



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Przedmiot obieralny B: Linie elektroenergetyczne i kompatybilność elektromagnetyczna

### Przedmiot

Kierunek studiów

Energetyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/6

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

15

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Krzysztof Budnik

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: krzysztof.budnik@put.poznan.pl

tel. 61 665 28 38

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z elektrotechniki, elektroniki i energetyki. Znajomość praw oraz zjawisk fizycznych i elektrotechnicznych. Powiązanie zjawisk fizycznych z zasadami funkcjonowania urządzeń technicznych oraz ich parametrami technicznymi. Umiejętność zastosowania metod obliczeniowych z zakresu elektrotechniki, elektroniki i teorii pola elektromagnetycznego. Świadomość znaczenia i potrzeby wykorzystania elektrycznych oraz elektronicznych elementów i urządzeń w pracy inżyniera. Zdolność do poszerzania swoich kompetencji.

### Cel przedmiotu

Poznanie wybranych teoretycznych i praktycznych problemów związanych z oddziaływaniami elektromagnetycznymi linii elektroenergetycznych oraz z kompatybilnością elektromagnetyczną



urządzeń i systemów elektrycznych. Przedstawienie w formie prezentacji przygotowanego projektu-zagadnienia.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

1. Ma podstawową wiedzę z zakresu oddziaływań pól elektromagnetycznych na otoczenie oraz mechanizmów przenikania zaburzeń elektromagnetycznych do obwodów elektrycznych i elektronicznych.
2. Zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji związane z niezawodnością wytwarzania, dostaw i przetwarzania energii elektrycznej.
3. Rozumie ważność problematyki bezpieczeństwa energetycznego, a szczególnie występujących zagrożeń oraz sposobów podniesienia poziomu bezpieczeństwa energetycznego.
4. Zna metody symulacji podstawowych zjawisk i wielkości charakterystycznych dla układów elektrycznych.

#### Umiejętności

1. Potrafi ocenić wpływ układów elektrycznych, elektronicznych i energetycznych na otoczenie.
2. Umie wykorzystać znane modele matematyczne oraz symulacje komputerowe do analizy i oceny sposobu funkcjonowania elementów oraz układów elektrycznych.
3. Potrafi zaplanować i przeprowadzić symulację oraz pomiary podstawowych wielkości charakterystycznych dla układów elektrycznych; potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski.

#### Kompetencje społeczne

1. Zna aspekty i skutki działalności inżyniera-energetyka, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.
2. Rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów, ma potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych podczas zaliczenia o charakterze problemowym, realizowanego w formie pisemnej bądź ustnej.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- sprawdzenie i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych,



- ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia,
- ocena zrealizowanego opracowania technicznego (referatu) z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej.

**Projekt:**

- ocena prezentacji przygotowanego projektu-zagadnienia od strony zawartości merytorycznej, czytelności oraz sposobu jej przedstawienia,
- premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją przygotowanego projektu-zagadnienia,
- premiowanie aktywności i udziału w dyskusji związanej z prezentowanym projektem-zagadnieniem.

**Treści programowe**

**Wykład:**

Podstawowe pojęcia elektromagnetyzmu i analizy sygnałów. Oddziaływanie pól elektromagnetycznych (w szczególności linii elektroenergetycznych) na otoczenie techniczne i biologiczne. Wprowadzenie i zagadnienia ogólne kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), podstawowe określenia oraz jednostki. Źródła, klasyfikacja i parametry zaburzeń elektromagnetycznych. Mechanizmy rozprzestrzeniania się zaburzeń (sprzężenia) i ich oddziaływanie na urządzenia i układy. Środki i urządzenia ograniczające wpływ zaburzeń na obiekty techniczne.

**Laboratorium:**

Badania i pomiary: pola elektrycznego, pola magnetycznego, oddziaływania zaburzeń harmoniczných. Metody przenikania zaburzeń do obwodów elektrycznych (sprzężenia). Dobór filtrów w kształtowaniu sygnałów elektrycznych.

**Projekt:**

Poznanie wybranych teoretycznych i praktycznych problemów związanych z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na obiekty biologiczne oraz z kompatybilnością urządzeń i obiektów technicznych, jak również metod symulacji podstawowych zjawisk i wielkości charakterystycznych dla układów elektrycznych. Techniczne aspekty wykonywania badań kompatybilnościowych.

**Metody dydaktyczne**

**Wykład:**

Wykład z prezentacją multimedialną (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje, dźwięk, filmy) uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy; przedstawianie nowego tematu poprzedzone przypomnieniem treści powiązanych, znanych studentom z innych przedmiotów; uwzględnianie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych, społecznych itp.



Laboratorium:

Fizyczne połączenie układów i przeprowadzenie badań. Demonstracje niuansów praktycznych specyficznych dla realizowanych zagadnień, praca w zespołach.

Projekt:

Analiza/dyskusja różnych metod (w tym nieszablonowych) rozwiązania problemu w zakresie rozważanej tematyki, analiza/dyskusja różnych aspektów rozwiązywanych problemów, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych, społecznych itp., szczegółowe recenzowanie dokumentacji projektowej przez prowadzącego projekt i dyskusje nad komentarzami, pokaz multimedialny, studium przypadku, praca w zespole.

Literatura

Podstawowa

1. Charoy A., Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych. Zasady i porady instalacyjne, cz. 1-4, z serii: Kompatybilność elektromagnetyczna, WNT, Warszawa 1999-2000.
2. Machczyński W.: Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.
3. Clayton R. P., Introduction to electromagnetic compatibility, Wiley - Interscience, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2006.
4. Krakowski M.: Analiza liniowych obwodów elektrycznych. Cz. 1. PŁ, Łódź 1974.
5. Kurdziel R., Podstawy elektrotechniki, WNT, Warszawa 1973.
6. Więckowski T. W., Pomiary emisyjności urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
7. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne, WNT, Warszawa 2012.
8. Niestępski S., Parol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T.: Instalacje elektryczne. Budowa projektowanie i eksploatacja, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
9. PN-EN 61000-4-2:2011 - wersja polska - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-2: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne.
10. PN-EN 61000-4-4:2013-05 - wersja ang. - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-4: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
11. PN-EN 61000-4-6:2014-04 - wersja ang. - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-6: Metody badań i pomiarów -- Odporność na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej.



12. PN-EN 61000-4-5:2014-10 - wersja ang. - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-5: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na udary.

Uzupełniająca

1. Paul C. R.: Introduction to electromagnetic compatibility, Wiley, New York 2006.
2. Kaiser K. L.: Electromagnetic compatibility handbook, CRC Press, Boca Raton 2005.
3. Perez R.: Handbook of electromagnetic compatibility, Academic Press, New York 1995.
4. Tesche F. M., Ianoz M. V., Karlson T.: EMC analysis methods and computational models, Wiley, New York 1997.
5. Krakowski M.: Elektrotechnika teoretyczna. Tom 2, PWN, Warszawa 1995.
6. Bednarek K., Wzrost bezpieczeństwa energetycznego poprzez poprawę jakości i pewności zasilania elektrycznego, rozdział w książce: Bezpieczeństwo energetyczne. Rynki surowców i energii – teraźniejszość i przyszłość, tom 2. Technologia – Prawo – Ochrona środowiska, praca zbiorowa pod redakcją P. Kwiatkiewicza, Fundacja na rzecz Czystej Energii, Poznań 2014, s. 85-104.
7. Bednarek K., Elektromagnetyczne oddziaływania i bilans energetyczny w sieci zasilającej w budynku banku, Przegląd Elektrotechniczny, 90 (2014), nr 12, 188-191.
8. Bednarek K., Typańska D., Jakość i bilans energii w sieci zasilającej obiektu biurowo-magazynowego, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 12 (93), 2017, s. 63-66, DOI: 10.15199/48.2017.12.16.
9. Bednarek K., Kasprzyk L., Kształtowanie jakości energii i niezawodności w systemach zasilania elektrycznego, Przegląd Elektrotechniczny, 92 (2016), nr 12, 9-12.
10. Alfa-Weka: Praktyczny poradnik. Certyfikat CE w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej. Normy i zasady bezpieczeństwa w elektrotechnice. Tom 1-3, Alfa-Weka, Warszawa 1998-2001.
11. Garbarczyk Z., Kozłowski C., Nowicki M., Pachocki K.: Zagrożenia elektromagnetyczne. Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy. Część 11, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1998.
12. Bednarek K., Generation of local overheating of contact connections in heavy-current equipment caused by electromagnetic effects exerted on ferromagnetic connecting parts, Przegląd Elektrotechniczny, No 12 (89), 2013, p. 238-241.
13. Bednarek K., Research of electromagnetic interaction of heavy-current equipment, Przegląd Elektrotechniczny, No 12b (87), 2011, p. 1-4.
14. Bednarek K., Bugała A., Typańska D., Kasprzyk L., Specificity of energetic functioning of economic activity objects, EKO-DOK 2018, E3S Web of Conferences 44, 00010 (2018), p. 1-8, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184400010> \



15. Machczyński W., Typańska D, Electromagnetic compatibility of smart installations, Poznan University of Technology Academic Journals, Tom 81, ISSN 1897-0737, 2015, str.95-100.

16. Szymenderski J., Typańska D., Immunity of fixed installation to electrostatic discharge, Poznan University of Technology Academic Journals, Tom 85, ISSN 1897-0737, 2016, str.106-116.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	50	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	25	1,0

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