



Załącznik nr 4 do zapytania ofertowego nr 1/FERS.1.5/05/2025 z dnia 07.05.2025 r.

SPECYFIKACJA TECHNICZNA SPRZĘTU DO ZAJĘĆ

Lp.	Nazwa sprzętu	Liczba sztuk	Minimalne parametry sprzętu
1.	Fotowoltaika – zestaw profesjonalny	4	Fotowoltaika – zestaw profesjonalny Zestaw o modularnej budowie powinien umożliwiać budowę kompletnego systemu fotowoltaicznego w skali laboratoryjnej i przeprowadzanie szczegółowych analiz jego poszczególnych elementów. Zestaw (wszystkie jego elementy) powinien być składowany w jednej zamykanej wiekiem walizce/transporterze o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinna zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania. Wszystkie moduły wchodzące w skład zestawu powinny pochodzić od tego samego producenta, co oznacza spójność estetyczną (zachowana kolorystyka, kształt, symbole i oznaczenia), a także kompatybilność ze sobą pod względem wielkości i paramentów technicznych. Zestaw powinien zawierać opracowaną w języku polskim instrukcję wykonywania eksperymentów w umożliwiająca wykonanie co najmniej 20 doświadczeń. Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie następujących eksperymentów: Podstawy elektrotechniki: • Pomiar napięcia i natężenia prądu • Prawo Ohma • Połączenie szeregowe rezystorów (dzielnik napięcia) • Połączenie równoległe rezystorów (dzielnik prądu) Podstawy fotowoltaiki: • 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 • Zależność mocy ogniwa od natężenia oświetlenia (pod obciążeniem) • Zależność wewnętrznej rezystancji ogniwa słonecznego od natężenia oświetlenia • Częściowe zacienianie modułów fotowoltaicznych • Charakterystyka ciemna ogniwa fotowoltaicznego • Charakterystyki U-I, MPP i współczynnik wypełnienia ogniwa • Charakterystyki U-I w zależności od natężenia oświetlenia • Charakterystyki U-I ogniwa słonecznego w zależności od temperatury



			• Charakterystyka modułów fotowoltaicznych • Charakterystyki U-I ogniwa słonecznego przy częściowym zacieleniu • Współczynniki temperatury ogniw słonecznych Eksperymenty z systemem fotowoltaicznym: • Komponenty samowystarczalnego fotowoltaicznego systemu energetycznego (off-grid) • Różne warunki pracy systemu off-grid • Zasada działania regulatora bocznikowego i szeregowego • Porównanie regulatora PWM z regulatorem szeregowym • Charakterystyka ładowania regulatora PWM • Zasada działania wyszukiwacza punktu mocy maksymalnej (MPP-tracker) • Charakterystyka wyszukiwacza punktu mocy maksymalnej • Zasada działania modułu zabezpieczającego przed całkowitym rozładowaniem akumulatora. • Zasada działania inwertera • Określanie wzrostu napięcia wyjściowego inwertera W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej: • 1× Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta powinna umożliwiać wykonanie obwodu składającego się z min. 4 modułów, a zmiana układu połączeń z szeregowego na równoległy powinna odbywać się poprzez ich obrócenie o 90 stopni • 3× Moduł ogniwa słonecznego 0,5 V; 420 mA; • 3× Moduł ogniwa słonecznego 0,5 V; 840 mA; • 1 x Panel fotowoltaiczny 5,33V, 370 mA, • 1× Moduł diodowy • 1× Moduł potencjometru • 1× Regulator bocznikowy; • 1× Moduł silnika ze śmigiełkiem • 1× Moduł żarówkowy • 1× Moduł LED (dioda LED wysokiej jasności; • 1× Moduł zabezpieczający przed całkowitym rozładowaniem akumulatora; • 1× Regulator szeregowy; • 1× Modułu kondensatora; • 1× Radio; • 1× Moduł inwertera DC/AC; • 1x Moduł wyszukiwacza punktu mocy maksymalnej, 2 tryby pracy – ręczny i automatyczny • 1× Moduł regulatora PWM; • 1× Rezystor wtykowy 33 Ohm • 3× Rezystor wtykowy 100 Ohm • 2× Rezystor wtykowy 10 Ohm • 2× Moduł rezystorów (potrójny) • 3× Moduł oświetleniowy • 1× Podstawa do ogniwa słonecznego • 2× Moduł do pomiaru napięcia i prądu elektrycznego; zakres pomiarowy napięcia.: 0 – 12 V, dokładność pomiaru napięcia 1 mV,
--	--	--	---



			zakres pomiarowy prądu: 0 – 2 A, dokładność pomiaru prądu 0,1 mA (0...199 mA) i 1 mA (200 mA...1A), interfejs dotykowy, wyświetlacz cyfrowy, • 1x Moduł zasilacza; regulacja napięcia zasilania 0 – 12 V co 0,5 V, za pomocą przycisków + / - na jego powierzchni • 1z Zestaw przestroni ogniw słonecznych (4 sztuki) • 4x Przewód obwodu pomiarowego - czerwony, 25 cm • 3x Przewód obwodu pomiarowego - czarny, 25 cm • 2x Przewód obwodu pomiarowego - czerwony, 50 cm • 1x Przewód obwodu pomiarowego - czarny, 50 cm • 3x Wtyczka zwierająca • 1x Oprawa lampy i żarówka do oświetlania panelu fotowoltaicznego, 80 W • 1x Aluminiowa walizka z wyściółkami do przechowywania i transportu wszystkich części składowych zestawu Wymiary walizki/transportera do przechowywania i transportu zestawu (długość x szerokość x wysokość) w cm: 64,5x38x15,5 (+/- 5%), waga całego zestawu: max. 8 kg. Gwarancja: 12 miesięcy.
2.	Energia Wiatrowa – zestaw rozbudowany 2.0	4	Zestaw o modularnej budowie powinien umożliwiać demonstrację wszystkich najważniejszych zagadnień związanych z wytwarzaniem i wykorzystywaniem energii wiatrowej. Zestaw (wszystkie jego elementy) powinien być składowany w jednej zamykanej wiekiem walizce/transporterze o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinna zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania. Wszystkie moduły wchodzące w skład zestawu powinny pochodzić od tego samego producenta, co oznacza spójność estetyczną (zachowana kolorystyka, kształt, symbole i oznaczenia), a także kompatybilność ze sobą pod względem wielkości i paramentów technicznych. Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz przeprowadzania eksperymentów. Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie następujących eksperymentów: • Wpływ prędkości wiatru na pracę turbiny wiatrowej • Prędkość rozruchowa wiatru dla turbiny wiatrowej • Porównanie prędkości rozruchowych turbiny trójłopatowej i turbiny Savoniusa • Zmiany wytwarzanego napięcia przy podłączeniu odbiornika prądu • Badanie prędkości wiatru za wirnikiem • Obliczanie bilansu energetycznego turbiny wiatrowej • Obliczanie współczynnika wydajności turbiny wiatrowej • Magazynowanie energii elektrycznej • Konwersja energii w turbinie wiatrowej • Porównanie turbiny trójłopatowej i turbiny Savoniusa



			• Porównanie turbin dwu, trój i czteropłatowych • Charakterystyka U-I turbiny wiatrowej • Wpływ kierunku wiatru na pracę turbiny wiatrowej • Wpływ kąta nachylenia łopatek na pracę turbiny wiatrowej • Wpływ kąta nachylenia łopatek na prędkość rozruchową turbiny • Wpływ kształtu łopatek na pracę turbiny wiatrowej W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej: • 1× Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta powinna umożliwiać wykonanie obwodu min.3 modułów, a zmiana układu połączeń z szeregowego na równoległy powinna odbywać się poprzez ich obrócenie o 90 stopni • 1× Moduł rezystorowy • 1× Moduł potencjometru • 1× Moduł dźwiękowy / brzęczyk • 1× Moduł żarówkowy • 1× Moduł silnika elektrycznego bez przekładni • 1× Zestaw kolorowych dysków • 1× Moduły turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu - Savoniusa • 1× Moduł do tworzenia podmuchu powietrza • 1× Moduł turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu - gondola • 1× Moduł kondensatora 220 mF 2,5V • 1× Moduł LED 2mA (czerwony) • 1× Zestaw wirników do turbiny wiatrowej składający się z: ○ piast wsuwanych na wał turbiny wiatrowej, w których łączy się ze sobą 3 łopatki lub 2 do 4 łopatek, zależnie od typu piasty. Piasty powinny też ustalać kąt nachylenia łopatek, jednakowy, dla wszystkich z nich. ○ 4 łopatek prostych i 4 łopatek o aerodynamicznym profilu • 1× Podstawa do anemometru • 1× Moduł zasilacza z regulacją napięcia w zakresie 0-12 V • 2× Multimetr cyfrowy • 1× Przewód pomiarowy - czarny, 25 cm • 1× Przewód pomiarowy - czerwony, 25 cm • 2× Przewód pomiarowy - czarny, 50 cm • 2× Przewód pomiarowy - czerwony, 50 cm • 1× Urządzenie do pomiaru prędkości wiatru (anemometr) • 1× Aluminiowa walizka z wyściółkami do przechowywania i transportu wszystkich części składowych zestawu Wymiary walizki/transportera do przechowywania i transportu zestawu (długość x szerokość x wysokość) w cm: 64x37x16,5 (+/- 10%), waga całego zestawu: max. 6 kg. Gwarancja – 12 miesięcy.
--	--	--	--



3.	Kolektory słoneczne – zestaw rozbudowany	4	Zestaw o modularnej budowie powinien umożliwiać demonstrację zasad, właściwości i technicznego wykorzystania przekształcenia energii słonecznej w ciepłą. Powinien zawierać wszystkie urządzenia potrzebne do przeprowadzania doświadczeń z zakresu absorpcji, przepływu i promieniowania ciepłego oraz do budowy kompletnego kolektora słonecznego z obiegiem termo-syfonowym (grawitacyjnym), pompowym i wymiennikiem ciepła. Zestaw (wszystkie jego elementy) powinien być składowany w jednej zamykanej wiekiem walizce/transporterze o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinna zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania. Wszystkie moduły wchodzące w skład zestawu powinny pochodzić od tego samego producenta, co oznacza spójność estetyczną (zachowana kolorystyka, kształt, symbole i oznaczenia), a także kompatybilność ze sobą pod względem wielkości i paramentów technicznych. Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów. Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie następujących eksperymentów: Podstawowe zasady termodynamiki dotyczące działania kolektora słonecznego: • Absorpcja i odbijanie światła przez różne materiały • Skupienie światła przy pomocy soczewki Fresnela • Konwekcja ciepła i stratyfikacja termiczna • Przewodzenia ciepła • Izolacja cieplna Obiegi z kolektorem słonecznym: • Kolektor słoneczny z pompą obiegową • Kolektor słoneczny z obiegiem termo-syfonowym (obieg grawitacyjny) • Wpływ natężenia przepływu na pracę kolektora • Kolektor w układzie z wymiennikiem ciepła • Kolektor w układzie z akumulatorem parafinowym Koncentrator energii słonecznej (j.ang. Concentrated Solar Power - CSP): • Paraboliczny kolektor rynnowy z pompą obiegową • Rozogniskowanie Moduł Peltiera jako generator termoelektryczny: • Jakościowy eksperyment pokazujący zasadę funkcjonowania modułu Peltiera • Badanie generatora termoelektrycznego
----	--	---	---



			- Ilościowe wyznaczanie mocy elektrycznej W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej: 1x Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta powinna umożliwić zamocowanie 3 modułów, zależnie od ich typu, w pozycji poziomej lub pionowej. 1x Miniaturowy kolektor słoneczny płaski, w postaci zabudowanej i izolowanej, malowanej na kolor czarny płyty i węzownicy. Obudowa powinna być wykonana na podstawie charakterystycznej dla modułów zestawu z gniazdami umożliwiającymi stabilne zamocowanie kolektora na płycie głównej. 1x Reflektor paraboliczny 1x Moduł rurki absorpcyjnej 1x Moduł soczewkowy 1x Moduł absorpcyjny do stosowania z modułem soczewkowym i multimetrem do pomiaru temperatury 1x Moduł absorpcyjny, dwustronny, czarny / biały do stosowania z multimetrem do pomiaru temperatury 1x Moduł pompy, zawierający, zabudowane na jednej podstawie, miniaturową pompkę i naczynie wyrównawcze ze skalą. 1x Moduł Peltiera 1x Wymiennik ciepła - woda 1x Wymiennik ciepła - parafina 1x Zestaw wężyków 1x Moduł zasilacza z funkcją regulacji napięcia w zakresie 0 – 12 V, co 0,5 V, za pomocą przycisków + / - na jego powierzchni 1x Moduł odbiornika w formie silnika elektrycznego bez przekładni ze śmigiełkiem 1x Oprawa lampy ze źródłem światła podczerwonego 230V 2x Multimetr cyfrowy 1x Termometr laboratoryjny 1x Poduszka chłodząca 1x Czujnik pomiaru temperatury – kompatybilny z multimetrem cyfrowym 2x Gumka recepturka d=65 1x Zlewka 250 ml 2x Przewód pomiarowy - czarny, 50 cm 2x Przewód pomiarowy - czerwony, 50 cm 1x Aluminiowa walizka z wyściółkami do przechowywania i transportu wszystkich części składowych zestawu Wymiary walizki/transportera do przechowywania i transportu zestawu (długość x szerokość x wysokość) w cm: 64x37x16,5 (+/- 10%). Gwarancja: 12 miesięcy.
			Zestaw powinien pozwalać w sposób ilościowy i jakościowy na pokazanie fundamentalnych zasad funkcjonowania ogniw fotowoltaicznych, turbin wiatrowych, turbin wodnych, e-pojazdów, ogniw paliwowych oraz systemów magazynowania energii.



4.	Odnawialne źródła energii – zestaw rozbudowany	4	Zestaw (wszystkie jego elementy) powinien być składowany w jednej zamykanej wiekiem walizce/transporterze o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinna zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania. Wszystkie moduły wchodzące w skład zestawu powinny pochodzić od tego samego producenta, co oznacza spójność estetyczną (zachowana kolorystyka, kształt, symbole i oznaczenia), a także kompatybilność ze sobą pod względem wielkości i paramentów technicznych. Zestaw powinien zawierać opracowaną w języku polskim instrukcję wykonywania eksperymentów zgodną z poniższą listą. Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie następujących eksperymentów: • Przemiana energii mechanicznej w elektryczną i świetlną • Przemiana energii mechanicznej w elektryczną i kinetyczną • Przemiana energii mechanicznej w elektryczną i dźwięk • Przemiana energii słonecznej w elektryczną i kinetyczną • Przemiana energii słonecznej w elektryczną i dźwięk • Przemiana energii słonecznej w elektryczną i świetlną • Im większe ogniwo solarne, tym... • Wpływ kąta padania światła słonecznego na pracę modułu fotowoltaicznego • Od ogniwa fotowoltaicznego do modułu fotowoltaicznego • Częściowe zacienienie modułu fotowoltaicznego • Przemiana energii wiatrowej w elektryczną i dźwięk • Przemiana energii wiatrowej w elektryczną i światło • Wpływ kierunku wiatru na pracę turbiny wiatrowej • Wpływ kształtu łopatek wirnika na pracę turbiny wiatrowej • Wpływ prędkości wiatru na pracę turbiny wiatrowej • Przemiana energii wodnej w elektryczną i dźwięk • Wpływ wysokości, z jakiej spada woda, na pracę koła wodnego • Magazynowanie energii słonecznej • Magazynowanie energii wiatrowej • Co to jest elektrolizer? • W jaki sposób można dokonać rozkładu wody? • Co to jest ogniwo paliwowe? • Ogniwo paliwowe zasila silnik • Ogniwo paliwowe zasila brzęczyk • Zapotrzebowanie na energię elektryczną różnych odbiorników prądu • Porównanie żarówki i diody LED • Magazynowanie i produkcja energii: e-mobilność • Różne formy energii i różne odbiorniki
----	--	---	--



			• Struktura podstawowa: obracające się krążki • Jakość kolorów • Mieszanie się kolorów • Złudzenie optyczne z tarczą Benhama • Wypukły krążek • Zależność mocy ogniwa fotowoltaicznego od jego powierzchni • Zależność mocy ogniwa fotowoltaicznego od kąta padania promieni słonecznych na jego powierzchnię (jakościowy) • Zależność mocy ogniwa fotowoltaicznego od kąta padania promieni słonecznych na jego powierzchnię (ilościowy) • Zależność mocy ogniwa fotowoltaicznego od natężenia oświetlenia • Zależność mocy modułu fotowoltaicznego od obciążenia • Charakterystyka I-U i współczynnik wypełnienia ogniwa fotowoltaicznego • Zależność charakterystyk I-U ogniwa fotowoltaicznego od natężenia oświetlenia • Wpływ zmian prędkości wiatru na turbinę wiatrową (jakościowy) • Wpływ zmian prędkości wiatru na turbinę wiatrową (ilościowy) • Prędkość rozruchowa turbiny wiatrowej • Zmiana napięcia turbiny wiatrowej po podłączeniu odbiorników • Charakterystyki turbiny wiatrowej • Wpływ liczby łopatek wirnika (jakościowy) • Wpływ liczby łopatek wirnika (ilościowy) • Wpływ kierunku wiatru (jakościowy) • Wpływ kierunku wiatru (ilościowy) • Wpływ kąta nachylenia łopatek wirnika (jakościowy) • Wpływ kąta nachylenia łopatek wirnika (ilościowy) • Wpływ kształtu łopatek wirnika (jakościowy) • Wpływ kształtu łopatek wirnika (ilościowy) • Woda jako źródło energii (jakościowy) • Woda jako źródło energii (ilościowy) • Wpływ wysokości, z jakiej spada woda (jakościowy) • Wpływ wysokości, z jakiej spada woda (ilościowy) • Jak działa elektrolizer? • Jak działa ogniwo paliwowe? • Charakterystyka prądowo-napięciowa elektrolizera • Charakterystyka prądowo-napięciowa ogniwa paliwowego • Samochód elektryczny napędzany przez odwracalne ogniwo paliwowe W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej: • 1 x Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta umożliwia wykonanie obwodu 3 modułów, a zmiana układu połączeń z szeregowego na równoległy odbywa się poprzez ich obrócenie o 90 stopni • 1 x Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta umożliwia wykonanie obwodu 2 modułów. • 1 x Moduł fotowoltaiczny 0.5 V, 840 mA • 1 x Moduł fotowoltaiczny 1.5 V, 280 mA
--	--	--	--



			• 1 x Moduł oświetleniowy • 1 x Moduł potencjometru • 1 x Moduł dźwiękowy brzęczyk • 1 x Moduł żarówkowy • 1 x Moduł silnika bez przekładni • 1 x Zestaw kolorowych krążków • 1 x Zestaw płytek osłonowych do ogniw słonecznych (4 elementy) • 1 x Moduł fotowoltaiczny 2.5 V, 420 mA • 1 x Moduł kondensatora 5.0 F / 5.4 V • 1 x Moduł diodowy (dioda LED 2 mA, czerwona) • 1 x Zestaw łopatek wirnika składający się z: ○ piast wsuwanych na wał turbiny wiatrowej, w których łączy się ze sobą 3 łopatki lub 2 do 4 łopatek, zależnie od typu piasty. Piasty powinny też ustalać kąt nachylenia łopatek, jednakowy, dla wszystkich z nich. ○ 4 łopatek prostych i 4 łopatek o aerodynamicznym profilu • 1 x Moduł do tworzenia podmuchu powietrza • 1 x Zestaw łopatek wirnika (złożony) • 1 x Moduł turbiny wiatrowej • 1 x Ręczny generator prądu • 1 x Woda destylowana (100 ml) • 1 x Model samochodu o napędzie elektrycznym • 1 x Moduł koła wodnego • 1 x Moduł do pomiaru napięcia i prądu elektrycznego; zakres pomiarowy napięcia: 0 – 12 V, dokładność pomiaru napięcia 1 mV, zakres pomiarowy prądu: 0 – 2 A, dokładność pomiaru prądu 0,1 mA (0...199 mA) i 1 mA (200 mA...1A), interfejs dotykowy, wyświetlacz cyfrowy, • 1 x Moduł zasilacza; regulacja napięcia zasilania 0 – 12 V co 0,5 V, za pomocą przycisków + / - na jego powierzchni • 1 x Wąż silikonowy (o średnicy 12 mm) • 1 x Przewód pomiarowy czarny 25 cm • 1 x Przewód pomiarowy czerwony 25 cm • 2 x Przewód pomiarowy czarny 50 cm • 1 x Przewód pomiarowy czerwony 50 cm • 2 x Wtyczka zwierająca • 1 x Odwracalne ogniwo paliwowe • 1 x Instrukcja obsługi elementu osłaniającego do turbiny wiatrowej • 1 x Aluminiowa walizka z wyściółkami do przechowywania i transportu wszystkich części składowych zestawu Zestaw powinien zawierać wszystkie niezbędne do wykonywania eksperymentów części składowe. Do przeprowadzania doświadczeń nie powinny być potrzebne żadne dodatkowe akcesoria. Gwarancja: 12 miesięcy.
--	--	--	--



5.	Ogniwa paliwowe – zestaw rozbudowany	1	Zestaw powinien umożliwiać demonstrację zasad działania różnych technologii związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej przy pomocy ogniw paliwowych. Zawarte w zestawie ogniwo słoneczne, elektrolizer i różne rodzaje ogniw paliwowych, powinny umożliwiać zbudowanie i analizę pracy solarno-wodorowego układu generacji energii elektrycznej. Oprócz ogniwa paliwowego PEM (PEM = Polymer Elektrolyt Membrane) w zestawie powinny być zawarte ogniwo etanolowe, które nie jest zasilane wodorem tylko etanolem oraz ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem (z ang. SOFC) wymagające użycia palnika gazowego. Zestaw (wszystkie jego elementy) powinien być składowany w jednej zamykanej wiekiem walizce/transporterze o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinna zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania. Wszystkie moduły wchodzące w skład zestawu powinny pochodzić od tego samego producenta, co oznacza spójność estetyczną (zachowana kolorystyka, kształt, symbole i oznaczenia), a także kompatybilność ze sobą pod względem wielkości i paramentów technicznych. Zestaw powinien zawierać opracowaną w języku polskim instrukcję wykonywania eksperymentów. Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie następujących eksperymentów: • Budowa elektrolizera i różnych rodzajów ogniw paliwowych • Właściwości elektrolizera • Charakterystyka pracy elektrolizera • Właściwości ogniwa paliwowego PEM • Charakterystyka pracy ogniwa paliwowego PEM • Właściwości etanolowego ogniwa paliwowego • Charakterystyka pracy etanolowego ogniwa paliwowego • Wydajność Faradaya i wydajność energetyczna elektrolizera • Wydajność Faradaya i wydajność energetyczna ogniwa paliwowego PEM • Szeregowe i równoległe połączenia ogniw paliwowych typu PEM • Właściwości ogniwa paliwowego SOFC • Charakterystyka pracy ogniwa paliwowego SOFC W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej: • 1× Płyta główna wykonana z przezroczystego tworzywa sztucznego z zabudowanym, widocznym i czytelnym dla użytkownika układem połączeń elektrycznych. Płyta powinna umożliwiać wykonanie obwodu składającego się z min. 3 modułów, a zmiana układu połączeń z szeregowego na
----	--------------------------------------	---	---



			równoległy powinna odbywać się poprzez ich obrócenie o 90 stopni • 1x Moduł potencjometryczny • 1x Moduł silnika elektrycznego bez przekładni ze śmigiełkiem • 1x Moduł słoneczny; 2.5 V, 420 mA • 1x Moduł do przechowywania gazów (wodoru i tlenu) produkowanych podczas pracy elektrolizera • 3x Ogniwo paliwowe PEM • 1x Moduł elektrolizera • 1x Ogniwo etanolowe • 1x Ogniwo paliwowe ze stałymi tlenkami (z ang. SOFC) • 1x Wąż silikonowy 2 mm • 1x Lampa z zaciskiem stołowym • 2x Multimetr cyfrowy • 2x Przewód obwodu pomiarowego - czarny, 25 cm • 2x Przewód obwodu pomiarowego - czerwony, 25 cm • 1x Przewód obwodu pomiarowego - czarny, 50cm • 1x Przewód obwodu pomiarowego - czerwony, 50 cm • 1x Zawór do akumulatora wodorowego • 1x Mały palnik gazowy do ogniwa SOFC • 1x Aluminiowa walizka z wyściółkami do przechowywania i transportu wszystkich części składowych zestawu Gwarancja: 12 miesięcy.
--	--	--	--