



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Diagnostyka nieinwazyjna w elektromobilności [S2Elmob1>DNwE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektromobilność

Rok/Semestr  
1/2

Studia w zakresie (specjalność)  
Systemy przetwarzania energii

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
15

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr inż. Arkadiusz Hulewicz  
arkadiusz.hulewicz@put.poznan.pl

dr inż. Zbigniew Krawiecki  
zbigniew.krawiecki@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien znać podstawowe wiadomości z elektrotechniki, metrologii, informatyki i elektroniki.

### Cel przedmiotu

Poznanie wybranych zagadnień z zakresu diagnostyki nieinwazyjnej w elektromobilności. Poznanie podstaw zjawisk termowizji, zapoznanie z nowoczesnymi technikami pomiarowymi i uświadomienie potrzeby stosowania nowoczesnych układów pomiarowych pracujących jako węzeł IoT w aplikacjach związanych z Przemysłem 4.0 w aspekcie pomiarów termowizyjnych. Poznanie podstaw pomiarów akustycznych. Poznanie możliwości użycia metod uczenia maszynowego w zakresie diagnostyki nieinwazyjnej w elektromobilności.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student ma rozszerzoną wiedzę na temat metod diagnostyki, w tym nieinwazyjnej, techniki

sensorowej, przetwarzania sygnałów oraz analizy danych pomiarowych.

2. Student ma poszerzoną wiedzę w zakresie pomiarów wielkości elektrycznych oraz wybranych wielkości nieelektrycznych także z zastosowaniem systemów zdalnie sterowanych.

3. Student ma pogłębioną wiedzę w zakresie opracowania wyników eksperymentów.

Umiejętności:

1. Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty obejmujące symulacje komputerowe oraz pomiary wielkości elektrycznych i nieelektrycznych w systemach pojazdów elektrycznych i hybrydowych oraz infrastruktury ich ładowania.

2. Student potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu złożonych i nietypowych zadań inżynierskich oraz prostych problemów badawczych stosować podejście systemowe oraz stosując odpowiednie narzędzia i aparaturę, dokonać krytycznej analizy działania prostych i złożonych systemów elektrycznych pojazdów hybrydowych i elektrycznych.

3. Student potrafi zaplanować proces testowania urządzeń i złożonych układów elektronicznych i elektrycznych pojazdów hybrydowych i elektrycznych.

4. Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się, organizować proces samokształcenia oraz wskazywać kierunki rozwoju zawodowego innych osób.

Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie, że w obszarze techniki wiedza i umiejętności szybko się dewaluuują co wymaga ciągłego ich uzupełniania.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie końcowym o charakterze testowym i/lub rachunkowym. Próg zaliczenia testu 51%. Premiowanie oceny z zajęć laboratoryjnych i/lub obecności i aktywności podczas wykładu.

Laboratorium: umiejętności nabyte w ramach ćwiczeń laboratoryjnych są weryfikowane na podstawie sprawozdań wykonywanych przez studentów, i/lub sprawdzianu zaliczeniowego, i/lub bieżącej kontroli przygotowania studentów do realizowanego ćwiczenia. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych wymaga wykonania wszystkich ćwiczeń i uzyskania pozytywnych ocen dla wszystkich aktywności poddawanych weryfikacji.

### Treści programowe

Wykład:

Diagnostyka termowizyjna obejmująca m.in.:

- zjawiska fizyczne leżące u podstaw techniki termowizyjnej,
- budowa współczesnych kamer termowizyjnych,
- czynniki wpływające na wynik termowizyjnego pomiaru temperatury,
- równanie przetwarzania kamery termowizyjnej,
- wybrane parametry kamer termowizyjnych (NEDT, IFOV, FOV),
- praktyczne aspekty termowizyjnych pomiarów temperatury,
- termowizyjne układy pomiarowe jako węzeł IoT w aplikacjach Przemysł 4.0.

Diagnostyka akustyczna obejmująca m.in.:

- pomiary hałasu maszyn i urządzeń,
- pomiary poziomu dźwięku, pomiar RTA (Real Time Analyzer), zastosowanie charakterystyk korekcyjnych.

Diagnostyka elektryczna i nieelektryczna obejmująca m.in.:

- wsparcie systemów eksperckim w oparciu o pomiary wielkości elektrycznych w układach stosowanych na potrzeby elektromobilności,
- technikę sensorową w zakresie przetworników wielkości nieelektrycznej na elektryczną w elektromobilności (charakterystyka przetwarzania, właściwości statyczne i dynamiczne, liniowość, zasilanie, współpraca przetworników pomiarowych z miernikami - transmisja sygnału, wzajemne oddziaływanie, metody pomiarowe).

Laboratorium:

Diagnostyka termowizyjna układów elektronicznych. Wpływ czynników zakłócających na wynik termowizyjnego pomiaru temperatury. Wybrane parametry kamer termowizyjnych. Praktyczne aspekty termowizyjnych pomiarów temperatury. Diagnostyka akustyczna, analiza sygnałów akustycznych w

LabVIEW. Diagnostyka elektryczna. Eksperymentalny system diagnostyczny bazujący na metodach uczenia maszynowego. Wykorzystanie oprogramowania Solidworks w diagnostyce termowizyjnej. Przetworniki wielkości nieelektrycznej na elektryczną w elektromobilności.

## Metody dydaktyczne

Wykład: Prezentacje multimedialne (w tym rysunki, zdjęcia, filmy) uzupełniane przykładami podawanymi na tablicy. Zagadnienia teoretyczne są przedstawiane w ścisłym powiązaniu z praktyką. Laboratorium: wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych samodzielnie lub w zespołach, z pomocą i pod kontrolą prowadzącego.

## Literatura

Podstawowa:

1. Bogusław Więcek, Gilbert De Mey: Termowizja w podczerwieni: podstawy i zastosowania. Wydawnictwo PAK, 2011.
2. Krzysztof Dziarski, Arkadiusz Hulewicz, Grzegorz Dombek, Ryszard Frąckowiak, Grzegorz Wiczyński: Unsharpness of Thermograms in Thermography Diagnostics of Electronic Elements, Sensors, 2020.
3. Krzysztof Dziarski, Arkadiusz Hulewicz, Grzegorz Dombek: Indirect Thermographic Temperature Measurement of a Power-Rectifying Diode Die, Energis, 2021.
4. Arkadiusz Hulewicz, Krzysztof Dziarski, Grzegorz Dombek: The Solution for the Thermographic Measurement of the Temperature of a Small Object, Sensors, 2021.
5. Krzysztof Dziarski, Arkadiusz Hulewicz, Grzegorz Dombek: Thermographic Measurement of the Temperature of Reactive Power Compensation Capacitors, Energis, 2021.
6. Zbigniew Krawiecki, Dariusz Gloger, Design of a measurement stand with DAQ card and semiconductor laser for recording acoustic signals, Computer Applications in Electrical Engineering, vol. 12, pp. 541-550, 2014.
7. Górny K., Kuwałek P., Pietrowski W., Increasing Electric Vehicles Reliability by Non-Invasive Diagnosis of Motor Winding Faults, Energies, vol. 14, no. 9, art. no. 2510, 2021.

Uzupełniająca:

1. Infrared Thermography: Errors and Uncertainties. Waldemar Minkina, Wiley-Blackwell, 2009.
2. Normy: JESD 51-4A, JESD 51-12.01, JESD 51-13, JESD 51-14, JESD 51-32, JESD 51-50, JESD 51-51, JESD 51-52, JESD 51-53.
3. PN-EN 61672-1:2014-03, Elektroakustyka - Mierniki poziomu dźwięku - Część 1: Wymagania.
4. PN-ISO 7188: 2003, Akustyka - Pomiar hałasu wytwarzanego przez samochody osobowe w warunkach charakterystycznych dla jazdy przez miasto.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	55	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00