

EKSPERTYZA

„Mapa rozwoju dyscypliny Elektrotechnika”

Komitet Elektrotechniki PAN

Streszczenie

Redakcja:

prof. dr hab. inż. Tadeusz Cítko, Politechnika Białostocka
Wiceprzewodniczący Komitetu Elektrotechniki PAN

prof. dr hab. inż. Andrzej Demenko, Politechnika Poznańska
Przewodniczący Komitetu Elektrotechniki PAN

Redakcja techniczna:

dr inż. Mariusz Barański, Politechnika Poznańska

Warszawa 2014

Wstęp

Streszczenie dotyczy ekspertyzy „Mapa rozwoju dyscypliny Elektrotechnika”, opracowanej w ramach działalności statutowej, z inicjatywy Przewodniczącego Komitetu Elektrotechniki PAN. Przedstawia ono reasumpcję pełnego wydania, które powstało w ramach dyskusji w poszczególnych Sekcjach Komitetu Elektrotechniki, wykonaną przez Przewodniczących Sekcji. „Mapa rozwoju dyscypliny Elektrotechnika” prezentuje stan i potrzeby rozwoju badań naukowych oraz postępu technicznego, a także problemy dotyczące procesu kształcenia wysokokwalifikowanych kadr w Polsce na tle tendencji obserwowanych w świecie. Jest to materiał wyjściowy do rozwinięcia i wykorzystania przez Instytucje i Organizacje zaangażowane w proces społeczno-gospodarczego rozwoju kraju. Stąd adresatami opracowania są: Polska Akademia Nauk (prezydium, Wydział IV PAN, wybrane komitety naukowe i problemowe), minister właściwy ds. gospodarki, minister właściwy ds. nauki i szkolnictwa wyższego, prezes Urzędu Regulacji Energetyki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Narodowe Centrum Nauki, wydziały elektryczne uczelni technicznych, instytuty przemysłowe i branżowe, zarządy największych spółek elektroenergetycznych i producenci urządzeń elektroenergetycznych.

Systemy Elektroenergetyczne

Sekcja Systemów Elektroenergetycznych, Przewodniczący prof. dr hab. Zbigniew Szczerba

System elektroenergetyczny rozumiany jako zbiór wzajemnie powiązanych elementów, służących do wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej oraz do sterowania tym zbiorem, w celu zapewnienia bezpieczeństwa i jakości dostawy energii odbiorcom, jest systemem najsilniej warunkującym funkcjonowanie nowoczesnego społeczeństwa.

Struktura paliwowa krajowej elektroenergetyki (tzw. „energymix”) wymaga odejścia od monostruktury węglowej na rzecz innych nośników energii, tj. gazu, energii odnawialnej i w przyszłości energii jądrowej. Wynika to zarówno z potrzeby spełnienia wymagań pakietu klimatyczno-energetycznego Unii Europejskiej, określanego skrótem 3x20% do 2020 roku, jak i związanego z tym bezpieczeństwa energetycznego kraju. Zasoby rodzimych paliw, czyli węgla kamiennego i brunatnego, decydują o tym, że Polska jest dziś w gronie najbardziej bezpiecznych energetycznie krajów UE. Poziom zależności Polski od importu energii jest dzisiaj 2-krotnie niższy od średniej unijnej. Energia jądrowa zapewne nieuchronnie stanie się nowym składnikiem krajowego bilansu energetycznego i stanowić będzie w przyszłości jeden ze stabilizatorów bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej dla gospodarki. Dla umożliwienia korzystania z węgla celowe jest opracowanie procesów wychwytu CO₂ ze spalin. Pojawiające się koncepcje „prosumenckie” są interesujące, jednak mogą stanowić jedynie niewielką część bilansu zapotrzebowania na energię elektryczną i mogą stanowić dodatek do sprawdzonych struktur nowoczesnych systemów elektroenergetycznych.

Krajowa sieć przesyłowa jest częścią paneuropejskiej sieci przesyłowej i dlatego jej zadaniem jest nie tylko zapewnienie dostaw energii odbiorcom krajowym, ale także współpraca z paneuropejskim systemem elektroenergetycznym. Oprócz znanych od dawna korzyści, wynikających z tej współpracy, dodatkowym uzasadnieniem jest ciągły przyrost w Europie generacji z odnawialnych źródeł energii: farm wiatrowych na lądzie i morzu, elektrowni słonecznych oraz rozproszonej generacji wodnej, wiatrowej, słonecznej, biogazowej. Konieczna jest budowa nowych linii 400 kV, które pozwolą stopniowo rozciąć zamknięte obwody sieci 110 kV i zoptymalizują funkcjonowanie dystrybucji energii w Polsce. Realne możliwości budowy nowych linii przesyłowych zawarte są w planach rozwoju sieci przesyłowej, opracowanych i realizowanych przez Operatora Sieci. W wyniku tych planów następuje rozbudowa sieci na Wybrzeżu oraz wzmocnienie powiązań elektrycznych w korytarzach północ-południe i północ-centrum. W okresie lata przy wysokich temperaturach konieczne jest monitorowanie dopuszczalnej obciążalności linii przesyłowych. Niezbędne są działania modernizacyjne, polegające na wymianie przewodów roboczych na przystosowane do pracy

przy wyższej temperaturze (zwiększanie dopuszczalnej obciążalności przewodów) przy jednoczesnym podwyższeniu słupów. W budowie linii 110 kV napowietrznych częściej będą wykorzystywane konstrukcje rurowe, izolatory kompozytowe oraz przewody wysokotemperaturowe (o niskim zwisie).

W zakresie bezpieczeństwa elektroenergetycznego, korzystanie z paliw kopalnych prowadzi do konfliktów z tendencją do ochrony środowiska (emisja CO₂), a struktura geologiczna krajowych kopalni węgla kamiennego prowadzi do braku konkurencyjności na rynku i związanych z tym niepokojów społecznych. Podobne problemy społeczne wystąpią z wprowadzeniem energii jądrowej. Wymienione problemy społeczne wynikają z niskiej świadomości społeczeństwa, wyolbrzymiającego wady budowy nowych elektrowni, a nierozumiejącego podstawowych praw ekonomii. Administracyjne działanie na rynku przez Urząd Regulacji Energetyki powoduje zawsze niebezpieczne skutki. Ustalanie zbyt niskich cen energii prowadzi do nieopłacalności inwestycji w elektrownie i sieci, co w przyszłości doprowadzi do deficytu mocy w systemie elektroenergetycznym i powrotu do „planowych wyłączeń”. Bezpieczeństwo elektroenergetyczne może być zagrożone w horyzontach wieloletnich z powodu niedostatecznych inwestycji w elektrownie i sieci.

W zakresie automatyki i sterowania, w przypadku sieci przesyłowej elementem nowym będą systemy oparte o pomiar fazorów napięć i prądów w węzłach i elementach systemu elektroenergetycznego, tzw. WAMS (Wide Area Measurement Systems). Rozwój systemów teleinformatycznych będzie prowadził do rozwoju automatyki zabezpieczeniowej o charakterze ogólnosystemowym. Wraz z rozwojem hierarchicznych struktur EAZ spodziewać się należy rozwoju automatyki o charakterze adaptacyjnym, stosowane będą również inne rodzaje regulatorów jak np. regulatory predykcyjne (Model Predictive Control), regulatory odporne (krzepkie) (Robust Control), regulatory rozmyte (Fuzzy Control), regulatory neuronowe (Artificial Neural Network Control) oraz regulatory adaptacyjne (Adaptive Control). Podsumowując powyższe można stwierdzić, że należy się spodziewać swego rodzaju „globalizacji” pewnych procesów regulacyjnych lub wybranych funkcji regulacyjnych.

Rozwój automatyki regulacyjnej systemowej będzie zmierzał w kierunku integracji z systemami WAMS. Integracja tej automatyki z systemami WAMS i dalej z automatyką regulacyjną lokalną, będzie oznaczała możliwość skoordynowania działania znaczącej liczby układów regulacji na wszystkich jej poziomach. W przypadku automatyki regulacyjnej systemowej, zmiany będą dotyczyły sposobów przesyłu informacji, czasu jej przesyłu oraz ilości przesyłanej i przetwarzanej informacji. Nowe źródła energii, o stosunkowo małych mocach jednostkowych, są często przyłączane do sieci rozdzielczych, a ze względu na swoje właściwości, wymuszają zmianę sposobu funkcjonowania tych sieci, i wymuszają ich zmiany strukturalne. Zmiany te prowadzą w kierunku tzw. sieci inteligentnych (ang. smart grids).

Definicja określa sieci inteligentne jako „sieci dystrybucyjne i powiązane z nimi technologie informatyczno-telekomunikacyjne, integrujące w sposób inteligentny działania uczestników procesów wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i użytkowania energii elektrycznej w celu poprawy niezawodności dostaw i efektywności sterowania przez operatora oraz aktywnego angażowania odbiorców w podnoszenie efektywności energetycznej”. Porównując powyższe z funkcjonalnością współczesnych sieci przesyłowych praktycznie nie widać różnicy. Różnica funkcjonalna związana jest jedynie z możliwością oddziaływania na odbiorców energii (ewentualnie prosumentów). Oznacza to, co jest w pełni zrozumiałe, że sieci inteligentne stanowią naturalny element rozwoju sieci elektroenergetycznych, polegający na przeniesieniu rozwiązań stosowanych w sieciach przesyłowych do sieci rozdzielczych.

Identyfikacja zadań nauki krajowej w zakresie rozwoju KSE (Krajowy System Elektroenergetyczny), wymaga pewnego zawężenia tematyki systemowej do potrzeb krajowych, chociaż takie podejście może być realizowane jedynie w ograniczonym stopniu. Wynika to zarówno z rosnącej stopniowo skali powiązań KSE z systemami państw europejskich (nie tylko unijnych), z rozwoju systemów elektroenergetycznych AC i DC na świecie, a także coraz silniejszych powiązań polskich instytucji naukowych z podmiotami zagranicznymi. Niezbędny jest stały udział naukowców

w planowaniu rozwoju systemu elektroenergetycznego w warunkach rynkowych, w aspekcie problemów z budową nowych źródeł energii elektrycznej oraz w prognozowaniu rozwoju energetyki prosumenckiej w skali lokalnej i w skali krajowej w celu określenia realnych możliwości udziału tej energetyki w pokryciu zapotrzebowania na moc w KSE, w przyjętym horyzoncie czasowym. Często, prace naukowe realizowane w ramach projektów krajowych lub zagranicznych nie są związane z tymi potrzebami, a raczej wynikają z zainteresowań naukowych osób realizujących projekty. Wyniki tych prac są rzadko wprowadzane do praktyki i często służą do powiększenia jedynie dorobku naukowego pracowników, realizujących projekty (tzw. zbieranie punktów). Stopniową poprawę w tym zakresie można by uzyskać, zmieniając model karier naukowych w instytucjach rozwijających nauki techniczne w Polsce. Przebieg kariery „od dyplomu studiów do emerytury” w jednej uczelni ogranicza możliwości zdobycia doświadczeń praktycznych i kontaktów w przemyśle. Można by w tym zakresie wykorzystać doświadczenia niemieckie, gdzie po uzyskaniu doktoratu pracownik musi opuścić uczelnię i dopiero po zdobyciu doświadczenia praktycznego może ubiegać się o etat na uczelni.

Wielkie Moce i Wysokie Napięcia

Sekcja Wielkich Napięć i Wysokich Mocy, Przewodniczący prof. dr hab. Romuald Włodek

Wstęp

Wkład specjalności „wysokie napięcia” do rozwoju elektrotechniki mieści się w zakresie realizacji funkcji, spełnianych przez aparaty i urządzenia w elektroenergetyce. Główne zadania w tym zakresie określone są następująco:

- 1) modernizacja i rozwój aparatów i urządzeń spełniających wymagania, wynikające z postępu w elektroenergetyce,
- 2) podwyższanie niezawodności eksploatacyjnej aparatów i urządzeń.

Zadania te, pod względem planowania i lokalizacji, dzielą się na aplikacyjne i teoretyczne.

Problemy o znaczeniu aplikacyjnym

Poszczególne rodzaje aparatów i urządzeń elektroenergetycznych wymagają formułowania specjalistycznych zadań. Wspólnymi dla wszystkich rodzajów urządzeń są następujące problemy:

- rozwój metod projektowania układów izolacyjnych wysokich napięć spełniających wymagania niezawodności w określonych warunkach narażeń eksploatacyjnych,
- rozwój metod badań laboratoryjnych pod względem: a) wyposażenia technicznego, b) procedur weryfikacji i walidacji wyników,
- zastosowanie osiągnięć inżynierii materiałów elektrotechnicznych do konstrukcji układów izolacyjnych,
- rozwój metod badań diagnostycznych jako źródeł informacji do określania niezawodności obiektów elektroenergetycznych oraz jako źródeł danych do określania strategii zarządzania obiektami.

Problemy teoretyczne

Określone działy badań podstawowych dostarczają informacji inspirujących rozwój aparatów i urządzeń elektroenergetycznych.

Najważniejsze problemy badawcze o charakterze teoretycznym:

- działanie energetyczne silnych pól elektrycznych na strukturę fizykochemiczną na poziomie nadmolekularnym i molekularnym materiałów izolacyjnych stałych oraz na możliwości i skutki emisji polowej do materiałów izolacyjnych ciekłych i gazowych,
- działanie pól elektromagnetycznych w urządzeniach elektroenergetycznych ze względu na skutki eksploatacyjne i efekty środowiskowe,

- narażenia przepięciowe jako efekty eksploatacji urządzeń energoelektronicznych,
- narażenia od wyładowań atmosferycznych: mechanizm wyładowania piorunowego, napięcia i prądy indukowane w obiektach – zastosowania do oceny zagrożeń wrażliwych urządzeń elektronicznych.

Podstawy teoretyczne

Wymienione główne problemy teoretyczne korzystają z następujących dziedzin nauki:

- elektrotechnika, teoria pola elektromagnetycznego i jej poszczególne działy,
- fizyka i chemia ciała stałego, w szczególności fizykochemia polimerów syntetycznych,
- fizyka i chemia gazów syntetycznych,
- teoria i przetwarzanie sygnałów jedno- i wielowymiarowych w zastosowaniu do interpretacji wyników pomiarów w diagnostyce.

Charakterystyka metodyczna

Przedstawione problemy specjalności „wysokie napięcia” charakteryzują się wzajemnym przenikaniem i inspiracją celów aplikacyjnych i zadań teoretycznych.

Materiały i Technologie Elektrotechniczne

Sekcja Materiałów i Technologii Elektrotechnicznych, Przewodniczący prof. dr hab. Ryszard Kacprzyk

Tendencje światowe. Kierunki rozwoju w Polsce

Rozwój w zakresie materiałów dla szeroko pojętej elektrotechniki obserwuje się we wszystkich grupach materiałów. W obszarze materiałów przewodzących, jako tendencje światowe należy uznać m.in. wzrost zainteresowania zastosowaniem grafenów, rozwój w zakresie ceramicznych i polimerowych materiałów jonoprzewodzących (ogniwa paliwowe, czujniki i pompy gazów, elektrolizery), materiałów nadprzewodzących o możliwie wysokiej temperaturze krytycznej, jak również materiałów przewodzących do zastosowań klasycznych (stykowe, eliminujące metale szlachetne, ołów, etc.).

W zakresie materiałów nieprzewodzących badania koncentrują m.in. się nad wykorzystaniem polimerów do izolacji kabli najwyższych napięć prądu przemiennego jak i do pracy długotrwałej w silnych polach stałych; nad dielektrycznymi kompozytami i nanokompozytami polimerowymi o znacznie zwiększonym przewodnictwie cieplnym, na pokrycia superhydrofobowe, itp. Wzrasta zainteresowanie zastosowaniem biodegradalnych cieczy izolacyjnych oraz gazów dla zastąpienia SF₆. W zakresie migrogeneracji energii (harvesters) nastąpił znaczny wzrost zainteresowania materiałami piezo-aktywnymi.

W zakresie materiałów magnetycznych badania ukierunkowane są na blachy superorientowane; blachy nisko stratne z wysoką indukcją nasycenia; materiały magnetyczne miękkie do pracy przy wysokich częstotliwościach; materiały magnetycznie twarde (ferryty oraz na bazie pierwiastków ziem rzadkich); materiały proszkowe i nanomateriały, jak również materiały o specjalnych właściwościach (gigantyczna magnetostrykcja, magnetoopór).

Perspektywiczne kierunki rozwoju w obszarze badań materiałów dla elektrotechniki w Polsce wiążą się m.in. ze specyfiką produkcji i badań dotychczasowych. W zakresie materiałów nieprzewodzących należy utrzymać dalszy rozwój izolacji papier-olej (diagnostyka izolacji, rozpoznanie zjawisk, nowe materiały i dodatki); rozwój polimerowej izolacji kompozytowej jak i nanokompozytów o specjalnych właściwościach (cieplne). W zakresie materiałów magnetycznych celowym wydaje się ukierunkowanie badań na nanomateriały magnetyczne oraz materiały o specjalnych właściwościach. Badania w zakresie materiałów przewodzących powinny obejmować materiały stykowe (wykorzystujące krajowe surowce) jak również półprzewodzące i specjalne kompozyty i nanokompozyty polimerowe (materiały ekranujące, pozystorowe, inteligentne).

W zakresie technologii tendencje światowe wskazują na wzrost zainteresowania technologiami kompozytów i nanokompozytów (materiałów dielektrycznych; półprzewodzących, nieliniowych, aktywnych); proszkowymi technologiami materiałów magnetycznych; technologiami nadprzewodników wysokotemperaturowych; technologiami materiałów dla ogniw PV, paliwowych, chemicznych oraz superkondensatorów, jak również technologiami samych elementów. Obserwuje się również wzrost zainteresowania technologiami wykorzystującymi technikę wysokich napięć i silnych pól elektrycznych. Należą do nich energooszczędne technologie elektrostatyczne, technologie plazmowe (wykorzystujące zarówno plazmę gorącą jak i niskotemperaturową) czy elektroerozyjna obróbka materiałów (wiercenie skał). Nadal obserwowany jest rozwój w zakresie technologii maszyn i urządzeń elektrycznych oraz ich elementów i podzespołów.

Biorąc pod uwagę tendencje światowe jak i dotychczasowe osiągnięcia, rozwój technologii w kraju powinien się koncentrować m.in. na technologiach izolatorów ceramicznych i kompozytowych (eksport), technologii polimerowych kompozytów półprzewodzących o różnych zastosowaniach (np. inteligentne grzejniki), technologii ogniw paliwowych i superkondensatorów. Istotnym wydaje się być również rozwój technologii plazmowych i energooszczędnych technologii elektrostatycznych.

Istotnym elementem rozdziału „Materiały i Technologie Elektrotechniczne” są badania nieniszczące. Metody elektromagnetyczne, takie jak: spadku potencjału (tomografia impedancyjna), magnetycznego strumienia rozproszonego (proszkowa), szumów Barkhausena i prądów wirowych, stanowią obecnie istotną grupę metod używanych w badaniach nieniszczących. Stosuje się jednak więcej metod elektromagnetycznych, na przykład, zaliczaną do optycznych, metodę radiologiczną oraz wprowadzaną metodę terahercową. Badania nieniszczące są istotnym składnikiem nowoczesnych technologii i odegrają ważną rolę w budowie i eksploatacji polskiej elektrowni jądrowej.

Maszyny Elektryczne i Transformatory

Sekcja Maszyn Elektrycznych i Transformatorów, Przewodniczący prof. dr hab. Kazimierz Zakrzewski

Maszyny elektryczne (turbogeneratory i hydrogeneratory) i transformatory blokowe stanowią główne elementy systemu elektroenergetycznego w zadaniach wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej. Transformatory rozdzielcze odgrywają rolę pośredniczącą w systemach przesyłowych i dystrybucyjnych. Silniki elektryczne zużywają około 50% produkowanej energii i są powszechnie stosowane w napędach: maszyn roboczych, pojazdów trakcyjnych i urządzeń gospodarczych. Nic nie wskazuje na to, aby dotychczasowa rola maszyn elektrycznych i transformatorów mogła ulec zmniejszeniu. Polska jest znaczącym producentem maszyn elektrycznych i transformatorów. Fabryki maszyn elektrycznych i transformatorów pomyślnie przeszły transformację gospodarczą i jako jedne z pierwszych zostały sprywatyzowane.

Aktualne zagadnienia badawcze w tematyce maszyn elektrycznych powinny koncentrować się na energooszczędności, a więc na budowie maszyn o zmniejszonych stratach mocy, pracujących niezawodnie i niewymagających częstych przeglądów i remontu. Sprawności maszyn elektrycznych można zwiększyć o kilka procent poprzez stosowanie magnesów trwałych. Ponadto, magnesy trwałe pozwalają zmniejszyć masę maszyny o kilkadziesiąt procent w stosunku do obecnie powszechnie stosowanych maszyn indukcyjnych. Interesującym zagadnieniem jest tematyka obwodów magnetycznych proszkowych o znacznie zmniejszonych stratach związanych z przemagnesowaniem. Istotne są problemy badawcze obejmujące problematykę konstrukcyjną i technologiczną także innych przetworników elektromechanicznych: wysokoobrotowych, zasilanych ze źródeł solarnych, o ruchu liniowym, piezoelektrycznych.

Aktualne zagadnienia badawcze transformatorów powinny obejmować zagadnienia projektowania, technologii, badań w wytwórni i w eksploatacji. Transformatory w czasie pracy są narażone na działanie: sił i naprężeń mechanicznych, pola elektrycznego i magnetycznego oraz ciepłne. Zjawiska

elektromagnetyczne w stanach zwarciovych są przyczyną generacji dużych sił, a w stanach normalnej eksploatacji determinują straty mocy podstawowe i dodatkowe, które są źródłem ciepła. Nagrzewanie i chłodzenie transformatorów, w różnych warunkach klimatycznych, decyduje o dopuszczalnej obciążalności. Wytrzymałość dielektryczna izolacji i wyładowania niezupełne są determinowane przez rozkłady pola elektrycznego. Pożądane jest doskonalenie metod w zakresie obliczeń elektromagnetycznych, cieplnych i wytrzymałościowych struktur transformatorowych oraz opracowanie nowych technologii wytwarzania izolacji elektrycznej twardej i miękkiej. Szczególną rolę odgrywa diagnostyka stosowana w zakresie zarządzania eksploatacją transformatorów i powinna być nakierowana na monitoring transformatorów w eksploatacji. Ten kierunek badań jest obecnie rozwijany w sensie metodologicznym i narzędziowym. Należy podkreślić, że w Polsce zagadnienia monitoringu transformatorów, badań okresowych czystości i wytrzymałości oleju, łącznie z analizą chromatograficzną oraz diagnostyka przepustów wysokiego napięcia, są przedmiotem szczególnej troski. W zakresie pomiarów i diagnostyki maszyn elektrycznych i transformatorów celowym byłoby zorganizowanie krajowego centrum diagnostycznego.

Trakcja Elektryczna i Napęd Elektryczny Pojazdów

Sekcja Trakcji Elektrycznej, Przewodniczący dr hab. Adam Szelaq, prof. PW

Trakcja elektryczna jest odmiennym, ale też bardziej ekologicznym i konkurencyjnym systemem transportowym w porównaniu z systemem drogowym. Należy zatem podjąć działania mające na celu powstrzymanie dalszego spadku przewozów kolejowych z wykorzystaniem trakcji elektrycznej. Istotne jest (poza zwiększeniem nakładów na trakcje elektryczną także różnymi innymi metodami, w tym administracyjnymi i fiskalnymi) dążenie do zwiększania wykorzystania istniejącej sieci transportu elektrycznego dla przewozów tak pasażerskich jak i towarowych. Strategiczna rola trakcji elektrycznej w Polsce wynika z możliwości zapewnienia przez transport zelektryfikowany funkcjonowania gospodarki nawet w warunkach braku dostaw paliw płynnych (energia elektryczna wytwarzana jest głównie z wydobywanego w Polsce węgla); dużej sieci zelektryfikowanych linii kolejowych (12000 km), pokrywających praktycznie, choć nierównomiernie cały kraj; zastosowania transportu elektrycznego w większości głównych miast w Polsce (poza Radomiem, Zieloną Górą, Rzeszowem, Białymstokiem i Kielcami); dość dobrze rozwiniętego (mimo likwidacji fabryk w latach 90-tych XX w.) polskiego przemysłu elektromaszynowego, co pozwala na produkcję prawie całego osprzętu potrzebnego do budowy układów zasilania i taboru dla kolei o prędkościach do 200 km/h, nie tylko na potrzeby krajowe, ale także zdolnego do konkurencji z wyrobami zachodnio-europejskimi; zastosowania w transporcie elektrycznym najnowszych technologii i rozwiązań będących wyzwaniem do rozwoju nauki i innowacji, ekologicznych aspektów transportu, co pozwala na wykorzystanie środków UE w rozwoju trakcji elektrycznej w następnej perspektywie budżetowej, tj. praktycznie przez najbliższe 10 lat.

Preferowane kierunki prac i badań w Polsce dotyczyć powinny: zmniejszenia zużycia energii; zmian w konstrukcji i wyposażeniu taboru; zmniejszenia strat przetwarzania i przesyłu energii w układzie zasilania i taborze; efektywnego wykorzystania energii hamowania odzyskowego (magazyny energii) - działania techniczne i zmiany legislacyjne, w tym opracowania systemu rozliczeń za energię hamowania oddawaną do sieci trakcyjnej i wprowadzeniu preferencji dla operatorów systemów transportu elektrycznego wdrażających rozwiązania energooszczędne (np. możliwości wprowadzenia certyfikatów za zmniejszenie zużycia energii); poprawy niezawodności funkcjonowania transportu elektrycznego; efektywnych i bezpiecznych źródeł energii dla pojazdów autonomicznych; pilotażowych odcinków wprowadzenia w Polsce nowego systemu zasilania kolei 25 kV, 50 Hz – przygotowania do budowy kolei dużych prędkości.

Energoelektronika i Napęd Elektryczny

Sekcja Energoelektroniki i Napędu Elektrycznego, Przewodniczący prof. dr hab. Stanisław Piróg

Automatyka napędu elektrycznego i energoelektronika rozwijała się w Polsce bardzo dynamicznie w latach 70. i 80. minionego stulecia. Prace ośrodków badawczych i przemysłu odpowiadały na ówczesne potrzeby gospodarki.

Obecnie przemysł wytwarzający i instalujący przekształtniki energoelektroniczne w większości reprezentowany jest przez wielkie koncerny międzynarodowe.

Powstało kilka nowych niszowych firm krajowych nastawionych głównie na obsługę jednostkowych, trudnych lub rzadko występujących, zamówień nieopłacalnych dla wielkich wytwórców.

Zmiany sposobu finansowania nauki (bardzo niski poziom płac, szczególnie młodych pracowników, w odniesieniu do płac pracowników niskowyzkwalifikowanych w gospodarce), brak zainteresowania przemysłu opracowaniami krajowymi, a przede wszystkim sposób oceny pracowników naukowo badawczych „za publikacyjny urobek punktowy” nie zachęca do prowadzenia trudnych, i w realny sposób weryfikowanych, badań.

Energoelektronika i automatyka napędu elektrycznego obsługuje praktycznie wszystkie obszary produkcji, dystrybucji i użytkowanie energii elektrycznej.

Aktualne obszary rozwijanych aplikacji to:

- Przekształcanie energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł.
- Lokalna dystrybucja energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych sieciami prądu stałego.
- Napędy elektronarzędzi i urządzeń gospodarstwa domowego z zastosowaniem trójfazowych silników indukcyjnych, reluktancyjnych lub maszyn o magnesach trwałych.
- Serwosilniki i nastawniki dla automatyki.
- Bezcujnikowe układy napędowe (estymacja położenia, prędkości i momentu).
- Obsługa energooszczędnych źródeł światła (lampy LED, świetlówki kompaktowe).
- Urządzenia grzewcze dla przemysłu i dla medycyny.
- Kompensacja mocy biernej i aktywna filtracja harmonicznych prądu (indywidualna i centralna).
- Napędy trakcyjne i napędy pojazdów indywidualnych (samochód elektryczny).
- Energooszczędne napędy urządzeń technologicznych dużej mocy (górnictwo, hutnictwo, przemysł przetwórczy) z zastosowaniem maszyn indukcyjnych i maszyn o magnesach trwałych.
- Zastosowanie nowych przyrządów półprzewodnikowych umożliwiających stosowanie wyższych częstotliwości impulsowania (SiC, GaN), a tym samym zmniejszenie gabarytów urządzeń.
- Systemy magazynowania energii.
- Systemy bezstykowego przesyłu energii na małe odległości.
- Transformatory „inteligentne”.

Wymienione obszary mieszczą się w polityce UE zmierzającej do:

- Zwiększenia udziału energii odnawialnej w gospodarce.
- Tworzenia systemów prosumenckich.
- Oszczędnego gospodarowania energią i surowcami.
- Poprawy komfortu życia.
- Ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczenia środowiska.

Preferowane kierunki prac i badań w Polsce dotyczyć powinny:

- Zmniejszenia zużycia energii elektrycznej.
- Efektywnego pozyskiwania i przekształcania energii ze źródeł odnawialnych.
- Poprawy jakości energii elektrycznej.
- Nowych konstrukcji silników.

- Nowych topologii wysokosprawnych przekształtników.
- Systemów smart grid i systemów prosumenckich.
- Zwiększenia czasu niezawodnej pracy urządzeń energoelektronicznych.
- Zwiększenia niezawodności układów o specjalnych wymaganiach (Fault tolerant control).

Elektrotermia i Technika Świetlna

Sekcja Elektrotermii i Techniki Świetlnej, Przewodniczący prof. dr hab. Mieczysław Hering

Preferowane kierunki badań w obszarze Elektrotermii

Zadania badawcze zostały zdefiniowane w powiązaniu z określonymi jako najbardziej konkurencyjne o kluczowym znaczeniu dla rozwoju przemysłu krajowego w Strategii Innowacyjności i Efektywności Gospodarki przygotowanej przez Ministerstwo Gospodarki powinny być ukierunkowane:

1) W obszarze urządzeń elektrotermicznych o wysokiej sprawności na:

- wprowadzanie stalowniczych urządzeń łukowych na prąd stały, modernizację urządzeń stalowniczych prądu przemiennego oraz systemów COS;
- zwiększenie zdolności produkcyjnych istniejących pieców żelazostopowych, związanych z emisją SO₂, CO₂ w celu doprowadzenia technologii do kategorii BAT;
- rozszerzenie zastosowania w odlewniach pieców indukcyjnych średniej częstotliwości;
- intensyfikację wprowadzania pieców indukcyjnych do odlewania precyzyjnego metodą odśrodkową w próżni oraz odlewanie żeliwa, metali nieżelaznych i kompozytów ze wspomaganie elektromagnetycznym;
- upowszechnienie procesów mieszania elektromagnetycznego w procesach topienia, odlewania ciągłego, tiktropowego oraz wytwarzanie stopów metodą lewitacji i semilewitacji elektromagnetycznej, rozwoju pomp, rynien i dozowników elektromagnetycznych;
- wykorzystanie technik topienia plazmowego i plazmowo-indukcyjnego;
- technologie indukcyjnego nagrzewania objętościowego w procesach obróbki plastycznej.

2) W obszarze kogeneracji i racjonalizacji gospodarowania energią na:

- wytwarzanie z gazów poprocesowych energii elektrycznej oraz ciepłej wody użytkowej;
- odzysk ciepła z wentylacji pieców indukcyjnych, z wody chłodzącej;
- badania nad nowymi rozwiązaniami układów ogrzewania elektrycznego w systemach zasilania lokalnego oraz w domach pasywnych;
- skojarzone układy ogrzewania pompy ciepła – ogrzewacze bezpośrednie.

3) W obszarze technologii mikroelektronicznych i nanotechnologii na:

- wykorzystanie metod nanotermicznych w terapiach medycznych, w tym stosowanie metod hipertermii, wykorzystanie urządzeń elektrotermicznych w procesach diagnostyki;
- problematykę zasilania systemów wielowzбудnikowych i wieloczęstotliwościowych do nagrzewania indukcyjnego w procesach wytwarzania monokryształów;
- opracowanie urządzeń do obróbki jarzeniowej warstw wierzchnich części maszyn o złożonej geometrii w warunkach próżni dynamicznej;
- komputerowe wspomaganie projektowania procesów indukcyjnego hartowania powierzchniowego części maszyn, w tym szczególnie dla potrzeb przemysłu samochodowego i lotniczego.

4) W obszarze ochrony środowiska na:

- neutralizację skażonej ziemi metodą wityfikacji in situ oraz rezystancyjno-elektrodową;
- wityfikację popiołów i żużli pochodzących ze spalania odpadów komunalnych;
- destrukcję oraz redukcję techniką łukową toksycznych substancji organicznych;
- obróbkę w piecach łukowych pyłów zawierających duże ilości cynku;

- obróbkę odpadów będących źródłem dużych ilości dioxyn i furanów;
- wstępną mikrofalową obróbkę nieczystości szpitalnych, pochodzących z przychodni, laboratoriów przed ich transportem do spalarni typu przemysłowego;
- zastosowanie technik plazmowych w krakingu termicznym łańcuchów molekuł szkodliwych substancji organicznych, w wityfikacji substancji toksycznych i radioaktywnych.

Perspektywiczne zadania badawcze z techniki świetlnej w Polsce

- 1) Aplikacje LED-ów i OLED-ów w oświetleniu, iluminacji, sygnalizacji, aparaturze kontrolno-pomiarowej i medycznej.
- 2) Nowe materiały i konstrukcje w technologii źródeł światła i opraw oświetleniowych.
- 3) Modelowanie i badania źródeł światła, opraw oświetleniowych i systemów sterowania oświetleniem.
- 4) Kształtowanie bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych i projektowanie ich układów regulacji pod kątem oświetlenia i sterowania oświetleniem w obiektach.
- 5) Konstrukcje i zastosowanie elementów optoelektronicznych w technice świetlnej.
- 6) Konstrukcje systemów pozyskiwania energii promieniowania słonecznego do wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, wykorzystywanej w oświetleniu.
- 7) Projektowanie i badania hybrydowych systemów oświetleniowych.
- 8) Zagadnienia ciepłne w tym ich modelowanie w sprzęcie oświetleniowym.
- 9) Kształtowanie wizerunku miasta w następstwie iluminacji obiektów – rozwój teorii master planu oświetlenia miast.
- 10) Oświetleniowe aspekty bezpieczeństwa ruchu drogowego.
- 11) Badanie i ocena zagrożeń powodowanych przez światło przeszkadzające w oświetleniu zewnętrznym.
- 12) Wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu.
- 13) Badanie parametrów oświetleniowych pod kątem jakości otoczenia świetlnego.
- 14) Badanie promieniowania optycznego (światła) i jego wpływu na wydolność wzrokową, odczucia, emocje, nastroj, zachowanie oraz zagrożenie dla ludzi.
- 15) Badanie wpływu światła na rozwój dzieci, utrzymanie aktywności i motywacji do pracy u pracowników zmian nocnych, występowanie okulistycznych chorób wieku starszego i funkcjonowanie siatkówki oka.
- 16) Wykorzystanie nowoczesnych technik obrazowania i elementów wirtualnej rzeczywistości w analizie wpływu scen świetlnych i projekcji audiowizualnych na organizm ludzki.
- 17) Modelowanie i badania źródeł światła, opraw oświetleniowych i systemów sterowania oświetleniem pod kątem ich wpływu na jakość energii elektrycznej.
- 18) Badanie efektywności energetycznej i ekonomicznej rozwiązań oświetleniowych.
- 19) Badania eksploatacyjne oświetlenia.
- 20) Estetyka oświetlenia, symulacje komputerowe oświetlenia, mapping, animacje i wizualizacje świetlne.
- 21) Metody pomiarów i konstrukcje przyrządów do pomiarów promieniowania VIS, UV i IR.
- 22) Nowe metody sprawdzania przyrządów pomiarowych stosowanych do obiektywnej oceny cech fizycznych korelujących z postrzeganiem wzrokowym.
- 23) Fotometria cyfrowa – nowe wyzwania i możliwości, aplikacje matryc detektorów w aparaturze kontrolno-pomiarowej z zakresu techniki świetlnej.
- 24) Pomiar barwy i kształtowanie rozkładu widmowego promieniowania źródeł światła w następstwie mieszania barw.
- 25) Światłowodowe i optyczne czujniki wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.

Kształcenie wykwalifikowanych kadr na kierunku Elektrotechnika

Sekcja Teorii Elektrotechniki, Przewodniczący prof. dr inż. Stanisław Bolkowski

Teza podstawowa

Poziom absolwentów kształconych na kierunku elektrotechnika na studiach dwustopniowych w ostatnich latach obniżył się. Dotyczy to zarówno pierwszego jak i drugiego stopnia.

Wpłynęły na to następujące czynniki:

- 1) **Nowa matura** i z tym związany brak egzaminu wstępnego na studia.
- 2) Wprowadzenie **studiów dwustopniowych**.
- 3) Malejąca z roku na rok **dotacja budżetowa** dla uczelni.
- 4) Przy prowadzonych ocenach pracowników naukowo-dydaktycznych, zwłaszcza przy awansach, w małym stopniu **branie pod uwagę działalności dydaktycznej**.
- 5) Zbyt mało **praktyk przeddyplomowych i dyplomowych** w czasie studiów.
- 6) **Niskie płace**, a co za tym idzie, podejmowanie przez nauczycieli akademickich dodatkowego zatrudnienia.
- 7) Niezbyt prawidłowo stosowany przy rejestracji **system ECTS**.

Propozycje zmian

W trosce o usprawnienie procesu dydaktycznego, o podniesienie poziomu absolwentów kształconych na kierunku Elektrotechnika, należy podjąć następujące działania:

- 1) Należy dokonać gruntownej oceny programów na obu stopniach kształcenia z punktu widzenia ich dostosowania do wymogów współczesnego rynku pracy, eliminowania powtórzeń treści w poszczególnych przedmiotach, właściwej korelacji przedmiotów.

W tym celu należy powoływać komisje programowe złożone z profesorów oraz przedstawicieli przemysłu i elektroenergetyki.

- 2) Należy bezwzględnie rozwiązać problemy występujące na styku pierwszego i drugiego stopnia.

Jednym z wariantów byłoby:

- odstąpienie od egzaminu dla studentów, którzy będą kontynuowali studia na drugim stopniu;
 - przedłużenie np. o 1 miesiąc studiów na pierwszym stopniu, w celu umożliwienia studentom wykonanie w miarę solidnej pracy dyplomowej i zdanie egzaminu.
- 3) Należy przywrócić jednolite studia magisterskie 5-letnie.
 - 4) Elementem procesu kształcenia powinny być praktyki wakacyjne oraz praktyki dyplomowe w firmach specjalistycznych o znaczącej pozycji na rynku pracy.
 - 5) Na pierwszym stopniu studiów nie należy likwidować laboratoriów jako sposobu oszczędzania. Raczej należałoby zwiększyć liczbę godzin tygodniowo.
 - 6) Należy przywrócić egzaminy wstępne o innej formule niż dawniej.
 - 7) Ważnym instrumentem w procesie rejestracji studentów powinien odgrywać prawidłowo stosowany system ECTS.
 - 8) W szerszym zakresie należy prowadzić studia podyplomowe i nadać im odpowiednią rangę.

