



BIULETYN

TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 3/2010 (50)

ISSN 1428-8966

Wrzesień 2010



STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH



Oddział Łódzki

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

Dom Technika, IV p., pok. 409 i 404

tel./fax 42 630 94 74, 42 632 90 39

e-mail: seplodz@onet.pl sep.lodz@neostrada.pl

http://sep.p.lodz.pl

świadczy wszelkiego rodzaju usługi we wszystkich dziedzinach elektryki:

- ▶ usługi techniczno-ekonomiczne w ramach Ośrodka Rzeczoznawstwa
- ▶ kursy specjalistyczne w zakresie doskonalenia zawodowego
- ▶ kursy przygotowawcze do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy)
- ▶ szkolenia audytorów wewnętrznych systemów jakości (normy ISO 9000)
- ▶ egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI I DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, cieplnym i gazowym
- ▶ usługi marketingowe
- ▶ prezentacje
- ▶ reklamy w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym OŁ SEP
- ▶ rekomendacje dla wyrobów i usług branży elektrycznej
- ▶ organizacja imprez naukowo-technicznych (konferencje, seminaria)

OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA OŁ SEP

oferuje bogaty zakres usług technicznych i ekonomicznych:

- Projekty techniczne i technologiczne
- Ekspertyzy i opinie
- Badania eksploatacyjne
- Badania techniczne urządzeń elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych
- Ocena zagrożeń i przyczyn wypadków powodowanych przez urządzenia elektryczne
- Ocena prototypów wyrobów, maszyn i urządzeń produkcyjnych
- Ocena usprawnień, pomysłów, projektów i wniosków racjonalizatorskich
- Opracowywanie projektów przepisów oraz instrukcji obsługi, eksploatacji, remontów i konserwacji
- Wykonywanie wszelkich pomiarów w zakresie elektryki
- Prowadzenie nadzorów inwestorskich i autorskich
- Wykonywanie ekspertyz o charakterze prac naukowo-badawczych
- Prowadzenie stałych i okresowych obsług technicznych (konserwatorskich i serwisowych) oraz napraw
- Prowadzenie pośrednictwa handlowego (materiały, wyroby, maszyny, urządzenia i usługi)
- Odbiory jakościowe
- Pośrednictwo w zagospodarowywaniu rezerw mocy produkcyjnych, materiałów, maszyn i urządzeń
- Wyceny maszyn i urządzeń
- Ekspertyzy i naprawy sprzętu AGD i audio-video
- Tłumaczenia dokumentacji technicznej i literatury fachowej
- Doradztwo i ekspertyzy ekonomiczne
- Audyty i plany marketingowe
- Przekształcenia własnościowe
- Przygotowywanie wniosków koncesyjnych dla producentów i dystrybutorów energii

OR SEP tel. 42 632 90 39, 42 630 94 74

Pozycja i ranga SEP jest gwarancją najwyższej jakości, niezawodności i wiarygodności

Spis treści:

Bezprzewodowe sieci sensorowe – aspekty metrologiczne, telekomunikacyjne i energetyczne – <i>W. Kulesza</i>	2
Ocena wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm ludzki – <i>K. Pacholski, A. Szczęsny, A. Buczyński, M. Lewicka</i>	9
V Kongres Metrologii, 6–8 września 2010 – <i>A. Szczęsny Z. Kuśmierk, A. Grabiszewska</i>	12
Łódź – kolebka i centrum produkcji transformatorów – <i>A. Ketner</i>	16
Jubileusz profesora Macieja Pawlika – <i>A. Kanicki</i>	19
Nowe technologie wytwarzania energii elektrycznej – Laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej – <i>R. Pawelek, P. Gburczyk, R. Mieński, I. Wasiak</i>	22
XXXV Walny Zjazd Delegatów SEP, Katowice, 25–26 czerwca 2010 r. – <i>M. Balcerek</i>	28
Kongres studentów i młodych inżynierów Regionu 8 IEEE – <i>J. Król, P. Kelm</i>	31
Entuzjazm, Energia, Inspiracja, Doświadczenie... – <i>P. Kelm, J. Król</i>	34
Rozstrzygnięcie konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na WEElIA PŁ	37
Stanowisko do badań wibracyjnych elementów konstrukcji urządzeń elektrycznych – <i>R. Napieraj</i>	37
Wykorzystanie frezarko-grawerki sterowanej numerycznie do prototypowania detali mechanicznych – <i>K. Józwiak</i>	39
Zasady doboru ograniczników przepięć z tlenków metali do sieci napięcia przemiennego – <i>P. Erbel</i>	40
Wspieramy kształcenie średniej kadry technicznej – <i>M. Höffner</i>	41
Eugeniusz Trajdos – inżynier i żeglarz – <i>A. Ketner</i>	42
Dr inż. Romualda Rydlewicz (1933–2010) – <i>K. Zakrzewski</i>	42
Jan Drobnik (1929 – 2010) – <i>J. Cichocki</i>	43
U Zeusa i Hery	44

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek – Sekretarz
dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. P.Ł.
– Przewodniczący

mgr Anna Grabiszewska
mgr inż. Lech Grzelak
dr inż. Adam Ketner
dr inż. Tomasz Kotlicki
mgr inż. Jacek Król
mgr inż. Jacek Kuczkowski
prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński
mgr inż. Krystyna Sitek
dr inż. Józef Wiśniewski
prof. dr hab. inż. Jerzy Zieliński

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń. Zastrzegamy sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych w zgłoszonych do druku artykułach.

Redakcja:

Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 404
tel. 42-632-90-39, 42-630-94-74
Skład: Alter
tel. 42-676-45-10, 605 725 073
Druk: Drukarnia BiK Marek Bernaciak
Łódź, ul. Smutna 16
tel. 42-676-07-78
Nakład: 350 egz.
ISSN 1428-8966

Wydawca:

Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

tel./fax 42-630-94-74, 42-632-90-39

e-mail: seplodz@onet.pl seplodz@neostrada.pl

http://sep.p.lodz.pl www.sep.lodz.wizytowka.pl

Konto: I Oddział KB SA w Łodzi 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

Szanowni Państwo

We wrześniu w Politechnice Łódzkiej odbył się trzydniowy V Kongres Metrologii, jedna z najważniejszych konferencji metrologicznych w Polsce, organizowana cyklicznie co trzy lata przez poszczególne ośrodki naukowe w kraju. Jego celem było dokonanie przeglądu aktualnego stanu prac badawczych w obszarze szeroko rozumianej metrologii. W organizacji Kongresu wzięły udział trzy jednostki Politechniki Łódzkiej: Instytut Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa, Instytut Maszyn Przepływowych oraz Katedra Automatykacji Procesów Włókienniczych. Do współpracy przy organizacji tej konferencji został zaproszony także Oddział Łódzki SEP. Czytelnikom przedstawiamy dwa wybrane referaty, spośród 130 zakwalifikowanych przez komitet naukowy do wygłoszenia. W pierwszym z nich, Włodek Kulesza z Blekinge Institute of Technology z Karlskrony w Szwecji omówił aspekty metrologiczne, telekomunikacyjne i energetyczne związane z budową i eksploatacją bezprzewodowych sieci sensorowych – nowej szybko rozwijającej się technologii o szerokim zastosowaniu w takich dziedzinach, jak ochrona infrastruktury, diagnostyka i pomiary przemysłowe, ochrona środowiska. W drugim artykule, który może zainteresować szersze grono naszych czytelników, autorzy: Krzysztof Pacholski i Artur Szczęsny z Politechniki Łódzkiej oraz Andrzej Buczyński i Małgorzata Lewicka z Uniwersytetu Medycznego w Łodzi zaprezentowali wyniki oceny, przeprowadzonej in vitro, wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm człowieka.

Do części naukowo-technicznej naszego Biuletynu zaliczyć należy także artykuł Adama Ketnera, wieloletniego pracownika fabryki FTiAT „Elta”, odsprzedanej w 1992 roku Grupie ABB, na temat mijającego w tym roku jubileusza 85-lecia istnienia przemysłu transformatorowego w Łodzi. Warto pamiętać o tym, że Łódź nie tylko była kolebką, ale i jest nadal ważnym centrum produkcji transformatorów o randze międzynarodowej.

Inną okazją do świętowania jest jubileusz 70-lecia urodzin Profesora Macieja Pawlika z Politechniki Łódzkiej. Z tej okazji we wrześniu zorganizowano dwie uroczystości. Pierwszą z nich było VI Międzynarodowe Seminarium Polsko-Ukraińskie pt. „Problemy elektroenergetyki”, które odbyło się w Instytucie Elektroenergetyki PŁ, zaś drugą spotkanie z Jubilatem, zorganizowane na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ, w którym uczestniczyło ponad 100 osób z ważniejszych polskich ośrodków naukowych, z przemysłu oraz przedstawiciele z Ukrainy i Rosji. Z tej okazji Łódzkie Towarzystwo Naukowe w ramach serii prezentującej sylwetki łódzkich uczonych wydało kolejny zeszyt poświęcony Profesorowi Pawlikowi. Ilustracją dokonał Instytutu Elektroenergetyki PŁ, którym Profesor kierował przez ostatnich 18 lat, jest zbudowane niedawno laboratorium generacji rozproszonej – związane z nowymi technologiami wytwarzania energii elektrycznej, opisane w artykule przygotowanym z tej okazji przez współpracowników Profesora Pawlika.

W części informacyjnej zamieszczamy sprawozdanie z przebiegu XXXV Walnego Zjazdu Delegatów SEP, który odbył się w czerwcu br. w Katowicach. Prezesem naszego Stowarzyszenia na następną kadencję został wybrany ponownie prof. Jerzy Barglik. Zamieszczamy także informacje o rozwijającym się udziale polskich studentów i młodych inżynierów w działalności znanej na świecie organizacji IEEE – The Institute of Electrical and Electronics Engineers, jednej z najstarszych i największych organizacji fachowych założonej w 1984 roku w Nowym Jorku (USA). Informujemy także o wynikach kolejnego konkursu na najlepszą inżynierską pracę dyplomową na Wydziale EEElIA PŁ oraz o patronacie, którym OŁ SEP objął Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 w Łodzi, w trosce o podniesienie jakości kształcenia zawodowego.

Okolicznościowe wspomnienia poświęcone naszym kolegom oraz sprawozdanie z tradycyjnego, koleżeńkiego spotkania zorganizowanego przez Koło SEP przy Elektrowni Bełchatów zamykają ten numer.

Komitet Redakcyjny

Włodek Kulesza

Bezprzewodowe sieci sensorowe – aspekty metrologiczne, telekomunikacyjne i energetyczne

Wstęp

Bezprzewodowe sieci sensorowe to nowa szybko rozwijająca się technologia o szerokim zastosowaniu w wielu innych dziedzinach życia codziennego, przemysłu i nauki, takich jak ochrona infrastruktury, diagnostyka i pomiary przemysłowe, monitoring środowiska. Elementami składowymi sieci są czujniki będące węzłami sieci, oraz stacje bazowe, w których przetwarzane są zebrane informacje. Typowy węzeł poza sensorem składa się z bloku zasilania, bloku przetwarzania sygnałów i danych oraz bloku transmisji. Dzięki takiej strukturze węzłów, sieć sensorowa może:

- zbierać dane pomiarowe;
- przetwarzać zebrane dane;
- rozpowszechniać zebrane dane minimalizując ich ilość z uwzględnieniem ich bezpieczeństwa i niezawodności;
- transmitować i odbierać sygnały radiowe.

Każdy węzeł zbiera i przetwarza informacje z otaczającego środowiska, a następnie przesyła je pośrednio lub bezpośrednio do stacji bazowej, zużywa przy tym energię, która stanowi o czasie życia całej sieci. Czas życia sieci jest jednym z głównych mierników jakości sieci. Jeśli energia zużywana przez węzeł stanowi o jakości całej sieci, to wszystkie funkcje węzła muszą być projektowane z uwzględnieniem tego ograniczenia.

Takie podejście do zagadnienia stanowi wyzwanie dla projektanta czujnika, który musi również pamiętać, że własności pomiarowe czujnika określają jego optymalną czułość i dokładność. Istotnymi zagadnieniami projektowania są również:

- automatyzacja procesu pomiarowego;
- sposób przetwarzania sygnałów pomiarowych;
- wiarygodność i autoryzacja poufnych danych;
- optymalne wykorzystanie zarówno pasma transmisji jak i dostępnej energii;
- inteligentna propagacja informacji z agregacją danych.

Pierwszorzędne znaczenie dla czasu życia sieci ma również ilość informacji przesyłanych z różnych czujników. Ze względów energetycznych należy jednak unikać powielania przesyłania informacji pochodzących z różnych węzłów.

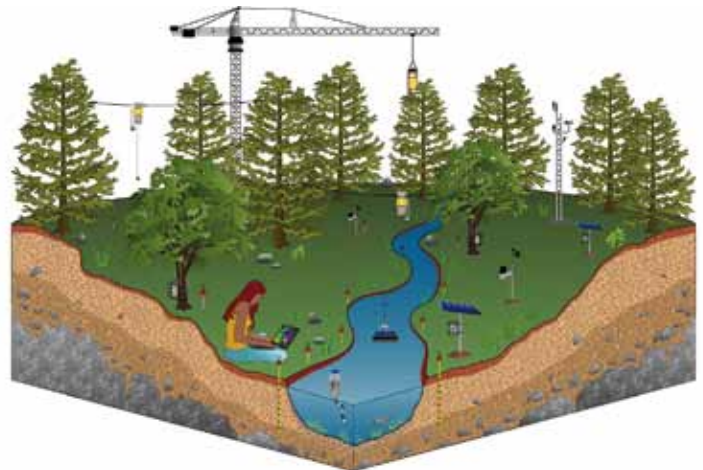
Sposób organizacji i struktura sieci również wpływają na czas życia sieci. Sieć może funkcjonować w strukturze hierarchicznej lub płaskiej. Wybrana struktura sieci określa rodzaj możliwych protokołów teletransmisji; które zależą od sposobu lokalizacji węzła czy wymaganego bezpieczeństwa sieci.

Celem publikacji jest przedstawienie różnych aspektów projektowania sieci z punktu widzenia jej zastosowania, ze szczególnym uwzględnieniem czasu jej życia.

Podstawowe właściwości sieci sensorowych

Właściwości systemu zbierania i przetwarzania danych pomiarowych

Czujnik będący kombinacją sensora, procesora i urządzenia radiowego stanowi bazę pozwalającą procesorowi posiadającemu zdolność zbierania i przesyłania informacji o środowisku, na bezpośrednie współdziałanie z otoczeniem [12].



Rys. 1. Ilustracja zastosowanie bezprzewodowej sieci sensorowej do monitorowania środowiska

Rekonfigurowany, inteligentny węzeł sensorowy dostosowuje swoje parametry do zmieniających się warunków pomiaru. Dzięki temu można mówić o rekonfiguralności całej sieci, która jest zdolna do autoadaptacji w przypadku gdy jakiś element sieci zawodzi lub ulega degradacji, bądź gdy zmieniają się zadania i wymagania sieci. Węzeł może dostosować swoje działania do zmieniających się warunków tak wewnętrznych jak i zewnętrznych.

Podstawowymi parametrami charakteryzującymi czujnik są: dokładność pomiaru w wymaganym zakresie temperatury, niskie zużycie energii w stanie uśpienia oraz małe zużycie energii w chwili aktywacji i pomiaru. Autokalibracja i autotest są funkcjami węzła podnoszącymi zalety metrologiczne czujnika.

Jednym z głównych motorów szybkiego rozwoju sieci sensorowych są możliwości technologiczne MEMS, Micro-Electro-Mechanical Systems. To dzięki tej technologii zminiaturyzowane sensory o wysokiej wydajności stają

się coraz tańsze, a przez to szeroko dostępne. Dostępne są proste i tanie zminiaturyzowane czujniki z cyfrowym wyjściem, fabrycznie kalibrowane dzięki wyposażeniu w standardowy interfejs szeregowy.

Konieczność oszczędzania energii wymaga, żeby węzeł zbierał informacje pomiarowe w sposób nieciągły. W praktyce czujniki są aktywne w przedziale kilku sekund, czasem pojedynczych minut. Strategia ta jest użyteczna w przypadku wolno zmieniających się wielkości, takich jak temperatura czy wilgotność. Detekcja chwilowego, szybko pojawiającego się zjawiska np. impulsu akustycznego, jest znacznie trudniejsza. Problem pomiaru zjawisk chwilowych może być rozwiązany za pomocą monitoringu w stanie uśpienia i wybudzania sensora w momencie pojawienia się określonego zdarzenia [8].

Czas życia sieci określa współczynnik czujności będący stosunkiem czasu aktywności czujnika do czasu jego uśpienia. Jeśli $P(a)$ określa prawdopodobieństwo że czujnik jest aktywny, a $P(b)$ wyznacza prawdopodobieństwo jego uśpienia wówczas prąd konsumowany przez węzeł można wyznaczyć z równania [16]:

$$I_c = P(b) \cdot I_a + (1-P(b)) \cdot (P(a) \cdot I_a + (1-P(a)) \cdot I_b) \quad (1)$$

gdzie I_a i I_b są odpowiednio prądami maksymalnymi węzła w stanie aktywnym i w stanie uśpienia (w mA), przy założeniu że nie ma innej aktywności węzła. Na podstawie równania (1) i pojemności baterii (w mAh) wyznacza się czas życia węzła.

Właściwości systemu przesyłania danych pomiarowych

Bezprzewodowe połączenia sieci sensorów czy ich części, o strukturze klastrów, na które składa się wiele węzłów, z jakimkolwiek miejscem na Ziemi, również za pomocą Internetu staje się powszechne co ilustruje rysunek 1. Rozwój technologii komunikacji satelitarnej powoduje, że niezawodna informacja pomiarowa staje się powszechnie dostępna w określonych paśmie i cenie.

Dla skutecznego monitorowania otaczającego środowiska, jak również dla trasowania przesyłu danych, węzły sensorowe wyposażane są w systemy pozycjonowania np. GPS, Global Positioning Systems. Systemy te są wykorzystywane tak w komunikacji wewnętrznej pomiędzy węzłami i klastrami, jak i w komunikacji zewnętrznej, np. z stacjami bazowymi, base station or sink, jak pokazano na rys. 5.

Efektywne sieci sensorowe wymagają efektywnych protokołów transmisji danych. Protokoły te mogą przybierać formę specyficznych aplikacji np. ze zdefiniowanym sposobem agregacji danych w celu zmniejszenia zużycia energii. Generalnie można wyróżnić dwa typy protokołów [22]:

- zorientowane na oszczędność energii,
- zorientowane na jakość danych.

Tabela 1. Porównanie technik routingu

	Zorientowane na dane	Hierarchiczne	Oparte na lokalizacji
Skalowalność	ograniczona	dobra	brak
Czas życia	długi	długi	długi
Dyfuzja danych	złożona	prosta	brak
Wymagana moc	ograniczona	Wysoka	ograniczona

Ponieważ podstawowe znaczenie ma czas życia pojedynczego węzła, ważne jest zużycie energii przez elementy odbiorczo nadawcze każdego węzła. Rysunek 2 pokazuje udział poszczególnych komponentów transmisji węzła w zużyciu energii [17]. Przedstawiony na rysunku model pierwszego stopnia uwzględnia zużycie energii zarówno przy nadawaniu jak i przy odbiorze danych. Zgodnie z tym modelem nadajnik radiowy wyposażony jest w urządzenie sterujące, dostosowujące moc nadajnika do dystansu, w jakim znajduje się odbiornik. Jeśli k -bitowa wiadomość jest nadawana na odległość, d to energię do tego konieczną wyrazić można następującym wzorem:

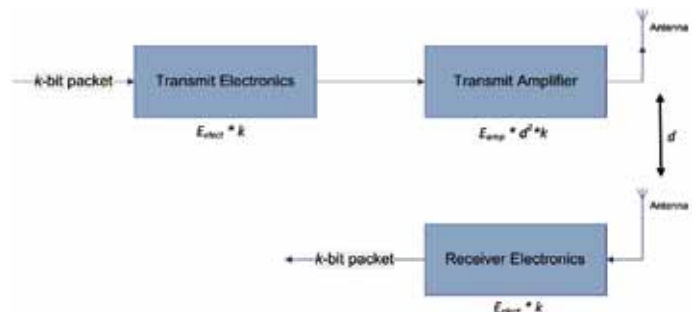
$$E_{Tx} = k \cdot E_{elect} + d^2 \cdot k \cdot E_{amp} \quad (2)$$

Ilość energii potrzebnej do odbioru tej informacji określa następujący wzór:

$$E_{Rx} = k \cdot E_{elect} \quad (3)$$

gdzie:

- $E_{Tx-elect}$ – energia rozproszenia nadajnika na jeden bit,
- $E_{Rx-elect}$ – energia rozproszenia odbiornika na jeden bit,
- E_{amp} – współczynnik wzmocnienia,
- E_{elect} – energia rozproszenia używana na zasilanie urządzeń nadajnika i odbiornika na jeden bit,
- k – liczba nadawanych bitów,
- d – odległość pomiędzy węzłami nadajnika i odbiornika.



Rys. 2. Model transmisji pierwszego stopnia

Algorytmy i metody routingu

Sensorowe sieci bezprzewodowe definiują specyficzne właściwości, które wyróżniają je od innych standardów telekomunikacyjnych [2]:

- przy wielkiej liczbie węzłów sieć nie korzysta ze schematu adresowania globalnego (Internet Protocol Address),
- ze względu na możliwość powielania się przesyłanych informacji, dla zwiększenia efektywności pasma i energii sieci, należy stosować techniki agregacji danych.

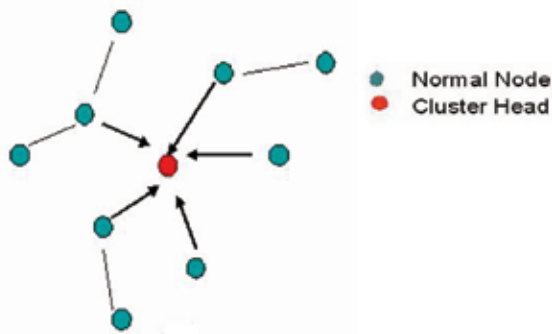
Ograniczenia energii transmisji oraz możliwości przetwarzania i przechowywania danych muszą być uwzględniane w projekcie sieci. Właściwości i wymagania sieci sensorowych wyznaczają ramy algorytmów i method routingu. Wyróżnia się trzy rodzaje algorytmów routingu:

- routingu oparty na lokalizacji np. MECN (Minimum Energy Communication Network),
- routingu zorientowany na dane np. SPIN (Sensor Protocol for Information via Negotiation) [7],
- routingu hierarchiczny np. LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) [25].

W tabeli 1 porównano właściwości różnych technik routingu z punktu widzenia skalowalności, czasu życia, rozproszenia danych i wymaganej mocy. Tabela ta uwidacznia zalety trasowania hierarchicznego w aspekcie skalowalności i oszczędności energii [10].

Organizacja sieci

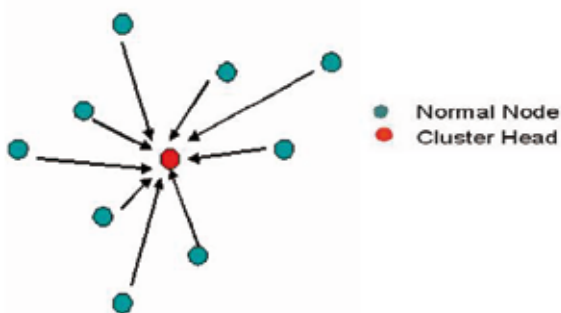
Organizacja sieci ma zapewnić efektywne i niezawodne przesyłanie danych przez węzły sieci do stacji nadrzędnej. Klastrowanie jest efektywnym sposobem organizowania hierarchicznych sieci sensorowych na bazie sąsiedztwa węzłów. W metodzie tej każdy węzeł po zidentyfikowaniu stacji bazowej przesyła do niej dane poprzez węzły główne klastrów pośrednich. Dzięki ograniczeniu operacji pomiędzy klastrami, wybieraniu najkrótszej drogi transmisji oraz agregacji przesyłanych danych metoda ta pozwala na oszczędne korzystanie tak z pasma jak i z energii węzłów. Każdy węzeł sieci po znalezieniu węzła głównego klastra przesyła do niego zebrane dane. Klaster główny pośredniczy w przesyłaniu odebranych danych do kolejnego węzła głównego w klastrze bliższym stacji bazowej. Informacja o mapie rozkładu węzłów głównych jest uaktualniana przez poszczególne węzły w celu dostosowania się do zmieniającej się dynamicznie struktury sieci.



Rys. 3. Ilustracja transmisji wieloskokowej pomiędzy węzłami klastra a węzłem głównym

Formowanie klastrów

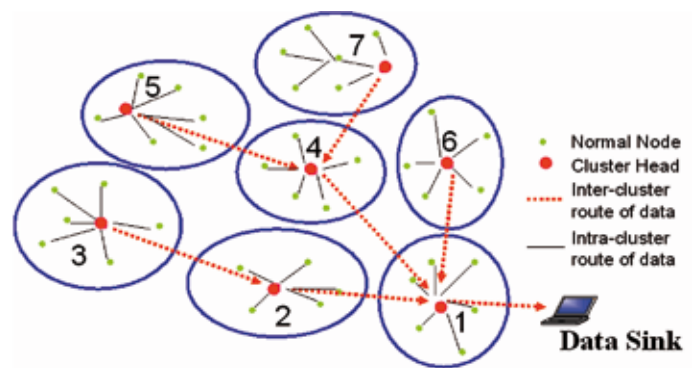
Można wyróżnić kilka podstawowych technik formowania klastrów. Np. grupowanie węzłów w klastry oparte o przypadkowe współzawodnictwo, RCC, Random Competition Based Clustering, korzysta z przypadkowego zegara, a identyfikacja węzłów do poszczególnych klastrów jest oparta na zasadzie pierwszej wygranej deklaracji, FDW, First Declaration Wins Rule [1]. Według tej zasady funkcja zarządzania klastrami przypisywana jest do węzła, który jako pierwszy zdeklaruje się być węzłem głównym.



Rys. 4. Ilustracja transmisji bezpośredniej pomiędzy węzłami klastra a węzłem głównym

Istotnym dla formowania klastrów jest przyjęta technika transmisji. Wyróżnia się dwa rodzaje transmisji: bezpośrednią i wieloskokową, direct and multi-hop broadcasting, [38, 45], które są zilustrowane na rys. 4 i rys. 5.

W sieci z transmisją bezpośrednią wezwanie inicjujące klaster jest wysyłane przez przypadkowo wybrane węzły. Na przykład formowanie dwu klastrów wymaga wyboru dwu węzłów inicjujących. Węzły inicjujące wysyłają wezwanie do wszystkich węzłów sieci. Jeśli któryś z węzłów potwierdzi odbiór informacji, automatycznie staje się elementem zainicjowanego klastra [38, 45]. Technika transmisji bezpośredniej jest prosta do zaimplementowania ale nie jest efektywna z punktu widzenia zużycia energii, gdyż wymaga wysłania informacji do wszystkich węzłów sieci. Nawet węzły bardzo oddalone od węzła głównego będą odbierać wezwanie bez szans na jego akceptację.



Rys. 5. Ilustracja transmisji wewnątrz i na zewnątrz klastra

Transmisja wieloskokowa ma określony zasięg, w którym znajdują się węzły zapraszane do udziału w klastrze. Technika ta działa w sposób zbliżony do transmisji bezpośredniej w tym sensie, że wybierany węzeł inicjujący wysyła informację zapraszającą do formowania klastra. Ten rodzaj techniki bazuje na zasadzie zwanej *minimalną energią komunikacji*, w której najłatwiej osiągalne węzły formują inicjujący klaster [25]. Oszczędność energii w metodzie wieloskokowej wynika z faktu, że oddalone od siebie węzły nie komunikują się bezpośrednio. Wadą tej metody jest znaczne opóźnienie w porównaniu z techniką bezpośrednią. Opóźnienie wynika z konieczności przetwarzania danych przez każdy z węzłów wzdłuż wieloskokowej drogi transmisji.

Jeśli klastry formowane są dynamicznie, ich reorganizacja odbywa się cyklicznie. Węzeł inicjujący jest wybierany na początku każdego cyklu, a formowanie klastra odbywa się według jednej z opisanych procedur.

Jak już zostało stwierdzone, wielkość zużywanej energii zależy od wielkości klastra. Mniejsze klastry zużywają mniej energii w komunikacji wewnętrznej, ale takie rozwiązanie wymaga więcej energii na komunikację zewnętrzną. Takie podejście do problemu wymaga balansu pomiędzy wielkością klastra a liczbą klastrów w sieci [13]. Np. Bandyopadhyay and Coyle [5] zastosowali metodę *K-tree cluster framework*, w której wartość K jest optymalna z punktu widzenia energii potrzebnej do komunikacji wewnątrz klastra. Liczba K określa maksymalną liczbę skoków potrzebną aby informacja, z któregoś węzła dotarła do węzła nadrzędnego. K wyznacza też maksymalne opóźnienie potrzebne do przesłania danych do węzła nadrzędnego.

Wybór i rotacja węzłów głównych

Po sformowaniu klastra, wybrany węzeł główny zarządza klastrem. Węzeł ten jest odpowiedzialny za agregację danych i kontrolę algorytmów transmisji informacji z każdego węzła klastra do stacji bazowej. W przypadku klastra zawierającego wiele węzłów, obciążenie węzła głównego musi być większe, żeby sprostać funkcjom odbioru, agregacji i transmisji danych.

Węzeł główny klastra może być wybrany przypadkowo bądź w sposób zdefiniowany przez projektanta sieci. Ponieważ funkcja węzła głównego jest obciążająca energetycznie, stąd rotacja węzła głównego wydłuża czas życia klastra.

Przypadkowe przyporządkowanie funkcji nadrzędnej jest oparte na prawdopodobieństwie, że wybrany węzeł nigdy wcześniej nie był węzłem nadrzędnym. Taki sposób przyporządkowania zmniejsza obciążenie węzła głównego.

Jeśli wybór węzła głównego jest oparty na zasadzie residuum energii, wówczas funkcję zarządzającą przejmuje węzeł dysponujący największą energią. Zmiana funkcji następuje w chwili gdy po zakończeniu cyklu, energia węzła spadnie poniżej średniej energii całego klastra. Ten sposób wyboru węzła nadrzędnego znacznie wydłuża czas życia sieci.

Inny sposób przydziału funkcji zarządzającej jest oparty na zasadzie minimalizacji sumy odległości węzła głównego do wszystkich węzłów klastra. Ponieważ energia transmisji zależy od odległości od odbiornika, wybór minimalnej drogi transmisji zmniejsza zużycie energii węzłów [13].

Ważnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii, jest również dystans do stacji bazowej, do której poprzez węzły główne przekazywane są dane z każdego węzła. Przy wyborze węzła nadrzędnego należy więc uwzględnić również ten parametr [2].

Studium przypadku

Zmodyfikowany algorytm wyboru węzła głównego [11]

Możliwości przedłużenia życia bezprzewodowej sieci sensorowej można zilustrować usprawnieniem metody rutingu. Proponowany protokół rutingu jest modyfikacją metody LEACH w sensie hierarchicznej struktury transmisji danych. W proponowanym rozwiązaniu wybór węzła głównego klastra bazuje na antycypacji zużycia energii w kolejnej rundzie transmisji z uwzględnieniem minimalizacji drogi transmisji danych do stacji bazowej. Na proponowany algorytm składają się cztery fazy działania:

- formowanie klastrów oparte na zasadzie geograficznej;
- wybór węzła głównego w każdym klastrze;
- agregacja w węzle głównym danych przesłanych z wszystkich węzłów klastra;
- transmisja danych do stacji bazowej lub do węzła głównego klastra bliższego stacji.

Sposób wyboru węzła głównego każdego klastra można sprowadzić do następujących kroków:

1. wybór pierwszego klastra, najbliższego stacji głównej, w którym wybierany jest węzeł główny,
2. określenie energii początkowej węzłów $E_{in}(n)$,
3. określenie dystansu $d(n)$ od każdego węzła do stacji bazowej lub do węzła głównego klastra bliższego stacji,
4. z zależności: $E_{amp} \cdot k \cdot d^2(n)$, określenie energii potrzebnej do transmisji danych klastra poprzez każdy

potencjalny węzeł główny do węzła głównego nadrzędnego klastra,

5. z zależności: $E_{in}(n) - E_{amp} \cdot k \cdot d^2(n)$, określenie, który z węzłów dysponowałby maksymalną energią po następnej rundzie transmisji i wyznaczenie tego węzła na zarządzającego klastrem w kolejnej rundzie,

6. powtórzenie kroków 2–5 w kolejnym klastrze, dalej oddalonym od stacji bazowej.

Dla określenia właściwości proponowanej metody symulacje przeprowadzono dla różnej liczby klastrów ale dla tej samej liczby węzłów rozmieszczonych na takim samym obszarze. Parametry symulacji zestawiono w tabeli 2.

Dwieście pięćdziesiąt węzłów przypadkowo rozmieszczonych w trzech równych klastrach na obszarze 300 m · 300 m pokazano na rys. 6. Rys. 7 ilustruje czas życia węzłów po 400 rundach transmisji dla trzech różnych struktur sieci: niehierarchicznej, dwuklastrowej i trójklastrowej. Krzywe życia węzłów potwierdzają walory struktur hierarchicznych, przy czym wyższy stopień hierarchii, większa liczba klastrów wydłuża życie sieci. Należy się jednak spodziewać że liczba klastrów i zależna od niej liczba węzłów w klastrach, mają swoje optimum.

Tabela 2. Parametry symulacji

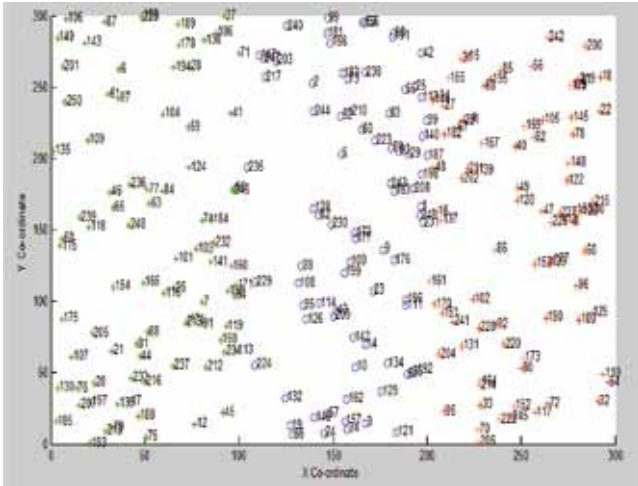
Parametr	Symbol	Jednostka	Wartość
Liczba węzłów	N	-	250
Energia początkowa każdego węzła	$E_{in}(n)$	Joule	200
Wielkość pakietu transmisji	k	byte	100
Energia rozproszenia na jeden bit	E_{elec}	nJ/byte	50
Współczynnik wzmocnienia	E_{amp}	pJ/bit	100
Obszar sieci	S	m · m	300·300
Współrzędne stacji bazowej	xy		(0,0)

Dla pełniejszego zrozumienia działania sieci o strukturze hierarchicznej, na rys. 8 pokazano jaką energią dysponują węzły poszczególnych klastrów po zakończeniu czasu życia sieci. Zgodnie z przewidywaniami węzły klastrów bardziej oddalonych od stacji bazowej zachowały większe zasoby energii, gdyż nie pośredniczyły w przesyłaniu danych z bardziej oddalonych klastrów. Śmierć sieci spowodowana została wyczerpaniem się energii węzłów najbliższych stacji bazowej. Histogram rozkładu energii potwierdza wcześniejsze przypuszczenia, że w martwej sieci pozostają węzły z nadmiarem energii, która nie może być jednak wykorzystana, ze względu na brak możliwości transmisji danych poprzez klastry bliższe stacji bazowej.

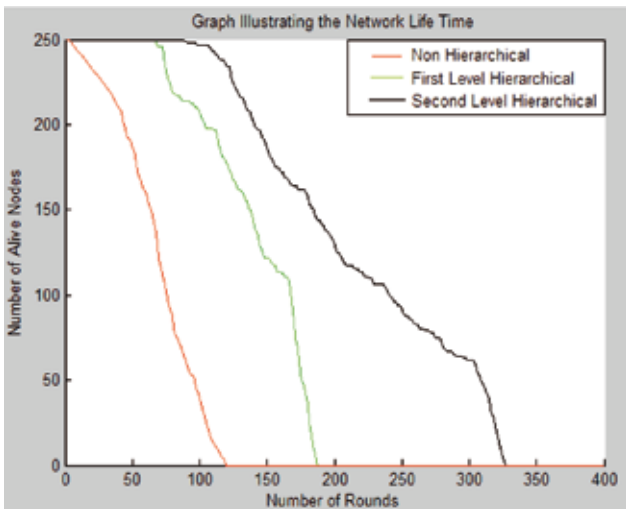
Dane liczbowe pozwalające na porównanie właściwości energetycznych różnych struktur sieci zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Energia jaką dysponuje sieć post mortem

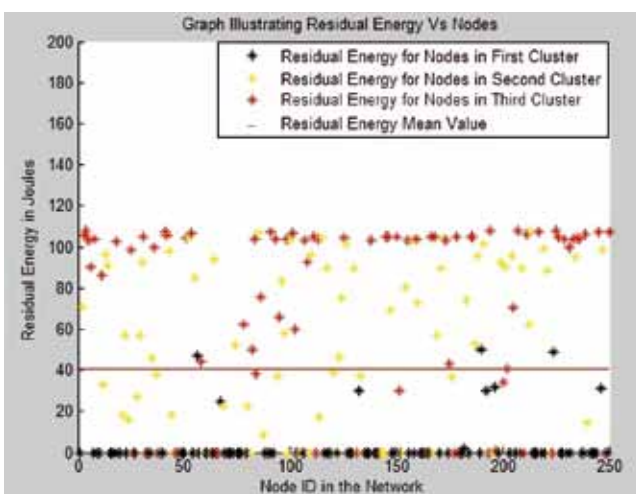
Struktura sieci	Przedział energii [J]	Wartość średnia [J]	Wariancja [J]
Nie hierarchiczna	21	8	7
Hierarchia pierwszego stopnia	32	13	12
Hierarchia drugiego stopnia	108	41	45



Rys. 6. Dystrybucja węzłów w sieci o hierarchii drugiego stopnia (trzy klastry), kolory węzłów identyfikują trzy klastry



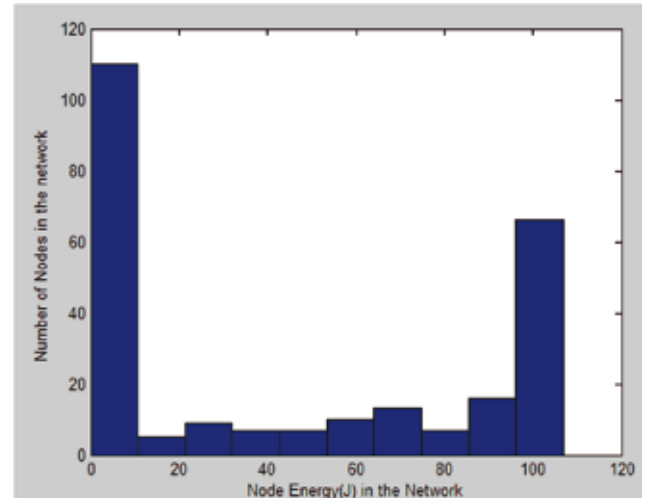
Rys. 7. Porównanie czasu życia węzłów w sieciach o różnym stopniu hierarchii



Rys. 8. Poziom energii węzłów po 400 rundach transmisji w sieci o drugiego stopnia hierarchii, kolory identyfikują trzy klastry sieci

Zestawione dane potwierdzają, że w strukturze hierarchicznej mniejsze zużycie energii nie tylko wydłuża czas życia sieci, ale również pozostałość energii możliwej do wykorzystania zwiększa się ze wzrostem stopnia hie-

rarchii. Wniosek ten nasuwa przypuszczenie, że dalsze wydłużenie czasu życia sieci jest możliwe przez zmianę wielkości klastrów. Metoda geograficzna podziału klastrów powinna być zastąpiona inną metodą, w której wielkość i liczebność klastrów jest różna w zależności od odległości od stacji bazowej.



Rys. 9. Histogram rozkładu energii w węzłach po osiągnięciu czasu życia sieci w sieci o drugim stopniu hierarchii (trzy klastry)

Metoda energetycznie efektywnego formowania klastrów [42, 9]

Metoda ta korzystając z algorytmu K -mean, wyznacza optymalny dystans pomiędzy węzłami sieci a węzłem głównym [30]. Algorytm ten można opisać za pomocą pięciu kroków:

1. zdefiniowanie liczby klastrów,
2. wyznaczenie inicjującego węzła głównego. Pierwszy rzeczywisty węzeł główny będzie wybrany po uformowaniu się klastra,
3. wyznaczenie odległości od każdego węzła do wszystkich inicjujących węzłów głównych,
4. przyporządkowanie każdego węzła do jednego, najbliższego węzła inicjującego,
5. formowanie klastra z węzłów leżących najbliżej węzła inicjującego,
6. wybór rzeczywistego węzła głównego klastra przy zastosowaniu metody opisanej w poprzednim rozdziale.

Proponowane rozwiązanie zostało zweryfikowane poprzez porównanie wyników symulacji czasów życia sieci o zaproponowanym sposobie klastrowania z siecią, w której klastry były sformowane metodą geograficzną. Symulowane sieci zawierały po 100 węzłów o takiej samej energii początkowej 200 J i były przypadkowo rozmieszczone na obszarze 90 m · 80 m. Wyniki symulacji przedstawiono na rys. 10.

Nawet przy tak niewielkiej liczbie węzłów czas życia sieci uległ widocznemu wydłużeniu.

Wnioski

Rozwój sieci sensorowych to wyzwanie dla specjalistów zajmujących się pomiarami. Różnorodność zagadnień związanych z projektowaniem sieci wykracza poza ramy dyscyplin, które dotychczas były przedmiotem zainteresowania metrologów. Wydaje się że konieczne jest poszerzenie zakresu zainteresowań specjalistów od przyrządów i pomiarów o zagadnienia nie będące dotychczas przedmiotem ich bezpośrednich badań. Transmisja i agregacja

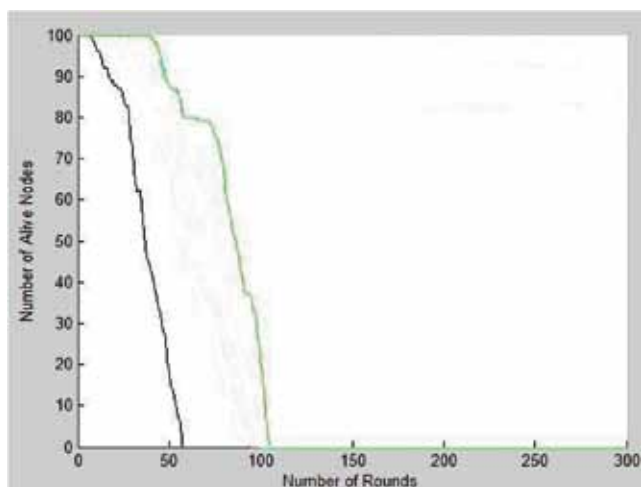
danych pomiarowych jest jedną z dziedzin, które wymagają uwzględnienia metrologicznego punktu widzenia.

Inteligentna sieć sensorowa może lepiej wykorzystywać zasoby energii między innymi dzięki fuzji danych pomiarowych i wyboru właściwej częstotliwości ich uaktualniania itp. Węzły sieci wspólnie decydują, jak zapewnić cel, którym jest takie skomponowanie obrazu monitorowanego środowiska, który byłby zrozumiały i łatwy do interpretacji przez użytkownika sieci. Takie podejście projektowe wymaga zaawansowanej wiedzy pomiarowej, a w szczególności wiedzy o systemach pomiarowych.

Sposób organizacji i struktura sieci mają istotny wpływ na czas jej życia. Sieć może funkcjonować w strukturze hierarchicznej lub płaskiej. Struktura sieci określa, jaki możliwy jest rodzaj algorytmów teletransmisji. Wybór właściwej metody komunikacji wewnątrz jak i na zewnątrz klastrów stwarza duże możliwości oszczędzania energii. Zaoszczędzona na teletransmisji energia może być wykorzystana do innych zadań sieci np. do zwiększenia bezpieczeństwa i dokładności pomiarów.

Idea bezprzewodowej sieci sensorowej zakłada rozwój zminiaturyzowanych, tanich i technicznie zaawansowanych rozwiązań inteligentnych sensorów, zdolnych do komunikowania się tak między sobą jak i z otoczeniem przy minimalnym zużyciu energii. Przykładem takiego rozwiązania może być sieć typu ad-hoc, która pozwala na komunikację pomiędzy węzłami bez potrzeby wcześniejszego zdefiniowania struktury sieci. Zdolność takiej sieci do autokorekcji powoduje, że tego typu sieć jest mniej wrażliwa na wadliwe połączenia co oznacza że pojedynczy węzeł może być wykluczony z sieci lub do niej włączony, a użyteczne informacje będą dalej przesyłane do źródła przeznaczenia.

Dalsze prace nad udoskonalaniem bezprzewodowych sieci sensorowych powinny w większym stopniu uwzględniać ich właściwości metrologiczne, również w fazie projektowania protokołów transmisji i sposobu definiowania klastrów.



Rys. 10. Porównanie czasu życia sieci o różnym sposobie formowania klastrów; czarna linia odpowiada geograficznemu formowaniu klastrów, linia zielona odpowiada metodzie K mean

Podziękowania

Autor pragnie wyrazić swoje serdeczne podziękowania Panu Profesorowi Zygmuntovi Kuśmierkowi z Politechniki Łódzkiej za moralne i merytoryczne wsparcie nie tylko w czasie pracy nad tym artykułem.

Artykuł ten jest wynikiem współpracy autora z wieloma instytucjami i osobami spośród, których chciałby wymienić Communication Research Laboratory AB z Kalmaru w Szwecji oraz Panów Magistrów Ismaila Eleburuike i Soetana Adekunle oraz Panią Inżynier Sheimie Hamed z Blekinge Institute of Technology, których badania wykonane pod kierunkiem autora są tu wykorzystane.

Autor dziękuje również Panu Doktorowi Arturowi Szczęsnemu za pomoc przy redagowaniu tej publikacji.

Bibliografia

1. Abbasi A.A. and Younis, M., (October 2007), A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks. Computer Communications, Available: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TYP4P192JP2&_user=644585&_coverDate=10%2F15%2F2007&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1178390117&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C00034638&_version=1&_urlVersion=0&_userid=644585&md5=2ea33d3a8b99d03efa9538cd363aa0da
2. Akkaya, K. and Younis, M., (May 2005), A survey on routing protocols for wireless sensor networks. Ad Hoc Networks, Available: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B75764B3JKH23&_user=644585&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1173474253&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C00034638&_version=1&_urlVersion=0&_userid=644585&md5=849f021c7fd762e000eace092b7eff71
3. Al-Karaki, J.N. and Kamal, A.E., Routing Techniques in Wireless Sensor Network, IEEE Wireless Communication, Vol. 11, 2004.
4. Bäckström, O., Karlsson, B.: Intelligent Sensor Networks - an Agent-Oriented Approach. Master Thesis at Ericsson Microwave Systems AB, and University of Kalmar, 2004; http://www.comcon.se/pub/Intelligent_Sensor_Networks.pdf
5. Bandyopadhyay, S. and Coyle E.J., An Energy Efficient Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks, Proceeding of INFOCOM 2003, April 2003.
6. Britton, C.L. Jr. et al., Battery-Powered Wireless MEMS Sensors for High-Sensitivity Chemical and Biological Sensing Advanced Research in VLSI, Proc. of the 20th Anniversary Conference, 1999.
7. Chisseeenni, C.F., Monti, P. and Nucci, A., Energy Efficient Design of Wireless Ad Hoc Networks, Proceedings of European Wireless, February 2002.
8. Cui, X.; Hardin, T.; Ragade, R.K.; and Elmaghraby, A.S.: A Swarm-based Fuzzy Logic Control Mobile Sensor Network for Hazardous Contaminants Localization. The 1st IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems, October 2004, Fort Lauderdale, Florida, USA
9. Cui, X; Liu; Z., A balanced-clustering energy-efficient hierarchical routing protocol in Wireless Sensor Networks Network Infrastructure and Digital Content, 2009. IC-NIDC 2009.
10. Dai, S., Jing, X. and Li, L., Research and analysis on routing protocols for wireless sensor networks, Proceeding of IEEE, IEEE International Conference on Communications, Circuits and System, Hong Kong, Vol.1, May 2005.
11. Eleburuike, I.O. and Adekunle, S.S., An Energy Efficient Protocol Based on Hierarchical Routing Technique for WSN, Master's Thesis, Blekinge Institute of Technology, 2010.

12. Elshakankiri, M.N., Moustafa, M-N. and Dakrouy, Y.H., Energy Efficient Routing Protocol for Wireless Sensor Network, IEEE International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing, ISSNIP 2008, December 2008.
13. Ghiasi, S., Srivatava, A., Yang, X. and Sanafzadeh, M., Optimal Energy Aware Clustering in Clustering in Sensor Networks, Sensors, Feb. 2002.
14. Hall, D.L.; Llinas, J.: Handbook of Multisensor Data Fusion. ISBN 0849323797, CRC Press 1st edition June 2001
15. Hanssens, N.; Kulkarni, A.; Tuchinda, R.; and Horton, T.: Building Agent-Based Intelligent Workspaces. ABA Conference Proceedings, June 2002.
16. He, T. et al., Energy-Efficient Surveillance System Using Wireless Sensor Networks, MobiSYS'04, June 2004, Boston, Massachusetts, USA, available: <http://www.cs.virginia.edu/papers/tracking-mobisys04.pdf>.
17. Heinzelman, W.R., Chandrakasan, A. and Balakrishnan, H., Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Micro-sensor Networks, Proceedings of the Hawaii, 2000.
18. <http://dfs.iis.u-tokyo.ac.jp/~morioka/Research/node1.html>.
19. <http://oxygen.lcs.mit.edu/Overview.html>.
20. Karlsson, B.; Lundström, A.; Westbergh, M.: Ad Hoc Networks with Unattended Ground Sensors. Thesis for Bachelor of Science Degree in Telecommunication, Ericsson Microwave Systems AB and University of Kalmar, 2002; http://www.comcon.se/pub/Ad_Hoc_Networks_with_Unattended_Ground_Sensors.pdf
21. Kasten, O.; Langheinrich, M., First Experiences with Bluetooth in the Smart-Its Distributed Sensor Network, <http://www.inf.ethz.ch/vs/publ/papers/bt-experiences.pdf>.
22. Krishnamachari, B., Estrin, D and Wicker, S., The impact of data aggregation in Wireless Sensor Network, Proc. of 22nd Internat. Conf on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'02), Vienna, Austria, 2-5 July 2002.
23. Kuorilehto M. et al. Ultra Low Energy Wireless Sensor Networks in Practice, Wiley, 2007.
24. Li, W., Chen, G., Energy-Efficient Clustering Algorithm in Wireless Sensor Network, IET International Conference November, 2006.
25. Lindsey, S., and Raghavendra, C.S., PEGASIS: Power-Efficient Gathering in Sensing or Information Systems. Proceedings of the IEEE Aerospace Conference, March 2002.
26. McGhee, J.; Henderson I.A.; Korczynski M.J.; Kulesza W.: Scientific Metrology. Lodart, First edition 1996, Reviewed reprint 1998. ISBN 83-904299-9-3.
27. Mhatre, V., Rosenberg, C., Design guidelines for Wireless Sensor Networks: Communication Clustering and Aggregation, Ad Hoc Networks, 2004.
28. Nagel, D.J., Pervasive Sensing; The International Society for Optical Engineering in Proceedings Volume 4126, 2000.
29. Nagel, D.J., Wireless Smart Sensor Networks, ISA Emerging Technologies Conference, Houston TX, Sept 2001.
30. Nathan, K.T., Netanyahu, S., Piatko, C.D., Silverman, R., Wu, A.Y., An Efficient K-Means Clustering Algorithm: Analysis and Implementation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 7, July 2002
31. Nilsson, M., Lennerstad, H.: An Upper Bound on the Minimum Euclidean Distance for Block-Coded Phase-Shift Keying, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 46, no 2, March 2000.
32. Obot Nwup, E.K. and Akande, I.A., Evaluation of The Pre IEEE 802.11s RFC: Aspects of the Design and Implementation of the Mesh Station, with RA-OLSR in the C-Core, Master's Thesis, Blekinge Institute of Technology and CRL AB, 2009.
33. Olayanju, I.D. and Ojelabi, O.P., Using Multilateration and Extended Kalman Filter for Localization of RFID Passive Tag in NLOS, Master's Thesis, Blekinge Institute of Technology, 2010
34. Ouyang, D., Identification of Car Passengers with RFID for Automatic Crash Notification, Master's Thesis, Blekinge Institute of Technology and Autoliv Electronics AB, 2009
35. Peters, S.; and Shrobe, H.: Using Semantic Networks for Knowledge Representation in an Intelligent Environment, PerCom '03: 1st Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications. Ft. Worth, TX, USA, March 2003.
36. Pottie, D.J and Kaiser, W.J., Wireless Integrated Network Sensors, Communication of the ACM, Vol. 43, No 5, May 2000.
37. Saeed, A On Line Condition Monitoring System for Wind Turbine - Case Study, Master's Thesis, University of Kalmar, 2010.
38. Salhiel, V., Weinmann, J., Kochhal, M. and Schwiebert, L., Power Efficient Topologies for Wireless Sensor Networks. Proc. of the 2001 International Conference on Parallel Processing.
39. Srour, N., Unattended Ground Sensors - A Prospective for Operational Needs and requirements. U.S. Army Research Laboratory Sensor and Electron Devices Directorate, October 1999; <http://www.arl.army.mil/sedd/acoustics/UGS%20for%20NATO%20Land%20Panel%206.pdf>
40. Stallings, W.: Network Security Essentials, Applications and Standards, Prentice Hall, 2000, ISBN 0-13-016093-8
41. Swisulski, D., Kulesza, W.: Application of WAP for Telemetry. Proceeding of APM 2000, Gdansk, December 2000.
42. Tashtarian, F.; Haghighat, A.T.; Honary, M.T.; Shokrza-deh, H., A new energy-efficient clustering algorithm for Wireless Sensor Networks, IEEE International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, Sept. 2007.
43. The IEEE 802.15 Working Group, <http://www.ieee802.org/15/>
44. Uzoamaka, O.C. and Ajirioghene, O.R., The Performance of Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks - Aspect of Cache Size and Cache Expiry Time, Master's Thesis, Blekinge Institute of Technology, 2009
45. Wei, D. and Chan, A., Clustering A Hoc Networks: Schemes and Classifications, Proc. of IEEE International Workshop on Wireless Ad Hoc and Sensor Networks (IEEE IWVAN 2006), New York, June 28-30, 2006.
46. Ye, W., Heidemann, J. and Estrin, D., Medium Access Control with Cordinated Adaptive Sleeping for Wireless Sensor Networks in IEEE/ACM Transactions on Networks, 12(3), 2004

prof. Wlodek Kulesza
Blekinge Institute of Technology,
School of Engineering, Multi Sensor Systems Unit,
Campus Gråsvik Valhallavägen 1, 371 41 Karlskrona,
Sweden, e-mail: wlodek.kulesza@bth.se

Krzysztof Pacholski, Artur Szczęsny, Andrzej Buczyński, Małgorzata Lewicka

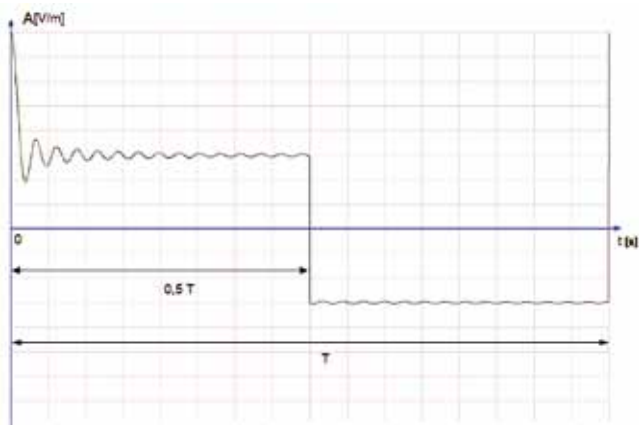
Ocena wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm ludzki

Wstęp

Monitory ekranowe służą do prezentacji informacji w postaci graficznej lub tekstowej oraz kontroli wzrokowej informacji wprowadzanych przez użytkownika w czasie pracy z komputerem lub innym urządzeniem, np. sterownikami PLC. Dotychczas najczęściej spotykane były monitory z lampą kineskopową CRT (Cathode Ray Tube) – kolorowe lub monochromatyczne. Obecnie monitory CRT wypierane są przez monitory z ekranami ciekłokrystalicznymi LCD (Liquid Crystal Display), stanowiącymi integralną część komputerów przenośnych.

Ze względu na zasadę działania, monitory LCD wytwarzają elektromagnetyczne pola niesinusoidalne, z dominującą składową elektryczną. Znaczące przy tym są pola o częstotliwości pracy zasilaczy impulsowych, z nałożonymi oscylacjami tłumionymi obwodów RLC, które pełnią rolę filtrów wygładzających tętnienia napięcia [1]

Badania autorów wykazały, że monitory z ekranami ciekłokrystalicznymi wytwarzają elektromagnetyczne pola niesinusoidalne, z dominującą składową elektryczną o częstotliwości rzędu 1 kHz i natężeniu składowej elektrycznej pola o wartości 150 V/m, odpowiadającemu odległości 30 cm od ekranu monitora i 220 V/m, odpowiadającemu odległości 15 cm od monitora. Dla porównania dopuszczalny i nie zagrażający człowiekowi poziom natężenia składowej elektrycznej elektromagnetycznego promieniowania niejonizującego o częstotliwości od 0,001 do 0,1 MHz nie powinien przekraczać wartości 100 V/m [2, 3]. Przebieg składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego monitor LCD do strony ekranu przedstawia rys. 1. Do wyznaczenia tego przebiegu wykorzystano oscyloskop cyfrowy typu TDS 210 firmy Tektronix wyposażony w antenę ramową umieszczoną przed centralnym punktem ekranu monitora, zgodnie z zaleceniami procedury TCO



Rys. 1. Przebieg składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitor LCD

(Szwedzka Konferencja Pracowników) [4, 5] oraz procedury MPR (Szwedzka Rada Miernictwa i Testów) [6].

Celem autorów referatu jest określenie wpływu promieniowania elektromagnetycznych na organizm użytkowników monitorów ciekłokrystalicznych.

Metoda badań

Konsekwencje oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm człowieka mają złożony charakter. Najbardziej na działanie tego pola narażone są: układ krążenia, układ nerwowy, układ wydzielania wewnętrznego oraz układ limfatyczny [7, 8, 9].

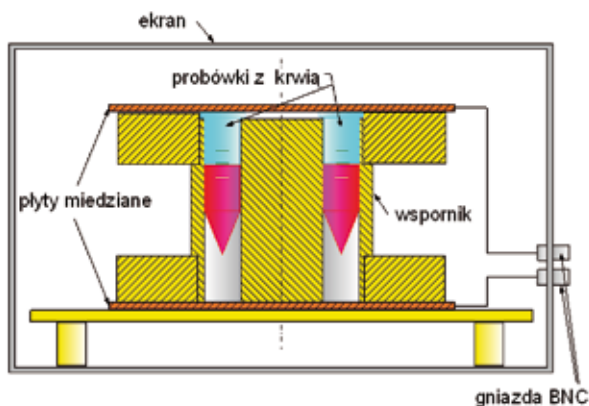
Przeprowadzenie badań, których celem jest określenie wpływu pola elektromagnetycznego na wszystkie wymienione układy organizmu człowieka w praktyce jest bardzo trudne. Z tego względu jako przedmiot eksperymentu wybrano układ krążenia, a w szczególności krwinki płytkowe. Krwinki te jako element morfotyczny krwi biorą czynny udział w procesach homeostazy organizmu człowieka, a pole elektromagnetyczne wpływa na ich aktywność metaboliczną. Skutkiem działania pola jest zachwianie równowagi biologicznej, która istnieje pomiędzy powstawaniem wolnych rodników a ich unieszkodliwianiem. Następnym tego stanu jest powstawanie nadmiernej ilości wolnych rodników tlenowych. Są to atomy lub cząsteczki posiadające na zewnętrznej orbicie pojedynczy elektron. Dążąc do przyłączenia lub oddania elektronu wykazują dużą aktywność chemiczną utleniając każdy związek z którym mają kontakt. Obiektem ataków wolnych rodników w organizmie człowieka są głównie związki posiadające w cząsteczkach wiązania podwójne jak: białka lub nienasycone kwasy tłuszczowe wchodzące w skład błon komórkowych. Błony komórkowe pod wpływem wolnych rodników ulegają uszkodzeniu doprowadzając do nadmiernej paroksydacji lipidów. Jest to proces, który w obecności wolnych rodników ponadtlenowych i hydroksylowych przebiega w sposób lawinowy, przypominający wybuch. Efektem takiego wybuchu tlenowego jest wzmożona synteza nadtlenków lipidów i przekształcenie wielonasyconych kwasów tłuszczowych w substancje biologicznie czynne. Przedstawione zaburzenia mogą inicjować powstanie przedwczesnych zmian miażdżycowych oraz nasilenie procesów zapalnych i zatorowo-zakrzepowych, które mają wpływ na gojenie ran i zrost złamań.

Podczas badań sprawdzano, czy poddanie krwinek płytkowych ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne z dominującą składową elektryczną o przebiegu zbliżonym do pola występującego przed ekranem monitora LCD (rys. 1) spowoduje wybuch tlenowy z jego wszystkimi skutkami.

Badany materiał stanowiła zawiesina ludzkich krwinek płytkowych uzyskana ze stacji krwiodawstwa od honorowych dawców krwi. Były nimi osoby u których wykonano badanie internistyczne, wykluczono przeciwwskazania oraz wykonano badania laboratoryjne krwi typowe dla dawców krwi. Preparat z Banku Krwi do laboratorium transportowano w pojemniku wykonanym z blachy transformatorowej, który ekranował materiał przed polem elektromagnetycznym panującym w kabinie samochodu. Do badań wykorzystano stanowisko laboratoryjne przedstawione poniżej.

Stanowisko pomiarowe

W stanowisku pomiarowym, wykorzystywanym do napromieniowania krwinek płytkowych, źródłem pola elektromagnetycznego był kondensator płaski utworzony przez dwie koliste płyty miedziane umieszczone nad i pod wspornikiem z tworzywa sztucznego, w którego przelotowych otworach umieścić można 8 próbek polietylenowych z materiałem do badań. Materiałem tym była zawiesina ludzkich krwinek płytkowych o stężeniu 1×10^9 na cm^3 . Próbkę rozmieszczono symetrycznie na obwodzie okręgu o średnicy mniejszej od średnicy płyt kondensatora tak, aby składowa elektryczna pola działającego na próbki miała charakter jednorodny. Sposób rozmieszczenia próbek w stanowisku pomiarowym uwidacznia rys. 2.



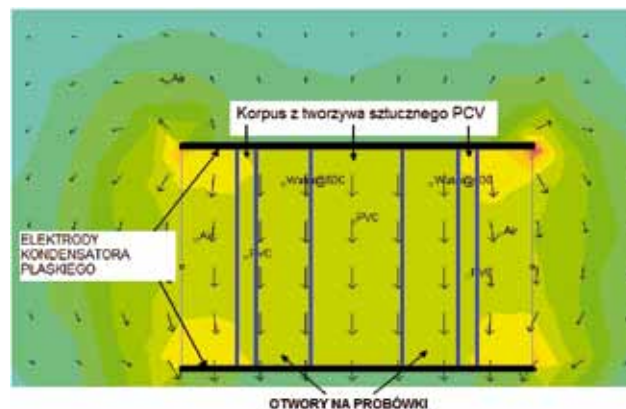
Rys. 2. Stanowisko pomiarowe

W trakcie badań każda próbka zawierała 3 ml preparatu krwinkowego.

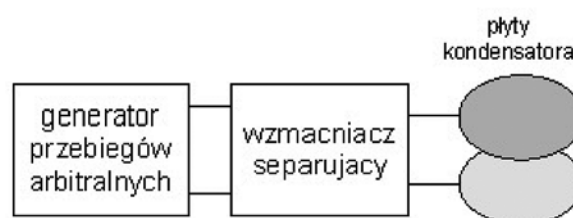
Średnicę płyt kondensatora, ich odległość oraz średnicę okręgu na którego obwodzie rozmieszczono otwory na próbki wyznaczono na podstawie komputerowych badań symulacyjnych wykonanych w środowisku FEM. Uzyskany podczas tych badań rozkład składowej elektrycznej pola uwidaczniającej, jej deformacje na krawędziach płyt kondensatora przedstawia rys. 3.

W celu wyeliminowania wpływu zewnętrznych i zakłócających badania pól elektromagnetycznych stanowisko pomiarowe zostało odpowiednio ekranowane (rys. 2).

Na elektrody kondensatora pomiędzy, którymi umieszczono próbki z materiałem badawczym podano napięcie ze wzmacniacza separującego. Do wejścia wzmacniacza dołączono natomiast generator sygnałów arbitralnych typu 8010 firmy HAMEG wytwarzający sygnał napięciowy o przebiegu zgodnym z przebiegiem składowej elektrycznej pola emitowanego przez monitor ekranowy (rys. 4).



Rys. 3. Deformacja składowej elektrycznej PEM na krawędziach płyt kondensatora



Rys. 4. Układ elektryczny stanowiska pomiarowego

Do pomiaru wartości natężenia składowej elektrycznej pola występującego pomiędzy płytami tworzącymi w stanowisku pomiarowym kondensator wykorzystano elektrometr typu EF100 firmy TRACER.

Wyniki badań laboratoryjnych

Do oceny generacji wolnych rodników wykorzystano zjawisko chemiluminescencji. Taka metoda badania umożliwia określenie ilościowych zmian rodników tlenowych i innych reaktywnych form tlenu powstałych podczas aktywacji krwinek płytkowych. Po zadziałaniu czynnika inicjującego, między innymi pod wpływem pola elektromagnetycznego, następuje aktywacja płytki krwi, która związana jest ze zwiększonym zapotrzebowaniem na tlen. Skutkiem tego procesu następuje wybuch tlenowy podczas, którego powstają reaktywne formy tlenu. Związki te, zawierające niesparowany elektron gotowy do utworzenia wiązania z inną cząsteczką, wchodzi w kaskadową reakcję tworzenia różnych związków wysokoenergetycznych. Powstałe związki tracą swoją energię w formie promieniowania świetlnego (tzw. chemiluminescencji) o długości fali zawartej w przedziale od 200 do 700 nm, natężeniu

od 10 do 10^4 $\frac{\text{fotonów}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$ oraz wydajności kwantowej od 10^{-3} do 10^{-14} fotonów na wzbudzoną cząsteczkę. Wydajność

wzbudzanych komórek jest bardzo mała. Na $10^6 - 10^{12}$ wzbudzonych cząsteczek tylko jedna emituje światło. W trakcie badań, ze względu na małą wydajność wzbudzenia, do związków organicznych dodaje się substancje wzmacniające zjawisko chemiluminescencji. Zadaniem tych substancji jest pobranie energii przez badany produkt i następnie jej wzmocnienie i rozproszenie. Najczęściej stosowanymi stymulatorami chemiluminescencji są:

- 1) luminol (*5-amino-2.3-dihydro-1.4ftalazynodion*),
- 2) lucigenina (*dizaton N.N'-dimetylo-9.9'-dikry-dylu*).

Luminol wzmocnia emisję świetlną 1000-krotnie, zaś lucigenina 10-krotnie.

Badanie chemiluminescencji wykonano na dwóch próbkach krwinek.

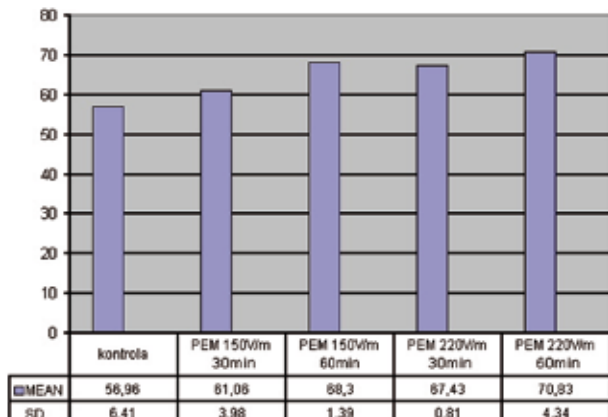
Jedną z tych próbek była, nie poddana ekspozycji PEM, próbka kontrolna, którą stanowiła zawiesina krwinek płytkowych w zbuforowanym roztworze soli fizjologicznej (tzw. *P.B.S*) stymulowana domieszką luminolu i trombiny. Drugą próbkę poddano działaniu testującego PEM, którego składowa elektryczna charakteryzowała się natężeniem równym 150 V/m i 220 V/m w czasie 30 i 60 min. Próbka ta miała skład zgodnym ze składem próbki kontrolnej i podczas ekspozycji PEM stymulowana była również za pomocą domieszki luminolu i trombiny.

Pomiar chemiluminescencji wymienionych próbek wykonano za pomocą luminometru typu Lumicom firmy HAMILTON współpracującego z komputerem klasy PC [9]. Zasada pomiaru chemiluminescencji tym przyrządem polega na porównaniu emisji świetlnej próbek stymulowanych PEM z emisją świetlną próbki kontrolnej. Wyniki pomiarów poddano obróbce statystycznej. Efektem tej obróbki jest wykres słupkowy przedstawiony na rys. 5.

Interpretacja wyników badań

Przedstawione na rys. 5 wyniki pomiaru poziomu generacji wolnych rodników stanowią dowód negatywnego wpływu pola elektromagnetycznego generowanego przez monitory LCD na organizm człowieka. Ma to miejsce, gdy podczas pracy z komputerem lub innym urządzeniem wyposażonym w monitor LCD zbliży się głowę do jego ekranu na odległość mniejszą od 50 cm, przy której promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez monitor ma wartość 100 V/m [2, 3].

Badania wykazały, że generacja wolnych rodników wzrasta, w stosunku do wartości odniesienia (próbki kontrolnej), zarówno po ekspozycji materiału badawczego na pole, którego składowa elektryczna miała natężenie 150 V/m (występujące w odległości 30 cm od ekranu monitora), jak i dla natężenia 220 V/m (występującego w odległości 15 cm od tego ekranu).



Rys. 5. Wyniki pomiaru generacji wolnych rodników w krwinkach płytkowych eksponowanych na PEM (wartości wyrażone w tysiącach impulsów/30minut)

Na wykresie przedstawionym na rys. 5 MEAN oznacza wartość średnią wyniku pomiaru (wysokość słupka) SD jest odchyleniem standardowym rozrzutu tych wyników w stosunku do wartości średniej.

Największy 24% wzrost generacji wolnych rodników w stosunku do próby kontrolnej obserwowano po 60 min.

ekspozycji na pole o natężeniu składowej elektrycznej 220 V/m. Po 30-minutowym czasie ekspozycji na pole o takim natężeniu składowej elektrycznej, stwierdzono natomiast wzrost generacji wolnych rodników o 18%.

Najmniejszy, 7% wzrost generacji wolnych rodników w porównaniu z kontrolą odnotowano po 30-minutowym napromieniowaniu polem o natężeniu składowej elektrycznej równym 150 V/m. Po 60 min. ekspozycji zaobserwowano wzrost generacji wolnych rodników o 20%.

Obecnie prowadzone są badania mające na celu jednoznacznie odpowiedzieć na pytania dotyczące oddziaływania pól elektromagnetycznych na organizmy żywe. Szczególną uwagę poświęca się zagadnieniu oddziaływania PEM na powstawanie nowotworów. Bazując na wynikach tych badań oraz im podobnych dotyczących białaczek u dzieci IARC (Międzynarodowa Agencja do Spraw Badań nad Rakiem) zakwalifikowała pola elektromagnetyczne niskiej częstotliwości jako prawdopodobnie powodujące nowotwory u ludzi (Grupa 2B) [10].

Podsumowanie

W referacie zaprezentowano wyniki oceny, przeprowadzonej metodą *in vitro*, wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm człowieka. W eksperymencie warunki ekspozycji na pole elektryczne odtworzono w układzie kondensatora płaskiego, zaś materiałem badawczym była zawiesina ludzkich krwinek płytkowych.

Przedstawiono również wyniki badań laboratoryjnych z których wynika, że słabe pole elektromagnetyczne występujące w odległości 30 cm do ekranu monitora LCD, o natężeniu składowej elektrycznej nie przekraczającym wartości 150 V/m, może być przyczyną tzw. wybuchu tlenowego w krwinkach płytkowych. Jest to gwałtowny wzrost liczby wolnych rodników tlenowych niszczących między innymi błonę komórek człowieka. Na takie negatywne skutki działania pola elektromagnetycznego narażony jest każdy użytkownik komputera.

Literatura

- Gryz K., Karpowicz J.: *Źródła pól elektromagnetycznych – monitory ekranowe*, Bezpieczeństwo Pracy, NR 4 (369) KWIECIEŃ 2002.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. nr 4, poz. 36.
- Mosiński F., Wira A.: *Ekologiczne problemy przesyłu i użytkowania energii elektrycznej*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999.
- TCO'99 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. Requirements and test methods for environmental labeling of displays (CRTA); Report No. 2. Requirements and test methods for environmental labeling of display (flat), Stockholm, 20.07.1998.
- TCO'95 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. Third Edition, Requirements for environmental labeling of personal computers, Stockholm, 5.03.1996; Report No. 2. Third Edition, Test methods for environmental labeling of personal computers, Stockholm, 22.05.1996.

6. MPR National Board for Measurement and Testing, Sweden. Report MPR 1990:8, Test methods for Visual Display Units 1990.12.10, MPR 1990:10, Users Handbook for Evaluating Visual Display Units, 1990.12.31.
7. Bartosz G.: *Druga twarz tlenu*, PWN, Warszawa 2008.
8. Canseven AG, Coskun S, Seyhan N.: *Effects of various extremely low frequency magnetic fields on the free radical processes, natural antioxidant system and respiratory burst system activities in the heart and liver tissues*. Indian J Biochem Biophys. 2008 Oct;45(5).
9. Jankowski W., Henrykowska G., Śmigielski J., Pacholski K., Dziedziczak-Buczyńska M., Kałka K., Buczyński A.: *Wpływ kształtu pola elektromagnetycznego na wybrane parametry metabolizmu tlenowego krwinek płytkowych – badania in vitro*, Pol. Merk. Lek., XXIV, 144, 2008.
10. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume 80, non-ionizing radiation, Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2002.

dr hab. inż. Krzysztof Pacholski prof. PŁ,
Politechnika Łódzka, Instytut Elektrotechniki
Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa
e-mail: kpacholski@o2.pl

dr inż. Artur Szczęsny
Politechnika Łódzka, Instytut Elektrotechniki
Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa
e-mail: aszczesny@o2.pl

prof. dr hab. n. med. Andrzej Buczyński
Zakład Edukacji Zdrowotnej i Promocji Zdrowia
e-mail: andrzej.buczynski@umed.lodz.pl

mgr Małgorzata Lewicka
Zakład Edukacji Zdrowotnej i Promocji Zdrowia
e-mail: promzdr@achilles.wam.lodz.pl

V Kongres Metrologii 6–8 września 2010

W dniach 6–8 września 2010 r. odbył się V Kongres Metrologii. Jedną z najważniejszych konferencji metrologicznych w naszym kraju, zorganizowaną w tym roku przez Politechnikę Łódzką. Organizację tej ważnej imprezy Komitet Metrologii i Aparatury Naukowej PAN powierzył prof. dr hab. Zygmuntowi Kuśmierkowi, powołując go na Przewodniczącego Kongresu. W organizacji Kongresu wzięły udział trzy jednostki organizacyjne Politechniki Łódzkiej:

- Instytut Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa,
- Instytut Maszyn Przepływowych,
- Katedra Automatyzacji Procesów Włókienniczych.

Do współpracy przy organizacji, odbywającej się co trzy lata, imprezy Przewodniczący Kongresu zaprosił także Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Został powołany Komitet Organizacyjny Kongresu w następującym składzie:

Przewodniczący: dr hab. inż. Krzysztof Pacholski, prof. PŁ,

Vice-Przewodniczący: dr hab. inż. Jan Cieplucha, prof. PŁ

Sekretarz: dr inż. Artur Szczęsny – Politechnika Łódzka,

Członkowie:

mgr inż. Mieczysław Balcerek – Oddział Łódzki SEP,

dr hab. inż. Longin Horodko – Politechnika Łódzka,

mgr inż. Jarosław Kowalski – Politechnika Łódzka,

dr hab. inż. Dorota Kozanecka, prof. PŁ,

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński – Politechnika Łódzka i Oddział Łódzki SEP,

dr inż. Zbigniew Stempień – Politechnika Łódzka,

mgr inż. Łukasz Tęsiowski – Politechnika Łódzka.

Na czele Komitetu Naukowego stanął prof. dr hab. inż. Krzysztof Gniotek.

Patronat honorowy nad Kongresem objęli:



J.M. Rektor Politechniki Łódzkiej
prof. dr hab. inż. Stanisław Bielecki



Komitet Metrologii i Aparatury
Naukowej PAN



Wojewoda Łódzki
Jolanta Chełmińska



Prezydent Miasta Łodzi
Tomasz Sadzyński

W dniu 6 września, o godzinie 10, odbyła się uroczystość otwarcia Kongresu, której dokonał przewodniczący prof. dr hab. inż. Zygmunt Kuśmierek. W swym wystąpieniu powitał uczestników Kongresu oraz przybyłych gości, po czym przedstawił historię Kongresu Metrologii. Uroczystość otwarcia zaszczylicili swoją obecnością J. M. Rektor Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Stanisław Bielecki, prorektor Politechniki Łódzkiej dr hab. inż. Krzysztof Józwiak prof. nadzw., prodziekan Wydziałów Mechanicznego prof. dr hab. inż. Zbigniew Kołakowski, Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów dr inż. Zbigniew Stempień, Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki prof. dr hab. inż. Andrzej Bartoszewicz, Główny Urząd Miar reprezentowała pani prezes Janina Maria Popowska, Komitet Metrologii i Aparatury Naukowej przewodniczący prof. dr hab. inż. Janusz Mroczka, a Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich wiceprezes ds. naukowo-technicznych dr inż. Józef Wiśniewski. Wśród zaproszonych gości znaleźli się także przedstawiciele Okręgowych Urzędów Miar z Łodzi i Warszawy oraz przedstawiciele wyższych uczelni i instytutów naukowo-badawczych.



Przewodniczący Kongresu Metrologii prof. dr hab. inż. Zygmunt Kuśmierek podczas uroczystości otwarcia



Wystąpienia zaproszonych gości podczas uroczystości otwarcia Kongresu

Po ceremonii otwarcia rozpoczęły się obrady plenarne, którym przewodniczył profesor Janusz Mroczka, a referat wprowadzający pt.: „Human-Computer communication based on visually evoked electric signals” wygłosił profesor Andrzej Materka. Po krótkiej przerwie odbyło się dwanaście sesji

tematycznych, obejmujących między innymi zagadnienia z dziedziny pomiarów wielkości elektrycznych, oceny dokładności pomiarów, pomiarów wielkości mechanicznych, systemów pomiarowych i transmisji danych. Pierwszy dzień obrad zakończyło uroczyste spotkanie koleżeńskie w Dworze Artusa. Kolację uświetniła wspaniała muzyka w wykonaniu kwartetu smyczkowego „Avvivando”.



Powitanie gości w Dworze Artusa przez gospodarza Kongresu



W kularach nie obyło się bez wspomnień i dyskusji

Przy wspaniałej muzyce i w doborowym towarzystwie nie mogło zabraknąć wzniosłych toastów, a nawet akcentów tanecznych.



Oprawę muzyczną zapewnił kwartet smyczkowy Avvivando



Koleżeńska atmosfera i wzniosłe toasty

Drugi dzień Kongresu rozpoczęły obrady plenarne pod przewodnictwem profesora Janusza Gajdy, a główne wystąpienie pt.: „Bezprzewodowe sieci sensorowe – aspekty metrologiczne, telekomunikacyjne i energetyczne” należało do profesora Włodzimierza Kuleszy. Sesje tematyczne zdominowane zostały przez prezentację problemów inżynierii materiałowej, polskiej służby miar oraz przetwarzania sygnałów.



Profesor Kulesza podczas wystąpienia plenarnego



Frekwencja podczas sesji dopisywała

Ważnym wydarzeniem drugiego dnia Kongresu było zebranie Komitetu Metrologii i Aparatury Naukowej PAN.



Nieodłączny element obrad Kongresu Metrologii – zebranie Komitetu Metrologii i Aparatury Naukowej PAN

Sesje tematyczne w drugim dniu Kongresu zakończono o godzinie 16. Organizatorzy umożliwili tego dnia uczestnikom i zaproszonym gościom poznanie bogatej historii miasta Łodzi. Zwiedzanie ośrodka łódzkiego objęło przede wszystkim Centralne Muzeum Włókiennictwa, jeden z najpiękniejszych w Polsce zabytków architektury przemysłowej, mieszczące się w zbudowanej w latach 1835–39 przez Ludwika Geyera „Białej Fabryce” wraz z nowopowstałym Skansenem Łódzkiej Architektury Drewnianej.



Dziedziniec „Białej Fabryki”



Podziw dla odtworzonego fragmentu łódzkiej ulicy w Skansenie Łódzkiej Architektury Drewnianej

Drugi dzień kongresu i sentymentalna podróż po Łodzi zakończyła się koleżeńską biesiadą w restauracji „Soplicowo”, położonej u zbiegu ulic Wigury i Sienkiewicza, w dawnym pałacyku Wilhelma Teschemachera, zbudowanym ok. 1890 roku.



Po oficjalnych obradach czas na chwilę wytchnienia



Po zakończeniu Kongresu czas na wnioski.
Podsumowania dokonali profesor:
Zygmunt Kuśmierek – przewodniczący Kongresu
oraz profesor Krzysztof Gniotek – przewodniczący Komitetu
Naukowego



Kuluarowe dyskusje w zabytkowych wnętrzach

Ostatni dzień Kongresu, w którym uczestniczył również prezes Oddziału Łódzkiego SEP prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński, rozpoczął referat plenarny profesora Romana Morawskiego „Etyczne aspekty badań empirycznych”, który wzbudził ogromne zainteresowanie słuchaczy, a późniejsze sesje tematyczne zakończyły V Kongres Metrologii. W uroczystym zakończeniu Kongresu Przewodniczący Kongresu profesor Zygmunt Kuśmierek złożył podziękowania uczestnikom, autorom referatów plenarnych, recenzentom, członkom Komitetu Naukowego i Organizacyjnego oraz współorganizatorom.

Profesor Krzysztof Gniotek dokonał następnie podsumowania przebiegu Kongresu.

Na Kongres Metrologii nadesłano ponad 140 referatów, z czego Komitet Naukowy zakwalifikował do wygłoszenia i publikacji ponad 130. W kongresie udział wzięło 170 autorów referatów i zaproszonych gości. Wydano jeden tom materiałów konferencyjnych o objętości 290 stron, w których

zamieszczono dwustronicowe streszczenia nadesłanych referatów oraz płytę CD z ich pełnymi tekstami. Referaty zostały opublikowane w trzech czasopismach naukowych: Przegląd Elektrotechniczny, Pomiary Automatyka Kontrola, Metrology and Measurement Systems.

Kongres Metrologii stał się także doskonałą okazją do zapoznania się z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie aparatury badawczej i pomiarowej dzięki wystawcom z firmy SONEL S.A, Tespol Sp. z o.o. oraz AM Technologies Polska Sp. z o.o.

Kongres przyczynił się także do bliższego poznania historii Łodzi oraz potencjału naukowego i prac badawczych prowadzonych na Politechnice Łódzkiej.

Opracowali:
Artur Szczęsny oraz Zygmunt Kuśmierek
– Politechnika Łódzka

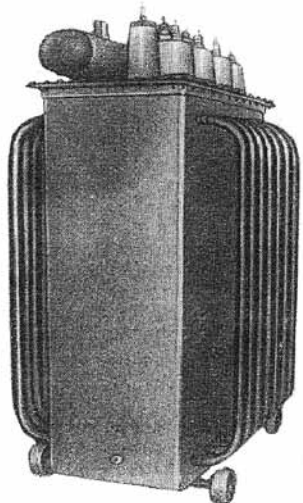
Anna Grabiszewska – OŁ SEP

Adam Ketner

Łódź – kolebka i centrum produkcji transformatorów*

85 lat temu, w 1925 r. Wytwórnia Maszyn Elektrycznych ELEKTROBUDOWA S.A. w Łodzi podjęła produkcję – na zamówienie Elektrowni Łódzkiej – transformatorów suchych o mocach 20, 30 i 50 kVA o przekładni 3000/125 V. Było to niewątpliwie znaczące wydarzenie w dziejach firmy, ponieważ dotychczas wytwarzała silniki asynchroniczne pierścieniowe oraz dlatego, że transformatory te były całkowicie własnej konstrukcji. Obliczenia i projekt kierownik techniczny fabryki inżynier mechanik! Walenty Kopczyński. Do wytworzenia ich firma zakupiła nożyce gilotynowe do cięcia blach magnetycznych oraz wykonała we własnym zakresie nawijarkę do cewek (uzwojeń) i izolarkę do drutów nawojowych.

Rozszerzenie produkcji transformatorów wymagało większych pomieszczeń. Już w 1926 roku firmę przeniesiono do budynku przy ulicy Kopernika 56/58, gdzie w wynajętych pomieszczeniach, o powierzchni 650 m², rozpoczęto wytwarzanie transformatorów olejowych o mocach od 30 kVA i przekładni 3000/125 V począwszy. W grudniu tegoż roku zbudowano pierwszy z nich (rys. 1); był on przeznaczony również dla Elektrowni Łódzkiej.

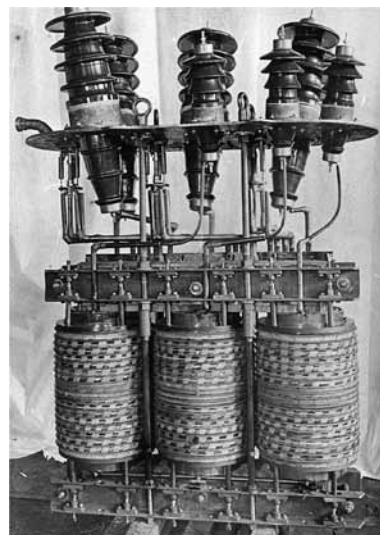


Rys. 1. Transformator Elektrobudowy 160 kV·A, 6 kV z roku 1927

Do fabryki napływały zamówienia na transformatory różnych mocy i napięć; nadesłały je, między innymi, elektrownie: łódzka, warszawska i lwowska.

* Opracowanie prezentowano 10 maja 2010 r. w Łódzkim Towarzystwie Naukowym na trzecim konwersatorium z cyklu Szkoły i zespoły naukowe łódzkich uczelni, Przeszłość – teraźniejszość – przyszłość i było poświęcone ŁÓDZKIEJ SZKOLE NAUKOWEJ TRANSFORMATORÓW. Zbiegło się ono z dwudziestą rocznicą śmierci jej twórcy profesora dr h.c. inż. Eugeniusza Jezierskiego.

Walenty Kopczyński i Elektrobudowa sprostali tym trudnym wyzwaniom. Produkcja wzrastała. W 1928 roku wykonano już 56 jednostek, a w 1929 roku – aż 159. Wśród nich były: pierwszy transformator na napięcie 33 kV (rys. 2) oraz największy, ze względu na moc, transformator 400 kVA na napięcie 6 kV. Zbadanie wytrzymałości elektrycznej izolacji głównej uzwojenia 33 kV wymagało wyposażenia stacji prób fabryki w transformator probierczy napięciowy; potrzebny do badań transformator 100 kV, 0,2 A zaprojektowano i zbudowano we własnym zakresie, co było nie lada sukcesem.



Rys. 2. Transformator 160 kV·A, 33/15 kV przed załadowaniem do kadzi. Rok 1929

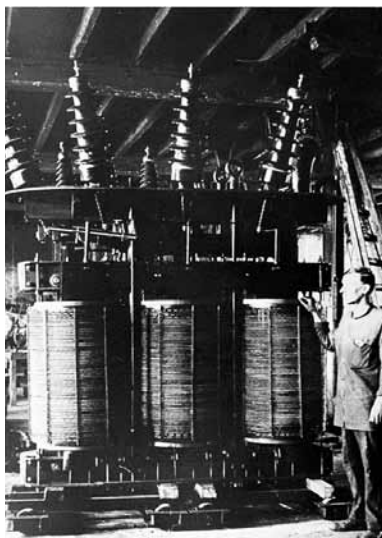
Niestety, w połowie lat trzydziestych Europę ogarnął kryzys gospodarczy; jego skutki dały się odczuć również w „Elektrobudowie”. Choć zamówionych transformatorów było nieco więcej niż w ubiegłym roku (177 sztuk), to w lutym 1930 roku zmniejszono liczbę dni pracy w tygodniu i zwolniono 35% pracowników. Przyczyną był drastyczny spadek zapotrzebowania na silniki elektryczne. W połowie 1931 roku firma otrzymała nowe zamówienia od elektrowni: warszawskiej, łódzkiej i lwowskiej. Elektrobudowa pracowała znowu 6 dni w tygodniu, lecz przy niewielkim zatrudnieniu (60 pracowników). W tym trudnym roku wykonano 116 transformatorów.

Wytworzono też transformator probierczy napięciowy 150 kV dla fabryki porcelany w Ćmielowie; było to dużym ryzykiem, ale pozwoliło (choć z trudem) przetrwać następny rok kryzysu.

Kolejny rok też nie był łatwy; wykonano tylko 76 transformatorów. Jednym z nich był – zamówiony przez Elektrownię Łódzką – duży transformator trójuzwojeniowy

o mocy 1250 kVA i przekładni 30/6/3 kV, który zbudowano w stosunkowo krótkim czasie (4 miesiące).

W roku 1933 zaznacza się już poprawa sytuacji. W styczniu fabryka otrzymała od Elektrowni w Gródku zamówienie na transformator trójzwojeniowy o jeszcze większej mocy 3000 kVA i przekładni 60/15/6 kV (rys. 3). Dla przeprowadzenia jego prób napięciowych wykonano, dla własnej stacji prób, transformator probierczy 300 kV; był to już trzeci transformator probierczy wykonany w Elektrobudowie.



Rys. 3. Część czynna transformatora o mocy 3 MV·A, 60 kV wytworzonego w roku 1933 dla Elektrowni „Gródek”

Transformatory trójzwojeniowe były dużym wyzwaniem dla fabryki. Niepowodzenie mogłoby doprowadzić do upadłości, bowiem w Elektrobudowie obracano niewielkim kapitałem.

Opinia o transformatorach Elektrobudowy była dobra. Ostatnie sukcesy skłoniły ją nawet do złożenia w ZEORK oferty na transformator 12 MVA na napięciu 160 kV. Niestety, przetarg ten wygrała fabryka w Żychlinie, licencjonowana przez BBC.

W roku 1936 w fabryce wystąpił dynamiczny wzrost produkcji. Już w 1937 roku wykonano 323 transformatory o łącznej mocy 82 416 kVA, co było rekordem produkcyjnym. Wśród nich był też największy zbudowany przed wojną transformator 21 MVA o przekładni 15/5 kV. Pomyślna sytuacja zakładu pozwoliła snuć ambitne plany rozwojowe. Elektrobudowa inwestowała w nowe urządzenia, wprowadzała nowe rozwiązania konstrukcyjne, wdrażała nowe technologie własnego pomysłu, produkowała transformatory specjalne (kopalniane, piecowe, spawnicze) oraz wynajęła w tej samej posesji dwa duże pomieszczenia (970 m²) i kupiła w Radomiu plac pod budowę nowej fabryki.

W sierpniu 1939 roku Elektrobudowa zatrudniała 292 pracowników, w tym 4 inżynierów.

Okres okupacji

Wybuch wojny przekreślił realizację ambitnych planów rozwojowych. Fabryka była pod zarządem i administracją niemiecką. Kontynuowała jednak zmniejszoną produkcję głównie dla potrzeb okupanta.

Elektrobudowa przetrwała, choć z trudem, pierwszy okres okupacji; umożliwiła to sprzedaż silników elektrycznych wykonanych uprzednio na skład (przed wybuchem

wojny). Pieniądże uzyskane z ich sprzedaży ledwo wystarczały na wypłaty dla pracowników.

W 1941 roku utworzono przedstawicielstwo firmy w Berlinie; pozyskiwane tam zamówienia poprawiły sytuację. Znaczna poprawa nastąpiła dopiero po zbombardowaniu fabryki Siemens w Norymberdze; do Elektrobudowy nadchodzą liczne zamówienia na duże transformatory. Zmusiło to Niemców do poczynienia pewnych inwestycji – powiększenia montowni transformatorów o dalsze 400 m² i zainstalowania sownicy o udźwigu 75 ton oraz wybudowania bocznicy kolejowej. W roku 1943 wykonano dla elektrowni w Hanowerze największy do tej pory w Elektrobudowie transformator 25 MVA, na napięcia 33/5/5 kV.

Po wojnie

19 stycznia 1945 roku fabryka została upaństwowiona. Powróciło do niej, wysiedlone na początku 1940 roku, ściśle kierownictwo; inż. S. Jaroszyński pozostał na stanowisku dyrektora naczelnego, a inż. W. Kopczyński został dyrektorem technicznym. Śmierć Walentego Kopczyńskiego (lipiec 1945 r.) oraz rezygnacja – z powodu choroby – Stanisława Jaroszyńskiego przyniosły w roku 1946 zmiany personalne. Dyrektorem naczelnym został wówczas inż. Antoni Matusiak, technicznym zaś – elektryk mgr inż. Zbigniew Kopczyński, bratanek Walentego, zatrudniony w Elektrobudowie od 1936 r. W tym czasie Elektrobudowa i Politechnika Łódzka nawiązały szeroko rozumianą współpracę dotyczącą transformatorów. Prof. E. Jezierski rzecznik tej inicjatywy potrafił czynnie zainteresować nią również studentów (praktyki w Elektrobudowie, prace przejściowe i dyplomowe z zagadnień transformatorowych). Miało to, jak się później okazało, duże znaczenie dla uczelni i fabryki, dla rozwoju przemysłu transformatorowego w Łodzi oraz powstania naukowej szkoły transformatorowej.

W latach 1945–1946 uporządkowano teren i hale produkcyjne oraz uzupełniono niedobory w wyposażeniu, a także – dokonywano łączy organizacyjnych z innymi podmiotami branży elektrotechnicznej. Jednocześnie podjęto zarówno produkcję nowych, jak i remonty – uszkodzonych w czasie wojny – transformatorów. Naprawa transformatorów najróżniejszego pochodzenia i budowy była dość szerokim przeglądem stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

Łódzka fabryk transformatorów wytwarzała coraz większe jednostki.

W 1948 roku wykonano, między innymi, największy wówczas w Elektrobudowie transformator; była to jednostka trójfazowa o mocy 40/20/30 MVA o przekładni 60/20/6,3 kV, za który zespół konstruktorów otrzymał Nagrodę Państwową II stopnia. W fabryce wytwarzano coraz więcej transformatorów; stopniowo więc zmniejszano wytwarzanie maszyn elektrycznych, aż w końcu zaniechano ich produkcję. W 1950 roku rozbudowująca się fabryka otrzymała zatem nazwę: Zakłady Wytwórcze Transformatorów M3 w Łodzi; zachowała logo Elektrobudowy, do którego dodano tabliczkę firmową.

W połowie roku 1953 wykonano wreszcie pierwszy transformator na napięciu 110 kV, była to jednostka o mocy 3x16 MVA (rys. 4), a w grudniu jednostkę o większej mocy 3x31,5 MVA; oba transformatory miały taką samą przekładnię – 110/33/6,6 kV.

Rok później ukończono budowę transformatora tej samej mocy (3x31,5 MVA), jednakże z regulacją pod obciążeniem napięcia 110 kV w zakresie $\pm 15\%$. Wreszcie w roku 1956



Rys. 4. Transformator 16 MV·A, 110 kV, 1953 r.

wyprodukowano pierwszą jednostkę o mocy 63 MVA na napięcie 60 kV, a w roku 1964 – dwie identyczne jednostki dla Indii, każda o mocy 70 MVA na górne napięcie 139 kV. Omawiane powyżej transformatory były opracowane przez zakładowe biuro konstrukcyjne.

W latach 1950–1953 stan zatrudnienia osiągnął 1000 osób, a roczna produkcja wynosiła około 1500 MVA. Tak duża produkcja na niewielkiej hali montażowej (powierzchnia około 800 m²) została osiągnięta dzięki niezbyt pracochłonnej konstrukcji oraz dobremu wyszkoleniu brygad monterskich. Fabryka osiągnęła szczyt możliwości, a potrzeby krajowe i eksportu rosły.

Nowa fabryka transformatorów przy ulicy Aleksandrowskiej

Na początku lat 60. ubiegłego stulecia wybudowano nową, dużą fabrykę nowoczesnie wyposażoną. W niej powstały duże i bardzo duże transformatory na wysokie i bardzo wysokie napięcia. W roku 1964 wyprodukowano transformator blokowy o mocy 150 MVA na napięcie 125 kV, rok później – transformator blokowy o mocy 130 MVA na napięcie 245 kV, a w roku 1966 – autotransformator o mocy 160 MVA o przekładni 230(1±0,12)/120/10,5 kV (rys. 5). Zostały one wykonane według licencji firmy ELIN – Austria.



Rys. 5. Autotransformator licencyjny RTdxP 125000/200 o mocy 160 MV·A

Już w 1966 roku wykonano jeszcze większy, o mocy 240 MVA na napięcie 126,5 kV transformator blokowy własnej konstrukcji, a w następnych latach transformatory tej samej mocy na napięcia górne 250 kV (1967) – rys. 6 i 420 kV (1971).

Zaś trzy lata później, w 1974 r., wyprodukowano transformator sieciowy 250 MVA, z regulacją napięcia pod obciążeniem o przekładni 400/123(1±0,12)/31,5 kV. Przeprowadzenie prób: zwarcia, cieplnej oraz napięciem przemiennym indukowanym, wymogły modernizację węzła pobierczego.



Rys. 6. Transformator blokowy 240 MV·A, 250 kV na stanowisku pracy w elektrowni

Zainstalowano więc trójfazową czterosegmentową baterię kondensatorów o mocy łącznej 95 MVA i dławik o jedno- i trójfazowej symetrycznej lub niesymetrycznej obciążalności. Zainstalowano również nowy generator udarowy firmy HAERFELY przystosowany zarówno do wytwarzania udarów piorunowych (2400 kV, 240 kJ), jak i udarów łączeniowych (2280 kV, 215 kJ).

Zaś w połowie lat osiemdziesiątych fabryka zbudowała, według własnej koncepcji, jeszcze większe jednostki, a mianowicie: blokowy pięciokolumnowy 426 MVA na napięcie 420 kV, a następnie sieciowy transformator 500 MVA o przekładni 410/245(1±0,1)/22 kV, najpierw w dwóch, a potem w jednej kadzi.

Chociaż łódzka fabryka transformatorów stała się liczącym producentem, to stanęła jednak przed widmem bankructwa. Poważne trudności ze zbytem transformatorów w końcu lat 80. doprowadziły do prywatyzacji i sprzedaży fabryki strategicznemu inwestorowi.

Łódzka fabryka w międzynarodowym koncernie ABB

Dnia 15 kwietnia 1992 r. Ministerstwo Przekształceń Własnościowych odsprzedało większościowy pakiet udziałów fabryki ELTA Grupie ABB.

Została opracowana nowa, uwzględniająca zmieniające się potrzeby, struktura organizacyjna zakładu. ABB przystąpiło do przeprowadzania modernizacji zarówno budowlanej, jak również sprzętu i wyposażenia oraz wdrażania nowoczesnych technologii wytwarzania transformatorów. Fabryka jednak nieprzerwanie produkowała.

W 1994 r. rozpoczęto wytwarzanie suchych transformatorów z izolacją żywiczną, ich produkcja trwała do roku 2000. Następnie Grupa ABB w fabryce łódzkiej uruchomiła Zakład produkcji Elementów Izolacyjnych; zakład ten produkuje te elementy dla fabryk Grupy ABB w całej Europie. Na przełomie lat 1994/1995 wdrożyła system zarządzania według standardu ISO 9001, a następnie według standardu ISO 14001. W 1997 roku rozpoczęto wdrażanie nowoczesnej technologii Cammon Technology (TrafoStar); pozwoliło to na ujednolicenie metod konstrukcyjnych i technologicznych w koncernie.

Fabryka pokonała kryzys i wkroczyła na drogę rozwoju technicznego i ekonomicznego.

Za szczytowe osiągnięcia ostatnich lat trzeba uznać dwa transformatory. Pierwszy to pięciokolumnowa jednostka blokowa 670 MVA o przekładni 400/20 kV. Była ona rezultatem naprawy i modernizacji wyprodukowanej w Zaporozżu jednostki o mocy 620 MVA, z której zachowano jedynie rdzeń magnetyczny; pozostałe elementy zostały wykonane według

projektu biura konstrukcyjnego fabryki łódzkiej. Zaś drugi transformator stanowił dla fabryki inaugurację napięcia 500 kV dla jednostki energetycznej. Był wykonany dla Rosji, miał moc 250 MVA, a przekładnię 500/121/38,5 kV (rys. 7).



Rys. 7. Ustawiony do badań na polu probierczym stacji prób pierwszy transformator fabryki na napięcie 500 kV, o mocy 250 MV·A

Produkcja eksportowa fabryki łódzkiej jest pokaźna; jej wyroby pracują w wielu krajach świata, między innymi w Rosji, w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej i w Kanadzie.

W roku 2004 została przeniesiona ze Szwecji do łódzkiej fabryki główna linia produkcyjna olejowych transformatorów rozdzielczych ABB. Ta seryjna produkcja – ponad 20 000 sztuk rocznie – obejmuje transformatory na napięcia nie wyższe niż 36 kV o zakresie mocy od 16 do 2500 kVA.

Łódź jest znowu, zdaniem autora, centrum produkcji transformatorów.

Na sukces fabryki złożyła się praca wielu osób; ich nazwiska znajdzie czytelnik w bibliografii.

Autor wyraża podziękowania mgr Annie Grabiszewskiej (SEP, Oddział Łódzki) za pomoc w przygotowaniu niniejszego opracowania.

Literatura

1. Praca zbiorowa, *50 lat Łódzkiej Fabryki Transformatorów ELTA*, Łódź, 1975.
2. Praca zbiorowa pod red. Starczakow D., *Jubileusz 60-lecia Fabryki Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej ELTA w Łodzi (monografia)*, ELTA, Łódź, 1985.
3. Kopczyński Z., *Historia łódzkiej fabryki transformatorów*, *Przegląd Elektrotechniczny*, LI (1975), nr 3, 116–119.
4. Praca zbiorowa, *Historia elektryki polskiej. T.4. Przemysł i instalacje elektryczne*, Warszawa SEP, 1972 (wydanie książkowe).
5. Kopczyński Z., Lelonkiewicz J., *Rozwój produkcji transformatorów dużej mocy w FTiAT ELTA*, *Wiadomości Elektrotechniczne*, 1985, nr 11–12 (648–649), 243–245.
6. Jabłoński M., *Powstanie i rozwój fabryki transformatorów energetycznych w Łodzi*, R. 81 nr 12/2005, 43–50.

Jubileusz profesora Macieja Pawlika

Z okazji siedemdziesiątej rocznicy urodzin **profesora Macieja Pawlika** w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej zorganizowano dwie uroczystości. Pierwszą z nich było **VI MIĘDZYNARODOWE SEMINARIUM POLSKO-UKRAIŃSKIE „PROBLEMY ELEKTROENERGETYKI”**. Seminarium odbyło się w dniu 16 września 2010 roku w Instytucie Elektroenergetyki PŁ, a wzięli w nim udział przedstawiciele uczelni i instytutów naukowych z Ukrainy, przedstawiciele uczelni z Rosji i pracownicy naukowcy Instytutu Elektroenergetyki PŁ. W wydanych materiałach konferencyjnych seminarium znajdują się 44 referaty, które były przedmiotem obrad.

Druga uroczystość odbyła się w dniu 17 września 2010 roku w sali konferencyjnej Rady Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ. W spotkaniu uczestniczyło ponad 100 osób z prawie wszystkich polskich ośrodków naukowych, z przemysłu oraz wyżej wspomnianych przedstawiciele z Ukrainy i Rosji. Uroczystość prowadził Dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ prof. Sławomir Wiak, który serdecznie powitał jubilata, władze uczelni w osobie prorektora prof.

Piotra Szczepaniaka oraz powitał wszystkich przybyłych. Następnie pan Andrzej Kanicki, współpracownik **profesora Macieja Pawlika**, przedstawił dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny profesora. Przybyli goście omawiali wybrane aspekty dorobku **profesora Macieja Pawlika**. Z okazji jubileuszu profesora Łódzkie Towarzystwo Naukowe wydało zeszyt nr 99 „**Profesor Maciej Pawlik**”, w ramach serii sylwetki łódzkich uczonych. W wydawnictwie tym, na 47 stronach zaprezentowano całość dorobku profesora. We wstępie prof. Stanisław Liszewski napisał „Przedstawiona w tym opracowaniu „inventaryzacja” dotychczasowych osią-



gach. W wstępie prof. Stanisław Liszewski napisał „Przedstawiona w tym opracowaniu „inventaryzacja” dotychczasowych osią-



Życzenia Jubilatowi składa Prorektor Politechniki Łódzkiej prof. Piotr Szczepaniak

gnięć naukowych, organizacyjnych, dydaktycznych oraz aktywność na rzecz organizacji i rozwoju nauki w Łodzi i w Polsce Profesora Macieja Pawlika jest imponująca, a ze względu na skalę dla wielu czytelników trudna do wyobrażenia.” Skrócona wersja z wydawnictwa ŁTN została zaprezentowana poniżej.

Prof. dr hab. inż. Maciej Pawlik urodził się 19 września 1940 roku. Studia ukończył na Wydziale Elektrycznym PŁ w 1962 roku, uzyskując dyplom magistra inżyniera elektryka ze specjalnością elektrownie ciepłe. Od 1 września 1962 r. do chwili obecnej pracuje na Politechnice Łódzkiej, początkowo w Katedrze Elektrowni Ciepłych, a po zmianie struktury organizacyjnej – w Instytucie Elektroenergetyki PŁ, przechodząc wszystkie szczeble kariery nauczyciela akademickiego. W roku 1969 uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych, a w roku 1981 – stopień naukowy doktora habilitowanego. Tytuł naukowy profesora otrzymał z rąk Prezydenta RP w 1990 roku. Od 1993 roku jest zatrudniony na stanowisku profesora zwyczajnego.

W Politechnice Łódzkiej pełnił szereg funkcji. W Instytucie Elektroenergetyki był kierownikiem Zespołu Elektrowni Ciepłych (od 1970 r.), kierownikiem Zakładu Elektrowni, Sieci i Systemów Elektroenergetycznych (od 1988 r.), zastępcą dyrektora Instytutu (od 1991 r.). Od 1992 roku do chwili obecnej pełni funkcję dyrektora Instytutu Elektroenergetyki PŁ (aktualnie szóstą kadencję).

Prof. Maciej Pawlik jest niezwykle oddanym i zasłużonym pracownikiem naszej Uczelni, sprawując szereg odpowiedzialnych funkcji. W latach 1983–87 pełnił funkcję prodziekana, a w latach 1987–90 – dziekana Wydziału Elektrycznego PŁ. Był delegatem do Senatu PŁ, członkiem Senackich Komisji: d/s Nagród Państwowych, Miasta Łodzi i Ministra (1983–93), d/s Nagród JM Rektora za Prace Badawcze (1983–87) oraz d/s Współpracy z Zagranicą (1987–90). W latach 1990–93 był przewodniczącym Senackiej Komisji Organizacji i Rozwoju Uczelni, która przyczyniła się w walnie do powołania w Uczelni dwóch nowych Wydziałów: Organizacji i Zarządzania oraz Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska. W latach 1999–2002 przewodniczył Senackiej Komisji Dydaktyki i Spraw Studenckich, a w kadencji 2002–2005 władz Uczelni był przewodniczącym Senackiej Komisji Nagród i Odznaczeń oraz członkiem Senackiej Komisji Rozwoju Kadry.

Prof. M. Pawlik jest wybitnym specjalistą z dziedziny elektroenergetyki, a zwłaszcza wytwarzania energii elektrycznej. W swym dorobku naukowym ma 3 obszerne monografie, z których książka „Elektrownie” (WNT Warszawa, 1990, 633 str.) – podstawowy podręcznik monograficzny z dziedziny wytwarzania energii elektrycznej, nagrodzony przez Ministra Edukacji Narodowej w 1991 r., doczekał jeszcze czterech aktualizowanych i uzupełnianych wydań w latach 1995, 1997, 2000 i 2004. Piąte, całkowicie zmienione i rozszerzone wydanie (715 stron – współautor F. Strzelczyk) ukazało się nakładem WNT w 2009 roku, a szóste w 2010 roku. Dorobek naukowy obejmuje także ponad 220 prac opublikowanych oraz ponad 110 prac naukowo-badawczych niepublikowanych (opracowań, analiz techniczno-ekonomicznych, studiów, ekspertyz), wykonanych dla potrzeb energetyki i przemysłu – głównie Łodzi i regionu łódzkiego. W latach 1991–2009 był kierownikiem, bądź wykonawcą dziesięciu projektów naukowych (grantów) KBN, w tym dwóch projektów zamawianych. Aktualnie jest kierownikiem części zadania programu strategicznego „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”.

Z swą wieloletnią działalność na rzecz rozwoju nauki i kształcenia studentów Politechniki Łódzkiej został odznaczony m.in. Krzyżem Oficerskim i Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym i Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz Odznaką „Zasłużony dla PŁ”. Otrzymał także 7 Nagród Ministra (Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki oraz Edukacji Narodowej), prestiżową Nagrodę Miasta Łodzi (w 2006 r.), Nagrodę Łódzkiego Towarzystwa Naukowego (w 2000 r.) oraz kilkadziesiąt Nagród JM Rektora PŁ.

Prof. M. Pawlik cieszy się niekwestionowanym autorytetem naukowym nie tylko w kraju. W 1994 roku został powołany na członka zagranicznego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, jest ekspertem Banku Światowego w programie GEF (Global Environmental Found) „Gas-to-Coal Conversion” (od 1995 r.), przez wiele lat był członkiem Grupy Specjalistycznej Energetyki Przemysłu Włókienniczego Międzynarodowej Konferencji Energetyki Przemysłowej (IKIE).

Już piątą kadencję jest wiceprzewodniczącym Komitetu Problemów Energetyki przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk, wiceprzewodniczącym Sekcji Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN, zastępcą redaktora naczelnego „Archiwum Energetyki” PAN oraz członkiem rad programowych kilku innych czasopism naukowo-technicznych. Z wyboru krajowego środowiska naukowego był członkiem Zespołu T 10 „Elektrotechnika, Energetyka i Metrologia” IV Kadencji oraz Przewodniczącym Zespołu T 10 V kadencji Komitetu Badań Naukowych. W pierwszej kadencji Rady Nauki przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego był członkiem Komitetu Polityki Naukowej i Naukowo-Technicznej. Przez dwie kadencje był członkiem, a w kadencji 2003–2008 przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Techniki Ciepłej w Łodzi (do chwili włączenia ITC w struktury Instytutu Energetyki w Warszawie).

Dobiegające 48 lat oddanej pracy prof. Macieja Pawlika w Politechnice Łódzkiej, było nieodłącznie związane z aktywną działalnością na rzecz energetyki Łodzi i Regionu Łódzkiego. Polem aktywnej działalności poza PŁ były m.in.: Naczelna Organizacja Techniczna, Stowarzyszenie Elektryków Polskich i Stowarzyszenie Włókienników Polskich (Komitet ds. Energetyki). W 1971 r. prof. M. Pawlik został członkiem Wojewódzkiego Komitetu Gospodarki

Energetycznej NOT w Łodzi (członkiem Polskiego Komitetu Gospodarki Energetycznej NOT - jest od 1975 r.), pełniąc w latach 1977-1992 funkcję wiceprzewodniczącego Komitetu. Aktualnie jest kierownikiem Działu Specjalistycznego nr 11 – „Elektrownie, Elektrociepłownie i Ciepłownie” Izby Rzeczników przy Zarządzie Głównym SEP w Warszawie oraz rzeczoznawcą i weryfikatorem we wspomnianym Dziale nr 11 a także w Dziale nr 24 – „Energetyka Przemysłowa”. Za tę działalność został wyróżniony Srebrną i Złotą Honorową Odznaką NOT, Srebrną i Złotą Honorową Odznaką SEP oraz Medalami J. Groszkowskiego i E. Jezierskiego.

Ścisłe związki prof. M. Pawlika z energetyką zawodową i przemysłową Miasta Łodzi owocowały licznymi opracowaniami naukowo-badawczymi i ekspertyzami. Prace dla potrzeb Zespołu Elektrociepłowni w Łodzi związane były m.in. z procesem restrukturyzacji i przekształceń własnościowych w Zespole EC, modernizacją łódzkich elektrociepłowni, diagnostyką urządzeń wytwórczych i eksploatacji EC a także łódzkiego systemu ciepłowniczego na tle prognoz zapotrzebowania na ciepło. Był także głównym koreferentem „Planu zaopatrzenia Łodzi w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe” oraz założeń do takiego planu dla Pabianic z uwzględnieniem nadwyżek mocy cieplnej w EC 4.

Równie owocne były prace dla potrzeb energetyki przemysłowej, głównie gospodarki energetycznej zakładów oraz elektrociepłowni przemysłu włókienniczego Łodzi (Uniontex, Poltex, Alba, Pierwsza Rudzka, Polanil, Feniks). Prace te wykonywał m.in. w ramach Programu Rządowego PR 8 i Centralnego Planu Badań Rozwojowych CPBR 5.1.4. Były one oceniane wysoko oraz były przedmiotem ok. 20 publikacji i referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych. Za te osiągnięcia Zarząd Główny Stowarzyszenia Włókienników Polskich wyróżnił prof. M. Pawlika Srebrną Honorową Odznaką SWP.

We współpracy z Biurem Projektów Budownictwa Komunalnego w Łodzi opracował w latach 70. założenia techniczno-ekonomiczne gospodarki energetycznej Oczyszczalni Ścieków w Piotrkowie Tryb. oraz koncepcję gospodarki energetycznej dla Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi. Opracowania te – po raz pierwszy w kraju – zakładały energetyczne wykorzystanie biogazu do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. W 1986 r. Biuro zwróciło się do prof. M. Pawlika ponownie – w związku z intensyfikacją prac inwestycyjnych w GOŚ – o współpracę w dziedzinie gospodarki energetycznej GOŚ. W 1987 r. opracował założenia techniczno-ekonomiczne elektrociepłowni spalinowej z silnikami na biogaz dla tej Oczyszczalni. W latach 90. współpracował, jako konsultant z Biurem SETO (wydzielonym z BPBK), projektującym układy technologiczne oczyszczalni ścieków. W 2002 roku został powołany przez Prezydenta M. Łodzi na głównego rzeczoznawcę technicznego w postępowaniu przetargowym, mającym na celu wyłonienie wykonawcy elektrociepłowni spalinowej w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi. Po ponad 30 latach koncepcja wykorzystania biogazu do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła doczekała się realizacji w oddanej do użytku w 2003 r. elektrociepłowni spalinowej GOŚ w Łodzi. Działalność na rzecz Łodzi wiązała się nieodłącznie z działalnością na rzecz regionu łódzkiego. Już w 1975 roku prof. M. Pawlik nawiązał współpracę z Elektrownią Bełchatów (wówczas w budowie). Współpraca ta trwa do dnia dzisiejszego i jej efektem było ponad 40 prac badawczo-rozwojowych dla potrzeb projektowania i eksploatacji tej największej w kraju



Od lewej: Jubilat, prof. Maciej Pawlik, dziekan Wydziału EEIA prof. Sławomir Wiak, prodziekan prof. Andrzej Kanicki

elektrowni. Ostatnie prace dotyczyły rekonstrukcji bloków 360 MW, dla zwiększenia ich efektywności ekonomicznej, niezawodności i przedłużenia żywotności. Za tę działalność prof. M. Pawlik został wyróżniony: Odznaką „Za zasługi dla Woj. Piotrkowskiego” (1983 r.), Złotą Odznaką „Zasłużony dla Energetyki” (1987 r.), Medalem „Budownicemu Elektrowni Bełchatów” (1988 r.), Medalem „Za wkład pracy w trakcie przygotowania i realizacji Inwestycji Centralnej Budowa Elektrowni Bełchatów 12x360 MW” (1993 r.) i Medalem „25-lecia Elektrowni Bełchatów” (2000 r.). W 2002 r. otrzymał Honorowe Obywatelstwo Miasta Bełchatowa

Prof. M. Pawlik działa od wielu lat bardzo aktywnie na rzecz integracji i rozwoju łódzkiego środowiska naukowego. Od momentu powołania go w 1983 r. na członka zwyczajnego Łódzkiego Towarzystwa Naukowego pełnił funkcję sekretarza Komisji Przetwarzania Energii na Wydziale V Nauk Technicznych ŁTN, od 1988 r. był przewodniczącym tej Komisji i członkiem Zarządu Wydziału V ŁTN. Od 1996 roku jest członkiem Prezydium Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, a od 2003 r. do dnia dzisiejszego pełni funkcję wiceprezesa ŁTN. Był współinicjatorem i wiceprzewodniczącym Komitetu Organizacyjnego I Festiwalu Nauki i Sztuki w 2001 r., członkiem Komitetu Programowego II i III Festiwalu; oraz przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego VII, VIII i IX Festiwalu (w latach 2007–2009). Za tę działalność został wyróżniony Nagrodą ŁTN (w 2000 r.) oraz Medalem ŁTN w 2009 r.

Prof. M. Pawlik miał także szerokie zainteresowania pozazawodowe. Był aktywnym działaczem Towarzystwa Krzewienia Kultury Fizycznej TKKF (m. in. dwie kadencje sekretarzem i dwie kadencje prezesem Ogniska TKKF „Politechnika”) oraz Ligi Obrony Kraju, organizując m. in. kilkanaście Rajdów Politechniki w Jurze Krakowsko-Częstochowskiej oraz zdobywając dla PŁ wiele medali i dyplomów w zawodach strzeleckich. Za osiągnięcia w tych dziedzinach został wyróżniony w 1977 r. Srebrną Honorową Odznaką TKKF a w 1978 r. – Brązową Honorową Odznaką „Zasłużony dla Ligi Obrony Kraju”.

We wrześniu 1980 r. zainicjował, wspólnie z dr. Wojciechem Przanowskim, organizację pierwszego koła NSZZ „Solidarność” na Wydziale Elektrycznym PŁ oraz w Instytucie Elektroenergetyki, był także pierwszym delegatem NSZZ „Solidarność” do Kolegium Dziekańskiego i do Rady Wydziału Elektrycznego PŁ.

W wolnych, nielicznych chwilach, prof. M. Pawlik zajmował się rzeźbą amatorską i żartobliwym, rymowanym komentowaniem różnych wydarzeń.

Opracował Andrzej Kanicki

Ryszard Pawełek, Piotr Gburczyk,
Rozmysław Mieński, Irena Wasiak

Nowe technologie wytwarzania energii elektrycznej – Laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej*

1. Wprowadzenie

Dla testowania idei, metod i urządzeń służących integracji źródeł odnawialnych z siecią elektroenergetyczną w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej zbudowano Laboratorium Generacji Rozproszonej. Planowane jest szerokie wykorzystanie laboratorium dla upowszechnienia w społeczeństwie propagowanej przez organa UE idei źródeł odnawialnych i wiedzy na ich temat oraz kształcenia kadry specjalistów.

Laboratorium służy badaniom problemów generacji rozproszonej na rzeczywistych obiektach. Można tu wyróżnić dwie grupy problemów:

1. Zagadnienia wynikające z przyłączenia pojedynczego źródła wykorzystującego energię odnawialną do sieci niskiego napięcia z pracującymi odbiornikami i wpływ pracy tego źródła na sieć i odbiory oraz wpływ zjawisk zachodzących w sieci na funkcjonowanie badanego źródła.

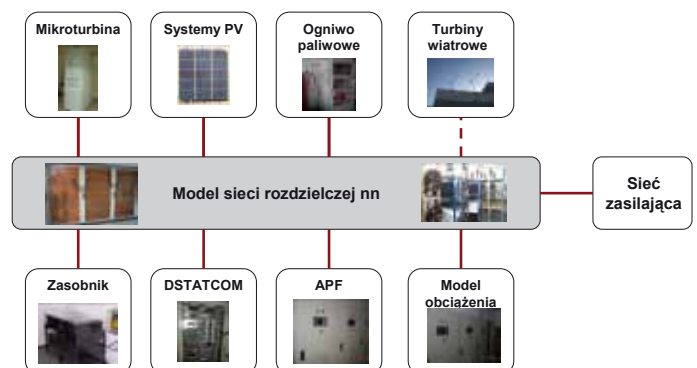
2. Zagadnienia wynikające z pracy na wspólną sieć wielu źródeł rozproszonych: monitorowanie i sterowanie pracą wybranych źródeł i odbiorów w tym sterowanie pracą wyspowa, optymalizacja współpracy źródeł i sieci elektroenergetycznej, wykorzystanie zasobników energii.

W chwili obecnej laboratorium urządzeń generacji rozproszonej wyposażone jest w następujące urządzenia:

- mikroturbinę gazową o mocy elektrycznej 30 kW i mocy cieplnej 60 kW,
- system fotowoltaiczny stacjonarny o mocy 6 kWp,
- system fotowoltaiczny nadążny o mocy 9 kWp,
- stanowisko ogniwa paliwowego o mocy 2 x 1,2 kW,
- dwie turbiny wiatrowe o mocach 5,5 kW każda,
- elektrochemiczny (akumulatorowy) zasobnik energii elektrycznej,
- filtr aktywny (APF) o mocy 10 kVA,
- układ STATCOM o mocy 70 kVA,
- inwertor PWM sterowany prądowo (Master),
- obciążenie w postaci grupy silników asynchronicznych o łącznej mocy około 5 kW.

2. Infrastruktura techniczna laboratorium generacji rozproszonej

Ogólną strukturę związaną z wyposażeniem laboratorium pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Struktura funkcjonalna laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej

Wszystkie urządzenia przyłączone są do sieci laboratoryjnej za pośrednictwem pól w Rozdzielni Głównej pokazanej na rysunku 2. Każde z wymienionych urządzeń jest przyłączone do własnego pola rozdzielni. Każde pole wyposażone jest w łączniki umożliwiające przyłączenie urządzenia albo bezpośrednio do sieci niskiego napięcia zasilającej Laboratorium, albo do tablicy krosowej połączonej z modelową wielowęzłową siecią niskiego napięcia pokazaną na rysunku 3.



Rys. 2. Widok rozdzielni głównej laboratorium urządzeń generacji rozproszonej

Za pomocą tablicy można zbudować wiele wariantów sieci niskiego napięcia z wyżej wymienionymi urządzeniami przyłączonymi w dowolnym węźle. Odcinki linii niskiego napięcia odwzorowywane na tablicy krosowej są zamodelowane za pomocą rezystancji i dławików powietrznych. Zasilanie sieci niskiego napięcia jest zrealizowane za pomocą transformatora o mocy 70 kVA o przekładni 0,4/0,4 kV i układzie połączeń Dyn. Modeluje

* Referat został opracowany w ramach realizacji projektu badawczego Ministra Nauki i szkolnictwa Wyższego nr N N511 170835 System kontroli i sterowania pracą sieci dystrybucyjnej z generacją rozproszoną.

on transformator średniego napięcia, a jest zasilany za pośrednictwem dławików odwzorowujących sieć średniego napięcia. Dławiki są zasilane z drugiego transformatora o mocy 70 kVA o przekładni 0,4/0,4 kV i układzie połączeń YNd, przyłączonego do sieci niskiego napięcia zasilającej Laboratorium. Widok elementów tworzących model sieci pokazano na rysunku 4.



Rys. 3. Widok tablicy krosowej w laboratorium urządzeń generacji rozproszonej



Rys. 4. Widok elementów tworzących model sieci: po lewo: dławiki i rezystory, poniżej: transformatory



Dodatkowym urządzeniem zabudowanym w tablicy krosowej jest urządzenie realizujące zwarcia jedno-, dwu- i trójfazowe o zadanim czasie trwania. Za jego pomocą mogą być odtworzone zwarcia występujące zarówno w sieci niskiego napięcia, jak i zwarcia w układzie odwzorowującym sieć średniego napięcia.

Wyposażenie laboratorium generacji rozproszonej można podzielić na następujące grupy urządzeń:

- odnawialne źródła energii,
- źródła energii wykorzystujące paliwa energetyczne,
- dodatkowe urządzenia wspomagające pracę mikro-systemu.

3. Odnawialne źródła energii

Grupę urządzeń wytwórczych wykorzystujących energie odnawialne słońca i wiatru stanowią:

- system fotowoltaiczny stacjonarny zbudowany z paneli fotowoltaicznych o mocy 6,5 kWp, zamontowanych na południowej pionowej ścianie budynku Instytutu Elektroenergetyki (A11), przyłączone do sieci niskiego napięcia za pomocą zestawu złożonego z trzech jednofazowych przetworników Sunny Boy (rys. 5),
- system fotowoltaiczny nadążny, zbudowany z paneli fotowoltaicznych o mocy 9,0 kWp, zamontowanych na konstrukcjach na dachu budynku A11, przyłączony do sieci niskiego napięcia za pośrednictwem zestawu trzech jednofazowych przetworników Sunny Boy (rys. 5),
- stanowisko elektrowni wiatrowych (rys. 6), składające się z dwóch trójfazowych generatorów z magnesami stałymi o mocy 5800 W każdy, umocowanych na masztach o wysokości 12 m, posadowionych na dachu budynku A11 Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej – generatory połączone są z siecią elektroenergetyczną za pośrednictwem dwóch zestawów (po 3 szt.) jednofazowych przekształtników typu Windy Boy WB 1700.



Rys. 5. Elementy systemów fotowoltaicznych



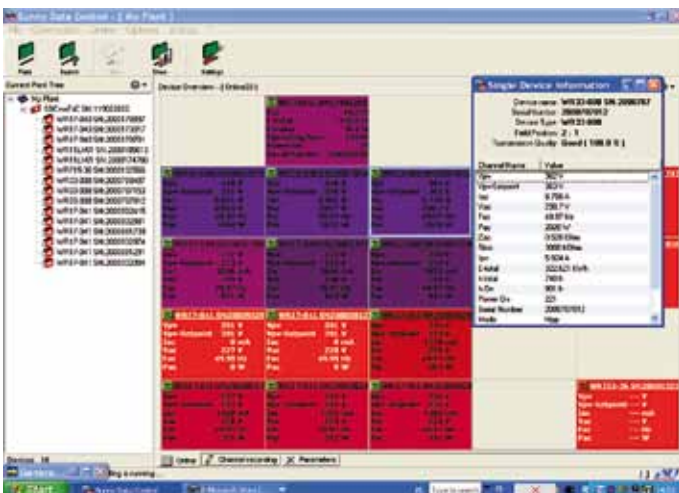
Rys. 6. Stanowisko elektrowni wiatrowych

Zestawy przekształtników służących do integracji odnawialnych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną pokazano na rysunku 7.



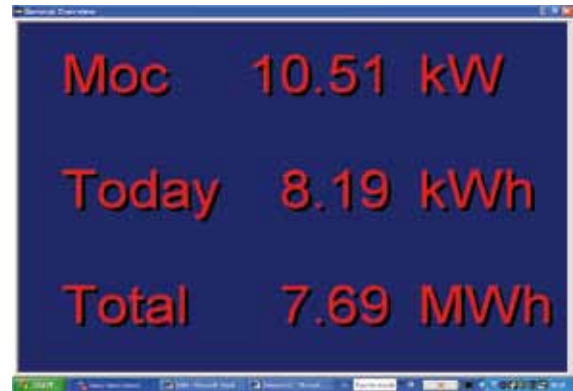
Rys. 7. Inwertyory integrujące odnawialne źródła energii z siecią elektroenergetyczną

Do nadzoru, monitoringu pracy i akwizycji danych pomiarowych odnawialnych źródeł energii służy program komputerowy Sunny Data Control. Widok podstawowego ekranu tego programu pokazano na rysunku 8.

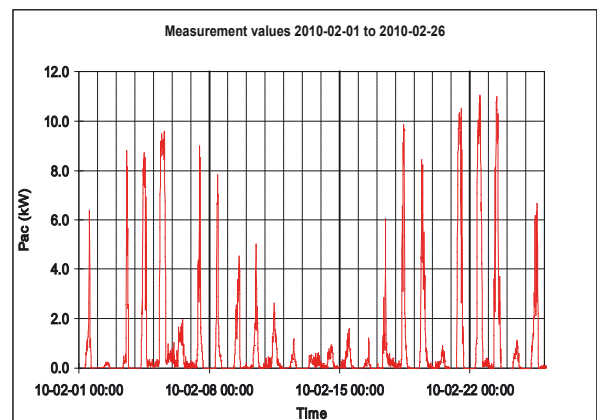


Rys. 8. Widok podstawowego ekranu programu Sunny Data Control nadzorującego pracę odnawialnych źródeł energii

Na rysunkach 9 i 10 pokazano przykładowe wyniki pomiarów dotyczących wytwarzania energii elektrycznej przez odnawialne źródła energii w laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej.



Rys. 9. Aktualna produkcja mocy i energii przez odnawialne źródła energii



Rys. 10. Zmiany mocy elektrycznej wytwarzanej przez odnawialne źródła energii w lutym 2010 r.

4. Źródła energii wykorzystujące paliwa energetyczne

Podstawowym źródłem energii wykorzystującym paliwo energetyczne (gaz ziemny) jest mikroturbina gazową Capstone o mocy elektrycznej 30 kW i cieplnej 60 kW, pracująca w kogeneracji. Mikroturbina jest przyłączona do infrastruktury technicznej budynku Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki. Podstawowe elementy stanowiska mikroturbiny pokazano na rysunku 11.



Rys. 11. Stanowisko mikroturbiny gazowej

Sterowanie pracą mikroturbiny może odbywać się za pomocą panelu wyświetlacza umieszczonego na stronie frontowej mikroturbiny, lub zdalnie (poprzez Internet) z wykorzystaniem fabrycznego programu komputerowego Capstone (CRMS). Jedno i drugie rozwiązanie daje możliwość kontrolowania i zmieniania parametrów mikroturbiny w dowolny sposób. Na rysunkach 12 i 13 pokazano elementy wykonawcze dla sterowania lokalnego i zdalnego pracą mikroturbiny.



Rys. 12. Widok panelu sterującego na stronie frontowej mikroturbiny



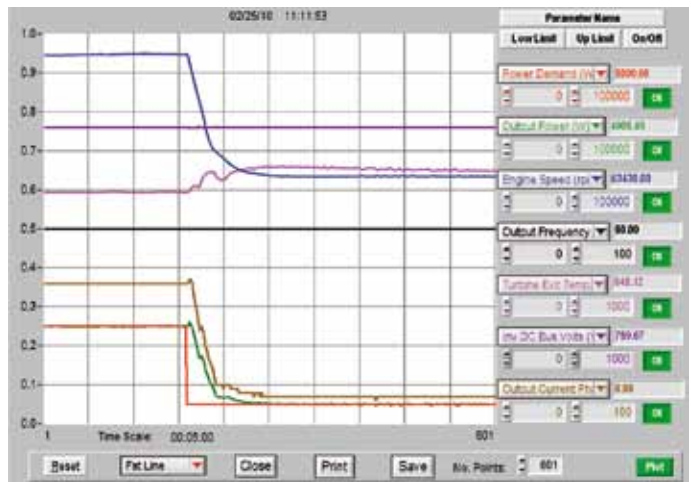
Rys. 13. Widok podstawowego ekranu programu CRMS sterującego pracą mikroturbiny

Na rysunkach 14 i 15 pokazano przykładowe wyniki badań związanych z eksploatacją mikroturbiny.

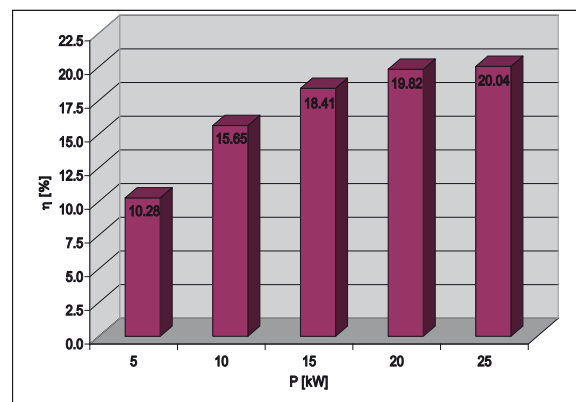
Kolejnym źródłem wykorzystującym paliwo energetyczne jest ogniwo paliwowe o mocy $2 \times 1,2$ kW, przetwarzające energię spalania wodoru w energię elektryczną przekazywaną do sieci niskiego napięcia za pośrednictwem dwóch jednofazowych przetworników Sunny Boy (rys. 16).

5. Urządzenia wspomagające pracę mikrosystemu

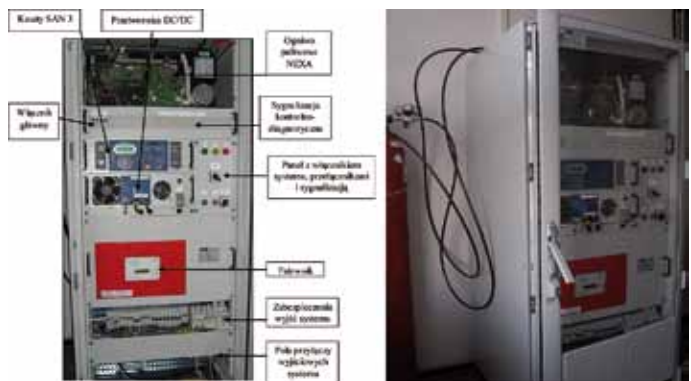
Podstawowym urządzeniem wspomagającym pracę źródeł energii w laboratorium generacji rozproszonej jest



Rys. 14. Procesy regulacyjne przy zmianie zadanej wartości mocy czynnej



Rys. 15. Zależność sprawności mikroturbiny od wartości wytwarzanej mocy czynnej



Rys. 16. Stanowisko ogniwa paliwowego

elektrochemiczny zasobnik energii elektrycznej, w postaci baterii akumulatorów przyłączonej do sieci niskiego napięcia za pomocą trzech jednofazowych przetworników Sunny Island 4500 łącznej mocy 12,5 kW, przystosowany do pracy wyspowej (rys. 17). Zasobnik pozwala na ciągłe zasilanie odbiorców o mocy do 10 kW przez okres 1 godziny.

Ponadto do wspomaganie pracy mikrosystemu w laboratorium są zainstalowane jeszcze następujących urządzenia:

- dwa inwertery reprezentujące obciążenia o mocy do 10 kW o zadanym (dowolnym) kształcie prądu w poszczególnych fazach – połączenie szeregowe tych inwerterów pozwala na przesyłanie energii pomiędzy siecią rzeczywistą a siecią modelową za pośrednictwem obwodu DC,



Rys. 17. Elektrochemiczny zasobnik energii elektrycznej

- aktywny filtr równoległy o mocy 10 kVA przeznaczony do kompensacji wyższych harmonicznych prądu i symetryzacji obciążenia,
- układ DSTATCOM o mocy 70 kVA przeznaczony do kompensacji zapadów napięcia.

Budowę poszczególnych inwertorów pokazano na rysunku 18.



Rys. 18. Budowa wewnętrzna poszczególnych inwertorów

6. Możliwości pracy wyspowej

Urządzenia zainstalowane w laboratorium generacji rozproszonej umożliwiają pracę wyspową wybranego fragmentu sieci, zapewniając zasilanie grupie odbiorców chronionych w przypadku braku zasilania z sieci zewnętrznej. Do tego celu mogą być wykorzystane:

- mikroturbina gazowa,
- elektrochemiczny zasobnik energii.

Praca sieci wyspowej (mikrosystemu), w której urządzeniem referencyjnym (zadającym wartości napięcia i częstotliwości) jest mikroturbina odbywa się bez możliwości gromadzenia energii wytwarzanej przez źródła odnawialne. Całkowita moc wytwarzana przez mikroturbinę i odnawialne źródła energii powinna być zużywana przez zasilane odbiory. W przypadku,

gdy moc wytwarzana przez źródła energii odnawialnej byłaby większa od zapotrzebowania odbiorów nie ma możliwości zmagazynowania nadwyżki energii.

Na rysunku 19 pokazano proces przechodzenia mikroturbiny ze stanu współpracy z siecią zasilającą do pracy wyspowej.

Początkowo mikroturbina pracuje przy połączeniu z siecią zasilającą. Stanowi wtedy źródło prądowe przetwarzające zadaną wartość mocy czynnej (20 kW – linia czerwona) na prąd wprowadzany do sieci (około 28 A – linia brązowa). W chwili (1) nastąpił zanik napięcia zasilającego. Program sterujący rozpoczyna proces awaryjnego zatrzymania mikroturbiny. Prędkość wirowania mikroturbiny (linia niebieska) zmniejsza się od wartości bliskiej 90 000 obr/min do zera – chwila (2). Po zaniku napięcia zasilającego nastąpił wzrost częstotliwości napięcia (linia różowa) wytwarzanego przez mikroturbinę do wartości około 52 Hz oraz nieznaczny wzrost napięcia w obwodzie pośredniczącym prądu stałego (linia fioletowa). W chwili (3) napięcie w obwodzie pośredniczącym prądu stałego oraz częstotliwość maleją skokowo do zera i zostaje zatrzymana generacja mocy przez mikroturbinę. W okresie od chwili (3) do chwili (4) następuje zmiana sposobu sterowania mikroturbiny ze źródła prądowego na źródło napięciowe. W chwili (4) rozpoczyna się rozruch (zapłon) mikroturbiny, a chwili (5) następuje załączenie napięcia o znamionowych parametrach (0,4 kV i 50 Hz). Mikroturbina zasilą przyłączone do niej odbiory o mocy około 1,6 kW.

Należy zwrócić uwagę, że przy pracy na sieć zasilającą (źródło prądowe) napięcie w obwodzie pośredniczącym prądu stałego miało wartość praktycznie stałą, a przy pracy wyspowej (źródło napięciowe) napięcie to ulega ciągłym zmianom wynikającym z procesów regulacyjnych.

Praca wyspowa sieci (mikrosystemu), w której urządzeniem referencyjnym (zadającym wartości napięcia i częstotliwości) jest elektrochemiczny zasobnik energii przebiega z możliwością gromadzenia energii wytwarzanej przez inne źródła przyłączone do tej sieci. Umożliwia



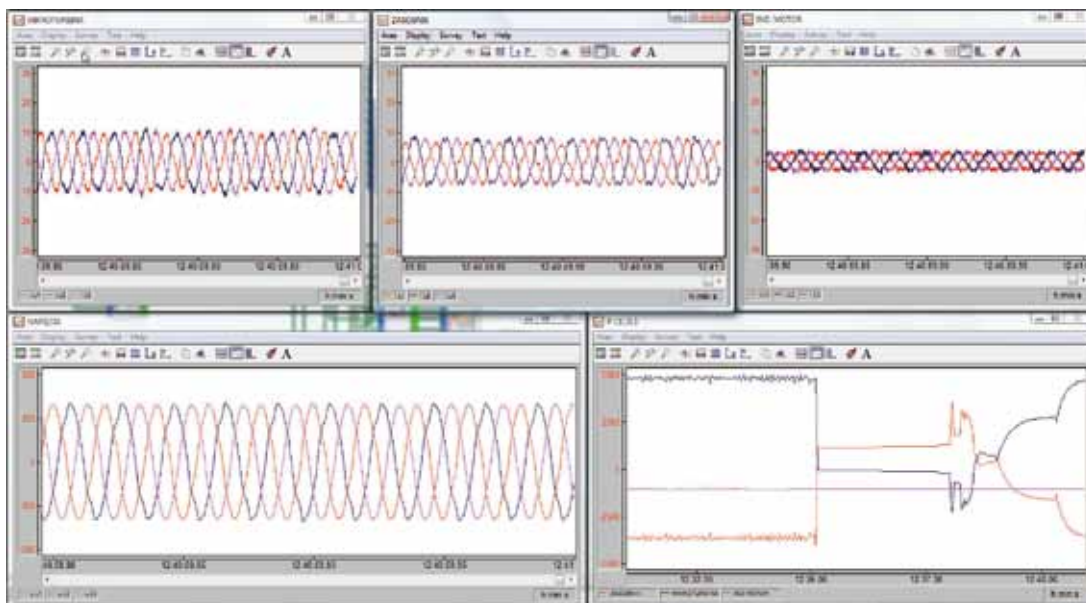
Rys. 19. Proces przejścia mikroturbiny do pracy wyspowej

to ciągle zachowanie bilansu mocy. Poniżej zaprezentowano wyniki badań bilansowania się mocy przy pracy wyspowej, wykonanych dla układu sieciowego składającego się z:

- zasobnika energii jako źródła napięcia,
- mikroturbiny jako lokalnego źródła energii,
- grupy silników asynchronicznych małej mocy jako obciążenia.

Na rysunku 20 pokazano przebiegi prądów w poszczególnych elementach układu, przebiegi fazowych napięć zasilających (wytworzonych przez zasobnik) oraz zmiany mocy czynnej w układzie dokonujące się w cyklu:

- praca mikroturbiny z zadaną mocą 5 kW,
- wyłączenie mikroturbiny,
- rozruch mikroturbiny do zadanej mocy równej 1 kW,
- zmiana zadanej mocy mikroturbiny do wartości 3 kW,
- zmiana zadanej mocy mikroturbiny do wartości 5 kW.



Rys. 20. Bilans mocy czynnej w badanym układzie

7. Produkcja energii elektrycznej

W okresie eksploatacji laboratorium generacji rozproszonej poszczególne źródła wyprodukowały następujące ilości energii elektrycznej (tabela 1).

Tabela 1. Produkcja energii elektrycznej w laboratorium generacji rozproszonej

Lp.	Źródło energii elektrycznej	Energia elektryczna [kWh]
1	Mikroturbina połączona z siecią	95 883,70
2	Mikroturbina - praca wyspowa	9,41
3	Fotowoltaika stacjonarna	8 868,00
4	Fotowoltaika nadążna (listopad 2009 r.)	7 808,50
5	Wiatrak 1 (grudzień 2009 r.)	466,90
6	Wiatrak 2 (grudzień 2009 r.)	440,70
7	Razem	113 477,21

7. Podsumowanie

1. Możliwości badawcze laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej obejmują:

- badania efektywności energetycznej smart grids,
- badania integracji rozproszonych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną,
- badania właściwości eksploatacyjnych niekonwencjonalnych źródeł energii,

- badania układów sterowania pracą sieci wyspowej z odnawialnymi źródłami energii.

2. Laboratorium generacji rozproszonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej stanowi:

- węzeł energetyczny poprawiający efektywność energetyczną budynku Wydziału EEIIA PŁ,
- sieć aktywna typu „smart grid”,
- element Europejskiej Sieci Doskonałości DER-LAB,
- centrum badawcze w zakresie generacji rozproszonej,
- centrum szkoleniowo-dydaktyczne,

3. Zamierzenia związane z rozwojem laboratorium obejmują:

- włączenie laboratorium do systemu europejskiego laboratorium z dostępem internetowym,
- budowę ścieżki dydaktycznej obejmującej system fotowoltaiczny i wiatraki na dachu budynku A11,
- instalacja RTDS (cyfrowego symulatora czasu rzeczywistego),
- rozbudowa laboratorium o zasobniki energii,
- rozwój usług szkoleniowych.

dr inż. Ryszard Pawełek
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroenergetyki
e-mail: ryszard.pawelek@p.lodz.pl

mgr inż. Piotr Gburczyk
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroenergetyki
e-mail: piotr.gburczyk@p.lodz.pl

dr inż. Rozmysław Mieński
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroenergetyki
e-mail: rozmyslaw.mienski@p.lodz.pl

dr hab. inż. Irena Wasiak, prof. PŁ
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroenergetyki
e-mail: irena.wasiak@p.lodz.pl

XXXV Walny Zjazd Delegatów SEP Katowice, 25–26 czerwca 2010 r.

W dniach 25–26 czerwca 2010 r. w Teatrze im. St. Wyspiańskiego w Katowicach obradował **XXXV Walny Zjazd Delegatów SEP**.

Podstawowym celem WZD jest podsumowanie działalności SEP w mijającej kadencji, dokonanie wyboru nowych władz i organów Stowarzyszenia oraz nakreślenie kierunków działania SEP na przyszłość.

W Zjeździe wzięło udział około trzystu delegatów i zaproszonych gości z całego kraju.

Oddział Łódzki reprezentowany był, zgodnie z kluczem wyborczym, przez dziewięciu delegatów, wybranych przez WZDO w dn. 12 marca br. Byli to: Franciszek Mosiński, Mieczysław Balcerek, Andrzej Boroń, Sergiusz Górski, Lech Grzelak, Jacek Kuczkowski, Marek Pawłowski, Zdzisław Sobczak, Józef Wiśniewski.



Delegaci Oddziału Łódzkiego SEP przy pomniku Powstańców Śląskich. Od lewej: Lech Grzelak, Marek Pawłowski, Franciszek Mosiński, Sergiusz Górski, Jacek Kuczkowski, Andrzej Boroń, Józef Wiśniewski

W przeddzień WZD (w katowickim Teatrze Śląskim) odbyła się konferencja zatytułowana „Nowoczesne technologie w Energetyce” oraz towarzysząca konferencji wystawa firm z obszaru elektryki.

Rano, 25 czerwca 2010 r., uczestnicy WZD zebraли się pod pomnikiem Powstańców Śląskich, gdzie złożono wieniec dla uczczenia pamięci uczestników trzech wystąpień zbrojnych ludności śląskiej przeciwko władzom niemieckim.

Obrady XXXV Walnego Zjazdu Delegatów SEP otworzył prezes SEP Jerzy Barglik. Następnie powitał statutowych uczestników Zjazdu: delegatów i członków honorowych, członków Komisji Wyborczej, członków ustępujących: Zarządu Głównego, Głównej Komisji Rewizyjnej i Głównego Sądu Koleżeńskiego, przewodniczących ogólnostowarzyszeniowych sekcji, komitetów, dyrektorów agend, redaktorów naczelnych ogólnokrajowych czasopism SEP, przedstawicieli członków wspierających oraz gości zaproszonych na Zjazd.

Kolejnym etapem był wybór Prezydium Zjazdu. Przewodniczącym Prezydium został wybrany Jan Strzałka, któremu powierzono prowadzenie obrad.

Przewodniczący poinformował o zmarłych członkach honorowych SEP w czasie od XXXIV Nadzwyczajnego Zjazdu Delegatów SEP, tj. od grudnia 2007 r. Pośród nich wymienił prof. Michała Jabłońskiego, członka honorowego naszego Oddziału, zmarłego w 2009 r.

Formalne prace WZD rozpoczęły się od przyjęcia porządku obrad oraz wyboru Komisji Zjazdowych: Mandatowej, Skrutacyjnej oraz Uchwał.

Następnie został przedstawiony wniosek o nadanie 10. Godności Członka Honorowego SEP. Krótkie charakterystyki kandydatów do tej godności przedstawił zastępca przewodniczącego WZD Stanisław Bolkowski. W tajnym głosowaniu wszyscy kandydaci uzyskali wymaganą liczbę głosów. Uroczyste dyplomy członka honorowego SEP wręczył zastępca przewodniczącego obrad oraz były prezes SEP prof. Stanisław Bolkowski.



Kandydatów do godności Członka Honorowego SEP przedstawia członek Prezydium Zjazdu Piotr Szymczak

Po krótkiej przerwie prezes SEP Jerzy Barglik powitał przybyłych gości: przedstawiciele rządowych, władz samorządowych, przedstawiciele nauki i przemysłu, izb gospodarczych, Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej, stowarzyszeń naukowo-technicznych.

Przewodniczący obrad zwrócił się do Magdaleny Gaj – podsekretarz stanu w Ministerstwie Infrastruktury – z prośbą o zabranie głosu oraz o wręczenie prezesowi Jerzemu Barglikowi statuetki ministra infrastruktury.

Następnie głos zabrali przybyli na Zjazd goście. Przewodniczący Zjazdu Jan Strzałka podziękował gościom za wystąpienia i miłe słowa skierowane do uczestników Zjazdu.

Kolejnym punktem obrad było wręczenie przez prezesa SEP, w towarzystwie przewodniczącego Zjazdu, medali SEP oraz przez wiceprezesa FSNT NOT kol. Józefa Suchego, w towarzystwie przewodniczącego Zjazdu, odznak honorowych NOT osobom zasłużonym dla polskiej elektryki i SEP.

W dalszej części zostały wręczone wyróżnienia prezesa SEP za szczególne osiągnięcia w kadencji 2006–2010. W kategorii „działalność statutowa” wyróżnienie otrzymał m.in.: kol. Andrzej Boroń, wiceprezes SEP; w kategorii „działalność młodzieżowa” – kol. Marek Pawłowski, wiceprezes OŁ SEP; w kategorii „pracownik SEP” wyróżnienie otrzymała kol. Maria Małgorzata Gregorczyk z Biura SEP w Warszawie.

Diamentową Odznaką Honorową FSNT NOT wyróżnieni zostali: Aleksandra Konklewska z Oddziału Toruńskiego SEP i Marek Grzywacz z Oddziału Radomskiego SEP.

Jerzy Barglik wręczył rekomendacje SEP. Jest to wyróżnienie potwierdzające zdolność firmy do produkcji wyrobów i świadczenia usług w zakresie elektryki na wysokim poziomie technicznym i jakościowym. Otrzymały je: REMAG S.A., rekomendację odebrał prezes zarządu Jerzy Gruszczyk oraz SAN-EL Sp. z o.o., rekomendację odebrał prezes zarządu Bogdan Krokosz.

Na zakończenie tej części WZD Ryszard Frychrychowski odczytał list z pozdrowieniami do uczestników Zjazdu od kol. Jacka Szpotańskiego nieobecnego na Zjeździe z uwagi na stan zdrowia.

Rozpoczęła się część robocza Zjazdu. Ustępujący prezes SEP, Jerzy Barglik przedstawił „Sprawozdanie Zarządu Głównego SEP z działalności Stowarzyszenia”



Prezes SEP Jerzy Barglik przedstawia sprawozdanie z działalności Zarządu w kadencji 2006–2010



Na sali obrad

za mijającą kadencję. Następnie Tomasz Kołakowski, przewodniczący GKR przedstawił „Sprawozdanie Głównej Komisji Rewizyjnej” za mijającą kadencję wraz z oceną działalności i wnioskiem o udzielenie absolutorium dla ustępującego Zarządu Głównego. Ustępujący przewodniczący Głównego Sądu Koleżeńskiego Andrzej Krawulski przedstawił „Sprawozdanie GSK” za mijającą kadencję. Za przedstawione sprawozdania podziękował przewodniczący WZD, Jan Strzałka.

Rozpoczęła się dyskusja nad przedstawionymi sprawozdaniami, w której głos zabrało liczne grono delegatów Zjazdu.

Po przerwie obiadowej kontynuowano dyskusję, a następnie rozpoczęto głosowania nad przyjęciem przedstawionych Zjazdowi sprawozdań. W wyniku głosowań wszystkie sprawozdania Zjazd przyjął oraz udzielił absolutorium ustępującemu Zarządowi Głównemu SEP.

Część wyborcza Zjazdu. Franciszek Lisowski przewodniczący Komisji Wyborczej przedstawił sylwetkę kandydata na prezesa SEP, a następnie Jan Strzałka przewodniczący Zjazdu poprosił kandydata o wystąpienie. Jerzy Barglik w skrócie poinformował, że kadencję 2006–2010 uważa za udaną, choć nie wszystkie zamierzenia udało się zrealizować i w przypadku jego wyboru na prezesa SEP, będzie kontynuował rozpoczętą działalność.

W wyniku przeprowadzonego tajnego głosowania **Zjazd wybrał Jerzego Barglika na prezesa SEP na następną kadencję t.j. 2010–2014.**

Pierwszy dzień obrad WZD zakończył Katowicach koncert „Muzyka żywiołów” w wykonaniu zespołu „Wołosi i Lasoniowie”.

26 czerwca 2010 r. drugi dzień WZD SEP rozpoczął się od informacji przewodniczącego Komisji Mandatowej – po sprawdzeniu liczby osób uprawnionych do dalszych głosowań – o prawomocności Zjazdu do podejmowania uchwał i dokonywania wyborów.

Pierwsze posiedzenie Rady Prezesów w nowej kadencji 25.06.2010

Prezes SEP Jerzy Barglik poinformował zebranych o posiedzeniu prezesów oddziałów SEP (w godzinach wieczornych pierwszego dnia Zjazdu), na którym został wybrany **Dziekan Rady Prezesów SEP** – został nim **Franciszek Mosiński, prezes Oddziału Łódzkiego SEP.**

Następnie Zjazd w głosowaniu jawnym ustalił liczbę wybieranych członków Zarządu Głównego SEP (15 osób) i Głównej Komisji Rewizyjnej SEP (8 osób).

Po przedstawieniu kandydatów do Zarządu Głównego, Głównej Komisji Rewizyjnej i Głównego Sądu Koleżeńskiego, w tajnym głosowaniu dokonano wyboru nowego Zarządu Głównego oraz GKR i GSK.

Władze SEP w kadencji 2010–2014

Członkowie Zarządu Głównego

mgr inż. Andrzej BORON
mgr inż. Jan CHOJECKI
mgr inż. Janusz JASIONA
mgr inż. Stefan GRANATOWICZ
mgr inż. Marek GRZYWACZ
mgr inż. Eugeniusz KACZMAREK
mgr inż. Aleksandra KONKLEWSKA
mgr inż. Krzysztof LIPKO
mgr inż. Jan MUSIAŁ
mgr inż. Józefa OKŁADŁO
mgr inż. Zenon STODOLSKI
dr inż. Jan STRZAŁKA
mgr inż. Jerzy SZASTAŁŁO
dr inż. Piotr SZYMCZAK
dr inż. Krzysztof WOLIŃSKI

Główna Komisja Rewizyjna SEP

Przewodniczący GKR:

mgr inż. Tomasz KOŁAKOWSKI

Zastępca Przewodniczącego GKR:

dr Ryszard FRYDRYCHOWSKI

Sekretarz GKR:

mgr inż. Bogumiła PAWLUK

Członkowie GKR:

mgr inż. Janusz ALOT
mgr inż. Jerzy JAKUBOWSKI
mgr inż. Paweł KOZŁOWSKI
mgr inż. Zbigniew KRASIŃSKI
Andrzej WAWRZYŃSKI

Główny Sąd Koleżeński SEP

Przewodniczący GSK:

doc. dr inż. Jan STROJNY

Zastępca Przewodniczącego GSK:

inż. Ryszard CHOJAK

Sekretarz GSK:

mgr inż. Zbigniew CIASZKIEWICZ

Członkowie GSK:

inż. Henryk Bajduszewski
dr inż. Zbigniew LUBCZYŃSKI
mgr inż. Bogumił ROZMARYNOWICZ
mgr inż. Piotr WOJTAS

Kolejnym elementem obrad WZD było przedstawienie przez Krzysztofa Borkiewicza wniosków z konferencji, która odbyła się w przeddzień Zjazdu nt. „**Nowoczesne technologie w Energetyce**”. Swoje prezentacje przedstawili również: Piotr Wojtas z Oddziału Zagłębia Węglowego SEP, który mówił na temat innowacyjności polskiej gospodarki oraz Przemysław Klukowski z Oddziału Wrocławskiego SEP, który mówił o przygotowaniach do Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka.

Następnie przewodniczący WZD otworzył dyskusję nad wnioskami i innymi sprawami zgłoszonymi przez delegatów WZD.

Zjazd w jawnym głosowaniu uchwalił **regulamin Głównego Sądu Koleżeńskiego**, dostosowującego go do zapisów statutu SEP.

W dalszej części obrad zaprezentowane zostały sylwetki kandydatów do **Komisji Wyborczej WZD** i dokonano w trybie tajnym ich wyboru.

Komisja Wyborcza WZD

mgr inż. Lech BOŻENTOWICZ
prof. dr hab. inż. Mieczysław HERING
prof. nzw. hab. inż. Jerzy HICKIEWICZ
mgr inż. Julian IGNACZAK
mgr inż. Jan JABŁONKA
mgr inż. Wiktor OSTASIEWICZ
mgr inż. Teresa SKOWROŃSKA
mgr inż. Krzysztof ZIĘBA
mgr inż. Krzysztof ŻYTO

Podsumowaniem obrad było zaproponowanie przez przewodniczącego Komisji Uchwał Tomasza Kołakowskiego projektów uchwał XXXV WZD. Po przeprowadzonej dyskusji **Zjazd przyjął uchwałę generalną i uchwały szczegółowe**. Dokumenty te zostaną wkrótce zamieszczone na stronie internetowej SEP.

Na zakończenie Zjazdu przewodniczący obrad podziękował przewodniczącemu i członkom komisji zjazdowych za ich pracę oraz Komitetowi Organizacyjnemu, Oddziałowi Zagłębia Węglowego SEP i Biuru SEP w Warszawie za przygotowanie organizacyjne Zjazdu. Przewodniczący obrad zwrócił się z prośbą o wyprowadzenie sztandaru i zamknął obrady XXXV Walnego Zjazdu Delegatów SEP.

Po zakończeniu obrad Zjazdu, wieczorem 26 czerwca 2010 r., delegaci WZD obejrzeni w teatrze im. St. Wyspiańskiego sztukę „Zagraj to jeszcze raz, Sam” Woody Allena, a całość zakończyło w foyer teatru – spotkanie koleżeńskie.

Pierwsze posiedzenie ZG SEP w nowej kadencji 26.06.2010

W dniu 26 czerwca 2010 r. odbyło się posiedzenie ZG SEP, pierwsze w nowej kadencji. Podczas spotkania dokonano wyboru trzech wiceprezesów SEP. Funkcje te powierzono: Andrzejowi Boroniowi, Jerzemu Strzałce i Jerzemu Szastalle (powierając mu jednocześnie funkcję Skarbnika SEP). W skład Prezydium ZG SEP wybrano także Stefana Granatowicza. Sekretarz Generalną SEP pozostała nadal Jolanta Arendarska. ZG SEP powołał Radę ds. Agend Gospodarczych SEP w składzie: Jan Musiał (przewodniczący), Józefa Okładło, Jan Chojecki i Marek Grzywacz (członkowie). Nowymi przedstawicielami SEP w Radzie Krajowej FSNT NOT na kadencję 2010–2014 zostali: Jolanta Arendarska, Janusz Borowski, Janusz Drużycki, Henryk Głądyś i Zbigniew Lange.

Pierwsze posiedzenie GKR SEP w nowej kadencji 26.06.2010

W dniu 26 czerwca 2010 r. odbyło się posiedzenie GKR SEP, pierwsze w nowej kadencji. Podczas spotkania ukonstytuowały się władze Komisji: przewodniczącym GKR SEP został wybrany ponownie Tomasz Kołakowski, zastępcą przewodniczącego Ryszard Frydrychowski, a sekretarzem Bogumiła Pawluk.

Na podstawie relacji na stronie SEP, skrótu dokonał Mieczysław Balcerek

Kongres studentów i młodych inżynierów Regionu 8 IEEE

W dniach 4–8 sierpnia bieżącego roku odbył się Region 8 IEEE Student Branch & GOLD Congress (Graduates of the Last Decade – absolwenci ostatniej dekady). Wydarzenie to miało miejsce w miejscowości Leuven, stolicy Brabancji Flamandzkiej, położonej w centralnej części Belgii. Ze względu na liczne zabytki, miejsce to stanowi ciekawy ośrodek turystyczny. Liczne kościoły (Kościół Notre Dame, Kościół św. Quentin, Kościół św. Jacques), kaplica św. Antoniego, Ratusz z XV wieku, Biblioteka Uniwersytecka oraz najstarszy w Belgii (1945) i krajach Beneluksu Katolicki Uniwersytet Lowański to tylko niektóre z zabytków znajdujących się w tym mieście. Warto wspomnieć, iż miejscowość ta jest jednym z centrów Węzła Wiedzy i Innowacji Europejskiego Instytutu Technologicznego.

Tradycyjnie, od 1998 roku kongres członków studenckich oddziałów IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) i młodych inżynierów odbywa się co 2 lata. Poprzednie edycje kongresu miały miejsce w Istambule (1998), Eindhoven (2000), Kairze (2002), Passau (2004), Paryżu (2006) oraz w Londynie (2008). Kongres jest największym wydarzeniem w świecie dla młodych profesjonalistów i studentów kierunków technicznych.

W tegorocznym spotkaniu wzięło udział blisko 300 osób z całego Regionu 8 IEEE (Europy, Bliskiego Wschodu oraz Afryki). Wydarzenie to jest połączeniem różnych kultur i środowisk, jak również doskonałą okazją do wymiany doświadczeń pomiędzy ośrodkami akademickimi, dzielenia się wiedzą techniczną oraz poznania wielu ciekawych ludzi. Jest to okazja do wzięcia udziału w wielu szkoleniach, warsztatach oraz seminariach przygotowanych specjalnie na tę okazję przez specjalistów z całego świata.

Pierwszego dnia odbyła się rejestracja i zakwaterowanie uczestników kongresu. Każdy otrzymał koszulkę oraz plecak z materiałami konferencyjnymi. Dla wszystkich przybyłych została zorganizowana wycieczka po Leuven.

Drugiego dnia, podczas uroczystego otwarcie kongresu IEEE, wygłoszone zostały mowy powitalne przez organizatorów oraz zaproszonych gości. Podczas sesji plenarnej przedstawione zostały obecne oraz przyszłe kierunki rozwoju Regionu 8 ze szczególnym uwzględnieniem roli młodych członków w Stowarzyszeniu. Przemawiali m.in. Eva Lang (wiceprzewodnicząca Regionu 8 do spraw studenckich) oraz prof. Józef Modelski, pełniący funkcję dyrektora Regionu 8. Prezentacje oraz wypowiedzi młodych inżynierów ukazywały możliwości oraz korzyści płynące z członkostwa w IEEE.

Ważnym punktem sesji okazała się prezentacja „Women In Engineering”, ukazująca trudności i problemy, z którymi zmagają się kobiety w życiu zawodowym inżyniera/naukowca. Położono w niej także nacisk na odważniejsze działania kobiet w IEEE. Końcowym punktem była debata

między kandydatami na prezydenta – elekta IEEE Joe'm Liliie oraz Gordonem Day'em, którzy, oprócz prezentacji własnej osoby, zmagali się z zadaniami teoretycznymi i praktycznymi przygotowanymi przez organizatorów. Podczas panelu dyskusyjnego poruszano problemy stojące przed inżynierami i naukowcami XXI wieku. Ukazano ich rolę w rozwiązywaniu bieżących problemów oraz omówiono cechy i kompetencje, jakie powinien posiadać młody inżynier. Dzień zakończył się oficjalną galą, zorganizowaną w restauracji Salons Georges, zlokalizowanej w sercu historycznego miasta. Wystawne, eleganckie wnętrza restauracji sprzyjało nawiązywaniu nowych znajomości oraz pozwoliło na chwilę wytchnienia i relaksu po intensywnym dniu.



Oficjalna Gala w restauracji Salons Georges
(Od lewej: Gerhard Hancke, Paweł Kelm, Jacek Król, John Day)

Kolejny dzień rozpoczął się od wystąpienia przedstawicieli firmy Microsoft, którzy zaprezentowali kilka fundamentalnych programów przeznaczonych specjalnie dla studentów oraz absolwentów, pozwalających rozpocząć karierę w branży IT. Kolejne godziny dnia przeznaczone były na warsztaty o zróżnicowanej tematyce, m.in.:

- organizacji imprez masowych;
- autoprezentacji i rozmów kwalifikacyjnych;
- kształtowania postaw lidera oraz inteligencji emocjonalnej;
- informacji na temat IEEE, możliwościach, jakie stwarza swoim członkom.

Po przerwie na lunch odbyła się wycieczka po kampusie Arenberg, gdzie uczestnicy zwiedzali Wydział Elektrotechniki Katolickiego Uniwersytetu w Leuven. Współpracujące z Uniwersytetem firmy spin-off zaprezentowały swoją działalność i wyniki badań. Omówiono zalety działalności



Przedstawiciele Student Branch IEEE z Polski wraz z prof. Józefem Modelskim

typu spin-off oraz współpracę z ośrodkami akademickimi i samymi studentami.

Wieczorem odbył się wspólny grill, podczas którego oprócz wysmienitego jedzenia była możliwość posłuchania dwóch belgijskich zespołów. Aura sprzyjała dobrej zabawie oraz międzynarodowej integracji.

Przedostatni dzień rozpoczął się od teledysku Johna Cohna pod tytułem „Engineering Paradise”. Zabawna w formie prezentacja poruszyła ważne zagadnienia tj.: odwagi, odpowiedzialności, konsekwencji oraz inspiracji przy poznawaniu i przekazywaniu młodym pokoleniom wiedzy technicznej. Omówione zostały sprawy związane



Model samochodu napędzanego energią słoneczną

z kierunkiem rozwoju techniki, motywacją i chęćmi wyboru kierunków technicznych oraz jak my, obecni, bądź przyszli inżynierowie możemy zarazić naszą pasją młodych ludzi. Godziny przedpołudniowe były kontynuacją cyklu warsztatów. Tym razem tematyka związana była z:

- rozwiązywaniem problemów w grupie;
- budowaniem zdolności negocjacyjnych;
- kierunkami stricte technicznymi (m.in. rozwojem technologii w przemyśle muzycznym, projektowaniem oraz budową układów scalonych czy elektro-nicznych).

Po warsztatach odbyła się wycieczka do browaru Inbev's Stella Artois, który należy do największego koncernu piwowarskiego na świecie. Podczas zwiedzania zaprezentowano i omówiono proces produkcji piwa, zakończony degustacją tego złocistego trunku.

Kulminacyjnym punktem dnia był „Multi-Cultural Evening” – czyli wieczór wielokulturowy. Zadaniem reprezentacji każdego państwa było przedstawienie tradycji swojego kraju, ukazanie zwyczajów, regionalnych strojów, przygotowanie dań i smakołyków, z których dany kraj słynie. Podczas tego wieczoru prawie cały świat był „na wyciągnięcie ręki”.

Ostatni dzień był dniem konkluzji i podsumowań. Na zakończenie kongresu odbyła się jeszcze debata pomiędzy Martinem Bastiansem a Gerhardem Hancke – kandydatami na stanowisko Dyrektora Regionu 8. Wczesnym popołudniem została zorganizowana wycieczka do Brukseli – stolicy Belgii oraz Parlamentu Europejskiego, podczas której przedstawiona została interesująca historia tego miasta oraz pokazane zostały najważniejsze zabytki.

Polskie studenckie oddziały IEEE reprezentowane były przez:

- Technical University of Lodz Student Branch IEEE (w osobach: Paweł Kelm – prezes Technical University of Lodz Student Branch IEEE, Jacek Król – prezes Studenckiego Koła SEP im. prof. Michała Jabłońskiego, członek studenckiego koła IEEE);
- Student Branch IEEE Szczecin (w osobach: Bartosz Bachman, Paweł Frankowski, Natalia Gołąbczyk, Remigiusz Kamiński, Sebastian Wiszniewski);
- Student Branch IEEE Opole (w osobach: Piotr Graca, Dawid Pikuła);
- Student Branch IEEE Kraków (w osobie: Maciej Borówka)

Student Branch & GOLD Congress Leuven 2010 był wspaniałą okazją do międzynarodowych spotkań i dyskusji, zapewniając jednocześnie niepowtarzalną okazję do wymiany doświadczeń zawodowych zarówno młodych inżynierów, jak i studentów rozpoczynających swoją karierę. Udział w tym spotkaniu był motywacją dla uczestników, pokazując, że IEEE jest organizacją nie tylko wspierającą rozwój młodych inżynierów i naukowców, ale przede wszystkim dającą szansę wszystkim pasjonatom nauki i wiedzy. Przyjazny nastrój, wspaniała atmosfera, doskonale przygotowanie organizatorów zarówno od strony technicznej, jak i merytorycznej pozwoliło spędzić czas miło i owocnie.

Podczas pobytu w Leuven odbyły się następujące warsztaty:

- „Organizing Big Events: A Crash Course” – czyli organizacja dużych imprez masowych, od planowania,

- podziału ról, przez przygotowanie aż do rozpoczęcia i sprawowania pieczy nad imprezą;
- „Actual Student Ethnic Competition” – warsztat poświęcony tematowi etycznych kompetencji studentów i młodych inżynierów, uczący sztuki przemawiania i prezentacji;
 - „Practice Interviews” – przedstawiał różne rodzaje/techniki rozmów o pracę, omawiał sztukę przygotowania, przemawiania, rozróżniania metodyki postępowania kwalifikującego;
 - „Presentation Skills” – sztuka dobrej prezentacji, od przygotowania do efektywnego wykonania, zapanowania nad nerwami i osiągnięcia sukcesu przed słuchaczami;
 - „IEEE Women In Engineering, Importance And Challenges” oraz „WIE Are Active” – poświęcone misji kobiet w organizacji IEEE, pokazujące stojące przed nimi wyzwania, zagrożenia, pokazujące aspekty rozwoju zarówno w pracy inżyniera, jak i naukowca, warsztat poruszał również problem małej ilości kobiet w stowarzyszeniu;
 - „Professional Activities Workshop – Hardening Your Soft Skills” – pokazujący wykorzystanie własnych cech charakteru i osobowości w życiu zawodowym, obrazujący osobę jako indywidualistę;
 - „What Would You Like to Know About IEEE?” – warsztat poświęcony organizacji IEEE, pokazujący zalety członkostwa, dostępu do publikacji oraz materiałów zawartych na stronie internetowej, działalności humanitarnej, współpracy z innymi organizacjami;
 - „Innovation Of Student Branch Events: Be Creative On Your Events” – ukazujący nowoczesne i indywidualne podejście do organizacji imprez studenckich pod hasłem „Bądź kreatywny i pracuj zespołowo”;
 - „Career Progression – How Ambitious Are You” – ukazujący rozwój kariery wraz z ambicjami osoby, problemy, które się przy tym pojawiają oraz sposoby ich zwalczania;
 - „Career – Together To Get There”, „Catching And Challenging Activities – How To Engage Your Members And Attract New Ones”, „Engaging, Training And Keeping Potential Student Branch Officers”, „Negotiation Skills: Your (and Other’s) Way To Success” oraz „Problem Solving” – to kompletny zestaw warsztatów poświęcony pracy zespołowej, zarządzania sobą i członkami zespołu/grupy, efektywnej komunikacji, prezentacji własnych poglądów oraz negocjacji, pozyskiwania i utrzymywania członków organizacji, wzajemnej interakcji i podziału ról, rozwiązywaniu problemów w grupie oraz pomiędzy poszczególnymi osobami, przeciwdziałanie problemom, tłumienie w zarodku;
 - „Student Branch Fundraising” – czyli sztuka pozyskiwania sponsorów, przedstawiono sposoby współpracy oddziałów studenckich z przemysłem, fundusze IEEE dla członków kół oraz możliwe sposoby zdobywania potencjalnych sponsorów;
 - „Importance And Benefits Of Networking Within IEEE” – warsztat ukazujący współpracę pomiędzy IEEE a kołami studenckimi, młodymi inżynierami, obrazujący zalety członkostwa i obopólnej współpracy;
 - „How To Develop The Fastest Hydrogen Powered Racing Kart?” – na którym przedstawiciele firmy Triphase przedstawili pojazd zasilany różnymi źródłami energii, zachęcali jednocześnie do prowadzenia badań nad opracowaniem i symulacją nowych źródeł zasilania w energię oraz sterowania;
 - „How Technology Influence The Music Business” – warsztat poświęcony wpływowi rozwoju technologii i Internetu na przemysł muzyczny, pokazano przykładową platformę internetową dla młodych muzyków, która pomagała im w zdobyciu sponsorów, aż do wypromowania pierwszych płyt;
 - „Processing Integrated Circuits In Deep-submicron Technologies” – warsztat poświęcony wyzwaniom, jakie stoją przed firmami produkującymi elementy półprzewodnikowe;
 - „Automotive Semiconductor Engineering At ON Semiconductor” – ukazanie narzędzi i urządzeń wykorzystywanych przy projektowaniu systemów automatyki, komunikacji, aplikacji przemysłowych, medycznych, wojskowych, itp.
- Organizatorzy kongresu włożyli wiele wysiłku, aby zapewnić, szeroką i ciekawą tematykę warsztatów. Każdemu z uczestników zapewniono możliwość wyboru interesujących go zajęć. W tym miejscu warto podkreślić doskonałą organizację kongresu. Na czas konferencji uruchomiono specjalną stronę internetową, na której znajdowały się wszystkie istotne, bieżące informacje. Regularne maile, doskonale opracowany program, indywidualne, dla każdego uczestnika SBC, vouchery (zawierające m.in. hasła do Internetu, numery sal wybranych warsztatów, itp.) były dowodem ogromnego wysiłku organizacyjnego gospodarzy.
- Przytoczone wyżej warsztaty prowadzili doświadczeni lektorzy, często zajmujący wysokie stanowiska w strukturach IEEE. Ćwiczenia prowadzono w sposób interaktywny. Językiem kongresu był angielski. Poza zdobywaniem nowych umiejętności, każdy mógł przetestować znajomość tego języka. Położono duży nacisk, aby poruszane problemy znajdowały rozwiązanie już podczas dyskusji.
- Uczestnictwo w kongresie pozwoliło nam lepiej poznać IEEE. Zmotywowało do podejmowania nowych projektów, rozszerzenia działalności, umożliwiło zawiązanie cennych kontaktów na arenie międzynarodowej. Poznanie kultury innych narodów, obyczajów, ubiorów, jak również skosztowanie smakołyków przybliżyło obraz naszych sąsiadów. Praktyczne rady udzielone przez starszych i bardziej doświadczonych kolegów na pewno zaowocują w życiu każdego z nas.
- Wyjazd na Student Branch And Gold Congress 2010 do Leuven można nazwać bardzo udanym. Dodatkowo cieszy fakt, że przedstawiciele studenckiego koła IEEE na PŁ sami zorganizowali pokrycie wszystkich kosztów podróży i opłat za uczestnictwo w kongresie (około 3,5 tys. zł). Kongres przybliżył rolę każdego z nas w kształtowaniu nowoczesnego świata nauki i techniki.

Jacek Król¹, Paweł Kelm

¹ Stypendysta projektu „Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń – zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacnianie zdolności do zatrudniania, także osób niepełnosprawnych” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Entuzjazm, Energia, Inspiracja, Doświadczenie...



... te cztery hasła zamieścił na swojej koszulce kandydat na prezydenta IEEE (Regionu 8) – profesor Martin Bastiaans – podczas kongresu młodzieży SBC 2010 w Leuven (Belgia).

W imię tych właśnie haseł Stowarzyszenie IEEE od ponad 120 lat kształci, wychowuje i wspiera inżynierów elektryków, elektroników i informatyków na wszystkich kontynentach.

W drugiej części artykułu zaprezentowano nowo otwarte studenckie koło IEEE, pierwsze na Politechnice Łódzkiej.

IEEE – historia, cele, struktura

Utworzony w 1984 roku w Nowym Jorku (USA) instytut inżynierów elektryków i elektroników (ang. „The Institute of Electrical and Electronics Engineers”; skrót: The IEEE) jest dziś jedną z największych i najstarszych organizacji zrzeszających inżynierów tych specjalności. Liczy ponad 395 tysięcy członków z ponad 160 państw.

Działa w obszarach wiedzy takich, jak: elektryczność, elektronika, biotechnologia, telekomunikacja, inżynieria komputerowa, informatyka oraz w wielu pokrewnych dziedzinach inżynierii.

Główne cele, które stawia przed sobą IEEE to m.in.:

- rozwój teorii i praktyki w obszarach zainteresowania IEEE,
- umacnianie pozycji członków IEEE poprzez publikację przeglądów, wyników badań i raportów związanych z ich działalnością,
- rozwój współpracy z organami publicznymi oraz innymi stowarzyszeniami w celu podniesienia prestiżu działalności inżynierskiej,
- promocja zachowań zgodnych z kodeksem etycznym.

IEEE ma rozbudowaną strukturę geograficzną. Jest podzielone na 10 regionów. Polska należy do Regionu 8 obejmującego całą Europę, Afrykę oraz Azję Mniejszą.

IEEE Regions



Kolejnym elementem w strukturze IEEE są sekcje, które tworzą pojedyncze państwa lub grupy państw. Sekcja polska liczy 850 członków. Posiada własny zarząd i organy wykonawcze.

Strukturę tematyczną IEEE tworzą stowarzyszenia i rady (ang. Societies i Councils). Wśród nich warto wymienić: Control Society, Computer Intelligence Society czy Biometrics Council.

Na przecięciu struktur geograficznych i tematycznych są m.in. koła studenckie (student branches) i sekcje tematyczne (chapters).

Swoje cele IEEE realizuje poprzez różnorodne działania, m.in. przez:

- publikację i rozpowszechnianie literatury i wyników naukowych,
- organizację i współsponsorowanie konferencji (ponad 900 konferencji IEEE rocznie, 100 000 uczestników),
- publikację pism naukowych (30% światowej literatury dotyczącej elektrotechniki, elektroniki i informatyki; 150 czasopism),
- działalność standaryzacyjną (900 aktywnych standardów, np. WiFi-802,11, 400 rozwijanych),
- udostępnianie bazy danych (IEEE Explorer – ponad milion dokumentów),
- IEEE Woman in Engineering – największa międzynarodowa organizacja wspierająca kobiety jako inżynierów i naukowców.



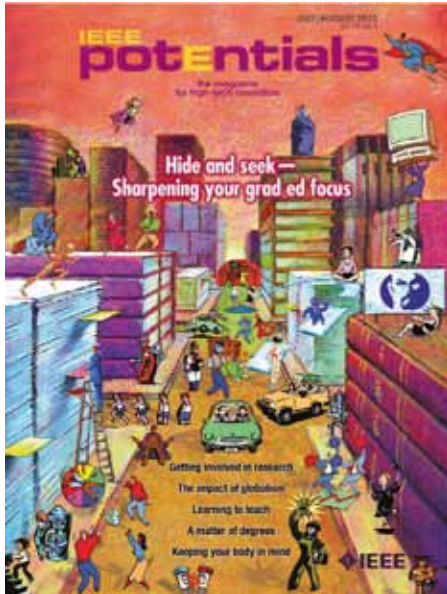
Wstąpienie do IEEE wiąże się z kosztami. Według stawek na 2010 rok koszt członkostwa to 149 USD/rok. Studenci płacą 27 USD/rok.

W tym momencie może się pojawić pytanie – czy np. członkom SEP opłaca się wstępować w szeregi kolejnego stowarzyszenia? Czy warto corocznie ponosić koszt (wcale nie taki mały) związany ze składką członkowską?

Sama przynależność do prestiżowej organizacji może być wystarczającą motywacją. Jednak prawdziwe i wymierne korzyści odniosą ci, którzy zaczną działać i angażować się w funkcjonowanie stowarzyszenia.

Szczególnie atrakcyjną ofertę IEEE kieruje do młodzieży. Lista form wsparcia i działań promujących młodych pasjonatów nauki jest bardzo szeroka. Efekty tych działań odzwierciedla liczba studentów – członków IEEE. Według statystyk z bieżącego roku jest ich ponad 90 tys.! Co zatem przyciąga młodzież do IEEE? Najciekawszymi propozycjami, jakie oferuje młodym ludziom IEEE, są:

- możliwość zrzeszania się w istniejących kołach i sekcjach oraz tworzenia nowych kół studenckich IEEE;
- doskonała i praktyczna nauka języka angielskiego (IEEE jest organizacją międzynarodową z obowiązującym j. angielskim);
- stypendia i nagrody:
 - dla najlepszych członków-studentów (m.in. IEEE Awards, IEEE Scholarships),



- IEEE Life Member Graduate Study Fellowship – nagroda fundowana przez prestiżowych członków IEEE dla młodych studentów nauk elektrycznych,
- Stypendium IEEE Students Enterprise Award – przeznaczone dla kół studenckich, które zgłoszą pomysł na ciekawy projekt, ale nie mają środków finansowych do jego realizacji (możliwe środki do otrzymania to 1500 USD),
- Conference Travel Grants – system grantów wspierających udział w konferencjach naukowych (pokrycie kosztów podróży, uczestnictwa, hotelu, itp.);
- wsparcie przy organizacji konferencji studenckich oraz specjalistycznych wykładów/szkoleń (IEEE Distinguished Lecturer Program);
- konkursy:
 - IEEE President’s Change the World Competition – przeznaczony dla studentów, którzy opracowali oryginalne rozwiązanie ważnego problemu światowego, opierając się na wiedzy inżynierskiej, naukowej, informatycznej (główna nagroda to 10 000 USD),
 - IEEE Industry Applications Society Myron Zucker Undergraduate Student Design Award – nagroda dla młodego inżyniera za wdrożenie praktycznego rozwiązania problemu,
 - IEEEExtreme 24 Hour Programming Challenge – 24-godzinny konkurs dla uczestników z całego świata:
 - dla grupy studentów z określonego koła,
 - zadanie: rozwiązanie zestawu problemów programistycznych,
 - konkursy na najlepszy artykuł naukowy napisany przez studentów, organizowane przez poszczególne stowarzyszenia: Power & Energy, Computer, Broadcast Technology,
 - IEEE Regional Student Paper Contest – konkurs na najlepszy artykuł naukowy autorstwa studentów pochodzących z określonego Regionu IEEE,
 - IEEE Student Branch Web Site Contest – konkurs na najlepszą stronę WWW koła studenckiego,
 - IEEE Student Ethics Competition – konkurs dla studentów promujących kodeks postępowania etycznego IEEE;
- internetowa sieć telewizyjna stworzona na potrzeby członków IEEE (wytwarza i nadaje



programy o charakterze naukowo-technicznym, związane z zainteresowaniami członków IEEE);

- dostęp do zasobów IEEE m. in.:
 - dostęp do atrakcyjnych ofert pracy (IEEE JobSite oraz IEEE Career Alert: oferty pracy z całego świata, maile z radami, jak kierować swoją karierą, itp.),
 - narzędzia ułatwiające międzynarodowy kontakt (np. IEEE memberNet),
 - narzędzia ułatwiające wyszukiwanie klientów gotowych odpłatnie skorzystać z naszej wiedzy (IEEE Consultants Database),
 - program ISBIR (IEEE Student Branch Industry Relations) – służy do podtrzymywania współpracy między przemysłem, uczelnią oraz studentami;
- dostęp do publikacji i standardów:
 - bazy publikacji i standardów (np. IEEEExplore),
 - wyszukiwanie publikacji innych wydawców (Ask*IEEE),
 - magazyny IEEE (Spectrum, Potentials, Institution Newsletter, Region News),
 - listy i aliasy mailowe;
- darmowe oprogramowanie firmy Microsoft: Windows Server 2003, Windows Services for UNIX 3.0, Windows Vista/XP, Visual Studio Team System, Expression Web Designer, Project 2007, Visio 2007;
- kontakt z osobami i instytucjami ze świata nauki i przemysłu o podobnym profilu zainteresowań/ działalności:
 - członkostwo w wybranych stowarzyszeniach IEEE,
 - program IEEE Mentoring Connection (umożliwia korzystanie z porad doświadczonych profesjonalistów-mentorów);
- Zniżki:
 - w opłatach za udział w konferencjach,
 - do 50% przy zakupie publikacji IEEE,
 - przy zakupie produktów partnerów IEEE (np. kursy w ramach IEEE Education Partners Program);
- Program GOLD (Graduates of the Last Decade):
 - narzędzia ułatwiające młodym specjalistom, którzy przestali być studentami, wejście w świat profesjonalistów,
 - programy i usługi dla osób kończących studia, niedawnych absolwentów oraz młodych inżynierów.

Lista przedstawionych konkursów, form wsparcia, itp. jest długa, ale i tak stanowi jedynie zarys działań IEEE. Kompletnie informacje można uzyskać na głównej stronie IEEE (w j. angielskim): www.ieee.org oraz na stronie Polskiej Sekcji (j. polski): www.ieee.pl. Strony te ulegają ciągłej rozbudowie, często są aktualizowane, dlatego warto je systematycznie odwiedzać.

TUL IEEE Student Branch IEEE i historia powstania pierwszego na Politechnice Łódzkiej IEEE Student Branch

Pomysł utworzenia studenckiego koła IEEE (IEEE Student Branch) na WEEliA zrodził się podczas XI Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka w Łodzi (ODME 2009).

ODME, organizowane przez studentów zrzeszonych w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich, dzięki ciekawej i atrakcyjnej formie jest ważnym corocznym wydarzeniem, które na stałe zagościło w kalendarzu wielu młodych elektryków. Raz w roku, w ciągu kilku dni, skupia przedstawicieli kół studenckich SEP z całej Polski. Dla młodych elektryków kongres ten jest m.in. okazją do wymiany poglądów, doświadczeń, nawiązania współpracy i zdobycia nowych, cennych

kontaktów. Poza zagadnieniami technicznymi dyskutuje się o roli młodych w strukturach SEP, formach i możliwościach zdobywania funduszy na działania statutowe kół i wielu innych problemach. Omawiane są zagadnienia współpracy z bliźniaczymi organizacjami studenckimi z Polski i zagranicy.

Nie może więc dziwić fakt zaproszenia na ODME przedstawicieli kół studenckich IEEE – największej na świecie organizacji inżynierskiej non-profit.

Ciekawe prezentacje studentów z Opola, Szczecina i Poznania udowodniły, że współpraca kół studenckich SEP i IEEE może być bardzo owocna na wielu płaszczyznach. Wśród nich należy wymienić: możliwość zdobycia dodatkowych funduszy, wyjazdy zagraniczne, kontakty z mentorami-profesorami z największych uczelni na świecie i wiele innych (więcej informacji w pierwszej części artykułu i na stronach IEEE). Sprzyjającymi czynnikami są: zbieżność celów i podobne obszary działalności SEP i IEEE.

Z przedstawionych prezentacji wypływał ważny wniosek, że SEP i koła studenckie SEP, podejmując i wspierając współpracę z innymi organizacjami (w tym przypadku z IEEE), zdecydowanie rozszerzają kierowaną do studentów ofertę. Same stają się przez to bardziej atrakcyjne i tym samym zachęcają do wstąpienia i podejmowania nowych działań w strukturach SEP.

Powstanie TUL IEEE Student Branch

Pierwsze zebranie założycielskie nowego IEEE student branch (koła studenckiego IEEE) na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej odbyło się 26 października 2009 r. Na przewodniczącego koła wybrano mgr. inż. Pawła Kelm, a opiekunem koła został prof. Jacek Kabziński. Do koła wstąpiło 28 studentów WEEliA (20 osób wstąpiło jednocześnie do SK SEP PŁ).

Po spełnieniu długiej listy wymagań formalnych, 16 marca 2010 r. TUL IEEE Student Branch zostało oficjalnie zarejestrowane w Stanach Zjednoczonych.

Koło od samego początku postawiło sobie ambitny plan realizacji projektów naukowych, wspierania wyjazdów na konferencje, organizacji i udziału w szkoleniach, nawiązania ścisłej współpracy ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich i przemysłem.

Koło chce być też otwarte na nowe pomysły i sugestie. Każdy student, doktorant i pracownik wydziału WEEliA PŁ (docelowo oferta będzie kierowana również na pozostałe wydziały) może zgłosić się do koła IEEE z własnym projektem. Najciekawsze pomysły mogą liczyć na merytoryczne wsparcie członków koła oraz pomoc w zdobywaniu funduszy na ich realizację.

TUL IEEE Student Branch, mimo krótkiej historii, może już pochwalić się realizacją kilku projektów, tj.:

- 1) dwudniowe szkolenie z zakresu pierwszej pomocy przedmedycznej dla 12 członków koła SEP i IEEE. Szkolenia zostało przeprowadzone w centrali PCK w Łodzi przez wykwalifikowanych instruktorów. Projekt zrealizowano dzięki finansowemu wsparciu OŁ SEP. Będzie kontynuowany w następnym roku;
- 2) współorganizacja VII Wojewódzkich Dni Młodego Elektryka na WEEliA PŁ (22 kwietnia 2010 r.);
- 3) współorganizacja seminarium (19 maja 2010 r.) z firmami Farnell, Fluke i Molex;
- 4) udział dwóch członków koła w międzynarodowym kongresie SBC2010 w Leuven (Belgia). Więcej informacji o kongresie znajduje się w artykule p.t. *Kongres*



Obraz termowizyjny. Od lewej: Jacek Stelmasiak, Dariusz Titienko, Michał Wojdał, Dorota Handzlik i Gniewomir Ziemlewski

studentów i młodych inżynierów Regionu 8 IEEE zamieszczonym w tym biuletynie;

- 5) cykl spotkań – ćwiczeń z zakresu pomiarów odbiorczych i okresowych instalacji elektrycznych. Ćwiczenia te mają na celu utrwalenie wiedzy z zagadnień prawnych i praktycznych dotyczących pomiarów parametrów instalacji elektrycznych. Ideą projektu jest umożliwienie studentom zdobycia doświadczenia w wykonywaniu pomiarów, w rozmowach i negocjacjach z potencjalnym klientem – usługobiorcą, obsłudze nowoczesnej aparatury pomiarowej oraz w opracowaniu protokołów z przeprowadzonych badań. Projekt jest obecnie w trakcie realizacji. Pierwsze spotkanie odbyło się w siedzibie OŁ SEP, gdzie dyrektor M. Balcerek przeprowadził szkolenie z obowiązujących przepisów i zagadnień bezpieczeństwa pomiarów. Pozostałe spotkania odbywają się głównie na Politechnice Łódzkiej. Autorem projektu jest mgr inż. P. Kelm. Firma Intelprojekt udostępniła wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznej Metrel Eurotest 61557, kamerę termowizyjną Fluke Ti32 oraz luksomierz Exttech HD450.

Z zaplanowanych projektów należy wymienić:

- 1) budowę elektronicznej łaski dla niewidomych, wykorzystującej dalmierz IR, dalmierz ultradźwiękowy oraz głośnik piezoelektryczny (kierownik projektu: mgr inż. Michał Bujacz);
- 2) budowę modelu samochodu sterowanego siecią neuronową (kierownik projektu: mgr inż. Jacek Król).

W planach jest również organizacja wycieczki do Wielkiego Zderzacza Hadronów w CERN pod Genewą.

Koła studenckie SEP i IEEE na PŁ udowodniły, że potrafią się doskonale uzupełniać i wspierać. Podpisano umowę o współpracy, planuje się utworzenie wspólnej strony internetowej, a wkrótce na koszulkach promujących obydwie koła znajdą się hasła: **Entuzjizm, Energia, Inspiracja, Doświadczenie...**

Paweł Kelm, Jacek Król¹

¹ Stypendysta projektu „Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń – zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacnianie zdolności do zatrudniania, także osób niepełnosprawnych” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Rozstrzygnięcie konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ

Do tegorocznego, tradycyjnego konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską w roku akademickim 2009/2010, organizowanego przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP i Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej zgłoszono 3 prace dyplomowe, ocenione przez Komisję Konkursową w składzie: dr hab. inż. Andrzej Kanicki (przewodniczący), dr Szymon Grabowski, dr inż. Witold Marańda, dr inż. Krzysztof Napiórkowski, prof. dr hab. Ryszard Pawlak, dr inż. Tomasz Sobieraj, prof. dr hab. dr inż. Franciszek Wójcik, wraz z przedstawicielem Koła Zakładowego SEP przy PŁ – dr inż. Jerzym Powierzą. Przy ocenie prac Komisja brała pod uwagę: nowoczesność tematyki, użyteczność uzyskanych wyników badań, pracochłonność, poprawność językową, stronę graficzną oraz deklarowaną i wykorzystaną w czasie wykonywania pracy literaturę

polsko- i obcojęzyczną. Po przeprowadzonej analizie i dyskusji Komisja ustaliła podany niżej podział nagród:

– **I miejsce: Robert Napieraj**, Stanowisko do badań wibracyjnych elementów konstrukcji urządzeń elektrycznych (opiekun dr hab. inż. Paweł Witczak, prof. PŁ)

– **II miejsce: Kamil Józwiak**, Wykorzystanie frezarko-grawerki sterowanej numerycznie do prototypowania detali mechanicznych (opiekun: dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. PŁ),

– **III miejsce: Paweł Erbel**, Zasady doboru ograniczników przepięć z tlenków metali do sieci prądu przemiennego (opiekun: dr hab. inż. Józef Galczak, prof. PŁ),

Wręczenie dyplomów i nagród odbyło się w dniu 21 czerwca 2010 r. podczas posiedzenia Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP.

(AG)



Robert Napieraj

Stanowisko do badań wibracyjnych elementów konstrukcji urządzeń elektrycznych

Celem przedłożonej pracy inżynierskiej było przygotowanie stanowiska pracy do studenckiego laboratorium maszyn elektrycznych.

Poruszana tematyka opiera się o zagadnienia dotyczące drgań mechanicznych konstrukcji maszyn. W części teoretycznej skupiono się na podstawach drgań własnych i wymuszonych w układach liniowo sprężystych. Zostały omówione zjawiska fizyczne występujące w ruchu drgającym (nie tłumionym jak i tłumionym), oraz zaprezentowane i wyjaśnione w sposób szczegółowy podstawy opisu matematycznego tych zjawisk. Znaczną część opisu matematycznego stanowi wyjaśnienie podstawowego równania drgań w postaci różniczkowej. Zarówno dla układów o jednym stopniu swobody jak i dla układów bardziej złożonych w której konieczne jest stosowanie metody elementów skończonych. Wyjaśniono i opisano też mechanizm powstawania rezonansu mechanicznego.

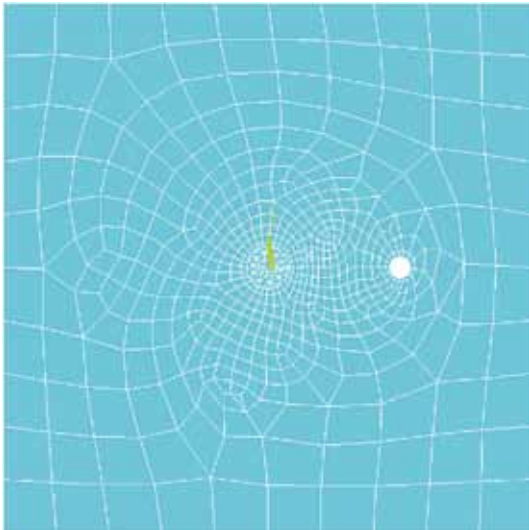
Wiedza dotycząca wibroakustyki i znajomość zachodzących zjawisk fizycznych występujących w drgającym elemencie, oraz operowanie opisem matematycznym tych zjawisk jest niezwykle istotna. Jest to spowodowane faktem, że drgania mechaniczne mają olbrzymi wpływ na trwałość urządzeń. Nie wolno też zapominać, że drgania mechaniczne w sposób istotny wpływają na zdrowie i komfort pracy ludzi obsługujących, lub przebywających w pobliżu pracującej maszyny, będącej źródłem drgań mechanicznych.

W części badawczej dokonano porównania, rzeczywistych elementów pobudzanych do drgań, z modelem cyfrowym wykonanym w systemie MES ANSYS, który jest kompletnym pakietem programów pozwalającym na wykonywanie skomplikowanych obliczeń inżynierskich. Dzięki możliwości wykonywania symulacji można stworzyć wizualizacje zachowań modelu cyfrowego projektowanego urządzenia. Zalety płynące z wykorzystywania takich systemów informatycznych są olbrzymie. Przeprowadzenie symulacji na modelu cyfrowym pozwala na optymalizację kosztów prototypu projektowanego

urządzenia, oraz przewidzenie i usunięcie wielu problemów jeszcze na etapie projektowania.

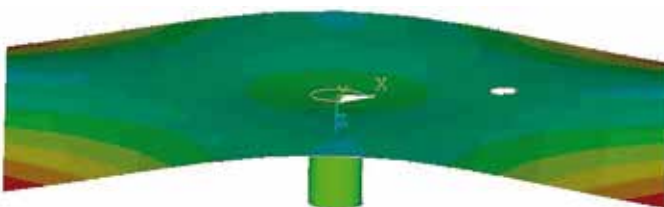
System ANSYS jest wiodącym na świecie systemem wykorzystującym metodę elementów skończonych. Przy jego pomocy można wykonywać wiele różnych analiz w zakresie: statyki, dynamiki, pól temperatur, mechaniki płynów, pól elektromagnetycznych, elektrostatyki, dyfuzji, piezoelektryczności.

Wykonanie symulacji komputerowej drgań własnych oraz wymuszonych nawet skomplikowanych konstrukcji mechanicznych umożliwia metoda elementów skończonych. Metoda ta polega na podzieleniu badanego obiektu na skończoną ilość punktów które mogą wykonywać drgania.



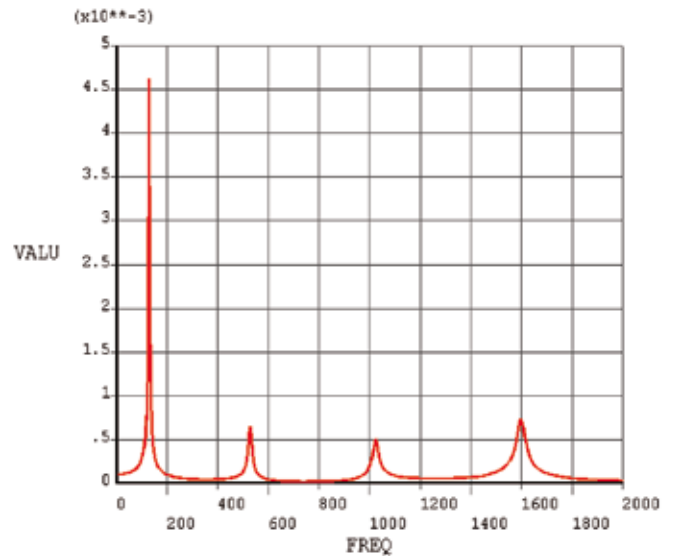
Rys. 1. podział płytki na elementy skończone

Tak zbudowany model poddano symulacji drgań własnych i wymuszonych i następnie porównano wyniki z rzeczywistym obiektem zbudowanym w laboratorium studenckim i wprawionym w drgania. W pracy zbudowano 3 modele płyt stalowych o różnych kształtach. Okrągłym, kwadratowym oraz prostokątnym. Powierzchnie płyt były porównywalne. Każda z płyt pobudzana była w punkcie symetrycznym oraz w punkcie nie symetrycznym, dzięki czemu uzyskano różne postacie drgań. Częstotliwość pobudzania mieściła się w paśmie do 2 kHz, tak aby uzyskać zadowalającą ilość częstotliwości rezonansowych zarówno przy pobudzaniu symetrycznym, jak i w punkcie niesymetrycznym. W niniejszym artykule przedstawiono jedynie wybrane wyniki badań dla płytki kwadratowej.



Rys. 2. widok modelu cyfrowego płytki kwadratowej

Powyższy rysunek przedstawia płytę wykonującą drgania rezonansowe zielony kolor ilustruje węzły, zaś czerwony punkty o największej amplitudzie drgań. Wynikiem przeprowadzonych obliczeń jest również charakterystyka amplitudy drgań dowolnie wybranego punktu w funkcji częstotliwości przedstawiona na rysunku 3



Rys. 3. Charakterystyka amplitudy w funkcji częstotliwości

W pracy dokonano porównania postaci drgań wymuszonych oraz swobodnych. Przykładowe wyniki przedstawia tabela 1.

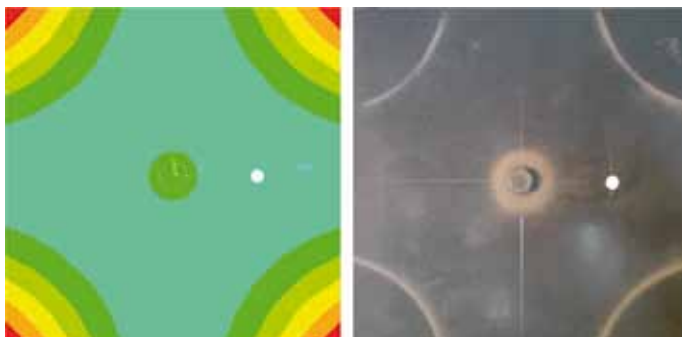
Tabela 1. Porównanie częstotliwości drgań własnych i wymuszonych dla płytki kwadratowej pobudzonej symetrycznie

Nr postaci drgań	Częstotliwość drgań własnych	Częstotliwości maksimów drgań wymuszonych
	[Hz]	
1	150	152
2	535	508
3	1036	1004
4	1619	1598

Ostatnim etapem pracy było porównanie wyników obliczeń wykonanych za pomocą symulacji komputerowej z wynikami z rzeczywistym modelem płyty pobudzonej do drgań na zbudowanym stanowisku laboratoryjnym. Dla rozpatrywanej płyty porównanie wyników przedstawia się, jak w poniższej tabeli.

Tabela 2 Porównanie częstotliwości drgań rezonansowych obliczonych numerycznie z wyznaczonymi eksperymentalnie, dla płytki kwadratowej pobudzonej symetrycznie

Nr postaci drgań	Częstotliwość drgań wyznaczona numerycznie (system ANSYS)	Częstotliwość drgań wymuszonych wyznaczona eksperymentalnie (badania płytki na stanowisku laboratoryjnym)
	[Hz]	
1	152	144
2	508	509
3	1004	988
4	1598	1549

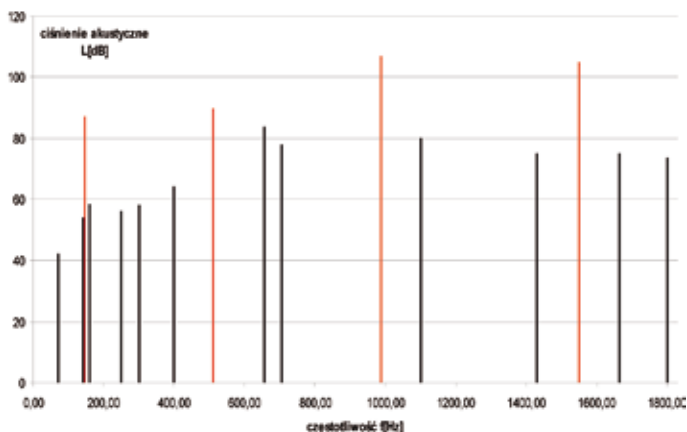


Rys. 4. Porównanie postaci drgań otrzymanych eksperymentalnie oraz komputerowo dla drugiej postaci drgań

Jako jedno z najistotniejszych badań było badanie poziomu hałasu, jaki płyta powoduje drgając z różnymi częstotliwościami. Badanie to wykazało dobitnie, iż największy poziom hałasu powodują drgania rezonansowe. Wyniki przeprowadzonych pomiarów hałasu dla różnych częstotliwości drgań przedstawia tabela 3 oraz wykres na rysunku 5 kolorem czerwonym wyróżniono częstotliwości rezonansowe.

Tabela 3. Poziom hałasu dla wybranych częstotliwości

Lp.	Często- tliwość	Poziom hałasu	Lp.	Często- tliwość	Poziom hałasu	Lp.	Często- tliwość	Poziom hałasu
	[Hz]	[dB]		[Hz]	[dB]		[Hz]	[dB]
1	70	42	7	400	64	13	1430	75
2	140	54	8	509	89,5	14	1549	105
3	144	87	9	655	83,5	15	1664	75
4	160	58,4	10	705	78	16	1800	73,5
5	250	56	11	988	107	17	-	-
6	300	58	12	1100	80	18	-	-



Rys. 5. Amplitudy poziomu natężenia dźwięku dla wybranych częstotliwości drgań

Wyniki obliczeń cyfrowych oraz weryfikacja eksperymentalna dała bardzo zadowalające wyniki. Rozbieżność w wynikach uzyskanych za pomocą systemu MES ANSYS oraz podczas badań eksperymentalnych gotowych elementów wynikają z przybliżenia metody elementów skończonych oraz niedoskonałości odwzorowania w modelu cyfrowym właściwości i warunków fizycznych modelu rzeczywistego. Najlepiej dało się odwzorować postacie drgań o wyższych częstotliwościach.



Kamil Józwiak

Wykorzystanie frezarko-grawerki sterowanej numerycznie do prototypowania detali mechanicznych

Praca powstała na podstawie doświadczeń, wiedzy teoretycznej i praktycznej, zdobytej przez okres szkoły średniej i studiów.

Elementem wyjściowym była mała frezarko-grawerka cnc, zbudowana we własnym zakresie na konwencjonalnych obrabiarkach manualnych. Konstrukcję zbudowano z profili aluminiowych grubościennych w gatunku PA38. Błat oraz inne elementy wykonane zostały z aluminium stopowego w gatunku PA6.

Do przeniesienia napędu posłużyły pręty szlifowane o średnicy 20 mm, łożyska liniowe oraz śruby trapezowe o skoku 4 mm na obrót. Jako, iż urządzenie miało służyć do prototypowania drobnych detali, do prac dorywczych i małoseryjnych, takie rozwiązanie jest najlepsze w kontekście cena-jakość.

Z założenia ma to być urządzenie kompaktowe, czyli w swojej strukturze musi zawierać wszystkie podstawowe funkcje i elementy „rasowych” maszyn przemysłowych, tzn: pompę chłodziwa ze sterowaniem PWM, chłodzenie



powietrzem oraz spray – chłodzenie rozpyloną zawieszoną wodą i oleju.

Kluczowym elementem pracy było przekazanie praktycznej wiedzy z obsługi i wykorzystania popularnych systemów komputerowego wspomaganego projektowania (CAD), wytwarzania (CAM) i obróbki (CNC). Z dostępnych na rynku wybrano najbardziej popularne systemy:

SOLIDWORKS, edgeCAM oraz MACH3. W części teoretycznej opisano podstawowe funkcje, przedstawiono podstawowe bloki oraz ich wykorzystanie. W części praktycznej zaprezentowano drogę, jaką należy przejść od pomysłu do realizacji. Opisano tworzenie szkiców, budowanie modeli brylowych, wykonywanie otworów i kieszeni.

W systemie CAM zostały przytoczone operacje: planowanie, obróbka zgrubna, profilowanie, obróbki powierzchni płaskich, fazowanie wierszowanie, zaprezentowano tworzenie nowej biblioteki narzędzi. Przedstawiono deklarację materiału obrabianego opis geometrii wybór i konfigurację postprocesora obróbki oraz generowanie kodów sterowania CNC - Gkodów.

MACH3 opisano: Import plików G-kody i ich edycję, deklarację poziomów frezowania, ustawienia punktów referencyjnych oraz obróbkę właściwą.

Techniką CNC hobbystycznie zainteresowałem się już kilka lat temu. Pierwszą frezarkę przeznaczoną do frezowania prototypowych obwodów drukowanych zbudowałem jeszcze w technikum, niestety błędy konstrukcyjne spowodowały, że nie posiadała ona najlepszych parametrów obróbki. Kolejna maszyna powstała na początku studiów. Doświadczenie i wiedza zdobyta w tym czasie posłużyły jako podstawa do napisania pracy inżynierskiej. Cały czas staram się rozwijać, aktualnie zajmuję się dziedziną pokrewną, a mianowicie robotyką. Dzięki frezarce i systemom CAD zaprojektowałem i zbudowałem model manipulatora przemysłowego o czterech stopniach swobody.

CNC i pokrewne są bardzo ciekawą dziedziną techniki, dają ogromne możliwości rozwoju i tworzenia. W pracy chciałem pokazać, że nie jest to domena profesjonalistów, z odrobiną samozaparca każdy może korzystać z jej dobrodziejstw.

Paweł Erbel

Zasady doboru ograniczników przepięć z tlenków metali do sieci napięcia przemiennego

Praca dyplomowa „Zasady doboru ograniczników przepięć z tlenków metali do sieci napięcia przemiennego” jest pewnego rodzaju rozwinięciem algorytmu postępowania jaki należy zastosować przy doborze tego typu ograniczników. Pokrótce została przedstawiona budowa ograniczników zaworowych i beziskiernikowych (z tlenków metali) oraz mechanizmy, jakie powodują ograniczanie przepięć w przypadku obydwóch typów ograniczników.

Osobny rozdział zawiera najważniejsze definicje dotyczące ograniczników beziskiernikowych oraz parametrów związanych z ich funkcjonowaniem i doбором.

Na podstawie algorytmu zawartego w normie PN EN 60099-5 opisane zostały poszczególne etapy, jakie należy uwzględnić przy doborze ograniczników. Każdy z tych etapów doboru jest uzupełniony o informacje pozwalające uzasadnić wymagania wynikające z zaleceń normalizacyjnych.

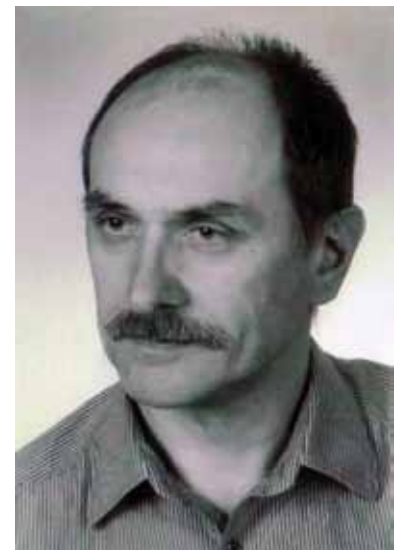
Przy omawianiu doboru napięcia znamionowego ogranicznika przedstawione zostały informacje umożliwiające

korzystanie z charakterystyk wytrzymałości na przepięcia dorywcze, jakie są publikowane przez producentów ograniczników.

Osobna część pracy została przeznaczona na przybliżenie mechanizmów powstawania oraz wyszczególnienie rodzajów przepięć dorywczych.

W dalszej części omówione zostały zasady jakimi należy kierować się przy określaniu pozostałych parametrów jakim powinien sprostać dobierany ogranicznik.

W ostatniej części pracy przedstawione zostały przykłady doboru ograniczników w odniesieniu do sieci rozdzielczych z uwzględnieniem sieci kablowych, napowietrznych – kablowych oraz napowietrznych.



Wspieramy kształcenie średniej kadry technicznej

Reformy systemu oświaty i polityka władz oświatowych różnych szczebli spowodowały w ostatnim dwudziestoleciu drastyczne zmniejszenie liczby osób uzyskujących wykształcenie techniczne na poziomie technika i robotnika wykwalifikowanego. Dużą w tym zasługą mediów, lansujących teorię, że szkoły zawodowe (technika i szkoły zasadnicze) są dla uczniów o niskim potencjale intelektualnym. Innymi słowy – do szkoły ponadgimnazjalnej o profilu zawodowym idzie się „za karę”.

Władze Łodzi powinny szczególnie dbać o przygotowanie nowych, młodych kadr, aby zachęcić firmy do lokalizowania u nas swoich inwestycji. Tymczasem zdążyły już zlikwidować kilka zespołów szkół ponadgimnazjalnych, a przygotowana przez nie akcja promująca szkolnictwo zawodowe nie spowodowała wzrostu liczby kandydatów do szkół technicznych, szczególnie w zawodzie technik elektryk. Skutkiem tych wszystkich okoliczności **w roku szkolnym 2010/11 szkoły łódzkie nie będą miały ani jednego absolwenta 4-letniego technikum elektrycznego!!!**

Aby przyczynić się do zmiany tej sytuacji Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich podjął w kwietniu bieżącego roku **decyzję o objęciu patronatem Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20, mieszczącego się w Łodzi przy ulicy Wareckiej 41**. Podpisanie umowy o objęciu szkoły patronatem OŁ SEP odbyło się w dniu 9 czerwca 2010 r., podczas uroczystości Światowego Dnia Elektryki. W obecności przedstawiciela Wydziału Edukacji UMŁ pani kierownik Barbary Suchary oraz przedstawicieli OŁ SEP i Politechniki Łódzkiej podpisaną przez prezesa OŁ SEP pana Franciszka Mosińskiego umowę przekazał do podpisania dyrektorowi szkoły panu Zdzisławowi Jurewiczowi pan Zdzisław Sobczak – sekretarz Zarządu OŁ SEP.

W ZSP nr 20 od 2004 roku funkcjonuje Uczniowskie Koło SEP. W 2005 roku między szkołą a Oddziałem Łódzkim SEP podpisane zostało porozumienie o współpracy dla podniesienia jakości kształcenia zawodowego oraz popularyzacji idei Stowarzyszenia wśród młodzieży i rodziców. Jedną z form współpracy jest coroczna organizacja Światowego Dnia Elektryki, który jest okazją do prezentacji osiągnięć zawodowych uczniów, poznawania



nowoczesnych rozwiązań technicznych i problemów energetycznych kraju oraz świata.

W bieżącym roku uroczystość uświetniła prezentacja nowoczesnych ledowych źródeł światła, przeprowadzona przez panią dr inż. Wiesławę Pabjańczyk z Politechniki Łódzkiej oraz wykład na temat nowoczesnych rozwiązań wyłączników modułowych firmy Chint Poland, przygotowany przez dyrektora technicznego pana Ryszarda Świetlickiego.

Małgorzata Höffner ZSP nr 20
Foto: ZSP nr 20

Eugeniusz Trajdos – inżynier i żeglarz



80 lat temu, 14 czerwca 1930 roku, w Piotrkowie Trybunalskim urodził się Eugeniusz TRAJDOS. Szkołę podstawową ukończył podczas okupacji – w 1944 roku. Zamiast wakacji przymusowo pracował w miejscowej hucie szkła. Po wojnie uczęszczał do Gimnazjum i Liceum Ogólnokształcącego im. Bolesława Chrobrego, a następnie – do Liceum Zawodowego w Piotrkowie Trybunalskim.

Młody Gienek uczył się nadal; w latach 1952–1956 studiował na Politechnice Łódzkiej, gdzie zdobył dyplom inżyniera elektryka. Zaraz po studiach pracował w Elektromontażu Łódzkim, przy elektryfikacji wsi; była to niełatwa praca (w terenie), ale pozwoliła zapoznać się w praktyce z zawodem elektryka.

Następnie został skierowany do pracy na wielkich budowach, gdzie zajmował się instalowaniem ich urządzeń elektroenergetycznych: w Zakładach Górniczo-Hutniczych koło Starachowic i Huty Szkła w Sandomierzu.

Wreszcie otrzymuje pracę przy rozruchu Zakładów Papierniczych w Łodzi. Po udanym rozruchu został w nich zatrudniony na stanowisku głównego energetyka.

Po kilku latach przeniósł się do Łódzkiej Wytwórni Filmowej; tu był też głównym energetykiem. Dla inżyniera Trajdosa praca ta była i łatwa i lekka, a kontakty z ludźmi filmu (aktorzy, reżyserzy) czyniły ją przyjemną. Dlatego też tu pracował aż 20 lat, do przejścia w 1992 roku na emeryturę.

W 1962 roku ożenił się z łodzianką, Krystyną Ropelską. Ma syna Marka, absolwenta Politechniki Łódzkiej oraz wnuka Jacka, ucznia liceum.

W 1963 roku został członkiem Stowarzyszenia Elektryków Polskich, w którym aktywnie działa do tej pory.

W stowarzyszeniu pełnił różne funkcje w kole i sekcji energetyki przemysłowej oraz oddziale; obecnie działa w kole seniorów i komisji ds. pomocy koleżeńskiej. Należy podkreślić, że kolega

Trajdos utrzymuje kontakty z seniorami koła oraz zabiega o udzielanie im pomocy, również materialnej.

Inżynier Trajdos uczestniczył w obradach Jubileuszowego Zjazdu 50-lecia SEP (1963 r.) oraz Zjazdu Delegatów w Białymstoku (1978 r.).

Kolega Trajdos za działalność zawodową został uhonorowany Krzyżami Zasługi (brązowym i złotym), a także medalami: Za Zasługi dla Obronności Kraju oraz Pożarnictwa.

Zaś Stowarzyszenie Elektryków Polskich obdarzyło Go godnością – Zasłużony Senior SEP. Wyróżniony został także Odznakami SEP i NOT (srebrnymi i złotymi).

Pasją życiową Eugeniusza jest żeglarstwo. Od 1949 roku spędza wolny czas na wodzie – na jeziorach i morzach. Żeglując zdobywał kolejne stopnie żeglarskie oraz patent instruktora. Po odbyciu stażu na dużych jachtach i żaglowcach (Pogoria, Dar Młodzieży) otrzymał stopień – Jachtowy Kapitan Żegluga Wielkiej. Stopień ten pozwala mu na prowadzenie rejsów żaglowych na morzach; żeglował na Bałtyku, Morzu Północnym i Śródziemnym, gdzie szkolił i egzaminował adeptów na stopnie żeglarski.

Adam Ketner

Dr inż. Romualda Rydlewicz (1933–2010)

Dr inż. Romualda Rydlewicz urodziła się w Łodzi w dniu 22 marca 1933 r. Rozpoczęła pracę w Politechnice Łódzkiej jako asystent, po ukończeniu studiów na Wydziale Elektrycznym w 1958 r., uzyskując tytuł magistra inżyniera o specjalności w zakresie elektrotermii.

Początkowo pracowała w Katedrze Miernictwa Elektrycznego, a następnie odbyła studia doktoranckie, utworzone przy Katedrze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów, uzyskując w 1970 r. stopień doktora nauk

technicznych na podstawie rozprawy p.t.: „Doziemne przepięcia udarowe w autotransformatorze dwuuzwojowym zaatakowanym udarem od strony DN”. Promotorem rozprawy był prof. zw. dr hab. inż. Michał Jabłoński.

W latach 1970–1989 była zatrudniona na stanowisku adiunkta, a od 1989 r., po przejściu na emeryturę, na stanowisku starszego wykładowcy w Instytucie Transformatorów, Maszyn i Aparatów Elektrycznych, a następnie w Instytucie Maszyn Elektrycznych i Transformatorów.

Pełniła odpowiedzialne funkcje na Wydziale Elektrycznym jako Sekretarz Wydziałowej Komisji Praktyk, opiekun grup studenckich oraz wieloletni opiekun mieszkańców VIII Domu Studenckiego Politechniki Łódzkiej. Cieszyła się powszechnym zaufaniem mieszkańców, pomagała im nie tylko w sprawach bytowych, ale także w sprawach życiowych.

W macierzystym Instytucie była odpowiedzialna za programowanie zajęć dydaktycznych, współpracując ściśle z prof. M. Jabłońskim.

Jej praca była zauważana i doceniana. Uzyskała Nagrodę Ministra Szkolnictwa Wyższego i Techniki za osiągnięcia w pracy dydaktyczno-wychowawczej, kilkanaście nagród JM Rektora za prace naukowo-badawcze i działalność dydaktyczną. Została odznaczona w 1979 r. Złotym Krzyżem Zasługi, a w 1990 r. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski. Zmarła po wyczerpującej chorobie w dniu 27 czerwca 2010 r. i została pochowana na Cmentarzu Komunalnym na Dołach w Łodzi.

Oprócz uznanych sukcesów, życie nie szczędziło Jej także przykrości. W 1983 r. zmarł nagle mąż doc. dr inż. Janusz Rydlewicz, pracownik Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej, co utrudniło znacznie sytuację materialną rodziny. Z dużym wysiłkiem, dr inż. R. Rydlewicz zapewniła dwojgu dzieciom Małgorzacie i Maciejowi ukończenie studiów wyższych oraz start życiowy.

W ostatnich latach dr inż. R. Rydlewicz pracowała z nami w Instytucie o obecnej nazwie Mechatroniki i Systemów Informatycznych na części etatu lub na umowie zlecenia.

Wspominamy Ją jako sumiennego i oddanego młodzieży nauczyciela akademickiego, starającego się przekazać studentom wiedzę w zakresie maszyn elektrycznych, zarówno podczas ćwiczeń rachunkowych jak i zajęć laboratoryjnych z maszyn elektrycznych i transformatorów.

Z Koleżanką R. Rydlewicz spędziliśmy razem okres naszej młodości, w latach poświęconych na realizację zamierzeń doktorskich. R. Rydlewicz odznaczała się naturalną urodą i skromnym, lecz zawsze starannie dobranym ubiorem.

Wspominam Ją osobiście jako bardzo życzliwą Koleżankę, gdyż cieszyła się autentycznie naszymi sukcesami i okazywała pomoc i współczucie w trudnych chwilach życiowych.

Zachowamy Ją na zawsze w naszej pamięci.

Kazimierz Zakrzewski



W dniu 5 sierpnia 2010 roku pożegnaliśmy naszego kolegę Jana Drobnika. Jan Drobnik, członek Stowarzyszenia Elektryków Polskich, odszedł nagle w dniu 31 lipca 2010 roku. Urodził się 8 czerwca 1929 roku w Łodzi. W latach 1952–1956 Jan Drobnik studiował na

Politechnice Łódzkiej na Wydziale Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej. Dyplom ukończenia studiów wyższych oraz tytuł inżyniera elektryka uzyskał w dniu 1 października 1956 roku.

W latach 1951–1959 pracował w Biurze Projektów Przemysłu Papierniczego przy ul. Zachodniej 70, kolejno: jako asystent projektanta, a następnie projektant i od 1956 roku jako starszy projektant. Od 1 grudnia 1969 roku do 1 stycznia 1987 roku, pracował w Przedsiębiorstwie

Wodociągów i Kanalizacji Okręgu Łódzkiego w Łodzi, przy ul. Wierzbowa 52, gdzie był kolejno na stanowiskach: kierownik oddziału, zastępcy kierownika Działu Głównego Energetyka i kierownika Działu Głównego Energetyka, a na końcu jako specjalista ds. elektroenergetycznych. W okresie od marca 1972 roku do marca 1975 roku był ponadto zatrudniony w wymiarze pół etatu jako sprawdzający w Pracowni Elektrycznej Biura Projektowo-Technologicznego Przemysłu Maszyn Włókienniczych „Promatex” w Łodzi, przy ul. Kilińskiego 185, gdzie pewnego razu w drodze do pracy stał się przypadkowym uczestnikiem wypadku i sam uległ wypadkowi. W wyniku wypadku został przeniesiony w 1987 roku na rentę chorobową, a od 1994 roku na emeryturę.

Był przez wiele lat członkiem Stowarzyszenia Elektryków Polskich, a w latach 1964–1972 pełnił funkcje wiceprezesa Oddziału Łódzkiego SEP.

Był odznaczony srebrną odznaką SEP, a następnie, 20 października 1972 został odznaczony złotą odznaką SEP. Był pracowitym, skromnym człowiekiem, świetnym inżynierem i życzliwym kolegą. Niech Taki pozostanie w naszej pamięci.

Jan Cichocki

Jan Drobnik 1929 – 2010

U Zeusa i Hery

Z okazji Dnia Energetyka, z małym przesunięciem, odbyły się w dniu 10 września 2010 r.: XXII Sympozjum u Zeusa i XIII Spotkanie u Hery.

Obie imprezy, jak zawsze, odbyły się w pięknym Hotelu „Wodnik”, położonym niedaleko elektrowni „Bełchatów” i, jak zawsze, zorganizowane były przez Koło SEP przy PGE Elektrownia Bełchatów S.A. Koło, którego prezesem jest od lat kol. Jan Musiał, Koło, które od lat zajmuje w konkursie na najlepsze Koło SEP, pierwsze miejsce. W roku bieżącym przypadł też Jubileusz 35-lecia Koła.

Gośćmi Sympozjum byli m.in. :

wiceprezes zarządu ds. operacyjnych Polska Grupa Energetyczna S.A. – Marek Trawiński, wiceprezes zarządu ds. korporacyjnych PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. – Piotr Szymanek, prezes zarządu PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. – Jacek Kaczorowski, członkowie zarządu PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. – Roman Forma, Waldemar Szulc, Tadeusz Witos, prezydent miasta Bełchatów – Marek Chrzanowski, dyrektor Oddziału Elektrownia Bełchatów – Tadeusz Banasiak; przedstawiciele stowarzyszeń naukowo-technicznych: prezes SEP – Jerzy Barglik, członek honorowy SEP – Tadeusz Malinowski, prezes FSNT – NOT Oddział Piotrków – Stanisław Zachmost, prezes Oddziału Piotrkowskiego SIMP – Edward Midera, skarbnik Oddziału SITG Bełchatów – Zbigniew Wiaderny i wielu innych. Oddział Łódzki SEP reprezentowany był przez kol.

Andrzeja Gorzkiewicza – członka Zarządu OŁ SEP i kol. Mieczysława Balcerka – dyrektora biura OŁ SEP.

Wszystkich Znamienitych Uczestników nie sposób wymienić.

Część oficjalną Sympozjum poprowadził prezes Koła kol. Jan Musiał. Za stołem prezydyjnym zasiedli też: Członek Honorowy SEP kol. Tadeusz Malinowski, aktualny redaktor naczelny poczytnego INPE oraz prezes SEP prof. Jerzy Barglik. Oni też wręczyli **odznaczenia stowarzyszeniowe**:

- **Godność „Zasłużonego Seniora SEP”** – kol. **Eugeniuszowi Bilkowskiemu**,
- **Złotą Odznakę Honorową SEP** – kolegom: **Władysławowi Baczyńskiemu i Romanowi Szczęsnemu**,
- **Srebrną Odznakę Honorową SEP** – kolegom: **Stanisławowi Moskalczukowi, Robertowi Niewierskiemu i Jackowi Fidale**,
- **Medal pamiątkowy im. Kazimierza Szpotańskiego** – kol. **Błażewi Królikowskiemu**,
- **Medal Jubileuszu 35-lecia koła SEP** – kolegom: **Tadeuszowi Malinowskiemu, Jackowi Kaczorowskiemu i Tadeuszowi Banasiakowi**.



Część oficjalna. Za stołem prezydyjnym, od lewej: Jan Musiał członek Zarządu Głównego i prezes Koła SEP przy PGE Elektrowni Bełchatów S.A., Jerzy Barglik – prezes SEP, Tadeusz Malinowski – członek honorowy SEP



Medal 35-lecia Koła SEP z rąk Jana Musiała otrzymują: Tadeusz Banasiak, Jacek Kaczorowski i Tadeusz Malinowski

Odnaczenie resortowe Zasłużony Pracownik Elektrowni Bełchatów otrzymali:

- kol. **Krzysztof Pędziwiatr**,
- kol. **Władysław Bączyński**.

Dyplomy i nagrody przyznane w konkursie im. Kazimierza Szpotańskiego otrzymali:

- Nagroda I stopnia – kol. **Jacek Kajdaniak**,
- Nagroda II stopnia – kol. **Leszek Harciarek**.

Dyplomy i nagrody przyznane w konkursie im. Wojciecha Dudka za najlepszy projekt racjonalizatorski w roku 2009/2010 trafiły do:

- kol. Dariusza Koziela,
- kol. Zbigniewa Króla.

Ledwie kol. Jan Musiał zdążył wspomnieć o 35-letnim Jubileuszu Koła SEP, w „sposób gwałtowny” przerwał mu, wtargnięciem na salę obrad, Sympozjarcha w otoczeniu dwóch pięknych nimf.



Sympozjarcha w otoczeniu nimf zaprasza gości do wspólnej zabawy

Chciał nie chciał, trzeba było przerwać część oficjalną i udać się na szczyt Olimpu, gdzie w towarzystwie gromównadnego Zeusa, pośród zastawionych stołów, w otoczeniu



Jerzy Barglik – prezes SEP i Jan Musiał – członek Zarządu Głównego SEP i prezes Koła SEP przy PGE Elektrowni Bełchatów



„Nowi bogowie” powołani na XXII Sympozjum u Zeusa

kilku przecednej urody nimf, dostojni Goście mieli spędzić czas w oczekiwaniu na spotkanie z niezwykle groźną, ale nie pozbawioną poczucia humoru i boskich wdzięków Herą. Potem przy muzyce i śpiewie zespołu MYTHOS rozpoczęła się i trwała długo w noc wspólna zabawa na zewnątrz. Gorąco i z ogromnym uznaniem oklaskiwano pokaz sztucznych ogni. Uroku dodawało wspaniałe odbicie w jeziorze. Podziw gości wzbudziła też profesjonalnie zaprojektowana i zbudowana scena, na której, po koncercie muzyki greckiej, wspaniałe prezentował się zespół ODJAZD, zachęcając brzmieniem muzyki i głosami solistów do niustających tańców.



Zeus i Hera we wspólnym tańcu

W trakcie Sympozjum gorąco i z aplauzem klaskano, dziękując w ten sposób sponsorom spotkania: PGE Elektrownia Bełchatów S.A., Energomontaż – Północ Bełchatów Sp. z o.o., BK Giuliani, Schneider Electric, EMERSON Process Management, Termall, Energo Inwest Broker S.A., Elbis Sp. z o.o., Elbest Sp. z o.o., Honeywell, Elektrobudowa S.A., Procom System S.A., Elektryczne Centrum Handlowe „ANIA”, Energotest, Energoprojekt – Warszawa S.A., Alstom, Energoautomatyka Sp. z o.o., Skaner Poligrafia.

(MB)

NOWOŚĆ!!!

CAT IV

600V

IP 65

ANALIZATOR JAKOŚCI ZASILANIA PQM-701

**ANALIZATOR
REJESTRUJE
PARAMETRY SIECI
ZGODNIE Z
KLASĄ A NORMY
EN 61000-4-30**

Wiele możliwości zastosowania w różnych dziedzinach

www.soneł.pl

KT-160

**KAMERA
TERMOWIZYJNA**

- Kamera w pełni radiometryczna - rejestrowana jest temperatura każdego punktu obrazu
- Auto Focus – automatyczne ustawianie ostrości
- Rejestracja obrazu rzeczywistego
- Dostępnych 8 palet kolorystycznych
- Analiza i tworzenie raportów za pomocą wchodzącego w skład zestawu programu ThermoAnalyze

Technologia **InfraFusion** umożliwia nałożenie obrazu rzeczywistego i termicznego



**!
NOWOŚĆ!**