



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Magazyny energii w systemie elektroenergetycznym

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektroenergetyka

Studia w zakresie (specjalność)

Źródła odnawialne i magazynowanie energii

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Andrzej Tomczewski

email: andrzej.tomczewski@put.poznan.pl

tel. 616652788

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

mgr inż. Stanisław Mikulski

email: stanislaw.mikulski@put.poznan.pl

tel. 616652796

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu fizyki, metod rozwiązywania układów równań oraz analizy obwodów elektrycznych w stanie ustalonym. Dodatkowo powinien znać budowę systemu elektroenergetycznego i jego elementów składowych.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie się z zasadami współpracy magazynów energii z systemem elektroenergetycznym w ujęciu prawnym oraz inżynierskim. Poznanie wpływu jaki niesie za sobą instalowanie zasobników energii w systemie elektroenergetycznym. Poznanie przedstawionych na zajęciach metod modelowania magazynów energii oraz elementów systemu elektroenergetycznego.



## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Ma poszerzoną wiedzę na temat przetwarzania i przekształcania energii elektrycznej.
2. Rozumie wagę i wpływ technologii magazynowania na problem bezpieczeństwa energetycznego w ujęciu lokalnym i globalnym.
3. Poznaje zasady współpracy magazynów energii zgodne z Prawem Energetycznym oraz zasadami działania rynku energii.

### Umiejętności

1. Potrafi dokonać oceny i porównania różnych rozwiązań technologicznych z zakresu magazynowania energii.
2. Potrafi wykonać model analityczny instalacji magazynującej, przeprowadzić analizę współpracy tej instalacji z systemem elektroenergetycznym oraz dokonać optymalizacji jej parametrów.

### Kompetencje społeczne

1. Rozumie znaczenie elektroenergetyki dla kraju i społeczeństwa.
2. Rozumie potrzebę rozwijania nowych technologii w celu zapewnienia dostaw energii zgodnych z wymogami ochrony środowiska.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

### Wykład:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana podczas pisemnego egzaminu w czasie sesji egzaminacyjnej. Egzamin składa się z pytań otwartych punktowanych zależnie od poziomu trudności. Próg zaliczeniowy wynosi 50% wszystkich punktów możliwych do zdobycia. Zagadnienia egzaminacyjne podawane są studentom kilka tygodni przed egzaminem oraz omawiane w trakcie ostatniego wykładu.

### Zajęcia projektowe:

Umiejętności nabyte podczas zajęć projektowych są weryfikowane na podstawie zadań do samodzielnego wykonania w domu bądź w trakcie zajęć. Temat każdego z zadań jest wariacją zagadnień omawianych podczas zajęć projektowych. Każde zadanie jest punktowane. Ocena końcowa wyznacza jest na podstawie łącznej ilości zdobytych punktów oraz aktywności podczas zajęć projektowych.

## Treści programowe

### Wykład:

Omówienie aktualnych trendów i problemów technicznych włączania układów magazynowania energii do systemu elektroenergetycznego. Magazyny energii w Prawie Energetycznym w Polsce oraz innych krajach UE. Opis strategii wykorzystania i związanych z nimi algorytmów sterowania magazynami energii współpracującymi z siecią elektroenergetyczną. Możliwości wykorzystania magazynów energii w



instalacjach prosumenckich do aktywnego udziału w kupnie i sprzedaży energii. Nowoczesne technologie magazynowania energii Power2Gas, Vehicle2Grid i ich wpływ na działanie systemu elektroenergetycznego. Analiza ekonomiczna wykorzystania magazynów energii w systemie elektroenergetycznym.

Zajęcia projektowe:

Omówienie narzędzi informatycznych stosowanych w trakcie zajęć do modelowania i analizy systemu elektroenergetycznego oraz przyłączonych do niego magazynów energii. Analiza pracy systemu elektroenergetycznego w stanie ustalonym. Omówienie modelu matematycznego magazynu energii. Prezentacja przykładowych algorytmów sterowania magazynami pozwalających na pracę magazynu energii jako np.: filtra mocy, układu wyrównującego obciążenie, układu ograniczającego przeciążenie sieci, podtrzymującego napięcie. Analiza niezawodności dla małych systemów. Omówienie przykładowych metod optymalizacji rozmieszczania magazynów energii w systemie EL-EN.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna uzupełniona przykładami symulacyjnymi i obliczeniowymi. Uwzględnienie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym ekonomicznych, ekologicznych, prawnych i społecznych. Zachęcanie studentów do udziału w merytorycznej dyskusji dot. aspektów technicznych, społecznych i środowiskowych sotoswania przedstawianych na zajęciach rozwiązań. Materiały dodatkowe takiej jak linki do niezbędnej literatury, stenogramy z odbytych wykładów dostępne na uczelnianej platformie elearningowej.

Projekt: prezentacji multimedialne wprowadzające do tematyki poszczególnych zajęć. Zadania projektowe wykonywane wspólnie z prowadzącym na zajęciach. Zadania do samodzielnego wykonania, wykonywane z wykorzystaniem Wirtualnego Laboratorium Programowania (VPL) na uczelnianej platformie elearningowej.

### Literatura

Podstawowa

1. Instrukcja Pracy Systemów Połączonych UCTE: Część 1. Regulacja mocy i częstotliwości, 2004.
2. Komisja Europejska, : Energy storage - the role of electricity, February, 2017
3. Kim, H.T., Jin, Y.G., Yoon, Y.T., An Economic Analysis of Load Leveling with Battery Energy Storage Systems (BESS) in an Electricity Market Environment: The Korean Case. Energies 12, 2019. <https://doi.org/10.3390/en12091608>
4. Paska, J., Zasobniki energii elektrycznej w systemie elektroenergetycznym - zastosowania i rozwiązania. Przegląd Elektrotechniczny 2012, pp. 50-56
5. Swain, A., Salkuti, S.R., Swain, K., An Optimized and Decentralized Energy Provision System for Smart Cities. Energies 14, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14051451>



6. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne tj. (Dz. U. z 2020 r. poz. 833, 843,471, 1086, 1378 i 1565, z 2021 r. poz. 234 i 255), 1997.

Uzupełniająca

1. Bednarek, K., Kasprzyk, L., Hłasko, E., Modele funkcjonowania zasobników energii stosowanych w układach mobilnych. *Electrical Engineering* 277–289, 2016
2. Tomczewski, A., Kasprzyk, L., Optimisation of the Structure of a Wind Farm—Kinetic Energy Storage for Improving the Reliability of Electricity Supplies. *Applied Sciences* 8, 2018.  
<https://doi.org/10.3390/app8091439>
3. Yan, Z., Zhang, X.-P., General Energy Filters for Power Smoothing, Tracking and Processing Using Energy Storage. *IEEE Access* 5, 2017. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2737547>

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	55	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, opracowanie sprawozdań, przygotowanie projektu, przygotowanie pracy zaliczeniowej, przygotowanie do kolokwium, przygotowanie do egzaminu) <sup>1</sup>	25	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności