



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



STUDIA PODYPLOMOWE

SP-194

III edycja

Inżynieria wysokich napięć

Politechnika Poznańska

Wydział Elektryczny

Instytut Elektroenergetyki

Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych

Kontakt:

Kierownik: dr hab. inż. Krzysztof Siodła, prof. nadzw.

Sekretarz: mgr Dariusz Bąk

tel.: 61-665-25-25; 61-665-22-72

fax: 61-665-22-80

e-mail: krzysztof.siodla@put.poznan.pl

dariusz.bak@put.poznan.pl

strona internetowa: <http://zwnime.put.poznan.pl>

www.put.poznan.pl/studia/podyplomowe

ORGANIZACJA STUDIÓW I KOSZTY

Studia będą trwały dwa semestry i ich rozpoczęcie planowane jest w marcu 2016r. Program studiów obejmuje 210 godzin zajęć dydaktycznych, na które składa się 105 godzin wykładów oraz 105 godzin warsztatów laboratoryjnych i problemowych prowadzonych w nowoczesnych laboratoriach diagnostycznych. Na zakończenie studiów uczestnik zobowiązany jest wykonać pracę dyplomową /kończącą. Obrona pracy odbędzie się w lutym 2017r.

Zajęcia, prowadzone systemem zjazdowym, będą się odbywały w piątki i soboty, ewentualnie w niedziele po uzgodnieniu terminu z wykładowcami i słuchaczami studium. Przewiduje się 7-8 dwudniowych zjazdów w każdym semestrze, po około 8-14 jednostek wykładowych (45 minut).

Koszt uczestnictwa w studium podyplomowym wynosi 4500 zł (za dwa semestry).

Studia pierwszej i drugiej edycji powstały przy finansowym wsparciu Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Narodowa Strategia Spójności, dystrybuowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju: Program Operacyjny Kapitał Ludzki

Priorytet IV: „Szkolnictwo wyższe i nauka”

Działanie 4.3: „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni w obszarach kluczowych w kontekście celów Strategii Europa 2020”

Tytuł projektu: „Inżynieria wiedzy dla inteligentnego rozwoju”

Numer projektu: POKL.04.03.00-00-131/12.

POTRZEBA DIAGNOSTYKI I KOMPETENCJE ORGANIZATORA

Studia podyplomowe **INŻYNIERIA WYSOKICH NAPIĘĆ** są adresowane do pracowników przedsiębiorstw sektora elektroenergetycznego, między innymi: Polskich Sieci Elektroenergetycznych, spółek dystrybucyjnych, zakładów remontowych energetyki, elektrowni, elektrociepłowni, przedsiębiorstw zajmujących się budową sieci elektroenergetycznej oraz badaniami eksploatacyjnymi i przeglądami okresowymi urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia.

Wiarygodna diagnostyka prowadzona przy pomocy nowoczesnej aparatury badawczej z zastosowaniem sprawdzonych i rekomendowanych metod pomiarowych jest szczególnie ważna w przypadku kosztownych urządzeń elektroenergetycznych (transformatory, generatory, linie kablowe i napowietrzne – przesyłowe i rozdzielcze), szczególnie w warunkach ich sukcesywnego starzenia. Dobra diagnostyka urządzeń będących w eksploatacji jest niezbędna w zarządzaniu majątkiem, planowaniu remontów lub reinwestycji oraz nowych inwestycji. Wiele metod diagnostycznych jest też wykorzystywanych na różnych etapach wytwarzania nowych jednostek, a również w trakcie prób odbiorczych.

Instytut Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej ma wszelkie kwalifikacje, by kompetentnie i na wysokim poziomie zorganizować studia podyplomowe **INŻYNIERIA WYSOKICH NAPIĘĆ**.

Instytut Elektroenergetyki posiada status Centrum Doskonałości nadany przez Komisję Europejską w Brukseli w ramach 5FP **Centre of Excellence in Generation, Transmission and Distribution of Electric Energy GETRADEE**.

Instytut Elektroenergetyki jest członkiem-założycielem sieci Centrów Doskonałości **Energy Future**. Członkami są polskie instytucje, które uzyskały z Komisji Europejskiej status Centrum Doskonałości.

Instytut Elektroenergetyki – Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych był wykonawcą i koordynatorem dużego międzynarodowego projektu badawczego, finansowanego przez Komisję Europejską **Reliable Diagnostics of HV Transformers Insulation for Safety Assurance of Power Transmission System REDIATool**. Tematyka projektu dotyczyła wiarygodności metod diagnostycznych wykorzystywanych do wyznaczania zawilgocenia izolacji transformatorów energetycznych wysokiego napięcia. Uczestnikami projektu byli: Politechnika Poznańska, PSE Zachód, Zakłady Remontowe Energetyki w Czerwonaku, Uniwersytet w Stuttgarcie, niemiecki operator systemu elektroenergetycznego – RWE, Uniwersytet w Goeteborgu, szwedzki operator – Vattenfall. Dzięki projektowi posiadamy unikalną aparaturę diagnostyczną oraz zyskaliśmy doświadczenie i międzynarodową pozycję.

Z funduszy projektu inwestycyjnego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. **Doposażenie laboratorium diagnostyki wysokonapięciowych transformatorów energetycznych**, Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych IE PP zakupił kilka unikalnych systemów pomiarowych oraz skompletował, na bazie odpowiednio przystosowanego samochodu dostawczego, **Mobilne laboratorium diagnostyki transformatorów** (<http://mldt.pl>). Laboratorium to jest wykorzystywane do badań diagnostycznych, przeważnie w kooperacji z firmami wykonującymi przeglądy okresowe i badania eksploatacyjne transformatorów sieciowych dużej mocy.

Instytut Elektroenergetyki – Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych prowadzi badania w oparciu o polskie i międzynarodowe normy, broszury i przewodniki CIGRE oraz wykorzystuje własne procedury badawcze, co w szczególności podkreśla nasze innowacyjne podejście do problemu diagnostyki urządzeń wysokiego napięcia.

Instytut Elektroenergetyki ma doświadczenia dydaktyczne w zakresie realizacji studiów odpowiadających tematycznie priorytetom Unii Europejskiej. Instytut realizował projekt **JEAN MONNET Programme, European Integration Studies – Economic and Technical Implications for Electrical Power Engineering Sector**. Program zajęć dydaktycznych uwzględniał szczególnie ekonomiczne, techniczne i ekologiczne wyzwania stawiane sektorowi elektroenergetycznemu. Pracownicy Instytutu Elektroenergetyki są członkami międzynarodowych i krajowych organizacji technicznych – CIGRE, CIRED, PTETiS, SEP.

Pierwsza edycja studiów SP-194 odbyła się w roku akademickim 2013/2014.

PLAN STUDIÓW PODYPLOMOWYCH SP-194 „Inżynieria wysokich napięć”

Lp	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin	Punkty ECTS
Przedmioty wykładowe			
W1	Podstawy przedsiębiorczości i diagnostyki urządzeń pracujących w systemie elektroenergetycznym.	2	2
W2	Ekonomika zarządzania majątkiem sieciowym w systemie elektroenergetycznym.	2	2
W3	Bezpieczeństwo pracy systemu elektroenergetycznego.	2	2
W4	Ekonomika inwestycji prowadzonych w elektroenergetyce z elementami przedsiębiorczości.	2	2
W5	Wymagania międzynarodowych przepisów dotyczących diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych.	2	2
W6	Ochrona środowiska w elektroenergetyce.	2	2
W7	Materiały elektrotechniczne używane w urządzeniach elektroenergetycznych. Parametry dielektryczne materiałów izolacyjnych. Metoda RVM badania zawilgocenia izolacji.	8	3
W8	Układy izolacyjne urządzeń elektroenergetycznych (transformatory, przepusty, kable, kondensatory, linie napowietrzne, maszyny elektryczne, łączniki, GIS/GIL).	12	3
W9	Procesy starzeniowe w materiałach elektroizolacyjnych.	4	2
W10	Przebieg elektryczne dielektryków stałych, ciekłych i gazowych. Ulot i wyładowania niezupełne.	4	2
W11	Fizyczne i chemiczne właściwości materiałów elektroizolacyjnych. Liczba kwasowa, DP, KFT.	8	2
W12	Metoda DGA analizy gazów rozpuszczonych w oleju.	8	2
W13	Pomiar wyładowań niezupełnych w urządzeniach elektroenergetycznych.	9	3
W14	Rola monitoringu urządzeń pracujących w systemie elektroenergetycznym.	4	2
W15	Metody RVM, PDC i FDS w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych.	9	3
W16	Metoda SFRA w badaniach stanu uzwojeń transformatorów energetycznych.	2	2
W17	Diagnostyka linii kablowych wysokiego napięcia.	9	3
W18	Termowizja w badaniach urządzeń elektroenergetycznych.	5	2
W19	Kompatybilność elektromagnetyczna w elektroenergetyce.	6	2
W20	Pole elektromagnetyczne wokół urządzeń elektroenergetycznych i urządzeń pracujących przy wysokiej częstotliwości. Zakłócenia radioelektryczne.	5	2
Warsztaty laboratoryjne / problemowe			
21	L1. Wyznaczanie zawilgocenia izolacji transformatora metodą częstotliwościową FDS.	7	1
	L2. Badanie zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej metodą pomiaru napięcia powrotnego RVM.	7	1
	L3. Badanie odkształceń uzwojeń transformatora metodą SFRA.	7	1

	L4. Badanie wyładowań niezupełnych w osprzęcie kablowym metodą elektryczną.	7	1
	L5. Badanie wyładowań niezupełnych w transformatorze metodą emisji akustycznej.	7	1
	L6. Badanie wybranych właściwości dielektrycznych materiałów izolacyjnych.	7	1
	L7. Pomiary zawartości wody w cieczy izolacyjnej przy użyciu metody Karla-Fischera i sondy pojemnościowej; wyznaczanie liczby kwasowej oleju; wyznaczanie stopnia polimeryzacji celulozy.	7	1
	L8. Pomiary współczynnika strat dielektrycznych $\tan\delta$ w izolatorze przepustowym transformatorowym w szerokim zakresie częstotliwości.	7	1
	L9. Badanie pola temperaturowego na powierzchni izolatora liniowego oraz w torze prądowym przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej.	7	1
	L10. Pomiar natężenia pola elektrycznego o częstotliwości technicznej oraz zakłóceń radioelektrycznych w modelu linii 110 kV.	7	1
	L11. Badanie parametrów pola elektromagnetycznego generowanego przez obiekty pracujące przy wysokiej częstotliwości.	7	1
	L12. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju pobranym z transformatora przy wykorzystaniu metody DGA.	7	1
	L13. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektroenergetyce.	7	1
	L14. Ulot w liniach przesyłowych wysokiego napięcia.	7	1
	L15. Nowoczesne techniki diagnostyczne w badaniach linii kablowych.	7	1
22	Praca dyplomowa (końcowa) – w tym indywidualne konsultacje z opiekunem naukowym.		
RAZEM:		210	60

RAMOWY PROGRAM STUDIUM

Zajęcia dydaktyczne, prowadzone w formie wykładów i warsztatów laboratoryjnych, zgrupowane zostały w sześciu modułach tematycznych.

Moduł nr I – Przedsiębiorczość, zarządzanie, ekologia, diagnostyka w przedsiębiorstwach działających na rynku energii elektrycznej.

Moduł nr II – Materiały stosowane w urządzeniach elektroenergetycznych wysokiego napięcia.

Moduł nr III – Procesy starzeniowe w układach izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia.

Moduł nr IV – Analiza zakłóceń radioelektrycznych oraz pola termicznego w systemie elektroenergetycznym.

Moduł nr V – Badania *on-line* i *off-line* stanu elektroenergetycznych linii kablowych wysokiego napięcia.

Moduł nr VI – Badania diagnostyczne transformatorów i izolatorów przepustowych.

W skład poszczególnych modułów wchodzi następujące zagadnienia:

1. Podstawy przedsiębiorczości i diagnostyki urządzeń pracujących w systemie elektroenergetycznym

Rola diagnostyki w systemie elektroenergetycznym. Awaryjność urządzeń pracujących w systemie. Prognozowany czas życia technicznego urządzeń. Kierunki rozwoju nowoczesnych metod diagnostycznych.

2. Ekonomia zarządzania majątkiem sieciowym w systemie elektroenergetycznym

Gromadzenie, opracowanie i przetwarzanie informacji wspomagających zarządzanie majątkiem sieciowym. Zarządzane składnikami majątkowymi w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa energetycznego globalnego i lokalnego. Procesy degradacyjne urządzeń elektroenergetycznych, cykl życia technicznego urządzeń i jego ocena. Aspekty niezawodności działania, ekonomika procesu decyzyjnego.

3. Bezpieczeństwo pracy systemu elektroenergetycznego

Przykłady awarii o zasięgu lokalnym i globalnym w systemach elektroenergetycznych. Strategie obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego. Obrona podsystemów rozdzielczych. Wykorzystanie lokalnych źródeł energii w procesie obrony. Strategia odbudowy podsystemów. Budowa lokalnych wysp dla szczególnie ważnych części systemu po awarii całego systemu.

4. Ekonomia inwestycji prowadzonych w elektroenergetyce z elementami przedsiębiorczości

Metody analizy i oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze elektroenergetycznym. Ryzyko przedsięwzięć inwestycyjnych. Problem szacowania danych wejściowych w modelach oceny efektywności inwestycji. Szacowanie kosztów reinwestycji, optymalny czas reinwestycji. Elementy przedsiębiorczości w działaniach nadzorujących pracę systemu elektroenergetycznego.

5. Wymagania międzynarodowych przepisów dotyczących diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych

Działania normalizacyjne prowadzone przez techniczne instytucje międzynarodowe i krajowe – CIGRE, CIRED, SEP. Podstawowe akty prawne i zalecenia wykorzystywane w ocenie i badaniach urządzeń elektroenergetycznych: dyrektywy unijne; normy międzynarodowe (IEC); dokumenty harmonizacyjne (HD); polskie normy (PN); zalecenia, przewodniki i broszury techniczne CIGRE; akty prawne – rozporządzenia; normy i instrukcje branżowe.

6. Ochrona środowiska w elektroenergetyce

Ekologiczne aspekty działania elementów tworzących system elektroenergetyczny. Zakłócenia radioelektryczne generowane przez linie i stacje rozdzielcze, toksyczność materiałów izolacyjnych stałych, ciekłych i gazowych. Biodegradowalność materiałów izolacyjnych (oleje, tworzywa sztuczne, epoksydy) oraz toksyczność produktów rozpadu sześćciofluorku siarki.

7. Materiały elektrotechniczne używane w urządzeniach elektroenergetycznych. Parametry dielektryczne materiałów izolacyjnych. Metoda RVM badania zawilgocenia izolacji

Właściwości materiałów elektroizolacyjnych używanych w urządzeniach elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Gazy izolacyjne (powietrze, azot, wodór, sześćciofluorek siarki, freony, halony, dwutlenek węgla) – właściwości i zastosowanie. Ciecze izolacyjne (olej mineralny, naturalny, ciecze syntetyczne, estry naturalne) – skład chemiczny, właściwości, zastosowanie, problemy eksploatacyjne. Dielektryki stałe (materiały włókniste, termoplasty, duroplasty, elastomery, mika, ceramika, szkło, materiały kompozytowe) – podział, właściwości, zastosowanie. Półprzewodniki (samoistne i domieszkowane) – właściwości, zastosowanie, modele pasmowe. Materiały przewodzące (miedź, aluminium) – elektronowa i pasmowa teoria przewodnictwa, wpływ domieszek na rezystywność metali, rezystywność stopów. Materiały magnetyczne twarde i miękkie – histereza magnetyczna, stratność magnetyczna, anizotropia magnetokrystaliczna. Materiały nad-

przewodzące (nadprzewodniki I-go i II-go rodzaju, nadprzewodniki wysokotemperaturowe) – parametry krytyczne nadprzewodnictwa, przewody stabilizowane.

8. Układy izolacyjne urządzeń elektroenergetycznych (transformatory, przepusty, kable, kondensatory, linie napowietrzne, maszyny elektryczne, łączniki, GIS/GIL)

Przegląd podstawowych materiałów izolacyjnych oraz technologii stosowanych w układach izolacyjnych kabli, linii napowietrznych, kondensatorów, transformatorów, rozdzielnic gazowych, łączników oraz maszyn wirujących. Charakterystyka poszczególnych materiałów, właściwości, wady i zalety. Dobór materiałów przewodzących i izolacyjnych w zależności od wymagań konstrukcyjnych i warunków eksploatacji. Doświadczenia eksploatacyjne. Tendencje rozwoju, nowoczesne rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne układów izolacyjnych.

9. Procesy starzeniowe w materiałach elektroizolacyjnych

Mechanizmy degradacji układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych w czasie długotrwałej eksploatacji. Procesy starzeniowe materiałów izolacyjnych stałych, ciekłych i gazowych. Czynniki przyspieszające starzenie cieplne. Starzenie elektrochemiczne. Starzenie wywołane wyładowaniami niezupełnymi. Układy pomiarowe stosowane do prób starzeniowych. Metody diagnostyki i oceny stopnia zesterzenia/degradacji układu izolacyjnego.

10. Przebieg elektryczne dielektryków stałych, ciekłych i gazowych. Ulot i wyładowania niezupełne

Wytrzymałość elektryczna przy napięciu przemiennym, stałym, udarowym piorunowym i łączeniowym. Mechanizmy rozwoju przebiegu elektrycznego w dielektrykach stałych: elektryczny, cieplny i jonizacyjno-starzeniowy. Przebieg elektryczny w cieczach izolacyjnych: mechanizm elektronowy, jonowy, gazowy i mostkowy. Przeskok elektryczny w gazach: mechanizm Townsenda, kanałowy strimerowy, kanałowy strimerowo-liderowy, próżniowy.

11. Fizyczne i chemiczne właściwości materiałów elektroizolacyjnych. Liczba kwasowa, DP, KFT

Fizyczne i chemiczne właściwości materiałów elektroizolacyjnych. Pomiar zawartości wody w materiałach elektroizolacyjnych przy użyciu metody miareczkowania Karla Fischera oraz metody spektrofotometrii w bliskiej podczerwieni, promieniowaniu widzialnym i ultrafioletowym – NIR-VIZ-UV. Metoda kulometryczna i wolumetryczna. Monitoring zawilgocenia cieczy izolacyjnych przy użyciu sondy pojemnościowej. Badanie parametrów powiązanych ze stopniem zesterzenia izolacji papierowo-olejowej – badanie liczby kwasowej oleju oraz stopnia polimeryzacji izolacji celulozowej. Metodyka pobierania próbek. Procedury badawcze, badania *on-site*, *off-site*, *on-line*, *off-line*. Interpretacja wyników badań.

12. Metoda DGA analizy gazów rozpuszczonych w oleju

Podstawy chromatografii gazowej. Budowa chromatografu. Podstawowe detektory oraz kolumny chromatograficzne. Kalibracja. Procesy rozpadu oleju na skutek defektów izolacji papierowo-olejowej. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju jako narzędzie diagnostyczne defektów układów izolacyjnych transformatora energetycznego (izolacji głównej, przepustu, podobciążeniowego przełącznika zaczepów). Procedura pobierania próbek oleju z transformatora. Metody ekstrakcji gazu rozpuszczonego w oleju i pomiaru jego stężenia. Dopuszczalne stężenia gazów w zależności od rodzaju i typu urządzenia. Metody identyfikacji defektów izolacji papierowo-olejowej w oparciu o stężenie gazów otrzymanych z pomiarów chromatograficznych. Procedury badawcze, badania *on-site*, *off-site*, *on-line*, *off-line*.

13. Pomiar wyładowań niezupełnych w urządzeniach elektroenergetycznych

Zalecenia międzynarodowe badania wyładowań niezupełnych – normy IEC, EN, broszury CIGRE. Przegląd konwencjonalnych metod detekcji i pomiaru wyładowań niezupełnych. Przegląd niekonwencjonalnych metod detekcji wyładowań niezupełnych (UHF, HF/VHF, emisja akustyczna, optoakustyczna, optoelektryczna). Budowa układów i czujników pomiarowych. Metody cyfrowego przetwarzania sygnałów wyładowań niezupełnych (filtracja, odszumianie, identyfikacja). Techniki lokalizacji źródeł wyładowań niezupełnych. Przykłady komercyjnych urządzeń pomiarowych do badania wyładowań niezupełnych. Normy, przepisy i zalecenia dotyczące pomiaru wyładowań niezupełnych stosowane w elektroenergetyce. Problemy związane z pomiarami wyładowań niezupełnych wewnętrznych i zewnętrznych.

14. Rola monitoringu urządzeń pracujących w systemie elektroenergetycznym

Realizowane zadania i architektura systemów eksperckich. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w systemach eksperckich. Nowoczesne systemy nadzoru typu SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) w elektroenergetyce. Systemy monitoringu stanu pracy urządzeń elektroenergetycznych. Przykłady wdrożeń systemów nadzoru i monitoringu w krajowym systemie energetycznym. Założenia i realizacja systemu Syndis/Mikronika monitoringu urządzeń elektroenergetycznych pracujących w systemie elektroenergetycznym.

15. Metody RVM, PDC i FDS w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych

Podstawy teoretyczne zjawiska polaryzacji i depolaryzacji elektrycznej, mechanizmy polaryzacji, dielektryk w polu stałym i przemiennym). Przenikalność elektryczna i pojemność zespolona, tangens kąta strat dielektrycznych, rezystywność i przewodnictwo dielektryków. Metody RVM, PDC, FDS – podstawy zagadnienia, stosowane układy pomiarowe, techniczne aspekty wykonywania pomiarów, procedury badawcze, ocena zawilgocenia z użyciem modelowania matematycznego. Zastosowanie metod polaryzacyjnych w elektroenergetyce (transformatory – izolacja uzwojeń, izolatory przepustowe, kable elektroenergetyczne – o izolacji papierowo-olejowej i wytłaczanej, silniki, generatory). Przykłady komercyjnych urządzeń pomiarowych wykorzystujących metody RVM, PDC, FDS oraz metody skojarzone.

16. Metoda SFRA w badaniach stanu uzwojeń transformatorów energetycznych

Podstawy teoretyczne metody SFRA. Rodzaje uszkodzeń transformatorów wykrywane metodą SFRA. Metodyka prowadzenia pomiarów odpowiedzi układu aktywnego transformatora w dziedzinie częstotliwości. Układy pomiarowe stosowane podczas pomiarów metodą SFRA. Przegląd komercyjnych urządzeń służących do badania odpowiedzi częstotliwościowej. Interpretowanie wyników pomiarów dokonanych metodą SFRA.

17. Diagnostyka linii kablowych wysokiego napięcia

Statystyka uszkodzeń elektroenergetycznych linii kablowych (kable, głowice mufy). Wykorzystywane metody diagnostyczne. Badania i monitoring *on-line* i *off-line* linii kablowych przesyłowych i rozdzielczych. Stosowana nowoczesna aparatura pomiarowa – ograniczenia stosowania dla poszczególnych metod. Metodyka badań napięciem AC, DC, VLF, OWTS, Interpretacja wyników badań diagnostycznych w strategii czynności eksploatacyjnych. Wybór parametrów charakteryzujących stan linii wykorzystywanych w podejmowaniu strategicznych decyzji. Oszacowywanie czasu życia linii kablowych. Prezentacja przykładowych wyników badań diagnostycznych i ich interpretacja. Doświadczenia krajowe i zagraniczne ze stosowania metod diagnostycznych w badaniu stanu linii kablowych.

18. Termowizja w badaniach urządzeń elektroenergetycznych

Technika pomiaru temperatury metodą termowizyjną. Zasada działania bezkontaktowych mierników temperatury (kamera termowizyjna, pirometr). Ograniczenia metod termowizyjnych. Analiza różnych wielkości fizycznych mających wpływ na poprawność wnioskowania wyników pomiaru temperatury metodą termowizyjną. Wyznaczanie i analiza rozkładu pola temperaturowego wewnątrz transformatora, czynniki wpływające na ten rozkład. Defekty, jakie mogą wystąpić w transformatorze, które mogą zostać wykryte poprzez pomiar temperatury na powierzchni transformatora. Zastosowanie techniki termowizyjnej do badania innych urządzeń elektroenergetycznych – linie przesyłowe i rozdzielcze, aparatura łączeniowa, systemy szyn zbiorczych.

19. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektroenergetyce

Podstawy fizyczne kompatybilności elektromagnetycznej. Źródła pola elektromagnetycznego, sprzężenia pomiędzy urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi. Sposoby ograniczania zakłóceń elektromagnetycznych w elektroenergetyce i elektronice. Analiza kompatybilności elektromagnetycznej. Kompatybilność elektromagnetyczna w świetle ustawodawstwa europejskiego i normalizacji.

20. Pole elektromagnetyczne wokół urządzeń elektroenergetycznych i urządzeń pracujących przy wysokiej częstotliwości. Zakłócenia radioelektryczne

Źródła naturalnego i sztucznego pola elektrycznego i magnetycznego. Oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego na organizmy żywe. Wartości dopuszczalne natężenia pola elektrycznego, magnetycznego i gęstości mocy w przepisach polskich i międzynarodowych. Pole elektryczne i magnetyczne w pobliżu linii wysokiego napięcia napowietrznych i kablowych. Sposoby redukcji natężenia pola elektrycznego pod liniami przesyłowymi wysokiego napięcia. Pole elektryczne i magnetyczne w stacji wysokiego napięcia. Pole elektryczne w pracach pod napięciem. Obraz pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości wokół urządzeń elektrycznych.

21. Warsztaty laboratoryjne / problemowe

W ramach studiów podyplomowych planowanych jest 15 warsztatów laboratoryjnych o tematyce opisanej w planie studiów powyżej. W trakcie warsztatów, uczestnicy będą samodzielnie (pod nadzorem osoby prowadzącej zajęcia) realizowali badania i pomiary wybranych wielkości diagnozowanego obiektu, będą opracowywali i analizowali wyniki, wykorzystywali dostępne w Instytucie oprogramowanie komputerowe do prac symulacyjnych i analitycznych.

22. Praca dyplomowa (końcowa)

Praca dyplomowa (końcowa) będzie przygotowana indywidualnie przez każdego słuchacza studium. Może mieć postać opracowania na temat wybranego, ustalonego z opiekunem naukowym, zagadnienia związanego z tematyką studium. Praca może mieć też postać rozbudowanego raportu z badań wybranego obiektu, prowadzonych w ramach warsztatów laboratoryjnych/problemowych. Praca doświadczalna powinna zawierać wstęp ujmujący teoretyczne podstawy danego zagadnienia, opis wykonywanych badań, ich wyniki, obróbkę danych pomiarowych, analizę uzyskanych rezultatów, odniesienia do obowiązujących norm, przepisów, przewodników i instrukcji branżowych oraz ostateczne wnioski. Praca teoretyczna powinna w sposób wyczerpujący opisywać omawiane zagadnienie. Temat pracy może zostać zaproponowany przez słuchacza studium i musi być zaaprobowany przez opiekuna naukowego.

WARUNKI UCZESTNICTWA W STUDIACH PODYPLOMOWYCH „INŻYNIERIA WYSOKICH NAPIĘĆ”

Studia podyplomowe **Inżynieria wysokich napięć** przeznaczone są dla osób związanych zawodowo z problematyką szeroko pojętej elektrotechniki i energetyki. Kandydaci na studia podyplomowe powinni legitymować się dyplomem ukończenia studiów wyższych pierwszego stopnia – licencjackich albo inżynierskich lub studiów II stopnia – magisterskich, o profilu zbliżonym do tematyki studiów. W przypadku ukończenia studiów wyższych na kierunku znacznie odbiegającym od tematyki studiów podyplomowych, o przyjęciu decyduje komisja rekrutacyjna.

Osoby starające się o przyjęcie na studia podyplomowe powinny złożyć następujące dokumenty:

- podanie o przyjęcie złożone na formularzu zgłoszeniowym znajdującym się na stronie internetowej Politechniki Poznańskiej pod adresem: (www.put.poznan.pl/studia/podyplomowe/informacje – załącznik z4-podanie-sp_0-1_2012-1.doc),
- kserokopię dyplomu ukończenia studiów wyższych,
- kserokopię dowodu osobistego,
- skierowanie z zakładu pracy (w przypadku kierowania przez pracodawcę).

Rekrutacja na studia jest dwustopniowa. Pierwszy stopień procesu rekrutacyjnego polega na sprawdzeniu przez komisję rekrutacyjną, czy kandydaci na studia spełniają wymagania formalne, określone powyżej. Drugi stopień rekrutacji polega na odbyciu rozmowy kwalifikacyjnej. Termin przyjmowania zgłoszeń i termin rozmowy kwalifikacyjnej podane zostaną do wiadomości po zatwierdzeniu studiów do realizacji.

Koszty uczestnictwa w Studium wynoszą 4500 zł. Kwotę tę będzie należało uiścić jednorazowo – wpłata powinna nastąpić po zakwalifikowaniu danej osoby na studia, ale przed rozpoczęciem zajęć dydaktycznych. Numer konta bankowego podany zostanie po zakończeniu procesu rekrutacyjnego i ogłoszeniu listy osób przyjętych na studia podyplomowe.

Studia podyplomowe dofinansowane są przez Unię Europejską w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, co umożliwiło znaczną obniżkę opłat za uczestnictwo w zajęciach. W zamian słuchacze studium (beneficjenci Programu) zobowiązani są do sumiennego uczestniczenia w zajęciach, na których obecność będzie kontrolowana. Po każdym zajęciu będą wypełniali ankiety ewaluacyjne.

Warunkiem przystąpienia do Programu i uczestniczenia w zajęciach studium podyplomowego **Inżynieria wysokich napięć**, jest wypełnienie ankiety PEFS (Podsystem monitorowania Europejskiego Funduszu Społecznego). Jest to system przeznaczony do monitorowania efektów realizacji projektów dofinansowanych z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS) poprzez zbieranie danych od osób oraz instytucji bezpośrednio objętych wsparciem w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (PO KL). Podstawowym celem podsystemu jest spełnienie wszystkich wymogów Komisji Europejskiej, których ze względu na specyfikę EFS

nie uwzględniono w Krajowym Systemie Informatycznym (KSI). PEFS został stworzony w celu ułatwienia realizacji projektów, wsparcia systemu ewaluacji, monitoringu, kontroli i sprawozdawczości w ramach PO KL. Jednym z obowiązków projektodawców PO KL jest wypełnianie i przysyłanie elektronicznego zestawienia danych o uczestnikach projektu do instytucji, do której składany jest wniosek o dofinansowanie.

ZGŁOSZENIE

Zgłoszenia na studium podyplomowe prosimy przysyłać pod adresem:

Politechnika Poznańska
Wydział Elektryczny
Instytut Elektroenergetyki
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań

Studia podyplomowe SP-194 „Inżynieria wysokich napięć”

tel.: 61-665-25-25 – Dariusz Bąk
61-665-22-72 – Krzysztof Siodła
fax: 61-665-22-80

e-mail: dariusz.bak@put.poznan.pl
krzysztof.siodla@put.poznan.pl

<http://zwnime.put.poznan.pl>
www.put.poznan.pl/studia/podyplomowe