



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Elektromobilność i magazyny energii [N1Eltech1>E-EiME]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
5/9

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
niestacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład  
20

Laboratorium  
10

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
10

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Leszek Kasprzyk prof. PP  
leszek.kasprzyk@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu elektrotechniki, maszyn elektrycznych oraz form i metod przetwarzania energii. Umiejętność interpretowania przekazywanych wiadomości oraz efektywnego kształcenia w dziedzinie związanej z magazynami energii i systemami hybrydowymi oraz pracy w zespole.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z stanem aktualnym i kierunkami rozwoju elektromobilności w Polsce i na świecie. Przedstawienie klasyfikacji i charakterystyki ogólnej magazynów energii elektrycznej oraz zaprezentowanie wybranych metod ich badania i modelowania.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie elektromobilności.

Ma wiedzę na temat energochłonności pojazdów samochodowych oraz magazynów energii elektrycznej stosowanych w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.

Ma wiedzę z zakresu projektowania prostych systemów zasilania pojazdów.

### Umiejętności:

Potrafi dokonać klasyfikacji i analizy pracy systemu napędowego oraz magazynu energii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.

Potrafi badać, analizować i modelować pracę wybranych magazynów energii elektrycznej stosowanych w systemach mobilnych.

### Kompetencje społeczne:

Ma świadomość narastającego problemu energetycznego na świecie.

Rozumie różne aspekty i skutki działalności inżyniera elektryka, w tym wpływu na środowisko

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana w trakcie pisemnego zaliczenia, które odbywa się na ostatnim wykładzie. Zaliczenie składa się z pytań otwartych punktowanych zależnie od poziomu trudności. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe przesłane są staroście grupy drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej 2-3 tygodnie przed terminem zaliczenia. Zaliczenie zajęć projektowych odbywa się na podstawie bieżącej kontroli postępów, aktywności na zajęciach oraz realizacji końcowego projektu.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych następuje na podstawie oceny wiedzy teoretycznej i praktycznej niezbędnej do wykonania realizowanego zadania, weryfikowanej na bieżąco w trakcie zajęć ze studentami oraz na podstawie pisemnych sprawozdań z wykonanego zadania.

## Treści programowe

### Wykład:

Historia pojazdów samochodowych, aktualne dane statystyczne na temat transportu i motoryzacji na świecie. Elektromobilność w Polsce i na świecie. Metody poprawy szkodliwości pojazdów samochodowych. Parametry techniczne pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Wyznaczanie zapotrzebowania na moc i energię pojazdu samochodowego. Dobór i analiza zachowania magazynu energii w pojeździe samochodowym. Systemy ładowania magazynów energii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych typu plugin. Analiza ekonomiczna opłacalności stosowania pojazdów elektrycznych i hybrydowych.

Wprowadzenie do magazynowania energii elektrycznej. Klasyfikacja magazynów energii elektrycznej. Parametry charakteryzujące magazyny energii elektrycznej (gęstość mocy, energii, SOC, SOP, SOH, czas gotowości). Zasady eksploatacji akumulatorów elektrochemicznych. Dobór i analizy pracy wybranych magazynów energii (modelowanie akumulatorów kwasowo-ołowiowych, litowo-jonowych, superkondensatorów). Systemy ładowania magazynów energii (przewodowe i bezprzewodowe), w tym w pojazdach elektrycznych i hybrydowych typu plugin. Analiza opłacalności stosowania magazynów energii. Metody i modelowania elektrochemicznych magazynów energii (PbO<sub>2</sub>, Li-Ion). Modelowanie elektrycznych magazynów energii (superkondensatory). Trwałość elektrochemicznych magazynów energii elektrycznej. Praca magazynów energii w pakietach, BMS (balansery aktywne i pasywne itp.). Przegląd rozwiązań UPS. Trakcja elektryczna. Komunikacja szynowa i indywidualna, drony. Smart Grid, V2G.

Wykorzystanie i zadania magazynów energii w systemie elektroenergetycznym, w tym o znacznym udziale źródeł niespokojnych. Charakterystyka magazynów mechanicznych (masa wirująca, systemy sprężonego powietrza, elektrownie szczytowo-pompowe). Magazyny chemiczne (ogniwa paliwowe i wykorzystanie wodoru).

### Projekt:

Identyfikacja parametrów modelu akumulatorów litowo-jonowych. Identyfikacja parametrów modelu superkondensatorów. Elektrochemiczne spektroskopia impedancyjna. Dobór i projektowanie instalacji zawierających magazyny energii.

### Laboratorium:

1. Badanie procesu ładowania i rozładowania akumulatorów kwasowo-ołowiowych (charakterystyki ładowania i rozładowania, wyznaczanie pojemności, rezystancji wewnętrznej, gęstości mocy i energii).
2. Badania procesu ładowania i rozładowania (charakterystyki ładowania i rozładowania, wyznaczanie pojemności, rezystancji wewnętrznej, gęstości mocy i energii)
3. Analiza pracy pakietu akumulatorów litowo-jonowych (balansery napięć, badania termiczne, w tym termowizyjne)

4. Identyfikacja parametrów modelu akumulatorów litowo-jonowych
5. Identyfikacja parametrów modelu superkondensatorów. Współpraca baterii litowo-jonowej z superkondensatorem
6. Magazyn kinetyczny. System hybrydowy - PV z magazynem energii

## Metody dydaktyczne

Wykłady: Prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, inicjowanie dyskusji w trakcie wykładu. Dodatkowe materiały umieszczone są w systemie Moodle.

Ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracje oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne

Projekty: Zajęcia dydaktyczne na sali audytoryjnej (obliczenia w zeszytach i na tablicy wspomagane aplikacją w środowisku Matlab).

## Literatura

### Podstawowa

1. Andrzej Czerwiński, Akumulatory, baterie, ogniwa. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2012.
2. Hariharan Krishnan S., Piyush Tagade, Sanoop Ramachandran. Mathematical Modeling of Lithium Batteries: From Electrochemical Models to State Estimator Algorithms. Springer, 2017
3. Herner A., Riehl H. J.: Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2003.
4. Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, WNT, Warszawa 2009.

### Uzupełniająca

1. Akumulatory elektryczne - Terminologia PN-88/E-01004 Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości.
2. Akumulatory do napędu pojazdów elektrycznych drogowych - Część
3. Badania dotyczące działania i trwałości (kompatybilne w ruchu kołowym pojazdy do ruchu miejskiego) PN-EN 61982-3 / Polski Komitet Normalizacyjny
5. Denton T.: Automobile electrical and electronic systems, Arnold, London 2000.
6. Larminie J., Lowry J.: Electric vehicle technology. Explained, Wiley, West Sussex 2003

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	109	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	70	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	39	1,00