eksperyment panel będzie obciążony obciążeniem analogicznym do żarówki o mocy 40 W przy napięciu 24V.9.

5. Przygotowując się do drugiej części eksperymentu, wypełnij poniższą tabelkę właściwymi wartościami:

Moc (W)	Napięcie (V)	Prąd (A)	Rezystancja (Ω)
40	24		

6. Ustaw na obciążeniu elektronicznym wartości obciążenia odpowiadające 40W przy 24 V.

7. Uczniowie przygotowują zestaw układ pomiarowy zgodnie z rysunkiem dostarczony przez nauczyciela.

8. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić minimalną moc światła.

9. Mierniki w kanale 1 będą pokazywały prąd płynący przez obciążenie, napięcie na nim oraz moc obciążenia.

10. Zapisz w tabeli 2 wartości prądu, napięcia i mocy odczytane z mierników.

11. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić maksymalną moc światła.

12. Zapisz w tabeli wartości prądu, napięcia i mocy odczytane z mierników.

	Oświetlenie minimalne	Oświetlenie maksymalne
Vpv		
Ipv		
Ppv		
Vaku		
Iaku		
Paku		
Vobc		
Iobc		
Pobc		

Vpv – napięcie na panelu PV,

Ipv – prąd panelu PV,

Ppv – moc pobierana z panelu PV,

Vaku – napięcie na akumulatorze,

Iaku – prąd na akumulatorze,

Paku – moc dostarczana/pobierana z na akumulatora,

Vobc – napięcie na obciążeniu,

Iobc – prąd płynący przez obciążenie,

Pobc – moc pobierana przez obciążenie.

13. Ponieważ obciążenie wymusza przepływ znacznego prądu, należy zauważyć, że z czasem następuje rozładowanie akumulatora i spadek napięcia na nim.
14. Policzyć na ile czasu wystarczy energii w akumulatorach, zakładając, że akumulatory mają pojemność znamionową i że są w pełni naładowane.
15. Utrzymując maksymalne natężenie światła, poczekaj, aż akumulator zostanie w pełni naładowany (wartość tę reguluje regulator ładowania słonecznego) i jednocześnie obserwuj napięcie i prąd na akumulatorze.
16. Grupy po wykonaniu swojego zadania (pomiar) i uzupełnieniu tabel zamieniają się.
17. Na zakończenie zajęć uczniowie przedstawiają wnioski wyciągnięte z obu eksperymentów.
18. Zakończenie zajęć.

Temat zajęć	Konfiguracja podstawowego systemu fotowoltaicznego zasilającego inwerter.
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<i>ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.</i>
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonali umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	4
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	5
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Zapoznanie uczniów z konfiguracją zestawu paneli PV. Nabycie umiejętności rozpoznawania elementów układu pomiarowego PV.
Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Zapoznanie z budową układu pomiarowego PV oraz przygotowanie zestawu pomiarowego na podstawie schematu płaskiego. Wykonanie ćwiczeń pomiarowych i obliczeniowych oraz określenie parametrów z uwagi na kąt padania promieni słonecznych; wyciągnięcie wniosków.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Ćwiczenia i pogadanka.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne, zadawane przez prowadzącego zajęcia, a oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium. Wyciągnięcie prawidłowych wniosków.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Pracownia zawodowa.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu, zestaw pomiarowy.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Umiejętność czytania rysunków technicznych płaskich i połączeń na podstawie schematu.
Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	Zwiększenie poziomu wiedzy praktycznej i teoretycznej z zakresu działania paneli PV z różnym obciążeniem. Jakość i poprawność doboru wybranych form i środków dydaktycznych oraz ich wpływ na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.

Szczegółowy opis przebiegu zajęć:

1. Część wstępna – sprawdzenie frekwencji i przedstawienie tematu zajęć.
2. Podział uczniów na grupy zadaniowe. Pierwsza grupa zapoznaje się z instrukcją do części pierwszej, a druga do części drugiej.
3. Omówienie zagadnienia:

Na podstawie schematycznego rysunku uczniowie przygotowują układ pomiarowy i postępują zgodnie z poniższą instrukcją:

 - a. Zapewnij takie warunki, aby podczas realizacji eksperymentu światło docierające z zewnątrz do paneli nie ulegało zmianie (nie zmieniaj położenia paneli fotowoltaicznych względem okien w klasie, nie zasłaniaj/odstaniaj okien w klasie).
 - b. Zmiana położenia lampy lub zasłon wpłynie na wyniki eksperymentu.
 - c. Nie zmieniaj też położenia lamp oświetlających panele względem paneli fotowoltaicznych.
 - d. Lampy powinny być ustawione pod kątem 90° względem paneli fotowoltaicznych.
 - e. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić maksymalną moc światła.
 - f. Podłącz do gniazd inwertera wtyczkowe zasilacze USB, a do nich lampkę LED oraz wentylator.
 - g. Włącznikami inwertera na panelu A2 można włączyć/wyłączyć zasilanie lampy LED lub wentylatora.
4. Część druga:

Na podstawie schematycznego rysunku z cz.1 uczniowie przygotowują układ pomiarowy i postępują zgodnie z poniższą instrukcją:

 - a. Zapewnij takie warunki, aby podczas realizacji eksperymentu światło docierające z zewnątrz do paneli nie ulegało zmianie (nie zmieniaj położenia paneli fotowoltaicznych względem okien w klasie, nie zasłaniaj/odstaniaj okien w klasie).
 - b. Zmiana położenia lampy lub zasłon wpłynie na wyniki eksperymentu.
 - c. Nie zmieniaj też położenia lamp oświetlających panele względem paneli fotowoltaicznych.
 - d. Lampy powinny być ustawione pod kątem 60° względem paneli fotowoltaicznych.
 - e. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić maksymalną moc światła.
 - f. Podłącz do gniazd inwertera wtyczkowe zasilacze USB a do nich lampkę LED oraz wentylator.
 - g. Włącznikami inwertera na panelu A2 można włączyć/wyłączyć zasilanie lampy LED lub wentylatora.
5. Część trzecia:

Na podstawie schematycznego rysunku z cz. 1 uczniowie przygotowują układ pomiarowy i postępują zgodnie z poniższą instrukcją:

 - a. Zapewnij takie warunki, aby podczas realizacji eksperymentu światło docierające z zewnątrz do paneli nie ulegało zmianie (nie zmieniaj położenia paneli fotowoltaicznych względem okien w klasie, nie zasłaniaj/odstaniaj okien w klasie).
 - b. Zmiana położenia lampy lub zasłon wpłynie na wyniki eksperymentu.
 - c. Nie zmieniaj też położenia lamp oświetlających panele względem paneli fotowoltaicznych.
 - d. Lampy powinny być ustawione pod kątem 45° względem paneli fotowoltaicznych.
 - e. Przyciskami regulacji intensywności świecenia źródła światła na module sterującym należy ustawić maksymalną moc światła.
 - f. Podłącz do gniazd inwertera wtyczkowe zasilacze USB, a do nich lampkę LED oraz wentylator.
 - g. Włącznikami inwertera na panelu A2 można włączyć/wyłączyć zasilanie lampy LED lub wentylatora.
6. Grupy po wykonaniu swojego zadania (pomiar) i uzupełnieniu tabel zamieniają się.

7. Na zakończenie zajęć uczniowie przedstawiają wnioski wyciągnięte z obu eksperymentów.
8. Zakończenie zajęć.

Temat zajęć	Ładowanie akumulatorów – określanie długości i końca ładowania absorpcyjnego. Rozwiązywanie problemów z akumulatorem
Nazwa i symbol kwalifikacji, w ramach której będą prowadzone zajęcia	<i>ELE.10. Montaż urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.</i>
Nazwa jednostki efektów kształcenia, w ramach której będą prowadzone zajęcia	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Powiązane efekty kształcenia, w tym KPS i OMZ	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje się kreatywnością i otwartością na zmiany, • doskonalą umiejętności zawodowe, • stosuje metody i techniki rozwiązywania problemów, • współpracuje w zespole, • usuwa przyczyny nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń i systemów energetyki odnawialnej, • charakteryzuje wymagania dotyczące eksploatacji systemów energetyki odnawialnej.
Nazwa przedmiotu, w ramach którego będą organizowane zajęcia (jeśli dotyczy)	Monitorowanie systemów energetyki odnawialnej. Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.
Klasa	4
Liczba godzin lekcyjnych przeznaczonych na zajęcia	4
Cele zajęć (ogólne i operacyjne)	Zapoznanie uczniów z akumulatorami stosowanymi w energetyce, ich żywotnością, sposobami ładowania oraz ustawieniami i problemami. Nabywanie umiejętności rozpoznawania problemów i ich rozwiązaniem.
Materiał nauczania (krótki opis treści nauczania realizowanych podczas zajęć)	Zapoznanie uczniów z akumulatorami stosowanymi w energetyce, ich żywotnością, sposobami ładowania oraz ustawieniami i problemami. Wykonanie ćwiczeń pomiarowych i obliczeniowych oraz wyciągnięcie wniosków.
Sposób realizacji (metody, formy pracy podczas zajęć)	Wykład, ćwiczenia i pogadanka.
Sposoby oceniania uczniów (z zachowaniem wewnątrzszkolnego oceniania)	Śródlekcyjne pytania kontrolne, zadawane przez prowadzącego zajęcia, a oceniane przez niego lub innego ucznia. Wypełnienie karty pracy. Sporządzenie sprawozdania z przebiegu laboratorium. Wyciągnięcie prawidłowych wniosków.
Miejsce realizacji zajęć (nazwa pracowni)	Pracownia zawodowa.
Wyposażenie niezbędne do realizacji zajęć	Komputer z dostępem do Internetu, zestaw pomiarowy.
Wymagania wstępne (co uczeń powinien wiedzieć, potrafić przed zajęciami, aby móc z nich skorzystać)	Umiejętność czytania rysunków technicznych płaskich i połączeń na podstawie schematu.

Ewaluacja zajęć (obszar ewaluacji, wskaźniki, sposoby ewaluacji oraz przykładowe narzędzia ewaluacji)	<p>Zwiększenie poziomu wiedzy praktycznej i teoretycznej na temat akumulatorów stosowanych w energetyce, ich żywotności, sposobów ładowania oraz ustawiania.</p> <p>Jakość i poprawność doboru form i środków dydaktycznych oraz ich wpływ na przyswajanie wiedzy przez uczniów – ankieta wśród uczniów po zakończeniu całego cyklu zajęć.</p>
---	--

Szczegółowy opis przebiegu zajęć:

1. Część wstępna – sprawdzenie frekwencji i przedstawienie tematu zajęć.
2. Podział uczniów na grupy zadaniowe. Pierwsza grupa zapoznaje się z instrukcją do części pierwszej, a druga do części drugiej.
3. Omówienie zagadnienia:

Żywotność akumulatora – inteligentne zarządzanie akumulatorem.

Jeżeli solarny sterownik ładowania nie może całkowicie naładować akumulatora w ciągu jednego dnia, akumulator często zmienia stan pomiędzy stanem „częściowego naładowania”, a „końca rozładowania”. Taki tryb działania (brak regularnego całkowitego ładowania) powoduje zniszczenie akumulatorów ołowiowo-kwasowych w ciągu kilku tygodni lub miesięcy.

Algorytm żywotności akumulatora monitoruje jego stan naładowania i, w razie potrzeby, dzień po dniu nieznacznie podnosi poziom odłączania obciążenia (tj. wcześniej odłącza obciążenie) do momentu, aż zgromadzona energia słoneczna pozwoli na naładowanie akumulatora do poziomu zbliżonego do 100%. Od tego momentu poziom odłączania obciążenia jest modulowany w taki sposób, aby poziom naładowania zbliżony do 100% był osiągnięty mniej więcej raz w tygodniu.

Sterownik ładowania jest skonfigurowany do trzystopniowego procesu ładowania:

- ładowanie prądem maksymalnym (*bulk*),
- ładowanie absorpcyjne (*absorption*),
- ładowanie płynne (*float*).

Ustawienia domyślne – sterownik ładowania rozpoczyna nowy cykl co rano po wschodzie słońca.

Akumulatory kwasowo-ołowiowe: domyślna metoda określania długości i końca ładowania absorpcyjnego

Algorytm ładowania MPPT różni się od algorytmu ładowania akumulatorów podłączonych do prądu przemiennego. Należy uważnie przeczytać ten punkt instrukcji, aby zrozumieć zachowanie MPPT i zawsze postępować zgodnie z zaleceniami producenta baterii.

Domyślny czas trwania okresu ładowania absorpcyjnego jest określany na podstawie napięcia akumulatora na biegu jałowym na początku każdego dnia. Pokazuje to poniższa tabela:

Napięcie akumulatora V_b (przy uruchamianiu)	Multiplikator	Maksymalny czas ładowania absorpcyjnego
$V_b < 11,9V$	x 1	6 godz.
$11,9V < V_b < 12,2V$	x 2/3	4 godz.
$12,2V < V_b < 12,6V$	x 1/3	2 godz.
$V_b > 12,6V$	x 1/6	1 godz.

(Wartości dla napięcia 12 V, do układów o napięciu 24 V należy wartości przeliczyć).

Źródło: opracowanie własne.

Domyślne napięcie ładowania absorpcyjnego: 14,4 V.

Domyślne napięcie ładowania płynnego: 13,8 V.

Licznik czasu trwania ładowania absorpcyjnego włącza się po przetłoczeniu z ładowania prądem maksymalnym na absorpcyjne.

Ładowarki słoneczne MPPT również zakończą ładowanie absorpcyjne i przestawią się na ładowanie płynne, gdy prąd akumulatora spadnie poniżej dolnej granicy progów, czyli „prądu ogonowego”.

Domyślna wartość prądu ogonowego to 1 A.

W modelach z wyjściem obciążenia stosuje się prąd na zaciskach akumulatora. Dla większych modeli używany jest prąd na zaciskach wyjściowych.

Domyślne ustawienia (napięcie, mnożnik czasu ładowania absorpcyjnego i prąd ogonowy) można modyfikować za pomocą aplikacji poprzez Bluetooth (wymagany klucz sprzętowy) lub przez VE.Direct.

Istnieją dwa wyjątki od normalnego działania:

1. W przypadku użytkowania w systemie ESS algorytm ładowarki słonecznej jest wyłączony i zamiast tego podąża za krzywą nakazaną przez falownik/ładowarkę.
2. W przypadku baterii litowych CAN-bus, takich jak BYD, bateria informuje system, w tym ładowarkę słoneczną, jakie napięcie ładowania należy zastosować. Ten limit napięcia ładowania (CVL) jest dla niektórych akumulatorów nawet dynamiczny, zmienia się w czasie, na przykład na podstawie maksymalnego napięcia ogniwa w pakiecie i innych parametrów.

Wariacje w ramach oczekiwanego zachowania:

1. Wstrzymanie licznika czasu ładowania absorpcyjnego

Licznik czasu ładowania absorpcyjnego włącza się po osiągnięciu skonfigurowanego napięcia ładowania absorpcyjnego i zatrzymuje się, gdy napięcie wyjściowe jest niższe niż skonfigurowane napięcie ładowania absorpcyjnego. Przykładem takiego spadku napięcia może być przypadek, gdy moc PV (z powodu chmur, drzew, mostów) jest niewystarczająca do naładowania akumulatora i do zasilania obciążenia. Po zatrzymaniu licznika czasu ładowania absorpcyjnego dioda LED ładowania absorpcyjnego będzie bardzo powoli migać.

2. Ponowne uruchomienie procesu ładowania

Algorytm ładowania zostanie zresetowany, jeśli ładowanie zatrzyma się na godzinę. Może się to zdarzyć, gdy napięcie PV spadnie poniżej napięcia akumulatora z powodu złej pogody, zacielenia lub podobnego zjawiska.

3. Akumulator jest ładowany lub rozładowywany przed rozpoczęciem ładowania słonecznego

Czas automatycznego ładowania absorpcyjnego zależy od napięcia akumulatora rozruchowego. Oszacowanie czasu ładowania absorpcyjnego może być niepoprawne, jeśli istnieje dodatkowe źródło ładowania (np. alternator) lub obciążenie akumulatorów.

Jest to nieodłączny problem domyślnego algorytmu. Jednak w większości przypadków jest on nadal lepszy niż stały czas ładowania absorpcyjnego, niezależnie od innych źródeł ładowania lub stanu akumulatora.

Możliwe jest zastąpienie domyślnego algorytmu czasu ładowania absorpcyjnego poprzez ustawienie stałego czasu ładowania absorpcyjnego podczas programowania sterownika ładowania słonecznego. Należy pamiętać, że może to spowodować przeładowanie akumulatorów. Zalecane ustawienia można uzyskać od producenta akumulatora.

4. Czas ładowania absorpcyjnego zależy od prądu ogonowego

W niektórych zastosowaniach może być wskazane zakończenie czasu ładowania absorpcyjnego wyłącznie na podstawie prądu ogonowego. Można to osiągnąć poprzez zwiększenie domyślnego mnożnika czasu ładowania absorpcyjnego. Ostrzeżenie: prąd końcowy akumulatorów kwasowo-ołowiowych nie spada do zera, gdy akumulatory są w pełni naładowane, a ten „pozostały” prąd ogonowy może znacznie wzrosnąć, gdy akumulatory się zestarzeją.

Uczniowie wykonują powyższe czynności po kolei w grupach 2–3 osobowych.

5. Na zakończenie zajęć uczniowie przedstawiają wnioski wyciągnięte z eksperymentów i przedstawiają ewentualne problemy występujące przy ładowaniu akumulatorów.

Następnie porównują swoje wnioski z przedstawioną poniżej tabelą z instrukcji do zajęć.

6. Zakończenie zajęć.