

Adres: Politechnika Łódzka, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź, fax: (48 42) 6362309, tel. 6312581, e-mail: maria.dems@p.lodz.pl

Wszystkim Koleżankom i Kolegom, członkom Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk i osobom stowarzyszonym, składam serdeczne Życzenia Pomyślności zawodowej i rodzinnej z okazji nadchodzących Świąt Bożego Narodzenia. W nowym 2013 roku, życzę zachowania integracji naszego środowiska, w warunkach nowych ustaleń Prezydium Polskiej Akademii Nauk w odniesieniu do Sekcji Komitetów Naukowych.

Przewodniczący Sekcji prof. dr hab. Kazimierz Zakrzewski

IMPREZY NAUKOWE

Konferencja Naukowo-Techniczna TRANSFORMATORY ENERGETYCZNE I SPECJALNE Projekt, produkcja, eksploatacja

Konferencja zorganizowana staraniem firmy Polimex-Mostostal SA Zakład ZREW Oddział Transformatory wraz z Instytutem Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej, Zakładem Wysokich Napięć Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej oraz Instytutem Energetyki w Warszawie przy współdziałaniu Pfisterer Sp. z o.o., odbyła się tradycyjnie w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą w dniach 3-5 października 2012 r., tym razem w hotelu „Król Kazimierz”.

Patronat objęły: Polski Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych, Polskie Sieci Elektroenergetyczne Operator SA, Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddziały: Łódzki i Warszawski.

Konferencja, która od wielu lat wzbudza duże zainteresowanie, zgromadziła ponad 150 uczestników z elektrowni, przedsiębiorstw energetycznych, przemysłu elektromaszynowego, uczelni wyższych i instytutów badawczych.

Komitet Naukowo-Programowy, kierowany przez prof. Kazimierza Zakrzewskiego, został znacznie rozszerzony o profesorów z AGH, Politechniki Poznańskiej, Wrocławskiej, Śląskiej i Opolskiej, przedstawiciele PSE i liczy obecnie 20 osób.

Program konferencji, według nadesłanych referatów, obejmował następującą tematykę:

- Referat wprowadzający prof. K. Zakrzewskiego p.t.: „IV Konwersatorium Łódzkiego Towarzystwa Naukowego - Łódzka Szkoła Naukowa Transformatorów”
- Dwie Sesje poświęcone zagadnieniom izolacyjnym (Sesje I i II)
- Sesję eksploatacyjną (Sesja III)
- Dwie Sesje o treści diagnostycznej (Sesje V i VI)
- Wydzieloną Sesję marketingową (Sesja IV)

Podczas otwarcia konferencji głos zabierali: Dyrektor Oddziału Transformatory mgr inż. Mirosław Bednarek, Dyrektor Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych, aktualny Prorektor Politechniki Łódzkiej, prof. Sławomir Wiak, Sekretarz Generalny SEP mgr inż. Andrzej Boroń i prof. Kazimierz Zakrzewski, odnosząc się do celowości konferencji i życząc owocnych obrad.

Referat wprowadzający miał na celu przypomnienie wiodącej roli Ośrodka Łódzkiego, w którym narodziła się Szkoła Naukowa Transformatorów prof. Eugeniusza Jezierskiego, a wcześniej w latach dwudziestych ubiegłego stulecia, fabryka ELEKTROBUDOWA. Po wybudowaniu fabryki ELTA, Łódź stała się poważnym centrum produkcji transformatorów w Polsce. Obecnie fabryka stanowi

własność koncernu ABB. Konwersatorium odbyło się staraniem Łódzkiego Towarzystwa Naukowego w 2010 r., a materiały zostały opublikowane w 2012 r. w specjalnym zeszycie pod redakcją prof. Kazimierza Zakrzewskiego i dostarczone uczestnikom podczas konferencji w Kazimierzu Dolnym.

W sesji I dominowały prace z Politechniki Poznańskiej na temat efektu „bąbelkowania” (bubble effect) w izolacji wewnątrz kadzi oraz wewnątrz izolatorów przepustowych. Oprócz tego podano wyniki zmierzające do ustalenia wzorców zawilgocenia izolacji celulozowej syconej estrem syntetycznym. Kwestię wpływu nagrzewania na zachowanie i właściwości estrów syntetycznych omówiono w referacie z Politechniki Łódzkiej i Zakładu ZREW.

W sesji II należy odnotować szeroko zakrojone badania diagnostyczne, wykonywane w Spółce PGE na terenie województwa łódzkiego. Ciekawe spostrzeżenia dotyczące pomiarów $\text{tg}\delta$ i pojemności izolatorów przepustowych WN przedstawiał referat ZPBE Energopomiar-Elektryka Sp. z o.o. w Gliwicach. Analiza przepięć w transformatorach rozdzielczych prezentowana przez AGH wymaga dalszych dociekań.

W Sesji III nietrafionym okazał się referat na temat skutków biomedycznych pola elektromagnetycznego generowanego w transformatorach ostro skrytykowany w dyskusji.

Bardzo ciekawe natomiast okazały się prace z Politechniki Łódzkiej dotyczące hałasu transformatorów oraz ustalania parametrów projektowych transformatorów przekształtnikowych. Powrót do laserowania blach rdzenia transformatorów zaprezentowany przez przedstawiciela firmy Schneider-Electric Energy Poland Sp. z o.o. Zakład Transformatorów w Mikołowie spotkał się ze zrozumiałym zainteresowaniem. Doświadczenia uzyskane w zakresie regeneracji olejów transformatorowych przedstawili pracownicy ABB Sp. z o.o. - Serwis transformatorów. O transformatorach przewoźnych w Stanach Zjednoczonych poinformował przedstawiciel Oddziału Transformatory w Łodzi, pracujący wiele lat w Ameryce. Próba oceny pracy transformatorów regulacyjnych przy odwrotnym przepływie mocy została podjęta przez przedstawicieli Politechniki Łódzkiej w nawiązaniu do energetyki rozproszonej.

Sesja V poświęcona diagnostyce zawierała opis sytemu do badania i lokalizacji wylądowań niepełnych metodą akustyczną opracowanego w Politechnice Poznańskiej oraz prace z Politechniki Opolskiej na temat defektów rdzenia „odczytywanych” metodą akustyczną.

Prace pochodzące od firmy Weidmann na temat wpływu impregnacji olejem wstępnie wysuszonej izolacji transformatora na czas i skuteczność suszenia końcowego oraz od firmy Du Pont na temat porównania różnych typów izolacji aramidowej były również interesujące.

W Sesji VI diagnostycznej referowano prace o monitoringu rzeczywistym (Mikronika) i próbie monitoringu wirtualnego (Politechnika Warszawska). Opis dotyczący modernizacji i unowocześnienia aparaturowego Oddziału Transformatory Zakładu ZREW oraz możliwości badawczych stanowił bardzo dobra wizytówkę Przedsiębiorstwa. Przedstawiono także dalsze perspektywy aplikacji monitoringu w Spółce PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź-Teren.

W zakończeniu podana została informacja o uroczystości nadania Laboratorium Wysokonapięciowemu Fabryki ABB w Łodzi imienia prof. Michała Jabłońskiego, wielce zasłużonego w początkach działalności Fabryki ELTA, którą po sprywatyzowaniu przejęło ABB.

Podsumowania konferencji dokonał Przewodniczący Komitetu Naukowo-Programowego prof. Kazimierz Zakrzewski. Stwierdził na wstępie, że obecną edycję zdominowały zagadnienia izolacyjne i diagnostyczne. Podczas obrad przedstawiono modelowe badania w celu odtworzenia efektów bąbelkowania (buble effect) wewnątrz transformatora i izolatorów przepustowych oraz badanie wpływu temperatury i zawilgocenia izolacji z udziałem estrów syntetycznych. W czasie dyskusji wypłynął problem właściwego zaprojektowania układu modelowego, odtwarzającego strukturę zbliżoną do rzeczywistej.

Ciekawa dyskusja dotyczyła badania stanu izolatorów przepustowych w eksploatacji przy częstotliwości roboczej 50 Hz ($\text{tg}\delta$). Metoda ta jest skuteczna w stanie znacznie pogłębionej degradacji, podczas gdy metoda HF jest skuteczniejsza we wcześniejszych stadiach zmniejszenia wytrzymałości dielektrycznej izolacji. Z dłuższej dyskusji w sprawie badania przepięć w transformatorach rozdzielczych wynika, że należy opracować przejrzysty program badań, stosowny do zagrożeń.

Rozpowszechniają się badania eksploatacyjne w spółkach elektroenergetycznych. Ciekawy zakres tych dokonań przedstawiło PGE Oddział w Łodzi.

Prawdziwą ekspansję wykazują obecnie zagadnienia monitoringu, które przyjmują skomercjalizowaną postać w sensie urządzeń i systemów informatycznych. Jednym z większych problemów pozostaje do rozwiązania skuteczna analiza ogromnej ilości danych, zbieranych podczas monitoringu on-line.

Sesja eksploatacyjna była bardziej rozproszona tematycznie., przy czym należy wyróżnić zarówno zagadnienia regeneracji olejów, problematykę porównawczą hałasu transformatorów w warunkach pracy przemiennoprądowej jak i prostownikowej oraz rozważania dotyczące parametrów projektowych transformatora przekształtnikowego . Uwagę dyskutantów zwrócił także referat o zastosowaniu blachy „laserowanej” na rdzenie transformatorów małej mocy w celu obniżenia strat jałowych.

Z referatu gospodarzy konferencji wynikają osiągnięcia Oddziału Transformatory Zakładu ZREW w modernizacji Zakładu i modernizacji sprzętowej laboratoriów. Przewodniczący pogratulował Dyrekcji znacznego postępu w tym zakresie od czasu ostatniej konferencji, która odbyła się w 2010 r.

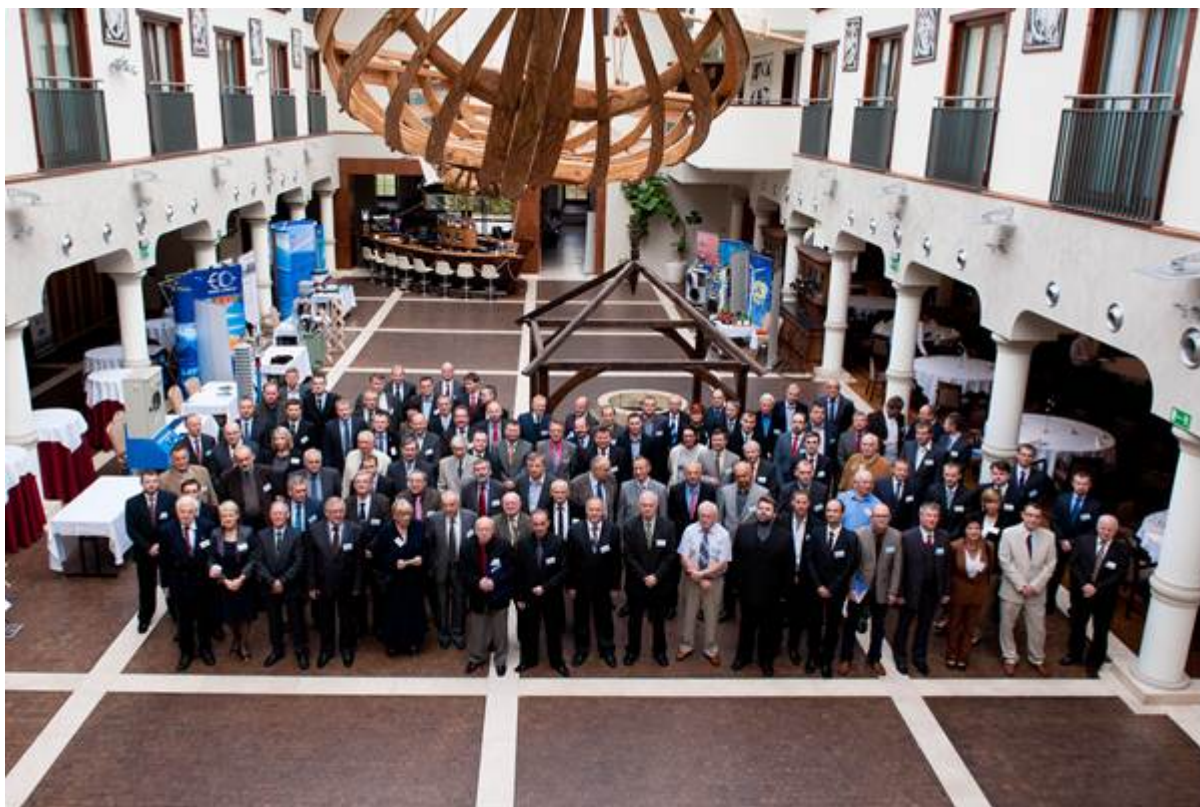
W zakończeniu podsumowania merytorycznego, Przewodniczący wyraził opinię, że wśród referatów zabrakło problematyki obliczeniowej i technologicznej, o co należałoby zadbać podczas jubileuszowej X Konferencji w 2014 r.

Kończąc podziękował w imieniu uczestników i swoim własnym za trud poniesiony przez Organizatorów, szczególnie: Dyrektorowi M. Bednarkowi, mgr inż. Wojciechowi Marciniakowi, mgr inż. Jarosławowi Zarębie oraz niestrudzonej mgr Małgorzacie Siedlarek.

Zamknięcia konferencji dokonał Dyrektor M. Bednarek wyrażając nadzieję na wspólne spotkanie za dwa lata

Zgodnie z tradycją, uczestnicy konferencji obejrzeni pierwszego dnia występ kabaretowy (kabaret HRABI), w drugim dniu wysłuchali koncertu muzyki żydowskiej w wykonaniu młodych klezmerów z Lublina (zespół Di Kuzine) oraz wzięli udział w uroczystej kolacji, będącej ważnym elementem integracyjnym.

Podczas obrad, wylosowano dwukrotnie premię za wytrwałość w uczestniczeniu w obradach, w postaci nieodpłatnego pobytu w hotelu „Król Kazimierz” w wybrany weekend.



Zdjęcie grupowe uczestników konferencji

Lista wygłoszonych referatów

OTWARCIE

1. **Kazimierz Zakrzewski:** IV Konwersatorium Łódzkiego Towarzystwa Naukowego „ŁÓDZKA SZKOŁA NAUKOWA TRANSFORMATORÓW”.

Izolacja I – przewodniczący: Mirosław Bednarek, Kazimierz Zakrzewski

1. **Jarosław Gielniak, Andrzej Graczkowski, Hubert Morańda, Piotr Przybyłek, Krzysztof Walczak, Hanna Mościcka-Grzesiak:** Bubble effect – poważne zagrożenie transformatorów.
2. **Piotr Przybyłek, Hubert Morańda, Krzysztof Walczak, Hanna Mościcka-Grzesiak:** Bubble effect w izolatorach przepustowych.
3. **Jarosław Gielniak, Andrzej Graczkowski, Hubert Morańda, Piotr Przybyłek, Krzysztof Walczak, Hanna Mościcka-Grzesiak:** Wzorce zawilgocenia izolacji celulozowej syconej estrem syntetycznym.
4. **Paweł Różga, Anna Skowron:** Wpływ skoncentrowanego strumienia ciepłego na właściwości estrów syntetycznych.

Izolacja II – przewodniczący: Hanna Mościcka-Grzesiak, Janina Pośpieszna

5. **Marek Florkowski, Jakub Furgał, Maciej Kuniewski:** Analiza przepięć w transformatorach rozdzielczych.
6. **Zbigniew Szymański:** Analiza błędów w pomiarach współczynnika stratności dielektrycznej i pojemności izolatorów przepustowych.
7. **Andrzej Krawiec, Paweł Polak:** Badania Diagnostyczne w Eksploatacji Transformatorów.
8. **Adam Ketner, Grzegorz Płuciennik:** Propozycja zmian zaleceń IEC 60076-3: 2000.

Eksploatacja – przewodniczący: Wojciech Urbański, Andrzej Gadula

1. **Jacek Dziura, Marcin Morawiec, Andrzej Stabrawa:** Laserowanie blach jako sposób poprawy parametrów transformatora.
2. **Andrzej Krawczyk, Wanda Rachaus-Lewandowska:** Skutki biomedyczne działania pola elektromagnetycznego generowanego przez transformatory.
3. **Ryszard Szczerbanowski:** Dane znamionowe transformatorów przekształtnikowych pracujących w urządzeniach o komutacji sieciowej.
4. **Mirosław Owczarek, Michał Lasota:** Proces regeneracji oleju transformatorowego w świetle wieloletnich doświadczeń eksploatacyjnych.
5. **Krzysztof Majer:** Hałas uzwojeń transformatorów energetycznych i przekształtnikowych.
6. **Wojciech R. Marciniak:** Transformatory przetożne jako element sieci energetycznej USA.
7. **Bogusław M. Bocheński, Tomasz Piotrowski:** Obciążalność transformatorów dystrybucyjnych przy przepływie odwrotnym mocy.

Diagnostyka I – przewodniczący: Ryszard Szczerbanowski, Andrzej Boroń

1. **Christoph Krause, Kurt Wick, Uwe Nachtigall, Wojciech R. Marciniak, Ryszard Malewski:** Wpływ impregnacji olejem wstępnie wysuszonej izolacji transformatora na czas i skuteczność suszenia końcowego.
2. **Radosław Szewczyk:** Porównanie właściwości izolacyjnych różnych typów izolacji aramidowej dla transformatorów mocy.
3. **Sebastian Borucki:** Przykład diagnostyki rdzeni transformatorów eksploatowanych w krajowej sieci elektroenergetycznej z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody wibroakustycznej.
4. **Wojciech Sikorski, Krzysztof Walczak, Hubert Morańda:** Detekcja, lokalizacja i monitoring wylądowań niepełnych w transformatorze przy użyciu metody emisji akustycznej.
5. **Bogusław M. Bocheński, Tomasz Piotrowski:** Analiza przyczyny awarii transformatora piecowego.

Diagnostyka II – przewodniczący: Kazimierz Zakrzewski , Wojciech Marciniak

- 6. Marek Andrzejewski, Wiesław Gil:** Problemy związane z wdrażaniem i eksploatacją systemów on-line monitoringu transformatorów.
- 7. Paweł Ścibiorek :** Wykorzystanie i perspektywy rozwoju monitoringu transformatorów w PGE Dystrybucja S.A. O/Łódź – Teren.
- 8. Ryszard Kozak:** Aktualny potencjał badawczy w Zakładzie ZREW Oddział Transformatory.
- 9. Adam Biernat, Wojciech Urbański:** System Monitorowania Transformatorów energetycznych w środowisku wirtualnym.
- 10. Adam Ketner:** Michał Jabłoński – patron stacji prób Zakładu Transformatorów Mocy ABB w Łodzi.

Opracował: prof. Kazimierz Zakrzewski

XIV Międzynarodowe Warsztaty Doktoranckie OWD Gliwice – Wisła, październik 2012

XIV Międzynarodowe Warsztaty Doktoranckie OWD (organizowane pod patronatem: Dziekanów Wydziałów Elektrycznych, Elektroniki, Automatyki i Informatyki z całej Polski oraz prestiżowego międzynarodowego stowarzyszenia Institution of Engineering and Technology IET w Wielkiej Brytanii) przez: Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej - PTETiS, Wydział Elektryczny Politechniki Śląskiej (Katedra Mechatroniki), Komitet Elektrotechniki PAN, Centrum Edukacji w Mechatronice CEM Politechniki Śląskiej i Polsko-Japońską Wyższą Szkołę Technik Komputerowych przy współudziale: Die Deutsche Gesellschaft für Mechatronik DGM (Bochum, Niemcy), Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE-Polish Section oraz Gottlob-Frege-Zentrum (Wismar, Niemcy) zgromadziły w tym roku rekordową liczbę doktorantów (140) oraz profesorów-ekspertów (40) z wielu krajów Europy (Polska, Niemcy, Francja, Czechy, Słowacja, Słowenia, Węgry, Ukraina i Białoruś). Należy podkreślić, że od wielu lat Warsztaty są objęte patronatem medialnym ogólnopolskich czasopism: Przeglądu Elektrotechnicznego, Wiadomości Elektrotechnicznych, Śląskich Wiadomości Elektrotechnicznych oraz miesięcznika Pomiary-Automatyka-Kontrola. Patronat ten odgrywa olbrzymią i znaczącą rolę w promocji osiągnięć młodych adeptów nauki.

W trakcie Warsztatów, odbywających się w Wiśle, zaprezentowano blisko 120 prac doktorskich, obejmujących szerokie spektrum tematyczne: elektrotechnikę, elektronikę, elektromechanikę, automatykę, mechatronikę, robotykę, sensorykę, informatykę, bioinżynierię medyczną, systemy MEMS oraz materiałoznawstwo elektroniczne i mechatroniczne (w tym materiały typu SMART). Międzynarodowy Komitet Naukowy nagrodił 12 referatów (były to nagrody: IET Best Paper Award, IEEE Best Paper Award, Prof. Tadeusz Kaczorek's Award oraz 8 Dean's Awards, ufundowanych przez Dziekanów Wydziałów Elektrycznych w Polsce), zaś Międzynarodowy Komitet Młodych Ekspertów (obradujący zupełnie niezależnie i kierujący się własnym kryterium) – 8 referatów.

Wszystkie referaty zostały opublikowane w Materiałach Konferencyjnych, mających charakter książki (ISBN 978-83-935427-0-3, liczba stron: 536), a ponadto na CD-Rom. Wyróżniające się prezentacje zostały dodatkowo umieszczone na stronie www, prowadzonej przez Institute of Engineering and Technology w Wielkiej Brytanii. Ciekawym prezentacjom naukowym oraz gorącym debatom doktorantów z profesorami-ekspertami towarzyszyły wieczorne koncerty muzyczne, które odgrywają istotną rolę w nawiązywaniu przyjaźni i tworzeniu życzliwej atmosfery wzajemnego zrozumienia pomiędzy uczestnikami, wywodzącymi się z krajów o tak bardzo zróżnicowanych tradycjach historycznych i kulturowych. Olbrzymi aplauz wzbudził koncert muzyki Flamenco oraz brawurowy popis hiszpańskiego tańca. Tradycją konferencji jest też występ góralskiego zespołu folkowego, który w tym roku został dodatkowo wzbogacony prezentacją najciekawszych instrumentów pasterskich.



Wspólne zdjęcie uczestników XIV Międzynarodowych Warsztatów Doktoranckich OWD



Laureaci Nagród OWD



Dyskusjom przewodniczył prof. Krzysztof Kluszczyński



Wspólne zdjęcie uczestników w Sali Senatu Politechniki Śląskiej

Jak dzieje się to już od wielu lat, Międzynarodowe Warsztaty Doktoranckie zostały poprzedzone Letnimi Szkołami Naukowymi: IX CEEPUS Summer School oraz VI Eastern Europe Summer School, odbywającymi się na Politechnice Śląskiej, w których uczestniczyli doktoranci i promotorzy z krajów Europy Centralnej oraz Wschodniej.

Barwny przebieg oraz bogaty program XIV Międzynarodowych Warsztatów Doktoranckich, jak też Szkół Letnich: IX CEEPUS Summer School oraz VI Eastern Summer School najlepiej i najpełniej charakteryzuje poniższy fotoreportaż.

*Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Kluszczyński
Opiekun Naukowy Warsztatów*

IV KONWERSATORIUM ŁÓDZKIEGO TOWARZYSTWA NAUKOWEGO „ŁÓDZKA SZKOŁA NAUKOWA TRANSFORMATORÓW”

Streszczenie: Artykuł przedstawia sprawozdanie z IV Konwersatorium zorganizowanego przez Łódzkie Towarzystwo Naukowe w dniu 12 maja 2010 r. na temat „Łódzka Szkoła Naukowa Transformatorów”. Konwersatorium zostało zorganizowane w ramach cyklu „Szkoły i Zespoły Naukowe Łodzi Akademickiej – Przeszłość – teraźniejszość - przyszłość”.

Zgłoszone referaty obejmowały początki przemysłu transformatorowego w Łodzi i jego rozwój, historię Szkoły Naukowej powstałej wokół prof. dr h.c. Eugeniusza Jezierskiego (!902-1990) - kierownika Katedry Maszyn

Elektrycznych i Transformatorów Politechniki Łódzkiej i Jego następców, stan obecny przemysłu transformatorowego w Łodzi, kontynuację osiągnięć Szkoły teraz i w przyszłości. Łódzkie Towarzystwo Naukowe przygotowuje wydanie książkowe prac prezentowanych w czasie Konwersatorium w ramach cyklu wspomnianego wyżej w streszczeniu.

1. Wstęp

Środowisko naukowe, skupione w Łódzkim Towarzystwie Naukowym (ŁTN) z zainteresowaniem śledzi osiągnięcia badawcze Zespołów działających w Wyższych Uczelniach i Instytutach Naukowo-Badawczych i stara się dokumentować wielostronne działania uczonych miasta Łodzi [1].

W Politechnice Łódzkiej wykryła się przed wieloma laty działalność naukowa w zakresie transformatorów, blisko związana z potrzebami szkoleniowymi dla rozwijającego się przemysłu w połowie ubiegłego wieku. Była to zasługa człowieka o niewątpliwej charyzmie, profesora dr h.c. Eugeniusza Jezierskiego o dużym doświadczeniu przemysłowym, zajmującego się z wielką pasją transformatorami od lat trzydziestych ubiegłego wieku. Kierowana przez Niego Katedra Maszyn Elektrycznych, przekształcona później w Katedrę Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Politechniki Łódzkiej stała się kuźnią kadr naukowych i przemysłowych, której renoma przekroczyła daleko granice Polski.

Omówimy pokrótce przebieg merytoryczny IV Konwersatorium ŁTN, którego tematyka została wybrana, aby uhonorować Szkołę Naukową, która rozświetliła nasze miasto na wielu kontynentach.

Konwersatorium odbyło się w siedzibie Łódzkiego Towarzystwa Naukowego w dniu 12 maja 2012 r., a we wrześniu 2012 r. ukazał się 3 Zeszyt z serii wydawniczej „Szkoły i Zespoły Naukowe Łodzi Akademickiej, Przeszłość- Teraźniejszość- Przyszłość” pod redakcją Kazimierza Zakrzewskiego p.t.: Łódzka Szkoła Naukowa Transformatorów ISBN 978-83-60655-61-0 o zawartości będącej treścią niniejszego artykułu. Redaktorem serii jest prof. dr hab. Ewa Marynowicz-Hetka.

2. Transformatory największych mocy i napięć w elektroenergetyce [2]

Konwersatorium przeznaczone było dla szerokiego odbiorcy. Dlatego postanowiono przybliżyć słuchaczom znaczenie transformatorów największych mocy i napięć w elektroenergetyce.

Do podstawowych zastosowań transformatorów największych mocy i napięć należą:

- 2.1 Wyprowadzenie mocy z generatorów elektrownianych do sieci, co wymaga transformacji stosunkowo niskiego napięcia generatora na wysokie napięcie przesyłowe, z możliwością regulacji napięcia wyjściowego pod obciążeniem.
- 2.2 Łączenie linii wysokich napięć prądu przemiennego. W tym celu buduje się transformatory i autotransformatory sprzęgające, zwane sieciowymi, podwyższające i obniżające napięcie wraz regulacją napięcia pod obciążeniem.
- 2.3 Łączenie systemów prądu przemiennego i stałego. Wymaga to budowy transformatorów przekształtnikowych, zasilających z jednej strony układ prostownikowy połączony z linią przesyłową prądu stałego wysokiego napięcia (High Voltage Direct Current – HVDC) lub transformujących napięcie falownikowe na napięcie wysokie systemu odbiorczego.
- 2.4 Regulacja przepływu mocy w liniach przesyłowych i połączonych systemach. Do tego celu buduje się przesuwniki fazowe (Phase Shifting Transformers – PSTs). Zapewniają one regulację kąta przesunięcia napięcia wyjściowego transformatora względem napięcia zasilającego. Transformatory te są używane do sterowania przepływem mocy czynnej między dwoma dużymi, niezależnymi systemami lub wyrównywania obciążeń w liniach równoległych o różnych impedancjach, łączących dwa systemy, jeśli rozkład mocy w liniach jest nierównomierny.

3. Rozwój produkcji transformatorów w Łodzi [3]

W latach dwudziestych ubiegłego wieku powstała w Łodzi niewielka firma, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych *Elektrobudowa* prowadzona przez Braci Jaroszyńskich. W 1923 r. kierownikiem technicznym został inżynier mechanik Walenty Kopczyński, wykształcony w Niemczech, który zaprojektował pierwsze transformatory o mocach 20, 30 i 50 kVA i przekładni 3000/125 V dla elektrowni łódzkiej. Wykonano je w 1925 r. Do *Elektrobudowy* zaczęły napływać zamówienia z wielu elektrowni na transformatory różnych mocy i napięć. W 1926 r. firmę przeniesiono do budynku przy

ul. Kopernika 56/58 gdzie rozpoczęto wytwarzanie transformatorów olejowych o mocach od 30 kVA i przekładni 3000/125 V. W 1928 r. wykonano 56 jednostek, a w 1929 aż 159. Wśród nich był pierwszy transformator o mocy 400 kVA i napięciu 6 kV oraz pierwszy transformator na napięcie 33 kV. W fabryce, własnym sumptem powstał transformator probierczy (100 kV, 0,2 A). Po kryzysie lat dwudziestych wyprodukowano w 1937 r. 323 transformatory o łącznej mocy 82 416 kVA.

Wybuch wojny z Niemcami w 1939 r. przekreślił plany rozwojowe fabryki, która przeszła w ręce okupanta. Po zbombardowaniu fabryki Siemens w Norymberdze ożywiły się zamówienia w Łodzi. W 1943 r. wykonano dla elektrowni w Hanowerze transformator o mocy 25 MVA i napięciach 33/5/5 kV.

W 1936 r. został zatrudniony w fabryce mgr. inż. Zbigniew Kopczyński bratanek Walentego Kopczyńskiego, elektryk po Politechnice Warszawskiej.

Niemal bezpośrednio po II wojnie światowej *Elektrobudowa* i Politechnika Łódzka nawiązały ścisłą współpracę za sprawą profesora E. Jezierskiego, który trafił do pracy na Uczelnię ze stanowiska dyrektora fabryki w Żychlinie.

W połowie 1953 r. wykonano pierwszy transformator na napięcie 110 kV i mocy 3x 16 MVA.

W 1964 r. powstały transformatory eksportowe do Indii o mocy 70 MVA i napięciu górnym 139 kV.

Na początku lat sześćdziesiątych XX wieku powstała w Łodzi fabryka *ELTA*, która rozpoczęła produkcję transformatorów na licencji firmy austriackiej ELIN. W 1965 powstał transformator blokowy 130 MVA na napięcie górne 245 kV, a rok później autotransformator 160 MVA o przekładni 230 (z regulacją plus minus 0,12 %)/ 120/10,5 kV.

Własne konstrukcje zakończyły się wyprodukowaniem w latach osiemdziesiątych XX wieku transformatora blokowego 426 MVA na napięcie 420 kV i transformatora sieciowego 500 MVA o przekładni 410/245/22 kV.

Obecnie fabryka po sprywatyzowaniu wchodzi w skład międzynarodowego koncernu ABB.

Jako szczytowe osiągnięcia można wskazać transformator blokowy 670 MVA o przekładni 400/20 kV oraz 250 MVA i napięciach 500/121/38,5 kV.

Od roku 2004 działa linia produkcyjna olejowych transformatorów ABB przeniesiona ze Szwecji. Produkcja wynosi ok. 20000 sztuk rocznie o mocach w granicach 16-2500 kVA i napięciach do 36 kV.

4. Sylwetka prof. Eugeniusza Jezierskiego, doktora honoris causa Politechniki Łódzkiej [4]

Eugeniusz Jezierski przyszedł na świat w dniu 16 kwietnia 1902 r. w Petersburgu. Ojciec Włodzimierz, Przemysław był prawnikiem, a potem nauczycielem gimnazjalnym, matka Bronisława z Szymkiewiczów dentystką. W burzliwym okresie rewolucji rodzina Jezierskich przemieszczała się, docierając aż do Chin, a potem osiadła w Kieźlarze niedaleko Groznego na Kaukazie. Młody Eugeniusz otrzymał maturę rosyjsko-języczną w Kieźlarze i studiował jeden rok na Wydziale Mechanicznym Politechniki w Nowoczerkasku. Po zamieszkaniu w Wielkopolsce ukończył studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej w 1929 r. W latach 1930-1935 pracował jako wykładowca w Wyższej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu, a następnie podjął pracę w Fabryce Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Rohn-Zieliński w Żychlinie.

Profesorem Politechniki Łódzkiej został w 1945 r., a od 1946 r. kierował Katedrą Maszyn Elektrycznych, przemianowaną później na Katedrę Maszyn Elektrycznych i Transformatorów.

Pasją życiową Profesora były transformatory. W 1935 r. wydał książkę p.t.: „Transformatory”, kolejne wydanie ukazało się w 1949 r. W 1956 r. ukazały się monografie: „Transformatory, Podstawy teoretyczne” i „Transformatory, Budowa i Projektowanie” (współautorzy: Z. Gogolewski, J. Szmit, Z. Kopczyński).

W latach 1979-1986 ukazały się następujące pozycje współautorskie prof. E. Jezierskiego:

„Budowa i obliczanie rdzeni transformatorów” (1979),

„Uzwojenia transformatorów energetycznych” (1982),

„Wytrzymałość elektryczna transformatorów” (1983),

„Kadzie, wyposażenie i transport transformatorów energetycznych” (1986).

W dorobku Profesora można doliczyć się blisko pięćdziesięciu znaczących publikacji, w tym trzynaście książek autorskich i współautorskich. Wypromował 12 doktorów nauk technicznych z których 9 osób uzyskało później tytuły naukowe profesora, a dwóch uzyskało członkostwo Polskiej Akademii Nauk.

Profesor był uznanym autorytetem w Polsce. Był członkiem Komitetu Elektrotechniki PAN, Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Elektrotechniki w Warszawie, reprezentował Polskę w Komitecie Nr 12 „Transformatory Konferencji CIGRE w Paryżu. Był honorowym członkiem SEP, Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej, Prorektorem Politechniki Łódzkiej i Dziekanem Wydziału Elektrycznego.

Dzięki inicjatywie Profesora powstała w Łodzi fabryka *ELTA*, którą zasilili wychowankowie Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów.

Wychowanek Profesora prof. Maciej Kozłowski, kierował przez wiele lat Zakładem Transformatorów Instytutu Elektrotechniki, a następnie Instytutu Energetyki, który ściśle współpracował z Biurem konstrukcyjnym *ELTY* przy nowoczesnych konstrukcjach transformatorów.

Profesor został odznaczony Orderem Sztandaru Pracy II klasy, Krzyżem Oficerskim i Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Edukacji Narodowej, Medalem 25-lecia PAN i innymi odznaczeniami.

Profesor uzyskał Nagrodę Państwową II Stopnia, Nagrodę Naukową Miasta Łodzi, 4 Nagrody Ministra Szkolnictwa Wyższego

Politechnika Łódzka nadała Mu godność doktora honoris causa w uznaniu zasług dla nauki i Uczelni.

Prof. E. Jezierski był człowiekiem o wysokiej kulturze osobistej, wytwarzał w swoim otoczeniu klimat przyjacielskiego współżycia, tolerancji i wzajemnego szacunku.

Jest niekwestionowanym twórcą Łódzkiej Szkoły Naukowej Transformatorów.

5. Szkoła Naukowa Transformatorów profesora E. Jezierskiego [5,6,8]

Prace naukowe w Katedrze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów koncentrowały się na następujących zagadnieniach:

1. Konstrukcja i eksploatacja transformatorów energetycznych ze szczególnym uwzględnieniem nagrzewania i chłodzenia (E. Jezierski, T. Koter, M. Jabłoński, Z. Rydzewski, Z. Kopczyński).
2. Zagadnienia elektromagnetyczne- metody obliczeń i modelowanie (M. Jabłoński, J. Turowski, M. Kozłowski, P. Jezierski, T. Janowski, K. Zakrzewski).
3. Straty w częściach czynnych i straty w częściach konstrukcyjnych transformatorów (J. Turowski, A. Kozłowska, M. Dąbrowski, M. Kozłowski, J. Lasociński, K. Zakrzewski).
4. Siły zwarciove (E. Jezierski, J. Kulikowski, M. Kozłowski).
5. Zjawiska wysokonapięciowe i zagadnienia izolacyjne (E. Jezierski, Z. Hasterman, Z. Szczepański, J. Wodziński, F. Mosiński, M. Kozłowski)
6. Wibroakustyka transformatorów (B. Narolski, P. Witczak, L. Byczkowska-Lipińska)
7. Badania transformatorów w przemyśle i eksploatacji (M. Jabłoński, T. Koter).
8. Transformatory specjalne i dławiki (M. Jabłoński, Z. Rydzewski, R. Szczerbanowski).

Należy zwrócić uwagę na rozszerzenie badań , związane z doświadczeniem naukowym prof. Zygmunta Hastermana, wybitnego konsultanta zagadnień wysokonapięciowych.

Po przejściu prof. Z. Hastermana z Instytutu Elektrotechniki w Warszawie do Politechniki Łódzkiej w 1966 r. rozwinęła się ścisła współpraca Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów z Katedrą Wysokich Napięć. Można stwierdzić realny wzrost potencjału Łódzkiej Szkoły Naukowej Transformatorów, która współpracowała z przemysłem transformatorowym oraz Instytutami Naukowo-Badawczymi, w tym kierowanym przez prof. M. Kozłowskiego. Prof. Z. Hasterman był jedną z wiodących osób , które projektowały pierwszy polski transformator na napięcie 420 kV (zespół uzyskał nagrodę państwową I stopnia).

Z biegiem lat część pracowników Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów rozwinęła na szerszą skalę badania w zakresie elektrodynamiki technicznej, obejmującej maszyny elektryczne,

transformatory i przekształtniki. Wiodącą rolę odegrał tutaj prof. J. Turowski, który w latach siedemdziesiątych XX wieku objął kierownictwo najmłodszego Zespołu w Instytucie Transformatorów, Maszyn i Aparatów Elektrycznych i zapoczątkował szkołę naukową Elektrodynamiki.

Do reprezentantów Szkoły Naukowej Transformatorów należy zaliczyć także absolwentów Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej, którzy pełnili odpowiedzialne funkcje w fabrykach w Łodzi, Żychlinie, a także w Mikołowie i fabryce małych transformatorów w Skierniewicach.

Spektakularnymi objawami aktywności Szkoły były Konferencje Transformatorowe, organizowane pod patronatem Polskiej Akademii Nauk, cykliczne Konferencje Elektrodynamiczne International Symposium on Electromagnetic Fields in Electrical Engineering ISEF, cykliczne Konferencje Wysokonapięciowe International Conference on Insulation Problems in Power Transformers i Konferencje Transformatory Energetyczne i Specjalne organizowane, między innymi, we współpracy z Zakładem „Transformatory Janów” (obecnie POLIMEX-MOSTOSTAL).

Z inicjatywy prof. F. Mosińskiego Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP ustanowił Medal im. Prof. E. Jezierskiego, przyznawany za zasługi dla polskiego przemysłu transformatorowego i energetyki, który jest uhonorowaniem pamięci Twórcy Łódzkiej Szkoły Naukowej Transformatorów.

6. Referaty specjalistyczne

Podczas Konwersatorium wygłoszone zostały także referaty dotyczące nowoczesnych rozwiązań transformatorów.

Wyróżnić można prace przeglądowe [2, 7] i prace pochodzące z Fabryki ABB w Łodzi [9, 10].

W pracy [7] omówiono współczesne rozwiązania konstrukcyjne. Szczególnie uwypuklono problematykę transformatorów blokowych, izolacji sześciopłuczką siarki i zagadnienie transformatorów nadprzewodzących. Zarysowano problem oddziaływań ekologicznych transformatora.

Współczesne technologie transformatorów mocy w ujęciu bardziej ogólnym oraz problematyka badawcza w sensie elektromagnetycznym, a także niezwykle ważne badania diagnostyczne w eksploatacji zostały zarysowane w pracy [2]. Poruszono także temat badań amerykańskich w zakresie aplikacji nadprzewodnictwa w transformatorach.

Praca pochodząca z ABB [9] omawia pokrótce historię produkcji transformatorów w *ELCIE* a następnie zatrzymuje się na problematyce drgań i hałasu na przykładzie transformatora TNORD 250090/120 kV. Kolejną sprawą jest wprowadzenie do produkcji płynów chłodzących biodegradowalnych. Wdrożono już do seryjnej produkcji płyn o nazwie MIDEL 7131. Rozpoczęto prace nad transformatorami o napięciach górnych 500 kV we współpracy z Politechniką Łódzką.

Praca poświęcona transformatorom rozdzielczym informuje o działaniach tzw. komórki Rozwoju Produktu, która powstała w Łódzkiej Fabryce Transformatorów Rozdzielczych ABB [10]. Zajmuje się ona badaniami stosowanymi w zakresie konstrukcji, wdrażania nowych materiałów i technologią produkcji, także dla innych fabryk ABB w Turcji, Arabii Saudyjskiej, Egipcie, Singapurze, Chinach. Kadra techniczna rekrutuje się w całości z spośród absolwentów Politechniki Łódzkiej.

7. Posłowie

Dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. S. Wiak, zabierając głos jako dyskutant, podkreślił transformację Instytutu Maszyn Elektrycznych i Transformatorów, dokonaną na początku lat dwutysięcznych, która polegała na zmianie profilu badań i edukacji przez utworzenie Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych [11]. Wykazał jak doświadczenia Szkoły Naukowej Transformatorów oraz doświadczeniu w zakresie maszyn elektrycznych zostały wykorzystane w Mechatronice i Informatyce, dzięki doskonałej znajomości podstaw fizycznych urządzeń elektromagnetycznych i elektromechanicznych. Instytut dalej buduje swoją pozycję w nowych obszarach pamiętając o historycznych dokonaniach, będących dorobkiem wielu pokoleń pracowników, naszych nauczycieli i wychowawców.

8. Zakończenie

Konwersatorium wykazało, że w sposób niezaprzeczalny można mówić o Łódzkiej Szkole Naukowej Transformatorów, która miała swoje sukcesy nie tylko naukowe, ale także techniczne i przyczyniła się do rozwoju gospodarczego Polski. Podkreślali to Prezes prof. dr hab. St. Liszewski i dyskutanci, członkowie Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, jak również prowadząca obrady

prof. dr hab. Ewa Marynowicz –Hetka pomysłodawca i osoba odpowiedzialna za przygotowanie podobnych Konwersatoriów z innych dyscyplin naukowych.

Autor pragnie w zakończeniu wyrazić Pani Profesor bardzo serdeczne podziękowanie za współpracę przed i podczas obrad, jak również cenną pomoc przy opracowaniu materiałów z Konwersatorium do druku.

Manuskrypty cytowane w tekście

[1] St. Liszewski, „Wprowadzenie”

[2] K. Zakrzewski, „Znaczenie transformatorów w elektroenergetyce”

[3] A. Ketner, „Łódź kolebką i centrum produkcji transformatorów”

[4] K. Zakrzewski, „Prof. zw. Eugeniusz Jezierski Doktor honoris causa Politechniki Łódzkiej”

[5] K. Zakrzewski, „Szkoła konstrukcji transformatorów profesora Eugeniusza Jezierskiego”

[6] J. Turowski, „Łódzka Szkoła Transformatorowa-powstanie i rozwój”

[7] F. Mosiński, „Konstrukcje współczesnych transformatorów energetycznych”

[8] F. Mosiński, „Łódzka szkoła i polski przemysł transformatorowy”

[9] G. Płuciennik, „Transformatory mocy w Łodzi”

[10] P. Kłys, „Transformatory rozdzielcze w Łodzi”

[11] S. Wiak, Posłowie – Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej kontynuator dokonań Łódzkiej Szkoły Naukowej Transformatorów

Opracował: prof. dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski

NOMINACJE

W 2012 r. tytuł profesora nauk technicznych w naszym środowisku uzyskali:

- Prof. dr hab. inż. Ignacy Dudzikowski z Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej,
- Prof. dr hab. inż. Elżbieta Leśniewska-Komeza z Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej,
- Prof. dr hab. inż. Maria Damska z Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej.

Wszystkim nowym profesorom tytularnym składamy serdeczne gratulacje.

*W imieniu Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów K E PAN,
prof. dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski*