Zał. nr 1B/6

Minimalne wymagania parametrów użytkowych, funkcjonalnych, technicznych lub standardów jakościowych poszczególnych produktów

PRAC.SYSTEMO W ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

**Zestaw eksperymentalny do badania energii słonecznej – szt.1**

Zestaw ten powinien zawierać stabilne opakowanie walizkowe umożliwiające swobodne transportowanie, w którym zawarte są  wszystkie niezbędne do przeprowadzania doświadczeń dodatkowe akcesoria, takie jak: urządzenia pomiarowe, kable, termometr laboratoryjny oraz inne urządzenia, umożliwiające przeprowadzanie kompleksowych eksperymentów związanych z przetwarzaniem energii słonecznej w elektryczną.﻿

﻿
**Zakres możliwych eksperymentów z dziedziny fotowoltaiki i elektrotechniki:**

* Połączenie szeregowe i równoległe ogniw słonecznych
* Zależność mocy ogniwa od wielkości powierzchni ogniw słonecznych
* Zależność mocy ogniwa od kąta padania promieni słonecznych na ogniwo
* Zależność mocy ogniwa od natężenia oświetlenia
* Wewnętrzna rezystancja ogniwa słonecznego
* Charakterystyka ciemna ogniwa fotowoltaicznego
* Charakterystyki U-I i współczynnik wypełnienia ogniwa
* Charakterystyki U-I w zależności od natężenia oświetlenia
* Zależność mocy ogniwa słonecznego od jego temperatury
* Zacienianie ogniw przy połączeniu szeregowym
* Zacienianie ogniw przy połączeniu równoległym
* Zależność mocy ogniwa słonecznego od częstotliwości światła
* Zależność mocy ogniwa od współczynnika przetwarzania energii
* Zaporowy i przewodzący charakter pracy ogniwa słonecznego przy oświetleniu i zacienieniu
* Ogniwo fotowoltaiczne, jako miernik transmisji

﻿
**Zakres możliwych eksperymentów z dziedziny optyki:**

* Różne poziomy natężenia światła
* Różne kąty padania promieni słonecznych na ogniwo słoneczne
* Promieniowanie rozproszone
* Promieniowanie bezpośrednie
* Albedo
* Własności koloru
* Mieszanie barw
* Złudzenia optyczne (dysk Benhama)

**Zestaw eksperymentalny do badania energii wiatru – szt.1**

Zestaw taki powinien umożliwiać :

- poznanie zasad funkcjonowania turbiny wiatrowej oraz jej właściwości, takich jak wpływ prędkości wiatru i jego kierunku na moc turbiny czy praca różnych rodzajów wirnika w zależności od kąta nachylenia łopatek śmigła.

- przeprowadzanie eksperymentów jakościowych przy użyciu takich elementów jak żarówka i buczek.

- pozwalać także na badanie procesów związanych z przemianą energii elektrycznej i jej magazynowaniem.

zestaw powinien być opakowany w stabilną walizkę aluminiową z wyściółkami oraz zawierać wszystkie dodatkowe urządzenia niezbędne do przeprowadzania eksperymentów tj. urządzenia pomiarowe i przewody.

Powinien również zawierać bardzo dobrze opracowany materiał dydaktyczny w języku polskim dla nauczycieli i uczniów / studentów.﻿

﻿**przykładowe eksperymenty jakie powinien umożliwiać zestaw:**

* Zależność pracy turbiny wiatrowej od prędkości wiatru:
	+ eksperymenty jakościowe przy pomocy modułu żarówkowego
	+ pomiar napięcia wytwarzanego przez turbinę
	+ wyznaczanie mocy wyjściowej turbiny przy stałym oporze
* Zmiany wytwarzanego napięcia przy podłączeniu różnych odbiorników prądu:
	+ rezystancji
	+ buczka, silnika, żarówki
* Badanie prędkości wiatru przed i za wirnikiem:
	+ na biegu jałowym
	+ z obciążeniem generatora
* Wyznaczanie efektywności turbiny wiatrowej
* Magazynowanie wytworzonej energii
* Transformacja energii i jej wykorzystanie:
	+ analiza przemiany energii -  energia kinetyczna => energia ruchu obrotowego => energia elektryczna => energia promieniowania diody LED
	+ analiza różnych przemian energii z zastosowaniem buczka, silnika i lampy
* Analiza różnych typów wirnika:
	+ porównanie wirnika ze śmigłem 3-łopatkowym z turbiną rotorową Savoniusa
	+ porównanie wirników ze śmigłem 2-, 3- i 4-łopatkowym
	+ eksperymenty jakościowe przy pomocy modułu żarówkowego
* Charakterystyka turbiny wiatrowej
* Zależność pracy turbiny wiatrowej od kierunku wiatru:
	+ na biegu jałowym (pomiar napięcia)
	+ pod obciążeniem
	+ eksperymenty jakościowe przy pomocy modułu żarówkowego﻿

**Zestaw demonstracyjny do badania energii termalnej – kolektor słoneczny –szt.1**

Zestaw ma służyć do demonstracji zasady, właściwości i technicznego wykorzystania przekształcenia energii słonecznej w cieplną.

- powinien zawierać wszystkie urządzenia potrzebne do przeprowadzania doświadczeń z zakresu absorpcji, przepływu i promieniowania cieplnego oraz do budowy kompletnego kolektora słonecznego z obiegiem termo-syfonowym, pompowym i wymiennikiem ciepła.

- podstawową częścią zestawu musi być kolektor słoneczny, służący do przekształcania energii promieniowania słonecznego w ciepło, przy zastosowaniu wody jako nośnika energii.

- zestaw powinien zawierać dobrze opracowany materiał dydaktyczny w języku polskim dla nauczycieli i uczniów.

**Zakres możliwych eksperymentów:**

 • Podstawe zasady dotyczace działania kolektora słonecznego:
• Absorpcja i odbijanie światła przez różne materiały
• Skupienie światła przy pomocy soczewki Fresnela
• Przepływ ciepła i stratyfikacja termiczna
• Przewodzenia ciepła
• Izolacja cieplna

**Kolektor słoneczny:**
• Kolektor słoneczny z pompą obiegową
• Kolektor słoneczny z obiegowym syfonem termicznym
• Różne wartości szybkości przepływu
• Obieg w kolektorze z wymiennikiem ciepła
• Obieg w kolektorze z akumulatorem parafinowym

**Koncentrator energii słonecznej (Concentrated Solar Power CSP):**
• Paraboliczny kolektor rynnowy z pompą obiegową
• Rozogniskowanie

**Moduł Peltiera jako generator termoelektryczny:**
• Jakościowy eksperyment pokazujacy zasadę funkcjonowania
• Ilościowe wyznaczanie mocy energii elektrycznej
• Zależność pomiędzy zmianami temperatury i zmianami mocy

**Zestaw szkoleniowy do badania energii termalnej – pompa ciepła – szt.1**

Musi być to funkcjonalny model uniwersalnej pompy ciepła z rewersyjnym układem ziębniczym, która może pracować w kliku trybach: woda/woda, powietrze/woda, woda/powietrze i powietrze/powietrze. Realizacja wymienionych trybów pracy pompy jest możliwa dzięki zastosowaniu różnych nakładek na wymienniki - symulujących dolne i górne źródła ciepła.

System ma służyć do demonstracji zasady działania i budowy pompy ciepła. Dzięki zastosowaniu zaworu czterodrogowego, możliwe jest odwrócenie obiegu chłodniczego i realizacja funkcji chłodziarki.

Stan pracy urządzenia powinien być monitorowany przy pomocy wskaźnika pozycji zaworu czterodrogowego, licznika energii, wskaźników temperatury i manometrów oraz wzierników czynnika ziębniczego.

**Zestaw powinien zawierać:**

- elementy konstrukcyjne ze stali nierdzewnej

- dwa zasobniki cieczy (nakładki na wymienniki ciepła)

- dwie tuleje z wentylatorem (nakładki na wymienniki ciepła)

- sprężarka tłokowa

- wymienniki ciepła w formie helisy

- regulator temperatury panelowy z wyświetlaczem

- licznik energii elektrycznej

- elektroniczne wskaźniki temperatury

- presostaty zabezpieczające HP/LP

- zawór rewersyjny

- filtr odwadniający dwukierunkowy

- dwa wzierniki czynnika ziębniczego

- wskaźnik pozycji pracy zaworu czterodrogowego

- manometr glicerynowy LP tablicowy

- manometr glicerynowy HP tablicowy

- czynnik ziębniczy

**Podstawowy zestaw szkoleniowy– ogniwo paliwowe-szt.1**

Zestaw musi odzwierciedlać kompletny obieg energii w oparciu o technologię solarną i ogniw paliwowych oraz umożliwiać poznanie i zrozumienie zasad wytwarzania energii odnawialnej jak i eksperymentowanie z procesem jej produkcji.
 **Zestaw powinien zawierać bardzo dobrze opracowany materiał dydaktyczny w języku polskim dla nauczycieli i uczniów.﻿**

**Części składowe zestawu podstawowego:**
- Ogniwo paliwowe
- Elektrolizer
- Moduł solarny
- Panel pomiaru obciążenia
- Stoper
- Przewody i wężyki
- Instrukcja z programem eksperymentów
- Opakowanie zestawu
 **Części składowe zestawu kompletnego:**
Wszystkie elementy zestawu „podstawowego” oraz dodatkowo:
- Rozkładalne ogniwo paliwowe
- Ogniwo metanolowe
- Butle do przechowywania metanolu (3 szt.)

**Przykładowe eksperymenty:**
Elektroliza
Zależność prądu ogniwa słonecznego od odległości i kąta padania promieni światła
Pierwsze prawo Faradaya‎
Połączenie szeregowe i równoległe ogniwa słonecznego z paliwowym
Rozkład wody na tlen i wodór

**Zestaw szkoleniowy– czysta energia systemy hybrydowe –szt.1**

Ma to być doskonale wyposażony zestaw służący do eksperymentowania z energią słoneczną, wiatrową i ogniwami paliwowymi (technologia wodorowa). Powinien zawierać oprogramowanie umożliwiające symulacje różnych wariantów zasilania, obciążenia oraz komputerową obróbkę wyników doświadczeń.

Zestaw powinien zawierać bardzo dobrze opracowany materiał dydaktyczny w języku polskim dla nauczycieli i uczniów.

 **zestaw powinien zawierać:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **1) Moduł solarny** (2 szt.) – do generacji energii elektrycznej z energii słonecznej; możliwość bezpośredniego przyłączenia elektrolizera i obciążenia; 3 stopniowa regulacja położenia w stosunku do źródła światła**2) Turbina wiatrowa** – do generacji energii elektrycznej z energii wiatru; możliwość bezpośredniego przyłączenia elektrolizera i obciążenia; regulowana ilość łopatek wirnika i kąt ustawienia**3) Moduł 5-cio ogniwowego ogniwa paliwowego** – produkuje energię elektryczną z wodoru i tlenu; regulowana ilość ogniw (1-5) w zależności od potrzeb**4) Elektrolizer** (2 szt.) – produkuje wodór z energii elektrycznej i destylowanej wody**5) Zbiornik na wodór 30 ml** (2 szt.)**6) Moduł zarządzający z interfejsem USB** – zbiera i przetwarza dane od wszystkich komponentów; połączenie z komputerem przez interfejs USB; komputerowo sterowane elektroniczne obciążenie i zasilanie**7) Miernik natężenia oświetlenia****8) Anemometr** – urządzenie do pomiaru prędkości wiatru |

﻿**Możliwości zestawu i przykładowe eksperymenty:**

* Wizualizacja parametrów pracy w formie wykresów i tabeli
* Ręczna i automatyczna generacja krzywych charakterystycznych
* Symulacja różnych profili źródeł zasilania i obciążenia
* Możliwość osobnego używania każdego ze źródeł energii (moduł solarny, turbina wiatrowa, ogniwo paliwowe)
* Optymalna adaptacja źródeł energii odnawialnej
* Produkcja wodoru przy pomocy źródeł energii odnawialnej
* Wyznaczanie efektywności i strat mocy modułu solarnego i turbiny wiatrowej
* Obserwacja właściwości wody podczas zjawiska elektrolizy
* Wyznaczanie krzywej charakterystycznej ogniwa paliwowego

**Zestaw demonstracyjny do prezentacji energii wodnej– turbina wodna – szt.1**

Urządzenie powinno służyć do demonstracji konwersji energii mechanicznej wody w energię elektryczną.

Moduł turbiny podłączony musi być do generatora prądu elektrycznego, którego działanie sygnalizowane powinno być poprzez różnej odbiorniki prądu t.j. świecąca żarówka, obracające się barwne koło.

Całość dobrze aby zamontowana była na stabilnej podstawce.