



# TECHNICZNO - INFORMACYJNY

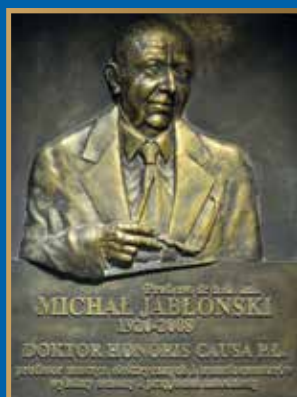
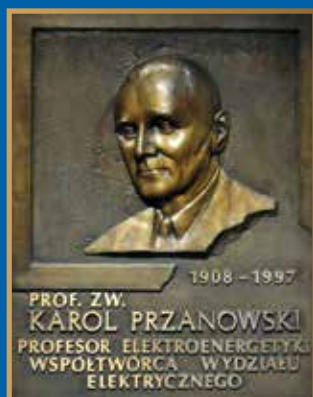
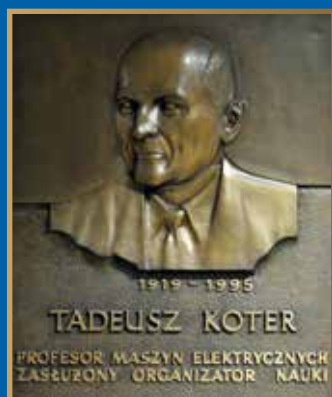
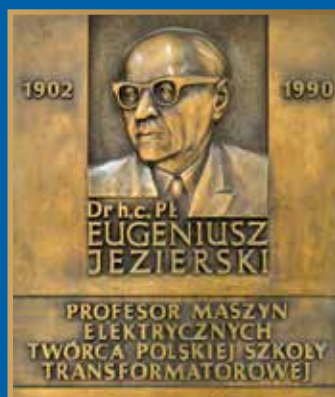
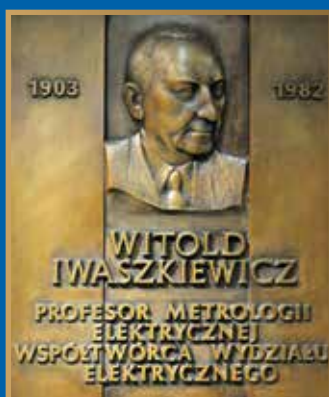
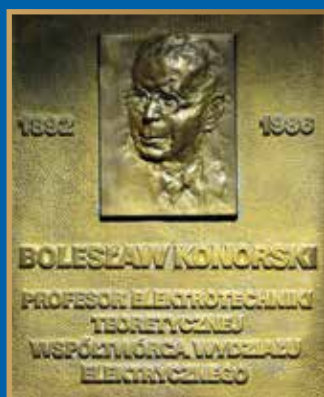


Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 4/2015 (71)

ISSN 2082-7377

Grudzień 2015



Pamiętkowe tablice zasłużonych profesorów  
Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki,  
Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej  
ufundowane przez  
byłych współpracowników i wychowanków



*Wszystkim Członkom  
i Sympatykom SEP,  
składamy serdeczne życzenia  
spokojnych, radosnych i pełnych ciepła  
Świąt Bożego Narodzenia,  
a w nadchodzącym 2016 roku  
dużo szczęścia, zdrowia,  
wszelkiej pomysłności  
i satysfakcji  
z działalności  
stowarzyszeniowej.*

*Komitet Redakcyjny*



Wydawca:

**Zarząd Oddziału Łódzkiego  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich**

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a,  
tel./fax 42-630-94-74, 42-632-90-39  
Konto: Bank Zachodni WBK SA XV O/Łódź  
nr 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

UWAGA: nowe adresy:

e-mail: [sep@seplodz.pl](mailto:sep@seplodz.pl)[www.seplodz.pl](http://www.seplodz.pl)

*W mijającym roku swój jubileusz 70-lecia obchodził Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Środowisko elektryków regionu łódzkiego zarówno to od prądów „silnych”, i jak i to od prądów „słabych”, to w zdecydowanej większości absolwenci tego Wydziału.*

*Dla podkreślenia rangi jubileuszu w tym numerze naszego Biuletynu rozpoczynamy cykl artykułów poświęconych sylwetkom jego twórców, nieżyjącym już profesorom, których tablice pamiątkowe znajdują się w reprezentacyjnym holu głównego budynku Wydziału, przy ul. Stefanowskiego 18/22, na terenie kampusu A PŁ.*

*Zdjęcia wszystkich dotychczas wmurowanych tablic prezentujemy na stronie tytułowej tego numeru. Poczet profesorów zasłużonych dla WEELiA PŁ rozpoczyna profesor Bolesław Konorski, któremu poświęcają swoje wspomnienie prof. Michał Tadeusiewicz i doc. Hanna Morawska, dawni współpracownicy Profesora. W kolejnych numerach naszego Biuletynu zamieszczać będziemy wspomnienia przypominające kolejnych profesorów uhonorowanych pamiątkowymi tablicami.*

Zachęcamy gorąco do ich lektury.

Komitet Redakcyjny

*Zachęcamy do korzystania z programu rabatowego dla członków SEP posiadających nowe legitymacje członkowskie.*

Szczegóły na stronie internetowej Oddziału Łódzkiego SEP

[www.seplodz.pl](http://www.seplodz.pl)

po kliknięciu na poniższy banner



**EURC** rabat  
dla posiadaczy legitymacji SEP

Spis treści:

<b>Jakość zasilania w sieciach z generacją rozproszoną</b> – I. Wasiak .....	2
<b>Wybrane problemy eksploatacji transformatorów w elektrowniach wiatrowych i fotowoltaicznych</b> – T. Piotrowski .....	6
<b>MOC jest z NAMI</b> .....	15
<b>Wspomnienie o profesorze Bolesławie Konorskim (1892–1985)</b> – M. Tadeusiewicz, H. Morawska .....	21
<b>IX Międzynarodowe Sympozjum „Kompatybilność elektromagnetyczna w elektrotechnice i elektronice”</b> – W. Jałmużny .....	26
<b>XII Konferencja Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym – SENE 2015</b> – A. Dębowski, J. Kacerka .....	27
<b>Forum Transformatory Energetyczne</b> – A. Grabiszewska .....	29
<b>Wspomnienie pośmiertne o profesorze Politechniki Łódzkiej Zdzisławie Janie Tarocińskim</b> – M. Bartosik, P. Borkowski .....	32
<b>Zjazd absolwentów Wydziału Elektrycznego – rocznik 1971</b> – A. Boroń .....	33
<b>Zdzisław Andrzej Zarzycki</b> .....	34
<b>Honorowa Odznaka ZA ZASŁUGI DLA MIASTA ŁÓDZI dla Andrzeja Boronia</b> – A. Grabiszewska .....	36
<b>Stypendium im. Lecha Grzelaka</b> .....	38
<b>Wizyta w Oddziale Zagłębia Węglowego SEP</b> – A. Grabiszewska .....	39
<b>XVII Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka w Gliwicach</b> – A. Krotiuk, M. Rybicki .....	40
<b>Debata energetyczna: „Przyszłość energetyki w Polsce”</b> – B. Chabir, E. Koziarska .....	42
<b>Udział członków Oddziału Łódzkiego SEP w 28 Międzynarodowych Targach Bielskich ENERGETAB 2015</b> – J. Jabłoński .....	44
<b>Zjazd na „dno Bełchatowa”</b> – J. Kuczkowski .....	45
<b>Nasz Kolega wśród zasłużonych dla Veolia Energia Łódź S.A.</b> – J. Kuczkowski .....	46
<b>Zebranie Koła SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.</b> – J. Kuczkowski .....	47
<b>Cudze chwalicie, swego nie znacie</b> – A. Łuniewski .....	47

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek  
dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. PŁ.  
– Przewodniczący  
mgr Anna Grabiszewska – Sekretarz  
dr inż. Adam Ketner  
dr inż. Tomasz Kotlicki  
mgr inż. Jacek Kuczkowski  
mgr inż. Wojciech Łyżwa

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński  
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. 42-652-70-73, 605-725-073  
Druk: Drukarnia BiK Marek Bernaciak  
95-070 Antoniew, ul. Krucza 21  
tel. 42-676-07-78  
Nakład: 350 egz.  
ISSN 2082-7377

Irena Wasiak

# Jakość zasilania w sieciach z generacją rozproszoną

## 1. Wprowadzenie

Podstawowym wymaganiem, jakie operatorowi sieci elektroenergetycznej stawiają odbiorcy energii jest odpowiednia jakość zasilania. Na jakość tę składają się następujące zagadnienia [1]:

- jakość energii, czyli odpowiednie parametry napięcia zasilającego,
- niezawodność dostawy energii, określona czasem trwania i liczbą przerw w zasilaniu.

Znaczenie jakości zasilania wzrasta wraz z rozwojem nowych technologii, układów i urządzeń. Z jednej strony zwiększa się liczba i moc odbiorników będących źródłami zaburzeń elektromagnetycznych, a z drugiej wzrasta wykorzystanie odbiorników szczególnie wrażliwych na niedotrzymanie standardów jakościowych. Obserwowane są w praktyce negatywne zjawiska powodujące zakłócenia w pracy układów regulacji, sterowania czy systemów pomiarowych urządzeń, wynikające z nieodpowiedniej jakości parametrów napięcia. Zakłócenia te mogą powodować znaczne straty techniczne i ekonomiczne u odbiorców, co z kolei skutkuje żądaniem odpowiednich rekompensat finansowych od dostawców energii.

Obok oczywistych przyczyn technicznych i ekonomicznych również względy prawne uzasadniają konieczność utrzymania odpowiedniej jakości zasilania odbiorców. Obowiązujące prawo [2] zobowiązuje zarówno dostawcę, jak i odbiorcę energii do spełnienia odpowiednich wymagań dotyczących jakości napięcia zasilającego, a także określa ich odpowiedzialność w tym zakresie.

Szczególnie złożone jest zagadnienie zapewnienia odpowiedniej jakości dostawy energii elektrycznej w sieciach z generacją rozproszoną. W generacji rozproszonej można wyróżnić dwie grupy źródeł:

- źródła wykorzystujące paliwa nieodnawialne – głównie gaz naturalny,
- źródła wykorzystujące energię odnawialną: Słońca, wiatru, wody, biopaliw lub geotermalną.

Do pierwszej grupy źródeł zalicza się przede wszystkim mikroturebiny gazowe, ale także silniki spalinowe i ogniwa paliwowe. W grupie drugiej mieszczą się elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne, elektrownie wodne, a także ciepłowne, które do produkcji ciepła wykorzystują energię pozyskiwaną z biopaliw. Źródła, które wykorzystują w procesie przetwarzania energię odnawialną nazywane są odnawialnymi źródłami energii (OZE).

Pojęcie generacji rozproszonej obejmuje także zasobniki energii, których zastosowanie we współczesnych sieciach dystrybucyjnych znacząco wzrasta. Tradycyjne zastosowania zasobników odnoszą się do obszaru użytkowania energii i zasilania awaryjnego odbiorników. Przyłączanie do sieci rozproszonych źródeł energii, a w szczególności źródeł odnawialnych, stworzyło nowe obszary dla wykorzystania zasobników, które coraz częściej stają się elementem wspomagającym pracę źródeł i sieci i zwiększającym jej efektywność.

Wzrost penetracji źródeł rozproszonych zmienia warunki pracy systemu elektroenergetycznego i wiąże się z występowaniem rozmaitych zjawisk wpływających na jakość zasilania. Zakres i skala obserwowanych problemów są różne i zależą od technologii źródeł, ich mocy, miejsca przyłączenia i parametrów sieci. W potocznym odczuciu uważa się, że wpływ generacji rozproszonej na pracę sieci ten jest raczej negatywny, przy czym brakuje jednoznacznej informacji jaki jest stopień owego negatywnego oddziaływania i w jaki sposób odczuwa to odbiorca energii.

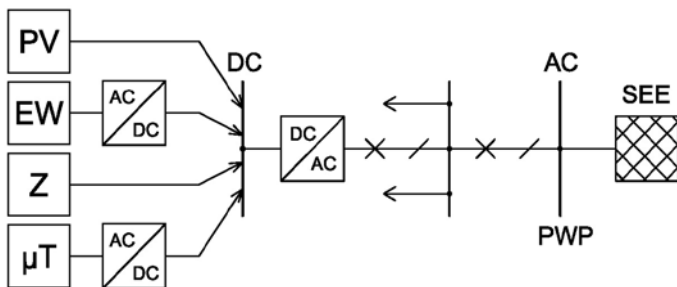
Celem artykułu jest scharakteryzowanie problematyki integracji źródeł z siecią zasilającą oraz pokazanie wpływu tej integracji na parametry jakości zasilania. Artykuł stanowi prezentację zagadnień przedstawionych szerzej w książce o tym samym tytule autorstwa Ireny Wasiak i Ryszarda Pawełka [3].

## 2. Przyłączanie źródeł rozproszonych do sieci elektroenergetycznej

Moce źródeł generacji rozproszonej zawierają się w szerokim zakresie, od kilku kW do kilkudziesięciu MW. Największe moce dotyczą farm wiatrowych, które przyłączane są do sieci 110 kV i podlegają centralnemu sterowaniu. W sieciach dystrybucyjnych średniego i niskiego napięcia pracują źródła o znacznie mniejszych mocach, trójfazowe i jednofazowe. Dość dowolna lokalizacja źródeł, stosunkowo mała moc wytwarzana oraz zmienność tej mocy zależna od dostępności i zmienności energii pierwotnej stanowią szczególne cechy generacji rozproszonej, od których zależy jakość funkcjonowania sieci i jakość zasilania odbiorców.

Rodzaj przemian energetycznych zachodzących w źródle decyduje o jego budowie i związanych z tym parametrach napięcia wyjściowego. Jeśli na zaciskach generatora wytwarzane jest napięcie przemiennie o częstotliwości sieciowej, to wówczas źródło można przyłączyć do sieci bezpośrednio. Przypadek ten dotyczy niektórych elektrowni wiatrowych, wodnych czy też elektrowni ciepłych na biopaliwa. Jeśli natomiast parametry napięcia źródła nie odpowiadają parametrom napięcia sieci, to wówczas do połączenia wymagany jest przekształtnik energoelektroniczny. Jako interfejsy przyłączeniowe stosuje się zarówno przekształtniki DC/AC, jak i AC/AC. Zwykle są to indywidualne urządzenia dobierane do rodzaju źródła. W mikrosystemie, w którym zainstalowanych jest kilka źródeł wytwarzających napięcie stałe, można zastosować przyłączenie do sieci przez jeden wspólny przekształtnik DC/AC (rys. 1.).

Sposób przyłączenia źródła wpływa na możliwości współpracy z siecią. Wzajemne oddziaływanie sieci i źródła dotyczy różnych technicznych aspektów funkcjonowania sieci, np. rozpyłów mocy w sieci, jakości wprowadzanej do sieci energii, wpływu zdarzeń i zaburzeń zachodzących w systemie elektroenergetycznym na pracę źródła, pracy zabezpieczeń sieciowych i innych. Pojawia się pytanie, jaka jest dopuszczalna moc źródeł,

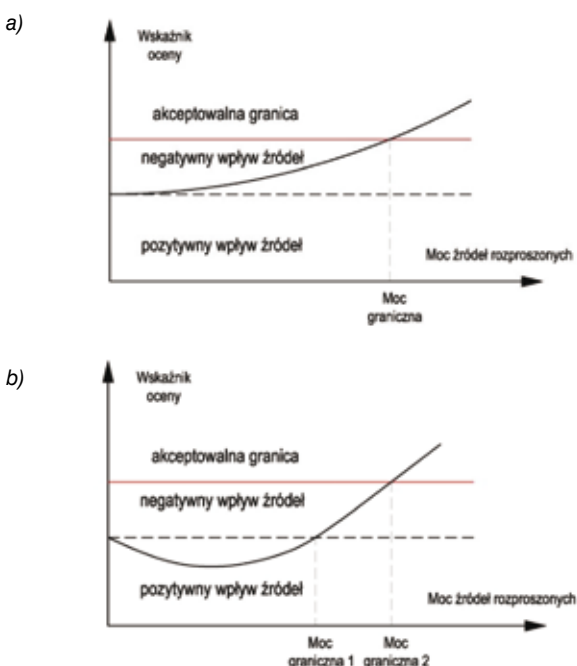


Rys. 1. Przyłączenie do sieci zasilającej grupy źródeł przez wspólny przekształtnik DC/AC

które mogą zostać przyłączone bez pogorszenia warunków pracy danej sieci w stopniu powodującym przekroczenie granicznych wartości zdefiniowanych dla tej sieci wskaźników funkcjonalnych. Moc ta określa tzw. zdolność przyłączeniową sieci (ang. *hosting capacity*) [4].

Wskaźnikami, na podstawie których określa się zdolność przyłączeniową mogą być: obciążalność sieci, parametry jakości napięcia zasilającego, straty mocy czynnej, wskaźniki błędnego działania zabezpieczeń itp. Dla każdego wskaźnika określa się jego zależność od mocy przyłączanych źródeł oraz wartość dopuszczalną. Moc przyłączeniową wyznacza punkt przecięcia charakterystyki wskaźnika z linią wartości dopuszczalnej. Jeżeli wskaźnik został zdefiniowany jako miara zaburzeń (parametr jakości napięcia), to wraz ze wzrostem mocy źródeł jego wartość będzie tylko rosła. Przypadek ten został przedstawiony na rys. 2a. Dla innych wskaźników charakter zmian może być odmienny. Przykładowo, jeśli wskaźnikiem jest obciążalność sieci lub straty mocy czynnej, to przy małej wartości mocy źródeł obserwuje się obniżenie jego wartości (poprawę funkcjonowania sieci w zakresie wyznaczonym wskaźnikiem), a przy większej wzrost. Ilustrację takiego przypadku stanowi rysunek 2b.

Sposób wyznaczenia zdolności przyłączeniowej sieci pokazany na rysunku 2. dotyczy prostych układów otwartych, dla których jest możliwe wyznaczenie zależności analitycznych. W innych przypadkach, a w szczególności w przypadku sieci zamkniętych, należy stosować metody i narzędzia symulacyjne.



Rys. 2. Ilustracja wyznaczenia mocy przyłączeniowej sieci:

a) kryterium oceny według wskaźnika o wartości rosnącej,

b) kryterium oceny według wskaźnika o wartości malejąco-rosnącej

Ogólne wymagania w zakresie przyłączania urządzeń generacji rozproszonej do sieci elektroenergetycznej wynikają z konieczności zapewnienia bezpiecznej oraz stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, a także dotrzymania standardów jakościowych energii elektrycznej dostarczanej odbiorcom. Bezpieczeństwo funkcjonowania systemu związane jest z zapewnieniem bilansu mocy czynnej i biernej w różnych stanach pracy, co wymaga odpowiedniej rezerwy mocy oraz zdolności regulacyjnych. Miarą stabilnej pracy systemu jest utrzymanie częstotliwości i wartości skutecznej napięcia zasilającego w zadanych granicach.

Podstawą formułowania wymagań przyłączeniowych jest rozporządzenie [5], stanowiące akt wykonawczy do ustawy Prawo energetyczne [2]. Wymagania techniczne i zalecenia dla jednostek wytwórczych o mocy co najmniej 50 MW przyłączanych do sieci 110 kV (tzw. koordynowanej) są określone przez operatora systemu przesyłowego [6]. Źródła takie podlegają sterowaniu centralnemu i uczestniczą w regulacji częstotliwości oraz napięcia w systemie elektroenergetycznym, we współpracy z nadrzędnymi układami regulacji napięcia i mocy biernej. Dla urządzeń wytwórczych o mniejszych mocach wymagania techniczne ustala operator właściwego systemu dystrybucyjnego [7]. W szczególności określa on poziom napięcia znamionowego sieci, do której zostanie przyłączona jednostka wytwórcza, w zależności od jej mocy i lokalnych warunków pracy sieci dystrybucyjnej. Przy podejmowaniu tej decyzji operator uwzględnia wyniki ekspertyzy wpływu przyłączanej instalacji na pracę systemu elektroenergetycznego, jeśli ekspertyza taka była wymagana. Odrębne wymagania przyłączeniowe formułowane są dla farm wiatrowych, których oddziaływanie na system elektroenergetyczny jest z reguły większe, ze względu na wielkość i zmienność generowanej mocy.

### 3. Wpływ źródeł rozproszonych na pracę sieci elektroenergetycznej

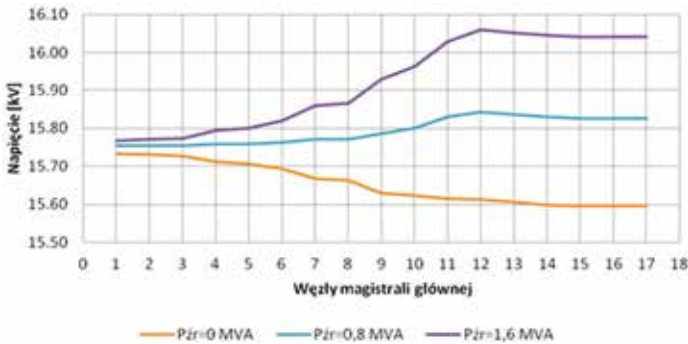
Charakter i stopień oddziaływania źródła na sieć zasilającą zależą w oczywisty sposób od rodzaju źródła i generowanej przez nie mocy, ale także od miejsca i sposobu przyłączenia. Większość źródeł generacji rozproszonej pracujących w sieciach dystrybucyjnych jest przeznaczona do zasilania lokalnych odbiorców. W dużej mierze są to niesterowalne źródła wykorzystujące energie odnawialne. Źródła te nie mają większego znaczenia w całkowitym bilansie mocy w systemie elektroenergetycznym i nie uczestniczą w procesach regulacyjnych. Wyłączenie pojedynczego źródła może mieć konsekwencje o charakterze lokalnym i nie zagraża bezpieczeństwu energetycznemu. W takim przypadku oddziaływanie na sieć zasilającą sprowadza się przede wszystkim do oddziaływania na jakość energii elektrycznej.

Źródła rozproszone wpływają na jakość energii elektrycznej w podobny sposób jak odbiory zaburzające. Mogą one być emiternami takich zaburzeń jak długotrwałe i krótkotrwałe zmiany wartości skutecznej napięcia, zniekształcenie krzywej napięcia czy asymetria napięć fazowych.

W konwencjonalnych elektroenergetycznych sieciach rozdzielczych, o konfiguracji otwartej, zwykle obserwuje się ujemnie odchylenia wartości skutecznej napięcia, spowodowane spadkiem napięcia na drodze przepływu prądu do odbiornika. W sieci ze źródłami rozproszonymi możliwe są odchylenia ujemne i dodatnie; te ostatnie prowadzą do wzrostów napięcia w węzłach sieci. Ponadto stany przejściowe występujące w czasie rozruchu, zatrzymania lub zmiany prędkości turbin wiatrowych powodują krótkotrwałe zmniejszenie napięcia w punkcie przyłączenia do

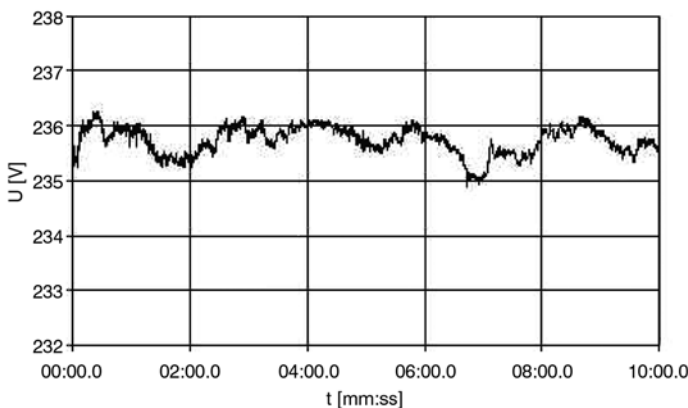
sieci. Utrzymanie napięć w węzłach sieci w granicach wartości dopuszczalnych może stanowić istotny problem dla przedsiębiorstwa energetycznego przy włączaniu i wyłączaniu źródeł.

Na rys. 3. pokazano przykładowy profil napięcia w linii magistralnej 15 kV, do której przyłączono źródło o mocy znamionowej odpowiednio 0,8 MVA i 1,6 MVA w węźle 12.



Rys. 3. Napięcie w węzłach magistrali 15 kV przy minimalnym obciążeniu sieci (zaczepnięto z [8])

Krótkotrwałe zmiany wartości skutecznej, czyli wahania napięcia wprowadzane są do sieci rozdzielczej przez pewne typy źródeł, a przede wszystkim przez generatory wiatrowe (rys. 4.). W tym przypadku są one skutkiem zmian prędkości i kierunku wiatru i mają charakter losowy. Wahania napięcia powodują zjawisko migotania światła, odczuwane przez innych odbiorców. Ten rodzaj zaburzenia może być także spowodowany przez elektrownie fotowoltaiczne na skutek zmian nasłonecznienia w miejscu zainstalowania źródła.



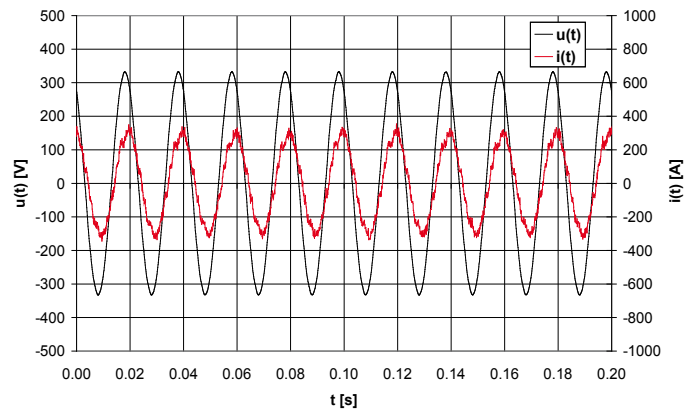
Rys. 4. Zmiany wartości skutecznej napięcia uśredniane z czasem 200 ms na zaciskach turbiny wiatrowej

Zmienność mocy generowanej w źródłach odnawialnych stwarza problem dla operatora w planowaniu pracy sieci i wymaga zastosowania metod i algorytmów prognostycznych. Trudności w predykcji produkcji energii są różne, a dla źródeł, których produkcja silnie zależy od warunków pogodowych błędy prognostyczne mogą być znaczące. Brak produkcji energii ze źródeł odnawialnych spowodowany złymi warunkami pogodowymi może stwarzać problem w uzyskaniu stabilnej pracy sieci, jeśli udział tych źródeł w bilansie energetycznym jest duży.

Technologie i urządzenia energoelektroniczne wykorzystywane w generacji rozproszonej są źródłami wyższych harmonicznych prądu. Źródłem zniekształceń mogą być także hydrogeneratory lub turbiny wiatrowe o zmiennej prędkości. Wyższe harmoniczne prądu powodują zniekształcenie napięcia w węzłach sieci. Stopień tego zniekształcenia zależy od wartości wprowadzanych harmonicznych i sztywności sieci. Im większa jest impedancja sieci, czyli im mniejsza jest moc zwar-

ciowa w punkcie wspólnego przyłączenia, tym większe będzie zniekształcenie napięcia. Propagacja prądów harmonicznych wprowadzanych przez źródło następuje więc przede wszystkim w kierunku sieci odbiorczej niskiego napięcia.

Na rysunku 5. pokazano przykładowe przebiegi prądu i napięcia fazowego dla generatora wiatrowego o mocy 2 MW przyłączonego do sieci przez przekształtnik.



Rys. 5. Przebiegi prądu i napięcia generatora wiatrowego

Wiele źródeł rozproszonych wykorzystywanych jest przez odbiorców indywidualnych przyłączonych do sieci niskiego napięcia. Są to zwykle źródła 1-fazowe o małych mocach, najczęściej odnawialne źródła energii. Praca takich źródeł może zwiększyć asymetrię obciążenia, istniejącą na ogół w sieciach odbiorczych niskiego napięcia na skutek przyłączenia 1-fazowych odbiorów. Efektem tego stanu może być zwiększenie asymetrii napięcia zasilającego.

Wymagania dotyczące dopuszczalnych wartości parametrów jakościowych w punkcie przyłączenia źródła są określone przez operatora sieci. Spełnienie tych wymagań jest obowiązkiem właściciela źródła i może wiązać się z dodatkowymi kosztami. Konieczność ponoszenia tych kosztów może zwiększać bariery dla wzrostu wykorzystania źródeł rozproszonych. Z drugiej strony operator sieci może ograniczać wydawanie decyzji przyłączeniowych w sytuacji, gdy spodziewane oddziaływanie źródeł na jakość napięcia zasilającego jest negatywne.

Odrębny problem stanowi oddziaływanie źródeł rozproszonych na sieć zasilającą w stanach awaryjnych pracy sieci. Zgodnie z obowiązującymi przepisami w czasie awarii w sieci zasilającej źródło powinno zostać wyłączone, aby nie dopuścić do niekontrolowanej pracy wyspowej i nie zakłócić działania zabezpieczeń sieci w czasie zakłóceń. Wyłączenie źródła lub źródeł, podobnie jak ograniczenie produkcji mocy, wynikające z braku dostępności energii pierwotnej, powoduje zachwianie bilansu mocy w obszarze lokalnym. Od wartości wyłączonej mocy i lokalnego zapotrzebowania odbiorców będą zależały konsekwencje takiego stanu. Jeśli moc źródła jest duża lub wyłączenia uległa duża grupa źródeł, to można spodziewać się zwiększenia obciążenia systemu i niedopuszczalnego obniżenia napięcia w węzłach sieci.

Wyłączenie źródła może także nastąpić na skutek zadziałania zabezpieczeń, na przykład zabezpieczenia podczęstotliwościowego. Nadmierne obniżenie częstotliwości jest efektem braku dostatecznych zdolności wytwórczych w systemie. W takim przypadku wyłączenie źródeł pogłębia stan nierównowagi i może zagrozić stabilności systemu elektroenergetycznego. Przykładem takiej sytuacji może być wielka awaria systemowa we Włoszech we wrześniu 2003 roku, w czasie której wyłączeniu uległo 1700 MW mocy generowanej w źródłach rozproszonych na skutek obniżenia częstotliwości do wartości 49 Hz [9].

#### 4. Zastosowanie zasobników w sieciach z generacją rozproszoną

Wzrost penetracji rozproszonych źródeł energii, ograniczona moc przyłączeniowa sieci elektroenergetycznych oraz rosnące wymagania związane ze zwiększeniem efektywności energetycznej sprzyjają rozwojowi zastosowań zasobników energii w sieciach dystrybucyjnych. Nowe obszary wykorzystania zasobników wiążą się z integracją źródeł i stają się szczególnie istotne w przypadku dużej liczby źródeł przyłączonych do sieci. Coraz częściej urządzenia zasobnikowe stają się stałym elementem sieci i środkiem do rozwiązywania problemów integracji źródeł z siecią, zwłaszcza przy ograniczonej mocy przyłączeniowej.

Zasobnik jest urządzeniem, które może zwiększyć zdolność przyłączeniową sieci przez zmniejszenie obciążenia szczytowego. Efekt ten jest szczególnie korzystny, jeśli sieć pracuje na granicy swoich możliwości. W takim przypadku możliwe staje się przyłączenie kolejnych odbiorców bez konieczności modernizacji i rozwoju sieci, co dla przedsiębiorstwa energetycznego oznacza określone oszczędności inwestycyjne. Zmniejszenie obciążenia szczytowego przyczynia się do wzrostu niezawodności zasilania oraz zmniejsza straty mocy i energii w sieci.

Zasobnik staje się niezbędnym elementem układów współpracujących ze źródłami energii odnawialnych. Zazwyczaj maksymalna moc takich źródeł jest produkowana poza okresami szczytowego obciążenia sieci. Jeśli źródło współpracuje z zasobnikiem energii elektrycznej, to wyprodukowany w źródle nadmiar energii może być zmagazynowany i przesłany do sieci w okresie maksymalnego obciążenia. Dla właściciela źródła oznacza to zwiększenie efektywności jego wykorzystania i korzystny rezultat ekonomiczny w szczególności, gdy taryfy opłat za energię elektryczną różnicują ceny sprzedaży w zależności od stref czasowych. Aspekty techniczne i ekonomiczne takiego wykorzystania zasobników zaprezentowane są w [10]. W sytuacji gdy źródło przeznaczone jest głównie do zasilania odbiorników w sieci lokalnej właściciela, wykorzystanie energii zgromadzonej w zasobniku umożliwia zmniejszenie zapotrzebowania na energię pobieraną z sieci zasilającej. Można więc stwierdzić, że niesterowalne ze swej natury odnawialne źródła energii we współpracy z zasobnikami mogą uzyskać cechę źródeł sterowalnych, której znaczenie wzrasta, jeśli rozliczenia za energię elektryczną dokonywane są według taryf strefowych.

Innym celem zastosowania zasobników do współpracy z OZE jest ograniczenie zmian mocy generowanej, a w konsekwencji wpływu takich źródeł na jakość napięcia zasilającego.

Odrębnym zagadnieniem jest wykorzystanie inwerterów współpracujących z zasobnikami energii do realizacji dodatkowych funkcji związanych z poprawą jakości energii elektrycznej. Możliwość zastosowania zasobników do jednoczesnego zarządzania energią elektryczną oraz do realizacji usług pomocniczych może stanowić interesującą ofertę zarówno dla operatora sieci, jak i prosume<sup>1</sup>nta. Usługi systemowe obejmują regulację napięcia i kompensację zaburzeń elektromagnetycznych oraz zasilanie odbiorników przy zapadach napięcia i przerwach w zasilaniu.

Rodzaj zastosowania determinuje wymagane cechy zasobnika, a przede wszystkim moc i czas oddawania/pobierania energii. W zastosowaniach sieciowych moce zasobników mogą być stosunkowo duże, rzędu kilku, a nawet kilkudziesięciu MW. Znacznie mniejszą mocą, rzędu kilkudziesięciu – kilkuset kW, charakteryzują się zasobniki pracujące u odbiorców końcowych.

Układy wykorzystywane jako magazyny energii, umożliwiające zarządzanie mocą czynną i kształtowanie zapotrzebowania na

energię, charakteryzuje stosunkowo długi czas rozładowania – do kilku godzin. Cechy takie wykazują baterie akumulatorów, których technologia jest dojrzała, a zakres mocy i pojemności szeroki. Dla odbiorców indywidualnych nie bez znaczenia jest także cena zasobnika, w tym przypadku korzystna. W chwili obecnej baterie akumulatorów stosowane są w elektroenergetyce najczęściej. Układy wykorzystywane jako źródła energii przy zakłóceniach w sieci zasilającej powinny mieć czas rozładowania rzędu minut. Wymaganiom tym odpowiadają koła zamachowe. W zastosowaniach związanych z zapewnieniem jakości energii elektrycznej wymagany jest krótki czas ładowania/rozładowania, rzędu sekund. Odpowiednim rodzajem zasobnika są superkondensatory.

#### 5. Zakończenie

Śledząc rozwój technologiczny w dziedzinie źródeł energii elektrycznej i uwzględniając różnego rodzaju ograniczenia związane z konwencjonalnym wytwarzaniem i przesyłem energii, można przewidywać, że tendencja wzrostu udziału generacji rozproszonej w krajowym bilansie energetycznym jest tendencją trwałą. Poszczególne technologie źródeł nie będą rozwijać się równomiernie. O stopniu ich rozwoju decydują przede wszystkim warunki geograficzne kraju oraz związana z tym dostępność energii pierwotnej. Nie bez wpływu pozostają czynniki ekonomiczne i prawne. Z jednej strony ciągle jeszcze wysoki koszt instalacji i brak dostatecznie atrakcyjnych dla inwestorów instrumentów wsparcia stwarza bariery dla wykorzystania generacji rozproszonej. Z drugiej jednak strony odbiorcy energii, jeśli tylko pozwolą im na to warunki ekonomiczne i nie zniechęcą brak regulowań prawnych, będą raczej zainteresowani przyłączeniem źródeł, gdyż w ten sposób mogą zwiększyć efektywność i niezawodność swojej instalacji. W warunkach polskich można spodziewać się dalszego rozwoju elektrowni wiatrowych oraz zwiększonego rozwoju elektrowni biogazowych, w tym kogeneracji. W instalacjach prosumenckich o mniejszej skali będą w dalszym ciągu stosowane małe źródła wiatrowe lub fotowoltaiczne, a także małe generatory synchroniczne napędzane silnikami spalinowymi, jako sprawdzone źródło rezerwowego zasilania.

Integracja urządzeń generacji rozproszonej we wspólnej sieci elektroenergetycznej wymaga rozwiązania problemów wynikających z ich wzajemnego oddziaływania. W książce [3] wykazano, że oddziaływania te mają różny charakter, a ocena wpływu przyłączania źródeł do sieci pod kątem jakości energii elektrycznej nie jest jednoznaczna. W wielu przypadkach obserwuje się zjawiska, których efektem jest pogorszenie jakości, ale też można wskazać wiele przykładów, w których źródła nie tylko nie powodują efektów negatywnych, ale przeciwnie, stwarzają korzystniejsze warunki funkcjonowania sieci elektroenergetycznej. Należy podkreślić, że ocena skutków przyłączenia nie wynika w prosty sposób ze stwierdzenia, że rozważany wskaźnik jakości uległ pogorszeniu. W analizie jakości zasilania określa się bowiem dopuszczalne przedziały, w których powinny znajdować się charakterystyczne wskaźniki. Jeśli więc zmiana spowodowana przyłączeniem źródła mieści się w zadanych granicach, to ocena jest pozytywna. Innymi słowy, dopuszcza się pewne pogorszenie jakości w następstwie przyłączenia źródeł, a stopień dopuszczalnego pogorszenia zależy od stanu jakości i warunków, w jakich pracowała sieć przed przyłączeniem.

W sieciach z generacją rozproszoną znacząco wzrasta rola zasobników energii. Zasobniki mogą być wykorzystane przez wszystkich uczestników procesu wytwarzania, przesyłu, dostawy i użytkowania energii elektrycznej, a w szczególności przez operatorów sieci i prosumentów energii elektrycznej. Stanowią one środek pomocny w rozwiązywaniu problemów technicznych,

<sup>1</sup> Określenie „prosument” oznacza jednoczesnego odbiorcę i producenta energii elektrycznej, tzn. odbiorcę, w którego instalacji zainstalowane są źródła energii.

ale także dający możliwość uzyskania konkretnych efektów ekonomicznych. Wykorzystanie zasobników może przyczynić się do eliminacji barier technicznych w instalowaniu i nieograniczonej eksploatacji rozproszonych źródeł energii, w szczególności odnawialnych źródeł energii.

Problemy integracji obciążają przede wszystkim operatorów sieci elektroenergetycznych, którzy ponoszą odpowiedzialność za utrzymanie właściwego poziomu jakości zasilania odbiorców. Decyzje dotyczące sposobu przyłączenia podejmuje się na etapie projektowania przyłączenia, gdy skutki oddziaływania źródła na sieć nie są w zasadzie znane. Wykonywanie wcześniejszej analizy pracy sieci ze źródłem jest skomplikowane, czasochłonne i kosztowne, a bez znajomości sieci praktycznie niemożliwe. O ile konieczność takiej analizy może być uzasadniona w przypadku dużych źródeł, przyłączanych do sieci wysokiego napięcia, o tyle dla źródeł mniejszych przyłączanych do sieci dystrybucyjnej zdolność przyłączeniową można oszacować na podstawie prostych zależności analitycznych. W książce [3] podano takie zależności i określono, w jakich sytuacjach można spodziewać się największych problemów z zachowaniem właściwej jakości energii elektrycznej.

Źródła generacji rozproszonej pracujące w sieci dystrybucyjnej są zwykle wykorzystywane do produkcji mocy czynnej, przy czym odnawialne źródła energii pracują w sposób ciągły z mocą wynikającą z dostępności energii pierwotnej. Regulacja tych źródeł wynika z konieczności zapewnienia ich bezpiecznej pracy i nie jest podyktowana potrzebami operatora sieci. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że potencjał aplikacyjny źródeł jest daleko większy. Wiele źródeł z generatorami synchronicznymi lub przekształtnikami integrującymi źródła z siecią zasilającą ma możliwość generacji mocy biernej. Poprzez odpowiednie sterowanie wartością tej mocy można złagodzić napięciowe oddziaływanie źródeł na sieć lub też włączyć źródła do procesu regulacji napięcia, podobnie jak to ma miejsce w sieciach przesyłowych. Podobnie przydatna może być regulacja mocy biernej źródła dla prosumentów, w przypadku których naturalny współczynnik

mocy pogarsza się na skutek zmniejszenia zapotrzebowania na moc czynną pobieraną z sieci przy generacji lokalnej.

## 6. Bibliografia

1. Third Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply, 2005. Council of European Energy Regulators, Brussels.
2. Prawo energetyczne, 1997. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Dz. U. 97.54.348 z późniejszymi zmianami: Dz. U. 97.158.1042, 98.94.594, 98.106.668, 98.162.1126, 99.88.980, 99.110.1255, 00.48.555.
3. Wasiak I., Pawełek R., *Jakość zasilania w sieciach z generacją rozproszoną*, PWN, Warszawa 2015.
4. Bollen M. H.-J., Yang Y., Hassan F., *Integration of distributed generation in the power system – A power quality approach*, 13<sup>th</sup> Int. Con. Harmonics and Quality of Power (ICHQP 2008), Wollongong, Australia 2008.
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4.05.2007 w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, Dziennik Ustaw nr 93.
6. IRIESP, Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej, PSE-Operator S.A., Warszawa 2007.
7. IRIESD, Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej, PGE Dystrybucja S.A. 10.09.2013.
8. Nagórka A., *Analiza stanów ustalonych pracy elektroenergetycznej sieci rozdzielczej z generacją rozproszoną*, Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Łódzka.
9. Corsi S., Sabelli C., 2004. *General blackout in Italy*, Sunday September 28, 2003, h. 03:28:00, IEEE PES General Meeting.
10. Kook K. S., McKenzie K. J., Liu Y., Atcitty S., 2006. *A study on applications of energy storage for the wind power operation in power systems*, PES General Meeting.

**dr hab. inż. Irena Wasiak, prof. nadzw.**  
Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroenergetyki

Tomasz Piotrowski

# Wybrane problemy eksploatacji transformatorów w elektrowniach wiatrowych i fotowoltaicznych\*

## 1. Wstęp

Energia odnawialna to energia uzyskiwana z naturalnych, powtarzających się procesów przyrodniczych. Do odnawialnych źródeł energii zalicza się promieniowanie słoneczne, wiatr, geotermię, płynącą wodę, prądy i pływy morskie, biomasę.

Według raportu [1] opracowanego w 2013 roku przez U.S. Energy Information Administration, światowa produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (OZE) w 2010 stanowiła około 21% ( $4,2 \cdot 10^9$  kWh) całkowitej produkcji energii

\* Artykuł zaprezentowano podczas Forum Transformatorowego, które odbyło się w dniach 18–19.11.2015 r. w Łodzi.

elektrycznej ( $20,2 \cdot 10^9$  kWh). W roku 2040 udział ten powinien wzrosnąć do 25% (odpowiednio produkcja energii elektrycznej: całkowita  $39,9 \cdot 10^9$  kWh i z OZE  $9,6 \cdot 10^9$  kWh). Najwięcej energii elektrycznej pochodzącej z OZE jest i będzie, w rozpatrywanym horyzoncie czasowym, wytwarzane w elektrowniach wodnych. Udział ten będzie jednak stopniowo maleł z 81% ( $3,4 \cdot 10^9$  kWh w 2010 roku) do około 65% ( $6,2 \cdot 10^9$  kWh w 2040 roku). Największy przyrost produkcji energii elektrycznej z OZE powinien pochodzić z elektrowni wiatrowych (z 8%,  $0,34 \cdot 10^9$  kWh w 2010 roku do 19%,  $1,84 \cdot 10^9$  kWh w 2040 roku) oraz ze źródeł wykorzystujących energię promieniowania słonecznego (0,7%,  $0,03 \cdot 10^9$  kWh w 2010 roku do około 5%,  $0,45 \cdot 10^9$  kWh



w 2040 roku). Dynamika przyrostu produkcji energii elektrycznej z tych dwóch źródeł szacowana jest więc odpowiednio na prawie 6% (energia wiatru) i ponad 9% (energia promieniowania słonecznego) rocznie.

Szacowano, że na koniec 2014 roku na całym świecie moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych ma wynosić 373 GW, zaś w elektrowniach słonecznych 180 GW [2]. Analizując same liczby, nie są to wartości imponujące, jednakże moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych przyrastała w ostatnich kilku latach o kilkanaście, a w elektrowniach słonecznych o kilkadziesiąt procent rocznie. W przypadku fotowoltaiki prognozy wskazują dodatkowo, że już w 2025 roku będzie to najtańsze źródło energii – koszt pozyskania kWh będzie wynosił 4–6 eurocentów w krajach Europy Centralnej i Południowej [3].

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki [4] moc zainstalowana w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) wynosiła na koniec 2014 roku 38 121 MW. Moc zainstalowana w elektrowniach wykorzystujących odnawialne źródła energii (OZE) wynosiła 5963 MW, co stanowiło prawie 16% całkowitej mocy zainstalowanej.

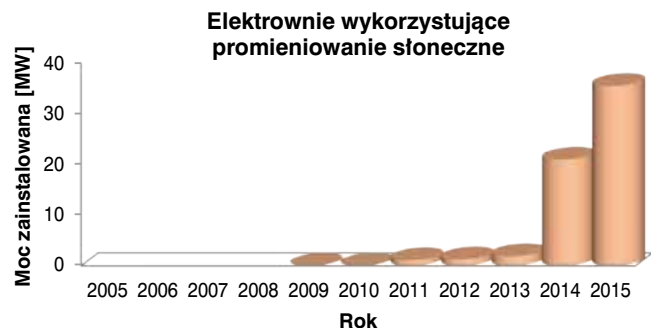
Udział mocy zainstalowanej w istniejących i projektowanych elektrowniach wykorzystujących różne rodzaje OZE na koniec 2014 roku przedstawia tabela 1.

**Tabela 1. Moc zainstalowana w [MW] w istniejących i projektowanych elektrowniach wykorzystujących OZE [4]**

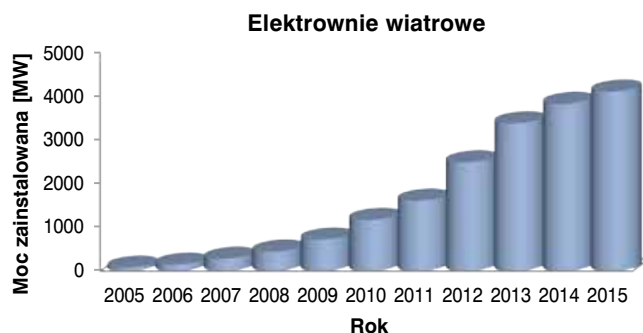
Rodzaj elektrowni	Instalacje istniejące		Instalacje projektowane	
	Moc zainstalowana	Liczba instalacji	Moc zainstalowana	Liczba instalacji
Na biogaz *)	122,534	196	9,983	9
Na biomasę	1008,245	36	54,289	13
Wykorzystujące promieniowanie słoneczne	21,004	119	135,375	167
Wiatrowe	3833,832	756	4438,816	197
Wodne	977,007	44	2,150	7

\*) bez instalacji podlegających wpisowi do rejestru prowadzonego przez prezesa Agencji Rynku Rolnego

Analizując dane zawarte w przywołanym biuletynie i serwisie internetowym URE można zauważyć, że największą dynamikę wzrostu mocy zainstalowanej wykazują elektrownie wykorzystujące promieniowanie słoneczne i energię wiatru. Została ona przedstawiona dla lat 2005–2015 na rysunku 1. (elektrownie wykorzystujące promieniowanie słoneczne) i rysunku 2. (elektrownie wiatrowe). Dane z roku 2015 dotyczą stanu z dnia 30 czerwca.



Rys. 1. Dynamika zmian mocy zainstalowanej w krajowych elektrowniach wykorzystujących promieniowanie słoneczne (na podstawie [5])



Rys. 2. Dynamika zmian mocy zainstalowanej w krajowych elektrowniach wiatrowych (na podstawie [5])

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku OZE (szczególnie takich, jak wiatr czy też promieniowanie słoneczne), nie ma proporcjonalnego przełożenia mocy zainstalowanej na wielkość produkowanej energii elektrycznej. W związku z tym, chociaż moc zainstalowana w elektrowniach wykorzystujących OZE stanowiła w 2014 roku około 16% mocy zainstalowanej w KSE, to wytworzono w nich 5% (7257 GWh) energii elektrycznej. W roku 2013 udział ten wynosił 3% (5895 GWh). Widać jednak, że ogólnosiwiatowa tendencja wzrostu energii elektrycznej produkowanej z OZE również znajduje swoje odzwierciedlenie w krajowej elektroenergetyce.

## Podsumowanie

Biorąc pod uwagę dynamikę i prognozy związane z wytwarzaniem energii elektrycznej z OZE, celowe i uzasadnione jest poznanie warunków pracy oraz problemów eksploatacyjnych transformatorów współpracujących z elektrowniami wiatrowymi i słonecznymi.

## 2. Specyfika produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych i słonecznych

### Elektrownie słoneczne

W elektrowniach słonecznych energia elektryczna może być wytwarzana w sposób bezpośredni i pośredni.

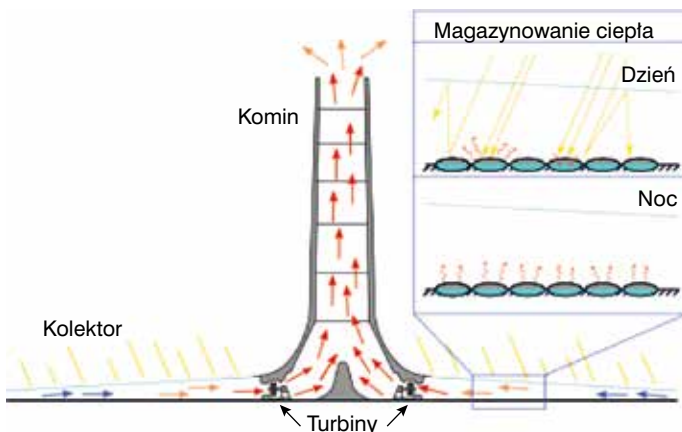
Podczas pośredniego wytwarzania energii elektrycznej stosowane są instalacje wykorzystujące technologię skupionej energii słonecznej (ang. *Concentrated Solar Power* – CSP). W technologii CSP za pomocą odpowiednio ukierunkowanych lusterek ogniskuje się promienie słoneczne na zbiornikach wypełnionych olejem, który jest podgrzewany do temperatury kilkuset stopni Celsjusza. Podgrzany olej poprzez system wymienników ciepła wykorzystywany jest do wytworzenia pary napędzającej turbinę, tak jak ma to miejsce w tradycyjnych elektrowniach. Istnieją również wdrożone rozwiązania techniczne (np. przez ABB w elektrowni Puerto Errado 2 w Hiszpanii), pozwalające na wyeliminowanie oleju oraz wymienników ciepła i bezpośrednie wytworzenie pary wodnej. Możliwe jest uzupełnienie instalacji w zasobniki energii cieplnej wypełnione roztworem soli, pozwalające na pracę elektrowni podczas zachmurzenia lub nocą. Przykładowa realizacja elektrowni słonecznej w technologii CSP przedstawiona została na rysunku 3.

Innym możliwym rozwiązaniem (które według wiedzy autora nie doczekało się, poza testowym, zastosowań praktycznych) jest komin słoneczny. Składa się on z dwóch zasadniczych elementów: powietrznego kolektora słonecznego oraz komina właściwego. Nagrzane w kolektorze powietrze unosi się ku wylotowi



Rys. 3. Elektrownia słoneczna (PS 10 i PS 20 w Andaluzji, Hiszpania) pracująca w technologii CSP (źródło: Wikimedia Commons – repozytorium wolnych zasobów, plik PS20andPS10.jpg)

komina i napędza turbinę wiatrową umieszczoną w jego wnętrzu (rys. 4.). Nagromadzone w kolektorze nagrzane powietrze pozwala na pracę elektrowni w godzinach nocnych. Pilotażowa instalacja (powierzchnia kolektora 46 000 m<sup>2</sup>, wysokość komina 195 m, moc 50 kW) była uruchomiona w Manzanares (Hiszpania) i po przeprowadzeniu testów rozebrana.



Rys. 4. Idea działania komina słonecznego (źródło: Wikimedia Commons – repozytorium wolnych zasobów, pliki Solar\_updraft\_tower\_pl.svg)

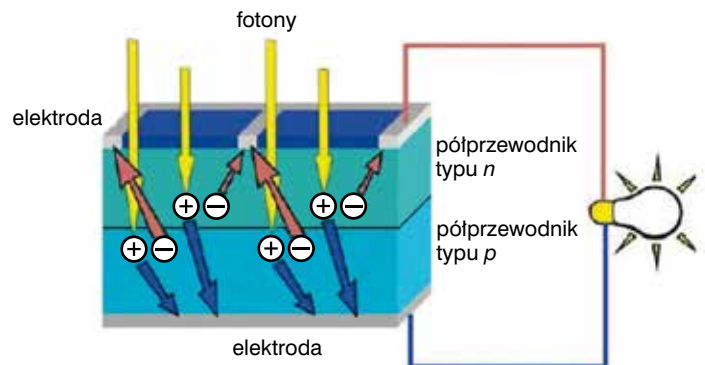
Biorąc pod uwagę, że (1) kominy słoneczne są, jak dotąd, rozwiązaniem o znaczeniu teoretycznym, (2) brak jest w kraju elektrowni słonecznych wykorzystujących technologię CSP, (3) technologia CSP, tak naprawdę wykorzystuje energię słoneczną do wytworzenia pary napędzającej turbinę, do której przyłączony jest generator, a do jego połączenia z siecią wykorzystuje się średniej wielkości transformator mocy o reżimie pracy podobnym jak w elektrowniach konwencjonalnych [6], w dalszej części opracowania tego typu elektrownie słoneczne nie będą uwzględniane.

Bezpośrednie wytwarzanie energii elektrycznej wymaga zastosowania ogniw słonecznych (ogniw fotowoltaicznych, fotoogniw). Ogniwo słoneczne składa się z dwóch połączonych ze sobą półprzewodników typu  $p$  i  $n$  oraz dwóch przylegających do nich elektrod – jedna z elektrod nie może być pełna, aby umożliwić dotarcie światła słonecznego do półprzewodników. Na granicy półprzewodników (tzw. warstwa kontaktowa) tworzy się bariera potencjałów. Pod wpływem energii dostarczanej przez promieniowanie świetlne w każdym z półprzewodników

powstają pary elektron-dziura, które w wyniku dyfuzji docierają do warstwy kontaktowej:

- dziury z półprzewodnika typu  $n$  mogą przedostać się do półprzewodnika typu  $p$ , elektronom uniemożliwia to bariera potencjałów;
- elektrony z półprzewodnika typu  $p$  mogą przedostać się do półprzewodnika typu  $n$ , dziurom uniemożliwia to bariera potencjałów.

W efekcie następuje separacja ładunków i na elektrodach pojawia się różnica potencjału. Po zamknięciu obwodu może popłynąć prąd stały. Opisaną zasadę działania ilustruje rysunek 5.



Rys. 5. Zasada działania ogniwa słonecznego (źródło: specmat.com/ Overview of Solar Cells.html)

Ogniwa fotowoltaiczne łączy się ze sobą w celu zwiększenia wartości wyjściowych napięć i prądów, zabezpiecza przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych foliami i szybami z hartowanego szkła oraz umieszcza w aluminiowych ramach, tworząc moduły fotowoltaiczne. Zależnie od liczby i typu zastosowanych ogniw oraz sposobu ich połączenia, pojedyncze moduły pozwalają uzyskać moc do 330 W (w punkcie mocy maksymalnej przy natężeniu promieniowania słonecznego 1000 W/m<sup>2</sup> i temperaturze ogniwa 25 °C) i napięcie do 60 V (dla obwodu otwartego). Łączenie szeregowo-równoległe modułów pozwala na dalszą poprawę parametrów instalacji fotowoltaicznej.

W celu lepszego wykorzystania promieniowania słonecznego, od natężenia którego zależy moc instalacji fotowoltaicznej, powinna ona zawierać układy regulacji położenia modułów w stosunku do Słońca. Regulacja ta może odbywać się w sposób okresowy lub w bardziej zaawansowanych rozwiązaniach mieć charakter nadążny. Na rysunku 6. przedstawiono przykład instalacji fotowoltaicznej z regulacją nadążną, która jest zainstalowana na jednym z budynków użytkowanych przez Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej.

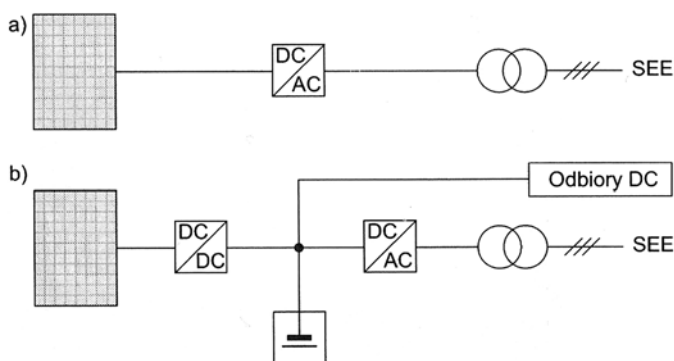


Rys. 6. Instalacji fotowoltaicznej z regulacją nadążną (moc 9,45 kW) zainstalowana w Instytucie Elektroenergetyki PŁ (źródło: [www.fotowoltaika.net/fotowoltaika\\_galeria.html](http://www.fotowoltaika.net/fotowoltaika_galeria.html))

Za najbardziej istotny element instalacji fotowoltaicznej, często określanej jej „mózgiem”, uważa się przekształtniki energoelektroniczne (nazywane inwerterami) dopasowujące napięcie wyjściowe modułów fotowoltaicznych do napięcia znamionowego sieci lub zasilanych odbiorników. Do zadań inwerterów należy również:

- poszukiwanie punktu pracy ogniw przy mocy maksymalnej (w skrócie MPP, ang. *Maximum Power Point*);
- wspomaganie realizacji procedur wymaganych w przypadku zakłóceń (zanik napięcia, zmiana wartości napięcia/częstotliwości) w sieci, do której instalacja jest przyłączona [7].

Typowe schematy przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej podano na rysunku 7.



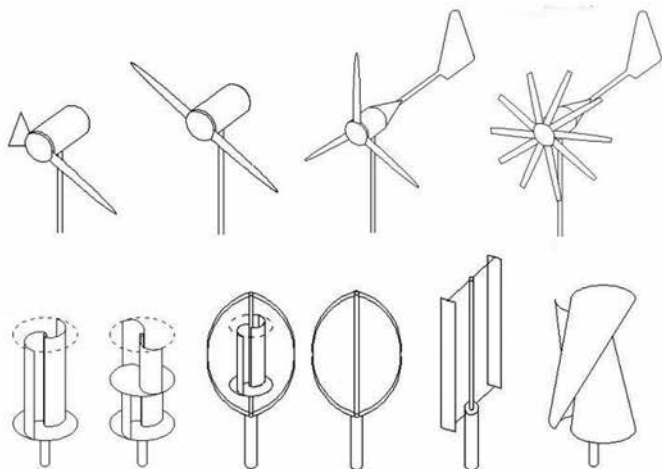
Rys. 7. Możliwe sposoby współpracy instalacji fotowoltaicznej z siecią elektroenergetyczną [8]

Czas pracy instalacji fotowoltaicznej może być wyznaczony na podstawie znajomości wartości usłonecznienia, czyli czasu w godzinach, w których na powierzchnię Ziemi padają bezpośrednio promienie słoneczne. W warunkach krajowych wartość średnia usłonecznienia wynosi od 1467 godz/rok do 1624 godz/rok.

### Elektrownie wiatrowe

W elektrowniach wiatrowych energia elektryczna uzyskiwana jest kosztem energii kinetycznej przemieszczających się poziomo lub prawie poziomo względem powierzchni ziemi mas powietrza – wiatru. W procesie tym, w maksymalnym uproszczeniu, biorą udział: turbina wiatrowa oraz generator elektryczny.

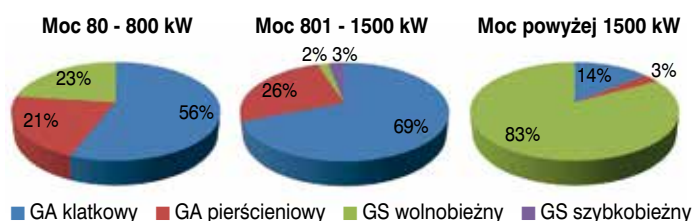
Wyróżnia się turbiny wiatrowe o osi poziomej (HAWT – *Horizontal Axis Wind Turbine*) oraz o osi pionowej (VAWT – *Vertical Axis Wind Turbine*) [9].



Rys. 8. Rozwiązania konstrukcyjne turbin wiatrowych o osi poziomej (górze) i pionowej (dół) [9]

*Axis Wind Turbine*). Rozwiązania konstrukcyjne przedstawiono na rysunku 8. W praktycznych realizacjach bardziej rozpowszechnione są turbiny HAWT. Ich główną zaletą jest wyższa sprawność w porównaniu do turbin VAWT. Wśród wad należy wymienić konieczność stosowania mechanizmu naprowadzającego na wiatr oraz mechanizmu ograniczającego prędkość obrotową przy silnych wiatrach.

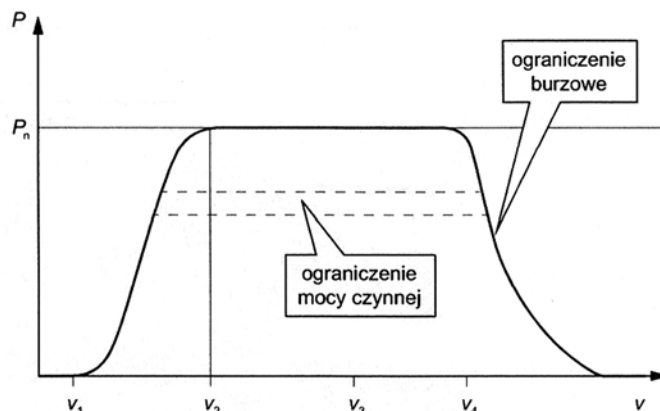
W około 75% zawodowych elektrowni wiatrowych stosowane są generatory asynchroniczne (klatkowe o przelączalnej liczbie par biegunów lub pierścieniowe o dwustronnie zasilanym uzwojeniu wirnika) [8]. Zauważalne jest jednocześnie zainteresowanie wykorzystaniem generatorów synchronicznych wolnobieżnych, szczególnie w segmencie elektrowni o mocach przekraczających 1500 kW. Udział poszczególnych typów generatorów w zależności od mocy elektrowni wiatrowych został przedstawiony na rysunku 9.



Rys. 9. Udział zainstalowanych generatorów asynchronicznych (GA) i synchronicznych (GS) w elektrowniach wiatrowych zależnie od generowanej mocy (na podstawie [10])

Do głównych zalet generatorów asynchronicznych należy prostota budowy oraz generowanie mocy o dobrych parametrach jakościowych. W przypadku generatorów synchronicznych wolnobieżnych nie ma potrzeby stosowania przekładni mechanicznej, co pozwala na uzyskanie większej sprawności turbozespołów wiatrowych z tym typem generatora. Zastosowanie generatora synchronicznego wpływa również na budowę gondoli, a co za tym idzie charakterystykę aerodynamiczną układu wirnik-gondola w stopniu pozwalającym na lepsze wykorzystanie siły wiatru.

Moc turbozespołu zależna jest od prędkości wiatru. Zależnie od rodzaju turbiny obracanie się łopatek wirnika i wystąpienie na wale momentu mechanicznego ma miejsce dla prędkości wiatru wynoszącej 3–5 m/s. Przy prędkościach wiatru wynoszących 23–27 m/s turbina jest zatrzymywana, aby nie doszło do zniszczeń mechanicznych. Turbiny osiągają swoją moc znamionową przy prędkości wiatru wynoszącej 11–16 m/s. Zmienność mocy elektrowni wiatrowej przedstawiana jest w postaci tzw. krzywej mocy – przykładowy jej przebieg pokazano na rysunku 10. Przy prędkości  $v_1$  następuje start turbozespołu, przy prędkości  $v_2$

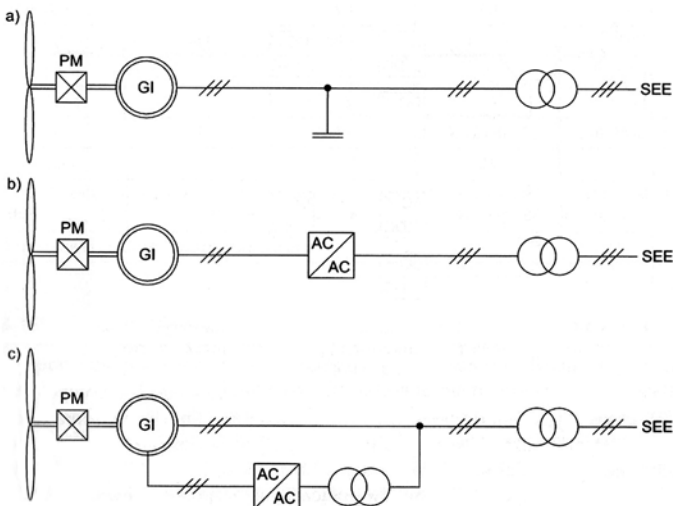


Rys. 10. Krzywa mocy elektrowni wiatrowej [8]

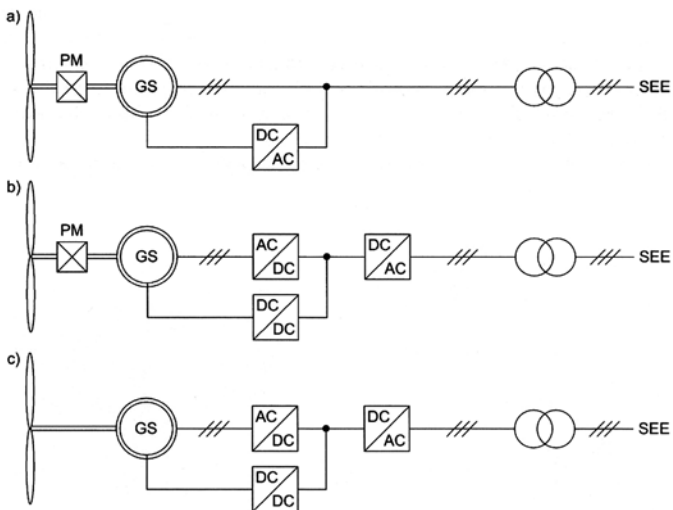
osiąga on moc znamionową. Utrzymanie mocy znamionowej w zakresie prędkości  $v_2 - v_4$  wymaga zmiany kąta natarcia łopatek wirnika. Przedział prędkości  $v_1 - v_4$  odpowiada pracy normalnej.

W Polsce średnie prędkości wiatrów w sezonie letnim i zimowym wynoszą odpowiednio 2,8 m/s i 3,8 m/s. Należy pamiętać, że są to pomiary wykonane na wysokości 10 m npm, a prędkość wiatru wzrasta wraz ze wzrostem wysokości, co powoduje, że według wyliczeń IMiGW, na ok. 60% terenu kraju występują korzystne warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej.

Typowe sposoby przyłączenia turbozespołów wiatrowych z generatorami asynchronicznymi i synchronicznymi przedstawione zostały odpowiednio na rysunku 11. i rysunku 12.



Rys. 11. Sposoby przyłączenia turbozespołów wiatrowych z generatorami asynchronicznymi do sieci elektroenergetycznej [8]

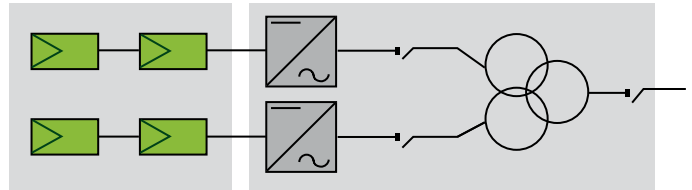


Rys. 12. Sposoby przyłączenia turbozespołów wiatrowych z generatorami synchronicznymi do sieci elektroenergetycznej [8]

Elektrownie słoneczne oraz elektrownie/farmy wiatrowe, zależnie od wartości ich maksymalnej mocy, mogą być przyłączone do sieci elektroenergetycznej na poziomie niskiego, średniego i wysokiego napięcia [11].

Na farmach wiatrowych każdy turbozespół posiada własny transformator zainstalowany w gondoli, wieży lub w jej sąsiedztwie. Moc wyprowadzona jest do stacji GPZ na poziomie średniego napięcia, a stamtąd do sieci na poziomie wysokiego napięcia (110–220 kV).

W elektrowni słonecznej, zależnie od jej struktury, można wyróżnić układy z inwerterem centralnym przyłączonym do transformatora oraz zespoły pracujących równolegle inwerterów przyłączone do jednego lub wielu transformatorów. Zastosowanie transformatorów trójuzwojeniowych ogranicza w ostatnim przypadku liczbę zainstalowanych transformatorów (rys. 13.). Dalej moc może być wyprowadzona do stacji GPZ i wreszcie do sieci na poziomie wysokiego napięcia, tak jak ma to miejsce w przypadku farm wiatrowych.



Rys. 13. Podłączenia transformatora 3-uzwojeniowego do inwerterów z elektrowni słonecznej [12]

### Podsumowanie

Skrótowe przedstawienie ogólnych zasad produkcji energii elektrycznej w elektrowniach słonecznych i wiatrowych oraz jej oddawania do sieci prowadzi do wniosku, że eksploatacja transformatorów zainstalowanych na ich terenie stwarza trudniejsze warunki, niż te, które dotyczą innych transformatorów podnoszących napięcie w systemie elektroenergetycznym. Wynika to z:

- częstych i trudnych do przewidzenia zmian obciążenia;
- liczniejszych włączeń i wyłączeń;
- obecności harmonicznych w prądzie i napięciu;
- zmienności napięcia;
- wymagań przetrwania w stanie załączonym zapadów napięcia (ang. *Voltage Fault Ride Through*);
- trudnych warunków zewnętrznych (narażenie na wyładowania atmosferyczne, zmienna w szerokim zakresie temperatura otoczenia – rozważania nie są ograniczone tylko do terenu Polski).

Oczywiście przedstawione powyżej zastrzeżone warunki eksploatacji nie odnoszą się w jednakowym stopniu do transformatorów zainstalowanych we wszystkich elektrowniach wiatrowych i słonecznych. Przykładowo, wymóg przetrwania zapadów napięcia dotyczy tylko elektrowni o znaczeniu systemowym, a więc przede wszystkim wybranych elektrowni wiatrowych.

### 3. Eksploatacyjna transformatorów w elektrowniach fotowoltaicznych i wiatrowych

Wymienione na zakończenie poprzedniego rozdziału uwarunkowania pracy elektrowni fotowoltaicznych i farm wiatrowych mają niewątpliwie wpływ na zainstalowane w ich obrębie transformatory. Zostaną one przeanalizowane w dalszej części pracy, z punktu widzenia zagrożeń i wymogów odnoszących się do transformatorów.

#### Obciążenie i zmienność obciążenia

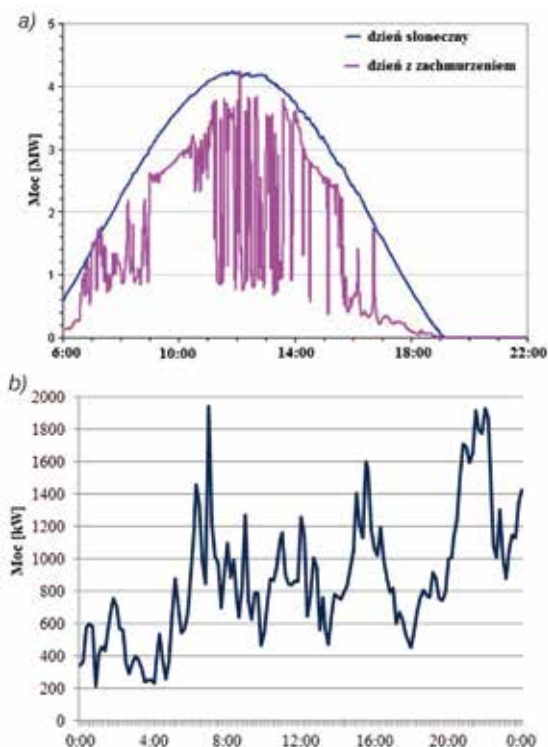
Wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych i fotowoltaicznych w krajach Europy Centralnej szacowany jest odpowiednio na 25% i 10% [13]. Wpływ na to, w zdecydowanej mierze, mają czynniki pogodowe (prędkość wiatru, nasłonecznienie) powodujące, że elektrownie pracują przy znacznym ograniczeniu swojego potencjału wytwórczego lub

są wyłączone całkowicie. Zakładając, że moc transformatorów została dobrana odpowiednio do mocy zainstalowanych źródeł, poziom obciążenia transformatorów nie powinien mieć istotnego wpływu na degradację ich izolacji spowodowaną zjawiskami cieplnymi. Innym aspektem tej sytuacji jest długookresowa ekonomika eksploatacji transformatora, która powinna uwzględniać straty w rdzeniu (problem strat bardziej szczegółowo będzie omówiony w dalszej części opracowania).

Należy jednak również rozważać takie sytuacje, gdy dla zminimalizowania kosztów inwestycyjnych, biorąc pod uwagę niskie wskaźniki mocy zainstalowanej, dopuszcza się możliwość okresowych znacznych przeciążeń transformatorów. W tym przypadku można oczekiwać zintensyfikowania procesów starzeniowych i skrócenia czasu eksploatacji transformatora. Typowo przyjmuje się, że zmiana temperatury  $\Delta T$  w zakresie  $6 \div 8$  K skraca czas życia izolacji transformatora o połowę. Regułę tę można stosować zarówno dla transformatorów o izolacji papierowo-olejowej, jak i żywicznej.

W przypadku transformatorów o izolacji papierowo-olejowej można oczekiwać również wydzielania się gazów i wzrostu zawilgocenia izolacji. Obydwa te czynniki powodują akcelerację procesów starzeniowych oraz mogą być przyczyną zwiększonych narażeń natury elektrycznej.

Dobowa zmienność obciążenia transformatorów pracujących w tych dwóch typach elektrowni wyraźnie się od siebie różni i jest jednocześnie różna chociażby od dobowej zmienności obciążenia transformatorów dystrybucyjnych pracujących w systemie elektroenergetycznym. Przykładowe dobowe profile mocy przedstawiono na rysunku 14.



Rys. 14. Przykładowe dobowe profile mocy dla: a) elektrowni fotowoltaicznej [14], b) elektrowni wiatrowej

Podczas dobowych zmian obciążenia transformatora mają również miejsce zmiany temperatury jego poszczególnych elementów, np. uzwojeń, oleju, izolacji stałej, uszczelki itp., przy uwzględnieniu oczywiście właściwych im cieplnych stałych czasowych. Taki powtarzający się stres termiczny nie musi być obojętny dla trwałości tych elementów.

W przypadku transformatorów olejowych, w których ochrona oleju realizowana jest za pomocą tzw. „poduszki azotowej”, może dochodzić do absorbowania azotu przez nagrzewający się olej, a następnie jego uwalniania w trakcie ochładzania. Formowanie się w trakcie tego procesu pęcherzyków gazowych może stwarzać dogodne warunki do występowania wylądowań niezupełnych.

### Wyższe harmoniczne prądów i napięć

Sinusoidalne przebiegi napięć i prądów w systemie elektroenergetycznym są takie tylko w teorii. W rzeczywistych warunkach są one mniej lub bardziej zniekształcone, a podstawowymi miarami tego zniekształcenia jest względna zawartość wyższych harmonicznych określonego rzędu w odkształconym przebiegu oraz całkowity współczynnik odkształcenia harmonicznymi – THD (*Total Harmonic Distortion*). Wielkości te wyznacza się ze wzorów:

Względna zawartość wyższej harmonicznej rzędu  $h$

$$A_{h\%} = \frac{A_h}{A_1} \cdot 100\%$$

Współczynnik THD

$$THD_A = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} A_h^2}}{A_1} \cdot 100\%$$

gdzie:

$h$  – rząd harmonicznej,

$A_h$  – wartość skuteczna harmonicznej napięcia lub prądu rzędu  $h$ ,

$A_1$  – wartość skuteczna harmonicznej podstawowej napięcia lub prądu.

W praktyce harmoniczne rzędów wyższych od 40 mają wartości tak znikome, że nie uwzględnia się ich w obliczeniach THD.

Dopuszczalna wartość THD, zależnie od napięcia sieci i dokumentu normalizacyjnego, wynosi w Polsce  $3 \div 8\%$  [8].

Źródłem wyższych harmonicznych są zarówno generatory stosowane w elektrowniach wiatrowych, jak i energoelektroniczne przekształtniki obecne w elektrowniach fotowoltaicznych i na farmach wiatrowych.

Za [15], straty w transformatorze można podzielić na jałowe i obciążeniowe. Straty jałowe dzieli się na straty histerezy i wiroprądowe, a straty obciążeniowe na podstawowe i dodatkowe (występujące w uzwojeniach i częściach konstrukcyjnych).

Straty jałowe zależą od prądu magnesującego, który zależy od napięcia po stronie uzwojenia pierwotnego (zasilającego). W ogólnym przypadku możemy zapisać to poniższym wzorem:

Straty jałowe

$$\sum \Delta P_j = \Delta P_j \left( 1 + \sum_{h=2}^{\infty} \frac{u_h^2}{h} \right)$$

gdzie:

$\Delta P_j$  – straty jałowe od harmonicznej podstawowej,

$h$  – numer harmonicznej,

$u_h$  – wartość napięcia poszczególnych harmonicznych w p.u.

W efekcie zasilania uzwojenia pierwotnego napięciem wytwarzany jest strumień magnetyczny i dalej siła elektromotoryczna w uzwojeniu wtórnym. Przepływ, w obciążeniowym transformatorze, prądu powoduje zatem powstanie strat, które można zapisać wzorem:

Straty obciążeniowe

$$\sum \Delta P_O = \Delta P_{Opod} \left( 1 + \sum_{h=2}^{\infty} U_h^2 \right) + \Delta P_{Oddod} \left( 1 + \sum_{h=2}^{\infty} h^2 U_h^2 \right)$$

gdzie:

$\Delta P_{Opod}$  – straty obciążeniowe podstawowe od harmonicznej podstawowej,

$\Delta P_{Oddod}$  – straty obciążeniowe dodatkowe od harmonicznej podstawowej.

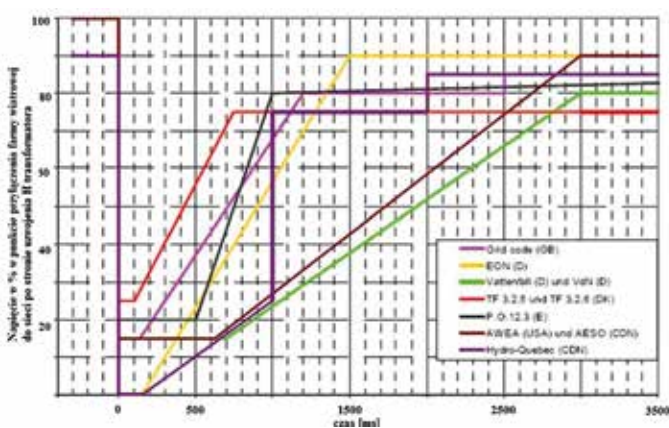
Z przedstawionych wzorów widać, że wyższe harmoniczne są przyczyną zwiększonych strat mocy w transformatorze, a w konsekwencji wzrostu temperatury jego elementów wewnętrznych, przekładającego się na przyśpieszenie procesów starzeniowych i skrócenie czasu życia. W [16] podaje się, że oddziaływania termiczne związane z obecnością wyższych harmonicznych mogą być 2÷3 większe od tych spowodowanych tylko przez harmoniczną podstawową. W przypadku transformatorów o izolacji papierowo-olejowej ponownie trzeba mieć na uwadze wydzielania się gazów i wzrost zawilgocenia izolacji i potencjalne tego konsekwencje.

Osobom zainteresowanym bardziej szczegółową analizą wpływu odkształcenia napięć i prądów na obciążalność transformatorów można wskazać [17], jako źródło dodatkowych, obszernych informacji.

### Wymóg przetrwania w stanie załączonym zapadów napięcia

W 2003 roku we Włoszech doszło do poważnej awarii systemowej. W efekcie zadziałania zabezpieczeń podczęstotliwościowych wyłączonych zostało 1700 MW mocy generowanej przez źródła rozproszone, pogłębiając stan nierównowagi w systemie [8].

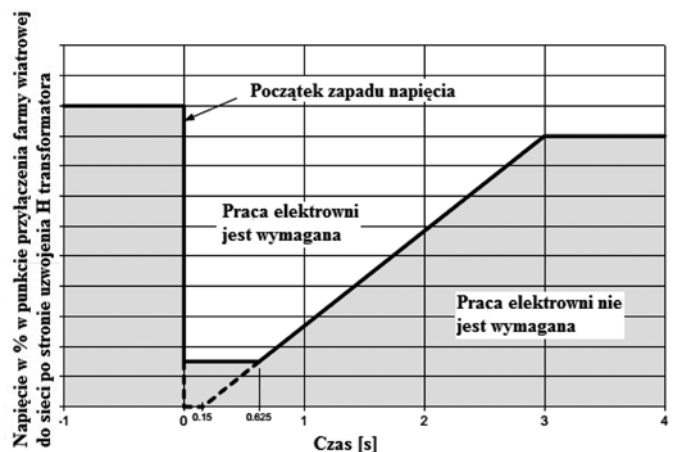
W przypadku dużych farm wiatrowych wymagane jest utrzymanie ich w ruchu podczas zapadów o charakterystyce zwanej VFRT (*Voltage Fault Ride Through*) określonej przez operatora sieci. Przykłady takich charakterystyk podano na rysunku 15.



Rys. 15. Charakterystyki VFRT przyjęte przez różnych operatorów [18]

W celu lepszego zrozumienia znaczenia powyższych charakterystyk, na rysunku 16., na tle jednej z nich zaznaczono obszar przetrwania elektrowni wiatrowych, a więc i pracy transformatorów w przypadku zapadów napięcia.

Analiza krzywych przedstawionych na rysunku 15. pokazuje, że wymagania stawiane farmom wiatrowym w niektórych sytuacjach są ostrzejsze niż dla elektrowni konwencjonalnych – blok elektrowni konwencjonalnej nie jest w stanie przetrwać spadku napięcia do poziomu 15%  $U_n$  [18]. W efekcie transformatory na



Rys. 16. Obszary „przetwania” w stanie załączonym i wyłączenia elektrowni podczas zapadu napięcia, zgodnie z wymogami charakterystyki VFRT [19]

farmach wiatrowych zostają poddane oddziaływaniu prądów zwarciovych, co ma znaczący wpływ na ich wytrzymałość elektryczną, mechaniczną i cieplną.

### Oddziaływania środowiskowe

Farmy wiatrowe budowane są na rozległych obszarach, na których wieże z zainstalowanymi turbinami są najwyższymi obiektami o ostrzach wynikających z budowy łopat wirnika. Zgodnie z teorią wyładowań atmosferycznych sprzyja to ich ukierunkowaniu właśnie na te wieże i łopaty. Przykładowo, według statystyk zamieszczonych w [20], w latach 1991–1998 wystąpiło 738 incydentów związanych z wyładowaniami atmosferycznymi na terenie farm wiatrowych w Niemczech (baza danych obejmowała 1498 turbin). Autorzy raportu podają, że w ciągu ostatnich 20 lat wysokość wież uległa podwojeniu, więc aktualnie można spodziewać się większej liczby takich zdarzeń.

Konsekwencją wyładowań atmosferycznych są powstające, rozprzestrzeniające się i obejmujące swoim zasięgiem transformatory przepięcia. Wyładowania atmosferyczne uznawane są również za główną przyczynę pożarów turbin (przykład takiego pożaru po uderzeniu pioruna pokazano na rysunku 17.), które mogą wiązać się z pożarami transformatorów. Konsekwencją może być skażenie środowiska przez producentów „zielonej energii”. Przemysłenia zatem wymagają również zastosowane w transformatorze materiały konstrukcyjne.



Rys. 17. Pożar turbiny wiatrowej [21]

Duże elektrownie fotowoltaiczne budowane są na obszarach o dużym nasłonecznieniu, często są to obszary, na których

jednocześnie występują znaczące – sięgające nawet kilkudziesięciu stopni – zmiany temperatury pomiędzy okresem dziennym i nocnym. Powoduje to nagrzewanie i stygnięcie elementów transformatora w cyklu podobnym do dobowego profilu jego obciążenia (rys. 14., niebieska linia). Z punktu widzenia naprężeń termicznych jest to taka sama sytuacja, jak zwiększenie (dzień) i zmniejszanie (noc) obciążenia transformatora. Konsekwencje z tego wynikające, chociażby dla czasu życia izolacji, są więc również dokładnie takie same.

### Połączenia kablowe

Na farmach wiatrowych transformatory instalowane są w gondoli, podstawie wieży lub w jej sąsiedztwie. W przypadku, gdy jest to farma rozległa doprowadzenie napięcia do szyny zbiorczej GPZ wymaga długich połączeń kablowych. Dostyc oczywiste jest występowanie związanych z tym spadków napięcia czy też dodatkowych strat. Jednak im większa długość linii kablowych tym większe też prawdopodobieństwo ich uszkodzenia. Skutki tego można rozpatrywać z różnych punktów widzenia. Z punktu widzenia transformatora każde zwarcie poddaje jego konstrukcję degradującym ją naprężeniom skracającym czas eksploatacji i zmniejszającym szanse „przeżycia” kolejnego takiego incydentu.

Generalnym zaleceniem, łagodzącym skutki tych uszkodzeń, jest instalowanie w niewralgicznych punktach farmy wiatrowej transformatorów uziemiających.

### Liczne wyłączenia i załączenia

W porównaniu z innymi źródłami energii elektrycznej, szczególnie turbiny wiatrowe podlegają częstym wyłączeniom i załączeniom. Pomijając przyczyny operacji łączeniowych wymuszone przez system elektroenergetyczny, wyłączenia mają również miejsce przy każdorazowym wzroście prędkości wiatru ponad limit dozwolony przez wytrzymałość mechaniczną konstrukcji oraz spadku tej prędkości poniżej minimalnej wartości pozwalającej na uzyskanie na wale momentu mechanicznego.

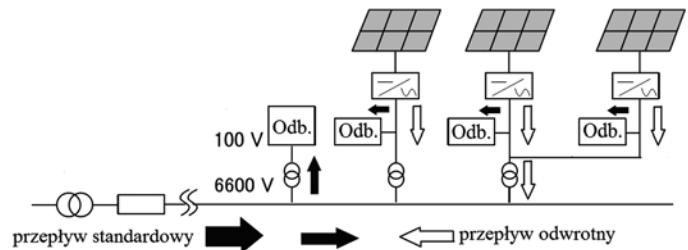
Każda taka operacja łączeniowa związana jest z poważnymi narażeniami przepięciowymi układu izolacyjnego transformatora. Narażenia te są groźniejsze w przypadku zastosowania łączników próżniowych charakteryzujących się wyjątkowo krótkimi czasami wyłączenia, ucinaniem prądu przed naturalnym przejściem przez zero i szybkim wzrost wytrzymałości elektrycznej powrotnej.

Przepięcia powstające podczas operacji łączeniowych z udziałem łączników próżniowych zawierają składowe oscylacyjne, na które nie mają specjalnego wpływu powszechnie stosowane w ochronie transformatorów beziskiernikowe ograniczniki przepięć z tlenków metali [22]. Wskazuje się, że jeśli częstotliwości tych oscylacji będą zgodne z częstotliwościami rezonansowymi uzwojeń transformatora, może to być przyczyną narażeń napięciowych wykraczających poza wytrzymałość elektryczną tych uzwojeń.

### Przepływ odwrotny mocy

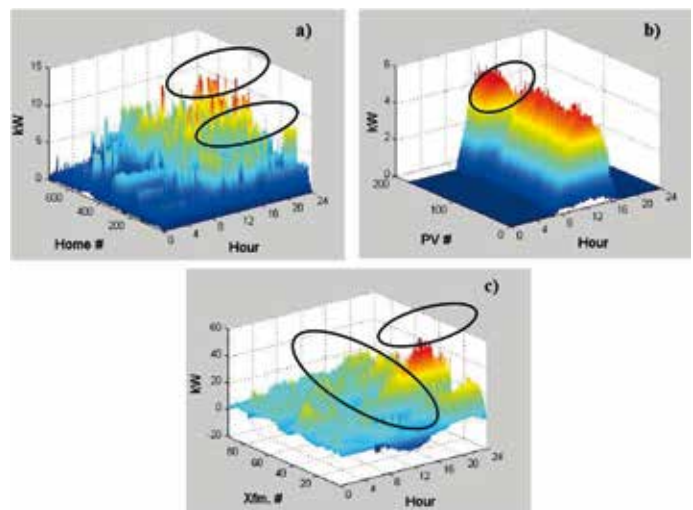
Sieci rozdzielcze standardowo projektowane są i pracują przy jednokierunkowym przepływie mocy – od transformatora stacyjnego do odbiorców. Rozwój generacji rozproszonej, a więc niewielkich źródeł energii elektrycznej, szczególnie instalacji fotowoltaicznych i turbin wiatrowych, może powodować wystąpienie przepływu mocy w kierunku przeciwnym niż wcześniej założony [23, 24, 25] – poglądowy schemat fragmentu sieci dystrybucyjnej z przyłączonymi instalacjami fotowoltaicznymi i zaznaczonymi kierunkami przepływu mocy przedstawiono

na rysunku 18. Priorytetem dla takiej instalacji jest zasilanie lokalnych odbiorników, które jednocześnie są przyłączone do sieci elektroenergetycznej – energia jest przekazywana do sieci tylko w przypadku wystąpienia jej nadwyżki ponad lokalne potrzeby.



Rys. 18. Sieć dystrybucyjna z przyłączonymi instalacjami fotowoltaicznymi (rysunek wykonano na podstawie [23])

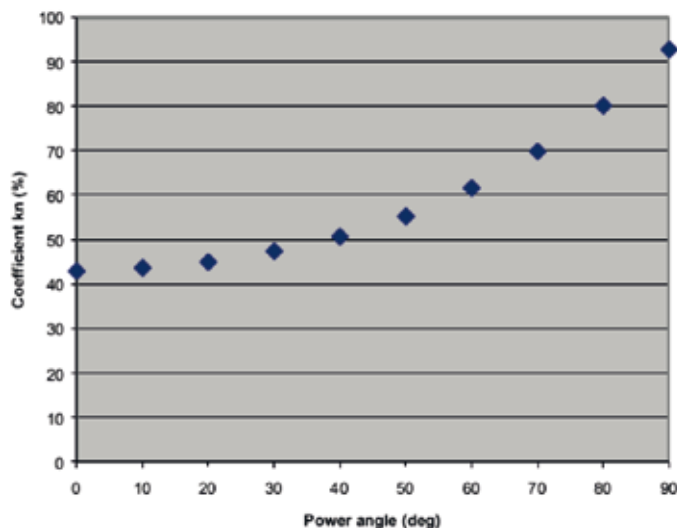
Na rysunku 19. przedstawiono dobowe profile mocy zapotrzebowanej przez lokalne odbiory, produkowanej przez instalacje fotowoltaiczne i przepływającej przez transformatory sprzęgające te instalacje z siecią energetyczną dla rzeczywistego osiedla mieszkaniowego.



Rys. 19. Dobowe profile mocy: a) zapotrzebowanej przez odbiory, b) wytwarzanej przez instalację fotowoltaiczną, c) przepływającej przez transformatory dystrybucyjne [26]

Na obciążalność transformatorów wpływ ma wiele czynników, w tym konstrukcja podobciążeniowego przetwornika zaczepów (PPZ), straty obciążeniowe, straty jałowe, odkształcenie napięcia i/lub prądu. W przypadku przepływów odwrotnych bliższa analiza wskazuje, że wpływ ten nie odbiega zasadniczo od tego, jaki ma miejsce przy normalnym kierunku przepływu mocy. Pewne problemy mogą wystąpić przede wszystkim ze względu na konstrukcję PPZ.

Na rysunku 20. przedstawiono charakterystykę obciążalności transformatora – współczynnik  $k_n$  określa krotność dopuszczalnej mocy przy przepływie wstecznym do mocy przy przepływie normalnym – dla różnych wartości kąta między napięciem a prądem. Przypadek ten dotyczy transformatora dwuuzwojeniowego 11,5 MVA, Yy0 wyposażonego w PPZ z pojedynczym rezystorem, którego wartość rezystancji pełni krytyczną rolę w obliczeniach. Można zauważyć, że dla współczynnika mocy większego od 0,82 moc transformatora przy przepływie wstecznym spada poniżej 50% jego mocy znamionowej.



Rys. 20. Wartości współczynnika obciążalności względnej ( $k_n$  [%]) w funkcji różnych kątów obciążenia (power angle [°]) [24]

#### 4. Podsumowanie

Analiza przedstawionych w poprzednim punkcie zagrożeń i wymagań stawianych przed transformatorami zainstalowanymi na farmach wiatrowych i fotowoltaicznych prowadzi do dwóch generalnych spostrzeżeń.

1. Transformatory te są poddane podobnym oddziaływaniom do tych, jakie są udziałem innymi transformatorów eksploatowanych w systemie elektroenergetycznym.
2. Intensywność tych oddziaływań i możliwość wzajemnego kumulowania się sprawiają, że warunki pracy tych transformatorów są trudniejsze.

Spostrzeżenia te prowadzą do następującego wniosku: Na farmach wiatrowych i fotowoltaicznych powinny być instalowane transformatory specjalnie do tego celu przeznaczone. Transformatory takie znajdują się w ofercie wiodących producentów i są specjalnie oznaczone.

#### 5. Bibliografia

W przypadku wszystkich źródeł znajdujących się w zasobach www ich dostępność została sprawdzona w dniu 17.08.2015.

1. International Energy Outlook 2013, U.S. Energy Information Administration, 2013, [eia.gov/forecasts/archive/ieo13/pdf/0484%282013%29.pdf](http://eia.gov/forecasts/archive/ieo13/pdf/0484%282013%29.pdf)
2. Data Workbook – Statistical Review 2015, [www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html](http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html)
3. [www.odnawialnezrodlaenergii.pl/energia-sloneczna-aktualnosc/item/1608-fotowoltaika-bedzie-najtanszym-zrodlem-energii-w-ciagu-10-lat](http://www.odnawialnezrodlaenergii.pl/energia-sloneczna-aktualnosc/item/1608-fotowoltaika-bedzie-najtanszym-zrodlem-energii-w-ciagu-10-lat)
4. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2/2015, [www.ure.gov.pl/pl/publikacje/biuletyn-urzedu-regula/6115,Biuletyn-Urzedu-Regulacji-Energetyki-2015.html](http://www.ure.gov.pl/pl/publikacje/biuletyn-urzedu-regula/6115,Biuletyn-Urzedu-Regulacji-Energetyki-2015.html)
5. [www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energia-elektryczna/odnawialne-zrodla-ener/potencjal-krajowy-oze/5753,Moc-zainstalowana-MW.html](http://www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energia-elektryczna/odnawialne-zrodla-ener/potencjal-krajowy-oze/5753,Moc-zainstalowana-MW.html)
6. *Transformers for Solar Power Solutions*, [www.energy.siemens.com/mx/pool/hq/power-transmission/Transformers/downloads/Solar-Power-Transformers-for-Solar-Power-Solutions.pdf](http://www.energy.siemens.com/mx/pool/hq/power-transmission/Transformers/downloads/Solar-Power-Transformers-for-Solar-Power-Solutions.pdf)

7. Bosatra M. i in., *Utility Scale PV and CSP Solar Power Plants. Performance, Impact on the Territory and Interaction with the Grid*, Power-Gen Europe 2010, Amsterdam, 8–10 czerwca 2010.
8. Wasiak I., Pawełek R., *Jakość zasilania w sieciach z generacją rozproszoną*, PWN, Warszawa 2015.
9. Polak A., Barański M., *Porównanie turbin wiatrowych*, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne, nr 74/2006.
10. Adamczak W., *Możliwości i efektywność przetwarzania energii*, praca dyplomowa magisterska, Politechnika Poznańska 2004.
11. Technical Application Papers No.10: *Photovoltaic plants*, ABB SACE 2010.
12. *Power and Distribution Transformers*. Katalog, Schneider Electric Industries SAS 2015.
13. Hyrzyński R., *Współzmienność generacji energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych i fotowoltaicznych w warunkach zbliżonych do polskich*, XVI Konferencja APE'13, Jurata, 12–14 czerwca 2013.
14. Walling R., *Self-Mitigating PV Plants in Distribution Circuits*, Solar Integration Workshop, Maui (Hawaje), 11 października 2011.
15. Jezierski E., *Transformatory*, WNT, Warszawa, 1983.
16. Sarkar S., *Transformers for Wind Turbine Generators*, Virginia Transformer Corp. 2013([www.vatransformer.com/Transformer-Catalog-Brochure.aspx](http://www.vatransformer.com/Transformer-Catalog-Brochure.aspx)).
17. Bocheński B., *Wpływ odkształcenia napięcia i prądu na obciążalność transformatorów energetycznych*, rozprawa doktorska, Politechnika Łódzka 2005.
18. Grządzielski I., *Sposoby kompensacji mocy biernej farm wiatrowych, Nowoczesne elementy układów przyłączenia do systemu elektroenergetycznego – przyłączenie farm wiatrowych*, Międzynarodowe Targi Energetyki Expopower, Poznań 19 maja 2010.
19. Tenca P. i in., *Low Voltage Ride-Through Capability for Wind Turbines based on Current Source Inverter Topologies*, 7<sup>th</sup> International Conference on Power Electronics and Drive Systems, Bangkok 27–30 października 2007.
20. Broszura CIGRE nr 578, *Lightning protection of wind turbine blades*, 2014.
21. [www.ediweekly.com/overheated-bearings-gearboxes-among-causes-wind-turbine-fires](http://www.ediweekly.com/overheated-bearings-gearboxes-among-causes-wind-turbine-fires)
22. Florkowski M. i in., *Narażenia napięciowe transformatorów w układach z wyłącznikami próżniowymi*, Przegląd Elektrotechniczny nr 10/2014.
23. Murakami T. i in., *Integration of renewable energy sources in power networks*, SICE Annual Conference, Tokyo, 13–18 września 2011.
24. Levi V. i in. *Reverse Power Flow Capability of Tap-Changers*, 18<sup>th</sup> International Conference on Electricity Distribution, Turin, 6–9 czerwca 2005.
25. Cipcigan L. M., Taylor P. C., *Investigation of the Reverse Power Flow Requirements of High Penetrations of Small-scale Embedded Generation*, IET Renew. Power Generation, 1/2007.
26. Uriarte F. M., Hebner R. E., *Impact of Residential Photovoltaic Generation and Electric Vehicles on Distribution Transformers*, [www.pecanstreet.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/04/PSRI\\_CEM\\_white\\_paper-Impact\\_of\\_Residential\\_PV-Uriarte-Hebner-2013-04-08.pdf](http://www.pecanstreet.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/04/PSRI_CEM_white_paper-Impact_of_Residential_PV-Uriarte-Hebner-2013-04-08.pdf)

**dr hab. inż. Tomasz Piotrowski**  
Politechnika Łódzka,  
Instytut Elektroenergetyki



## MOC jest z NAMI

Potęga Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki wynika nie tylko z jego 70-letniej historii. Był on jednym z trzech wydziałów, które budowały Politechnikę Łódzką od początku jej istnienia. Powstał w 1945 r., a jego pierwszym dziekanem był prof. Janusz Groszkowski, wybitny elektronik, pionier telekomunikacji. Znany między innymi z działalności w czasie wojny, kiedy to rozpracował układ sterowania niemieckich pocisków rakietowych V1 i V2. Wybitnych postaci w historii Wydziału było wiele, i to ich wizjonerstwu, zaangażowaniu w pracę naukową i dydaktyczną zawdzięczamy naszą obecną pozycję.



*Dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej dr hab. inż. Sławomir Hausman, prof. PŁ*

Wieloletnie działania naszych mistrzów i nauczycieli doprowadziły do tego, że współczesną siłą Wydziału tworzy 58 samodzielnych pracowników naukowych (w tym 27 profesorów tytularnych) oraz 225 nauczycieli akademickich. Mamy pełne prawa akademickie (możliwość nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego) w czterech dyscyplinach naukowych: elektrotechnice, elektronice, automatyce i robotyce oraz informatyce. Jesteśmy jedynym w Polsce Wydziałem o tak rozległym spektrum uprawnień. Spowodowało to, że wypromowaliśmy 565 doktorów oraz 114 doktorów habilitowanych, którzy z jednej strony nieprzerwanie wzmacniają potencjał naukowy naszego Wydziału, z drugiej wzbogacają kadrę dużych, innowacyjnych przedsiębiorstw, ale również wzmacniają inne jednostki badawcze i dydaktyczne.

Konsekwencją tak szerokiego spektrum zainteresowań naukowych jest fakt, że oferujemy 10 kierunków kształcenia: elektronika i telekomunikacja, elektrotechnika, automatyka i robotyka, informatyka, transport, inżynieria bezpieczeństwa pracy,



*Wejście do głównego budynku Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej*

energetyka, mechatronika, inżynieria biomedyczna oraz systemy sterowania inteligentnymi budynkami. Ponadto prowadzimy kształcenie w ramach Centrum Kształcenia Międzynarodowego (IFE – *International Faculty of Engineering*) na trzech kierunkach: Electronics and Telecommunication, Biomedical Engineering, Computer Science – w całości realizowane w języku angielskim.



*Immatrikulacja studentów pierwszego roku na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej*

W tym roku przyjęliśmy ponad 1000 studentów pierwszego roku, a na wszystkich latach studiuje ponad 4000 osób. Wypromowaliśmy do tej pory ponad 7000 inżynierów oraz 11 500 magistrów. Wbrew trendom demograficznym, z roku na rok powiększamy liczbę studentów, zachowując ten sam, wysoki poziom wiedzy kandydatów. Dbamy o kontakt z uczniami, wspierając i poszerzając ich zainteresowania naukami ścisłym

dzięki organizacji wielu konkursów o zasięgu ogólnopolskim z zakresu: fizyki, matematyki i informatyki. To przynosi się na bardzo dobre wyniki rekrutacji.



*Uczestnik konkursu informatycznego podczas rozwiązywania zadania finałowego – przejście przez labirynt*

Nikogo nie powinno więc dziwić, że dobrzy kandydaci stają się zdolnymi studentami, którzy wykazują się dużą aktywnością: działają między innymi w kołach naukowych, organizują sympozja oraz z powodzeniem startują w różnorodnych zawodach o charakterze technicznym.



*Finalistka konkursu fizycznego prezentująca własnoręcznie przygotowane doświadczenie*

Od lat jesteśmy organizatorem Sumo Chalange, ogólnopolskich zawodów robotów skonstruowanych przez studentów. Wydarzenie to cieszy się dużą popularnością i przyciąga do Łodzi rzeszę kreatywnych, młodych adeptów robotyki z całego kraju.

Ściśle współpracujemy z wieloma dużymi firmami z regionu, z których wiele ma globalny zasięg działalności. Współdziałanie dotyczy wielu przedsięwzięć o charakterze naukowym, technicznym, prowadząc do powstawania innowacyjnych rozwiązań. Jednym z efektów takiej działalności są podpisywane umowy o partnerstwie. Poza aktywnością naukową to współdziałanie dotyczy również sfery dydaktyki. Działając aktywnie w klastrze ICT



*Robot występujący w kategorii Line Follower*

Polska Centralna prowadzi rozmowy związane z modyfikacją programów kształcenia do potrzeb najbardziej innowacyjnych firm regionu. Jednym z przejawów dbałości o jakość kształcenia są realizowane od trzech lat hospitacje łączone. W skład zespołów wizytujących wchodzi przedstawiciele biznesu oraz władz diekańskich. Pozwala to reprezentantom firm na bieżąco orientować się w zakresie i sposobie realizacji procesu dydaktycznego. Wysokie oceny otrzymywane ze strony przedstawicieli przemysłu są dodatkowym potwierdzeniem bardzo dobrej jakości prowadzonych zajęć, cenionym przez nauczycieli akademickich. Taka weryfikacja jest również dobrze odbierana przez studentów, ponieważ wskazuje na ich podmiotowe traktowanie zarówno przez kadre akademicką, jak również potencjalnych przyszłych pracodawców.

Szerokie uznanie wśród studentów zyskała oryginalna inicjatywa Wydziału polegająca na realizowaniu przez nich zadań projektowych zgłaszanych przez pracodawców na terenie przedsiębiorstw. Bardzo duże zaangażowanie firm regionu w realizację tego przedsięwzięcia wskazuje na wysokie uznanie ze strony biznesu dla Wydziału, za realizowanie przedsięwzięć powodujących zbliżenie studentów do zadań realizowanych w komercyjnych przedsiębiorstwach.

Badania naukowe, które są realizowane przez jednostki organizacyjne Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki pokrywają się z rozległą ofertą edukacyjną i stanowią dla niej bazę. Realizujemy więc bardzo ważny postulat – jedności nauki i dydaktyki. Ze względu na szeroki zakres kompetencji naszych pracowników możliwe jest przedstawienie tylko nielicznych rezultatów prowadzonych przez nich badań i wdrożeń przemysłowych. Kolejność ich prezentacji nie stanowi o wartości merytorycznej, a wynika głównie z pogrupowania tematycznego.

#### **Autonomiczny robot mobilny pola walki**

Jest to autonomiczna, sześciokołowa platforma mobilna, na której umieszczono manipulator o czterech ogniwach połączonych złączami obrotowymi. Manipulator wyposażony jest w głowicę obserwacyjną. Dzięki zaawansowanym rozwiązaniom elektronicznym i informatycznym, robot jest w stanie integrować i analizować dane z wielu czujników różnych typów (np. skanery laserowe, żyroskopy) oraz kamer wizyjnych pracujących w podczerwieni. Na platformie umieszczony jest oryginalny system wykrywania min. Dzięki rozpoznawaniu obrazów, łącznie z kamery i noktowizora, i algorytmom śledzenia obiektów może np. dojechać do wyznaczonego przez operatora celu omijając przeszkody. Robot przeszedł pomyślnie próby na poligonie wojskowym, w różnych warunkach. Może być wykorzystywany w zadaniach zwiadowczych oraz do wykrywania min i innych zagrożeń o charakterze pirotechnicznym.



Autonomiczny robot pola walki

### Robot wiszący na linach

Robot zawieszony jest na sześciu linach i wyposażony w napędy elektryczne, ma zamknięty łańcuch kinematyczny i liczbę stopni swobody pozwalającą na łatwe omijanie przeszkód znajdujących się w jego przestrzeni roboczej. Idea konstrukcji opisywanego urządzenia oparta jest na tzw. odwróconej platformie Stewarta, ale została ona wzbogacona przez dodanie ruchomych punktów zaczepienia lin podtrzymujących platformę roboczą. Robot może stanowić atrakcyjną alternatywę dla często stosowanych suwnic bramowych oraz dźwigów z ruchomą szyną jezdnią mocowaną do stropu znajdującego się ponad przestrzenią roboczą urządzenia. Wykonane badania pokazują, że jego konstrukcja zapewnia dużą sztywność, dobre własności manipulacyjne i duży udźwig, dzięki czemu może on stanowić bardzo dobre rozwiązanie problemu precyzyjnego przenoszenia wielu obiektów w przestrzeniach zamkniętych, jak na przykład laboratoria czy hale produkcyjne.



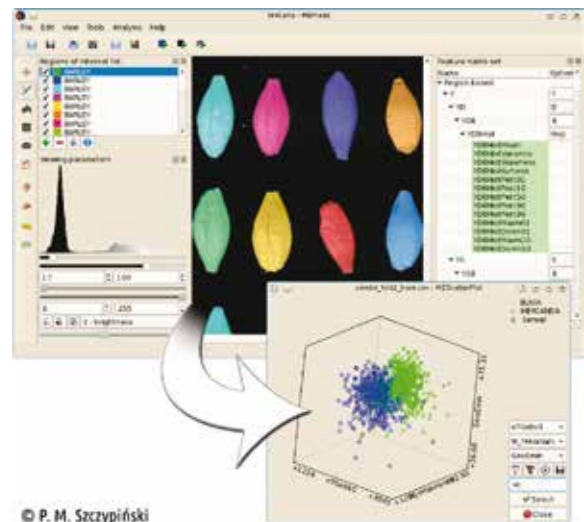
Robot zawieszony na linach

Po zainstalowaniu specjalnego ramienia robot może podawać narzędzia chirurgiczne. Wyposażony w chwytaki może być wykorzystywany do przenoszenia podejrzanych przedmiotów i niebezpiecznych substancji oraz różnych ładunków, a nawet kontenerów. Rozwiązanie to jest przykładem opracowywanych na naszym Wydziale konstrukcji robotów ogólnego przeznaczenia lub specjalizowanych, dedykowanych dla zadań przemysłowych, medycznych, rehabilitacyjnych itp. Innym przykładem

nietyposwej konstrukcji robota jest napęd gąsienicowy umożliwiający pokonywanie różnorodnych przeszkód.

### Pakiet programów do analizy tekstur obrazów

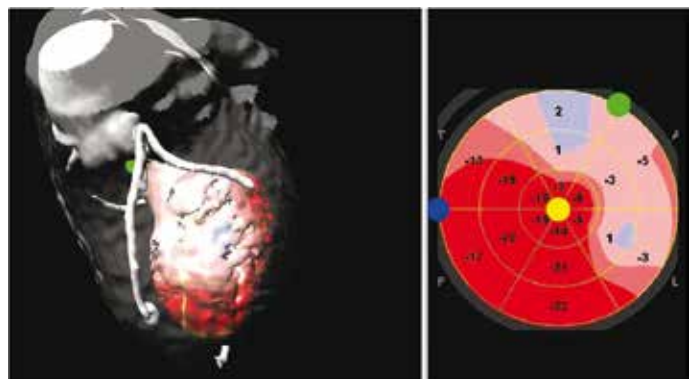
Pakiet programów Mazda, został opracowany do ilościowej analizy tekstury obrazów dwu- oraz trójwymiarowych. Pakiet umożliwia wykonanie kompletnej analizy tekstury obrazu obejmującej estymację parametrów tekstury, procedury selekcji i ekstrakcji parametrów, algorytmy nadzorowanej i nienadzorowanej klasyfikacji danych, segmentacji obrazów oraz narzędzia do wizualizacji danych. Pakiet Mazda, pierwotnie zaimplementowany do analizy obrazów tomograficznych rezonansu magnetycznego, może być wykorzystany również do analizy obrazów zarejestrowanych przez inne urządzenia diagnostyki obrazowej (tomografy komputerowe, endoskopy, ultrasonografy, różnego rodzaju skanery medyczne). Program jest wykorzystywany w różnorodnych aplikacjach, m.in. do ilościowej charakterystyki klinicznej obrazów biomedycznych oraz do oceny jakości produktów żywnościowych. Rozwiązanie jest już wykorzystywane przez ponad 300 zespołów badawczych z całego świata.



Interfejs pakietu Mazda

### Metoda kardiologicznej diagnostyki obrazowej z wykorzystaniem fuzji obrazów CT z wynikami analizy ECHO

Opracowano metodę i program komputerowy dokonujący fuzję obrazów przedstawiających anatomiczną strukturę ludzkiego serca (uzyskanych z badania CT) z wynikami analiz



Przykładowe wyniki analizy z wykorzystaniem fuzji obrazów CT oraz analizy ECHO

czynnościowych lewej komory serca (badanie ECHO). Metoda zwiększa prognostyczną wartość badania poprzez możliwość wzbogacenia obrazu serca o dodatkowe informacje diagnostyczne, tj. obszary lewej komory o gorszej kurczliwości, umożliwiając poprawę wykrywalności anomalii układu krążenia, w tym choroby niedokrwiennej serca (zwążeń naczyń krwionośnych, zawału). W konsekwencji metoda może przyczynić się do zmniejszenia śmiertelności wśród osób dotkniętych chorobą wieńcową. Przedstawione rozwiązanie zostało wielokrotnie wyróżnione zdobywając: Złoty Medal BRUSSELS INNOVA 2012 for the high scientific and technical level of the invention, Nagrodę Specjalną International Trade Fair „Ideas-Inventions-New Products” w Nuremberg oraz Dyplom Ministra Edukacji Narodowej.

### Interfejs człowiek-komputer sterowany mruganiem – b-Link

Opracowano algorytmy analizy obrazów i system komputerowy pełniący funkcję interfejsu człowiek-komputer. System sterowany ruchem powiek jest przeznaczony dla osób niepełnosprawnych, sparaliżowanych, które nie są w stanie korzystać z tradycyjnej myszki lub klawiatury. Umożliwia on nawigowanie po stronach internetowych za pomocą mrugnięć, kontrolowanie kursora oraz emulowanie przycisków myszy i klawiatury, wprowadzanie tekstu do dowolnego edytora tekstu, arkusza kalkulacyjnego lub komunikatora internetowego. System b-Link, we współpracy z centrum badawczo rozwojowym TP S.A., został wdrożony w wersji Open Source w kilku wersjach językowych. Liczba pobrań programu przekroczyła 17 tysięcy. System został nagrodzony na międzynarodowych targach innowacji, m.in. Gold Medal, Salon Int. des Inventions, Geneve, 2010 oraz Gold Prize Korea Int. Women's Invention Exposition 2010.

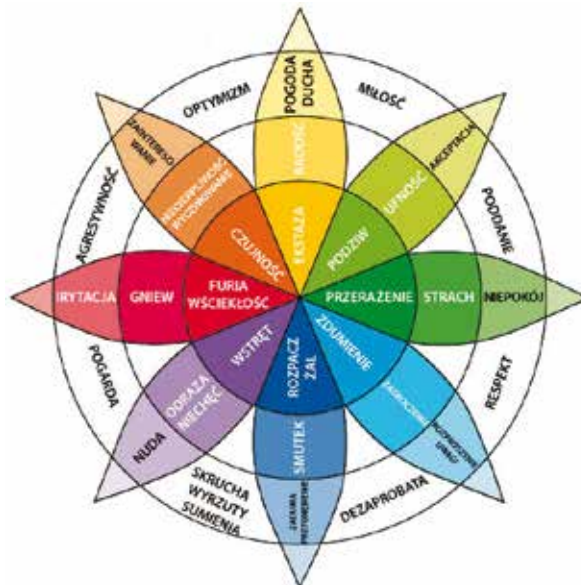


Przykład zastosowania interfejsu b-Link do sterowania przeglądarką

### Przetwarzanie mowy i wykrywanie emocji

Opracowana została metoda pozyskiwania parametrów ze strumienia danych audio z zastosowaniem podziału na okna oraz transformacji do współczynników cepstralnych. Uzyskano możliwość automatycznej transkrypcji mowy, co ma zastosowanie między innymi w przypadku szybkiego wykrywania słów kluczowych. Uzyskano niezależność wyników od osoby i sposobu artykulacji. Analogiczny mechanizm opisu sygnału mowy został wykorzystany do wykrywania emocji zawartych w wypowiedzi. Zastosowany został najbardziej ogólny model ich reprezentacji opierający się o badania psychologiczne Platchika. Uzyskane oprogramowanie było wykorzystywane we wspieraniu terapii dzieci z zespołem Aspergera. System jest rozszerzany o oprogramowanie wykrywające emocje na podstawie gestykulacji

i mimiki. Stanowi on znaczącą część badań nad przetwarzaniem danych o słabo zdeterminowanej strukturze.



Kolo emocji wg Platchika

### Tekstronika i bezprzewodowe monitorowanie parametrów fizjologicznych człowieka

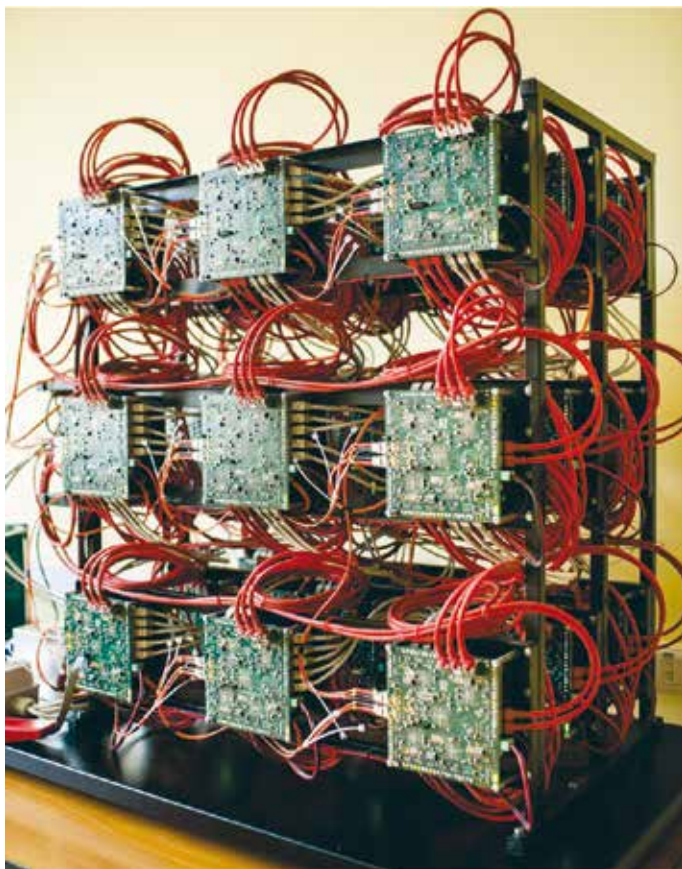
Te interdyscyplinarne badania w zakresie tekstroniki były realizowane we współpracy z Wydziałem Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów PŁ. Prace badawcze dotyczą projektowania anten tekstylnych i sieci radiowych małego zasięgu działających w obrębie ciała człowieka. Opracowane systemy przesyłają parametry fizjologiczne z czujników wbudowanych w ubiór osób pracujących w warunkach zagrażających zdrowiu lub życiu. Uzyskano oryginalne wyniki badań w zakresie modelowania i propagacji fal radiowych w otoczeniu ciała człowieka i fantomu antropomorficznego istotne w sieciach typu „Personal Area Network” i „Body Area Network”, np. w systemach zawierających wbudowane w odzież czujniki bezprzewodowe. Opracowane „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” było wielokrotnie nagradzane, m.in. złotym medalem EUREKA CONTEST, Bruksela oraz Łódzkie Eureka.



Antena tekstylna i jej zastosowanie jako elementu odzieży ochronnej

### Analizator Rzeczywistych Układów Złożonych – ARUZ

Jest to superszybki dedykowany komputer, który składa się z równolegle pracujących układów elektronicznych umieszczonych w węzłach sieci przestrzennej. Zawierają one komórki przeznaczone do wykonywania konkretnych operacji logicznych. Funkcje te są znacznie bardziej złożone niż operacje arytmetyczno-logiczne wykonywane przez mikroprocesory. Oznacza to, że po pobudzeniu jednym impulsem zegara systemowego, układy te wykonają w jednej chwili wielokrotnie więcej operacji niż mikroprocesor. Komórki połączone są z kilkoma sąsiadującymi komórkami za pomocą bardzo szybkich złącz. Zapewniają one znacznie efektywniejszą wymianę danych pomiędzy komórkami niż magistrale komputerowe. Rozwiązanie takie pozwala na 100% zrównoleglenie przetwarzania danych. Można powiedzieć, że to nie ARUZ składa się z wielkiej liczby współbieżnie działających mikroprocesorów, lecz on sam stanowi pewien rodzaj olbrzymiego, skomplikowanego makroprocesora lub automatu komórkowego. ARUZ zawiera 27 000 układów FPGA, co czyni go jedynym na świecie urządzeniem, w którym znajduje się tak wielka liczba tych układów. Daje to przestrzenną sieć symulacyjną zawierającą około 2,7 miliona komórek, w których zawarte będą wirtualne cząsteczki badanych związków chemicznych. Przy takich rozmiarach przestrzeni symulacyjnej ARUZ może z powodzeniem stanowić alternatywę dla wielkich systemów superkomputerowych.



Analizator Rzeczywistych Układów Złożonych – ARUZ wersja prototypowa

### Opracowanie i wdrożenie ultraszybkich wyłączników

Opracowano nowy typ ultraszybkich wyłączników prądu stałego oraz synchronizowane ultraszybkie wyłączniki prądu przemiennego dla trójsystemowych pojazdów trakcyjnej kolejowej zasilanych napięciem stałym albo przemiennym

(AC 25 kV/50(60) Hz; 15 kV/16.7 Hz; DC 3 kV). Wyłączniki te wykorzystują: wyłączanie w próżni za pomocą tzw. przeciwprądu, przejmowanie prądu z zestyków w powietrzu i w próżni za pomocą aktywnego elementu półprzewodnikowego, synchronizowane wyłączanie silnych prądów przemiennych oraz metody ograniczania wysokoenergetycznych przepięć łączeniowych. Stworzono teoretyczne i eksperymentalne podstawy ultraszybkiego wyłączania zwarciovych prądów stałych oraz synchronizowanego wyłączania zwarciovych prądów przemiennych. Rozwiązanie uzyskało sześć nagród i wyróżnień na zagranicznych targach i wystawach, jeden znak ochronny i dwa patenty.



Najszybszy na świecie wyłącznik prądu stałego

### Laboratoria i stanowiska badawcze dla generacji rozproszonej

Na Wydziale utworzono unikatowe na skalę światową laboratorium generacji rozproszonej. Jest to rzeczywisty obiekt energetyczny, dedykowany do realizacji badań naukowych w obszarze elektroenergetyki. Urządzenia laboratorium są włączone w system elektroenergetyczny i ciepłowniczy budynku Wydziału, istotnie zwiększając efektywność wykorzystania energii. Laboratorium stanowi aktywny mikrosystem elektroenergetyczny typu „smart grid”. Unikatowy charakter laboratorium generacji rozproszonej podkreśla fakt, że stanowi ono element europejskiej sieci doskonałości DER-Lab. W ramach projektu UE DERri stworzony został informatyczny system zarządzania typu SCADA umożliwiający zdalny (poprzez Internet) dostęp do stanowisk badawczych w zakresie monitorowania i sterowania pracą wybranych urządzeń w laboratoriach sieci DER-Lab.



Fragment instalacji fotowoltaicznej zainstalowanej na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej



Fragment stanowiska laboratoryjnego generacji rozproszonej

### Laboratoria i stanowiska badawcze z zakresu tomografii procesowej

Utworzono laboratorium z instalacjami doświadczalnymi o skali półprzemysłowej dla potrzeb bezinwazyjnej analizy zjawisk w przepływowych procesach przemysłowych. Celem badań jest wypracowanie technik automatycznej kontroli procesów przemysłowych pod kątem optymalizacji produkcji. Opracowano nowe algorytmy nieinwazyjnego obrazowania przepływów dla potrzeb aplikacji przemysłowych. Jest to jeden z najnowocze-

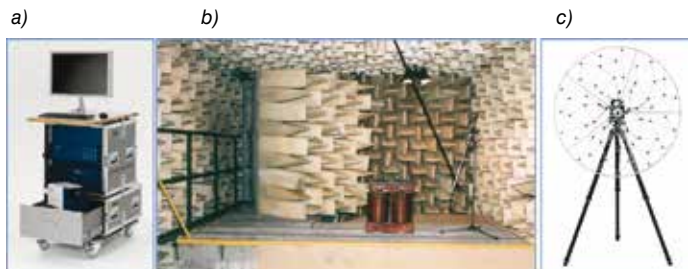


Fragment instalacji laboratorium tomografii procesowej

śniejszych na świecie obiekt wyposażony w elektryczny tomograf pojemnościowy ECT, dwa inne tomografy pojemnościowe, między innymi dedykowane do wizualizacji 3D, a także tomograf dwumodalny. Zestaw ten umożliwia prowadzenie badań nad nieinwazyjną wizualizacją 2D i 3D procesów przemysłowych w czasie rzeczywistym. W uznaniu pozycji naukowej, Wydziałowi powierzono organizację Światowego Kongresu Tomografii Procesowej.

### Laboratoria i stanowiska badawcze z zakresu wibroakustyki

Prace dotyczą modelowania sprzężonych zjawisk pól magnetycznych i wynikających z nich sił działających na elementy konstrukcyjne maszyn wirujących i transformatorów. Siły te powodują drgania poszczególnych części urządzenia, a te z kolei są źródłem emisji akustycznej. Podstawowym narzędziem badawczym w analizie teoretycznej jest metoda elementu skończonego pozwalająca na wierne odwzorowanie geometrii badanego obiektu. Do obliczeń elektromagnetycznych wykorzystywany jest system Magnet7, do analizy drgań system ANSYS 14, a do obliczeń akustycznych program LabView 12. W zakresie badań eksperymentalnych wykorzystywany jest system Bruel&Kjaer PULSE (36 kanałów jednoczesnej akwizycji sygnałów drganiowych bądź akustycznych), wibrometr laserowy PSV500 Polytec 25kHz oraz sonda natężenia dźwięku LMS. Instytut posiada komorę bezdechową wyposażoną w układ napędowy o mocy 30 kW do pomiarów maszyn elektrycznych w warunkach obciążenia. Posiadane układy pomiarowe pozwalają na odtworzenie czaso-przestrzennych postaci drgań i emisji dźwięku dla dowolnej składowej widma częstotliwościowego.



Zaplecze laboratoryjne do badań wibroakustycznych: a) wibrometr PSV500, b) komora bezdechowa, c) macierz mikrofonów

Badania wibroakustyczne dotyczą szerokiego spektrum urządzeń – od silników asynchronicznych i synchronicznych z magnesami trwałymi o mocy rzędu kilku lub kilkunastu kW po transformatory sieciowe o mocy kilkuset MVA. Prace te są bardzo często wykonywane w ścisłej współpracy z partnerami przemysłowymi zarówno w kraju jak i za granicą.

\* \* \*

W artykule przedstawiono jedynie niewielką część prowadzonych projektów badawczych i wdrożeniowych wybranych tak, aby pokazać rozległość kompetencji Wydziału.

Szeroka gama naszych zainteresowań badawczych przekłada się na bardzo rozległą ofertę dydaktyczną i szkoleniową. Dlatego z pełnym przekonaniem, nie tylko ze względu na związek wielu naszych specjalności z przetwarzaniem energii, ale ze względu na siłę merytoryczną i organizacyjną naszego Wydziału możemy zaproponować, abyś Drogi Czytelniku wykorzystał oferowane przez nas warunki kształcenia i doskonalenia naukowego. Skorzystaj z oferowanych przez nas wydarzeń oraz ofert współpracy – **Przejdź na jasną stronę MOCY.**

Michał Tadeusiewicz, Hanna Morawska

## Wspomnienie o profesorze Bolesławie Konorskim (1892–1985)

Bolesław Konorski urodził się 14 kwietnia 1892 r. w Łodzi, w okresie burzliwego rozwoju przemysłowego miasta, do którego napływały tysiące ludzi w poszukiwaniu pracy, fortuny i sukcesów. W tym czasie działały wielkie rody fabrykanckie m.in. Geyerów, Scheiblerów, Poznańskich, Grohmanów. Ziemia Obiecana przyciągała wielu zdolnych i przedsiębiorczych ludzi różnych narodowości – Polaków, Niemców, Żydów i Rosjan. To do niedawna małe miasteczko stawało się teraz, w tempie przypominającym eksplozję, europejskim centrum przemysłu włókienniczego. Oblicze miasta kształtowały fabryki i osiedla robotnicze, wspaniałe pałace i rezydencje, świątynie różnych wyznań, teatry i sklepy zaopatrzone w wielojęzyczne szyldy. Gdy prof. Konorski miał 6 lat, powstała w Łodzi pierwsza w kraju sieć tramwajów elektrycznych. W dwa lata później działała już w mieście centrala telefoniczna zbudowana przez firmę Siemens. Można przypuszczać, że ta niezwykła atmosfera wielkiego centrum przemysłowego oraz dokonywane w tym czasie fascynujące odkrycia i wdrożenia z zakresu elektrotechniki wywarły istotny wpływ na wybór przyszłej drogi zawodowej prof. B. Konorskiego.



Po kilkudziesięciu latach prof. Konorski napisał: *Jedną z charakterystycznych cech stanu cywilizacyjnego chwili obecnej jest to, że w naszym życiu gospodarczym zastosowania elektryczności są nadzwyczaj rozpowszechnione i że nie ma wprost dziedziny, w której nie byłaby wykorzystywana energia elektryczna. Słusznie nazywany jest wiek dwudziesty wiekiem elektryczności.*

O atmosferze w domu rodzinnym i o kształtowaniu się zainteresowań młodego Bolesława dowiadujemy się z jego krótkiej autobiografii odnalezionej wśród starych dokumentów. Ojciec Maksymilian był lekarzem, matka Anna z d. Kalecka wychowywała dzieci (Bolesław miał dwie siostry) i zajmowała się domem, w którym bywali ludzie wykształceni, mający znaczny wpływ na zainteresowania Bolesława. On sam tak pisał o okresie wczesnej młodości: *Zamiłowanie do pracy naukowej zostało mi wszczepione jeszcze w domu rodzinnym przez Ojca (...). Wynikiem tego było, że po zakończeniu normalnego dnia pracy w biurze czy w fabryce, zajmowałem się pracą inną, pracą „własną”. Żyjąc w przymusowym oderwaniu od ośrodków pracy naukowej musiałem jako temat obrać dziedzinę dopuszczającą tego rodzaju studia. Tematem tym była nomografia i teoretyczna elektrotechnika. Pierwszą pracą ogłoszoną drukiem były „Podstawy nomografii” wydane przez firmę J. Springer w Berlinie w języku niemieckim. Książka ta przełożona na kilka języków sprawiła, że Bolesław Konorski nawiązał żywe kontakty z wieloma zagranicznymi (przeważnie niemieckimi) uczonymi.*

W roku 1920 B. Konorski ożenił się z Łucją Weiss, wiedeńką, która zdecydowała się przyjechać z mężem do Polski. Ona również podjęła pracę zawodową jako lek torka języka niemieckiego. W roku 1922 urodził się syn państwa Konorskich, Andrzej, a w 1926 – córka Maria.

Kolejnym, tym razem wieloletnim etapem w życiu Bolesława Konorskiego była praca w Zakładach Wyrobów Bawełnianych „Wola” w Warszawie, obejmująca okres od 1922 roku. Inż. B. Konorski ogniskował w swoim ręku wszystkie sprawy techniczne, a także dotyczące bezpieczeństwa fabryki i jej pracowników, szybko awansował też na stanowisko dyrektora technicznego. Dzięki inicjatywie B. Konorskiego powstało wiele projektów i realizacji zmian i unowocześnień Zakładów. Najważniejsze z tych prac to elektryfikacja całego Zakładu, instalacja kilkuset silników elektrycznych, rozbudowa sieci WN i NN, wybudowanie kilkunastu podstacji transformatorowych, centralnej rozdzielni 15 kV i 1050 V, instalacje nowoczesnego oświetlenia wszystkich oddziałów fabrycznych, budowa (wg planu Bolesława Konorskiego) całkowicie nowych oddziałów fabryki: tkalni na 500 krosien i wykończalni. Zastugą Bolesława Konorskiego było zainstalowanie i uruchomienie bardzo wielu maszyn i pomp, kompresorów, aparatów pomiarowych, zorganizowanie Działu Kontroli i Biura Technicznego, nowatorskie wprowadzenie Działu Bezpieczeństwa Pracy na wzór amerykański.

Ten okres pracy był w życiu Bolesława Konorskiego niezwykle ważny, dał mu bowiem możliwość samodzielnego projektowania i organizowania przedsięwzięć o dużym zakresie oraz zdobycie doświadczenia w pracy z ludźmi. Będąc przez 17 lat inżynierem ruchu w wielkiej fabryce zatrudniającej 1600 robotników i rozwiązując wiele problemów technicznych i organizacyjnych, Bolesław Konorski opublikował pracę o zastosowaniach nomografii do zagadnień inżynierskich w mechanice i elektrotechnice pt. „Hilfsbuch für Betriebsberechnungen”, a także 8 innych prac dotyczących innowacji wprowadzonych w fabryce i 4 na temat usprawnień organizacyjnych. Lata wypełnione pracą w fabryce przyniosły także zaangażowanie B. Konorskiego w pracę społeczną. Czynnikiem działań w SEP, którego był członkiem od 1931 roku, uczestniczył i przewodniczył w licznych jego komisjach. Najtrwalszym śladem działalności w SEP jest opracowanie „Kalendarzyka elektrotechnicznego”, który w latach 1933–38 doczekał się 6 wydań. Było to wydawnictwo niezwykle popularne wśród inżynierów.

We wrześniu 1939 roku zajęcie fabryki „Wola” przez Niemców spowodowało, że B. Konorski zrezygnował z zajmowanego wówczas stanowiska dyrektora technicznego. Zachował się niezwykle serdeczny list od Zarządu Spółki z podziękowaniem za pracę dla fabryki. II wojnę światową B. Konorski wraz z żoną spędził w Zalesiu Dolnym, Warszawie i Jeziornie. Zarabiali na utrzymanie udzielając prywatnych lekcji. Były to tajne komplety z matematyki i fizyki, m.in. w gimnazjum i liceum Królowej Jadwigi w Skolimowie.

Przymusowa bezczynność zawodowa sprawiła, że B. Konorski oddał się studiom nad elektrotechniką teoretyczną. Z tego okresu pochodzi kilka jego publikacji. Łącznie w latach 1922–45 powstały 22 oryginalne prace dotyczące nomografii i jej zastosowań, projektowania inżynierskiego i elektrotechniki teoretycznej.



Prof. Konorski w latach czterdziestych

Po wyzwoleniu, już od marca 1945 r. B. Konorski pracował jako naczelnik wydziału w Departamencie Energetycznym Ministerstwa Przemysłu. W tym czasie (24 maja 1945 r.) dekretem Rady Ministrów powołano do życia Politechnikę Łódzką. Tworzyli ją przede wszystkim profesorowie zniszczonej Politechniki

Warszawskiej, a pierwszym rektorem został profesor Bohdan Stefanowski. Uczelnia miała powstać od podstaw. Przeszkód było wiele, ale wielki też był entuzjazm i zaangażowanie zarówno grupy twórców, jak i ze strony władz miasta. Pierwszymi wydziałami były: Mechaniczny, Elektryczny i Chemiczny, które umieszczono w dziewięciu różnych miejscach, głównie w budynkach pofabrycznych. Wśród archiwalnych dokumentów znajduje się list z dnia 9 lipca 1945 r., skierowany do rektora Politechniki Łódzkiej, w którym B. Konorski zgłasza swoje usługi jako wykładowca przedmiotów:

- 1) podstawy elektrotechniki i elektrotechnika teoretyczna,
- 2) nomografia.

Tam również B. Konorski pisze: *Przez całe życie, począwszy od ławy szkolnej zajmowałem się z pasją ulubioną swą dziedziną: zasadami elektrotechniki i elektrotechniką teoretyczną.*

Podjęcie pracy na Politechnice Łódzkiej zapoczątkowało nowy okres w życiu B. Konorskiego. Całą swą energię skierował na tworzenie Wydziału Elektrycznego oraz Katedry Podstaw Elektrotechniki. 26 sierpnia Rada Wydziału Elektrycznego podjęła uchwałę o „powołaniu B. Konorskiego na katedrę Podstaw Elektrotechniki jako zastępcę profesora”. Dokument ten podpisał pierwszy dziekan Wydziału Elektrycznego prof. Janusz Groszkowski. Od 1 września 1945 r. prof. B. Konorski pełnił obowiązki kierownika Katedry, aż do przejścia na emeryturę w roku 1962. 18 maja 1946 r. komisja w składzie: Bolesław Dubicki, Stanisław Kończykowski, Andrzej Sołtan wystąpiła do Rady Wydziału z wnioskiem o powołanie inż. B. Konorskiego na stanowisko prof. nadzwyczajnego. Mianowany został na to stanowisko przez Prezydenta KRN dekretem z dnia 15 września 1946 r. Ten początkowy okres wymagał od wszystkich pracowników Politechniki ogromnego zaangażowania i wysiłku organizacyjnego. Warunki bytowe były trudne, choć profesor wraz z rodziną otrzymał służbowe mieszkanie przy ul. Moniuszki 4. Cały ten budynek zamieszkiwali pracownicy PŁ zakwaterowani często po kilku w pokoju. Atmosfera tego domu sprzyjała nawiązywaniu trwałych przyjaźni. B. Konorski intensywnie pracował nad programami dydaktycznymi, ale przede wszystkim organizował uczelnię, był przewodniczącym Komisji mieszkaniowej i stołówkowej, brał udział w pracach komisji rozdziału dóbr z UNRRA, organizował od podstaw i uruchomił Bibliotekę Główną Politechniki Łódzkiej. Organizacja Katedry wymagała załatwienia lokalu, zakupu najskromniejszego bodaj wyposażenia, książek, znalezienia asystentów i rozpoczęcia działalności dydaktycznej. W tym czasie B. Konorski prowadził wykłady z elektrotechniki, a od powstania Wydziału Włókienniczego – z organizacji ruchu przedsiębiorstw włókienniczych oraz z nomografii na wszystkich wydziałach PŁ. Niezależnie od tych obowiązków, Bolesław Konorski pracował naukowo. 27 kwietnia 1947 r. obronił przed Radą Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej pracę doktorską na temat zastosowań nomografii w elektrotechnice teoretycznej.

W kadencji 1948–51 prof. Konorski był prorektorem, a w latach 1952–53 rektorem Politechniki Łódzkiej. We wrześniu 1953 r. zrezygnował jednak z funkcji administracyjnych, pisząc do Ministra Szkolnictwa Wyższego list z prośbą o zwolnienie go ze stanowiska rektora. W liście od ministra znalazły się podziękowania za troskę o wysoki poziom naukowy uczelni. W dniu 25 maja 1956 roku CKK dla Pracowników Nauki przyznała Bolesławowi Konorskiemu tytuł naukowy profesora zwyczajnego.

Dorobek naukowy i naukowo-dydaktyczny Profesora obejmuje ok. 100 prac opublikowanych w kraju i za granicą (głównie w języku niemieckim), w tym 25 książek.

Opracował także szereg tłumaczeń, do tego setki recenzji, liczne referaty i odczyty.

Najtrwalszym dziełem Profesora jest trzytomowy podręcznik pt. „Podstawy Elektrotechniki” i jego czwarta część – „Teoria Pola



Elektromagnetycznego”. Był to pierwszy w Polsce kompletny podręcznik tego typu. Stał się on podstawą pracy dydaktycznej Katedry, a później, trzykrotnie wznawiany, służył również innym uczelniom. Na podręczniku tym wykształciło się wielu obecnych profesorów oraz rzesze inżynierów elektryków. Jak wiele było do zrobienia w początkowym okresie istnienia Politechniki również w zakresie piśmiennictwa świadczy fragment jednego z pierwszych sprawozdań (z roku 1951): *W ramach pracy naukowej unowocześniono liczne definicje, dowody, kryteria i metody stosowane dotychczas w elektrotechnice. Wiele określeń i dowodów uległo przy tym zmianie. Dużo uwagi poświęcono układom jednostek i sposobom pisania równań w elektrotechnice.* Tej tematyce poświęcona została nawet książka „Równania i układy jednostek w Elektrotechnice” napisana we współpracy z prof. Walentym Starczakowem i ówczesnym magistrem Stefanem Wojciechowskim, wydana przez PWT, Warszawa 1954.



Jego Magnificencja

W 1953 roku za prace w dziedzinie elektrotechniki teoretycznej i nomografii Profesor otrzymał nagrodę państwową II stopnia w dziale nauki, a w 1956 – indywidualną nagrodę I stopnia Ministra Szkolnictwa Wyższego oraz wiele innych nagród. Powojenne zainteresowania Profesora dotyczyły przede wszystkim pól, a szczególnie pola elektrostatycznego. Prace publikowane głównie w Przeglądzie Elektrotechnicznym, Archiwum Elektrotechniki i Archiv für Elektrotechnik dotyczyły uogólnienia prawa Coulomba, pojemności cząstkowych przy obliczaniu strumieni elektrycznych, anomalii we wzajemnym oddziaływaniu dwóch naładowanych brył. Wiele prac wiązało się z metodami analizy pól elektrostatycznych (np. pola napowietrznej linii trójfazowej).

W roku 1962 prof. Konorski przeszedł na emeryturę, utrzymywał jednak nadal kontakty z Politechniką, prowadził wykłady, wygłaszał referaty na spotkaniach PTETiS (ostatnie 1 kwietnia 1980 roku na temat „Metodologia w elektrodynamice”). W Katedrze zawsze czekało Jego biurko i ulubiony fotel.



Prof. Konorski wśród studentów

Ostatnią wydaną pracą Profesora jest książka „Elementy Teorii Względności, Relatywistycznej Mechaniki i Elektrodynamiki”. Nad dziełem tym, wydanym w 1976 roku, pracował przez kilka lat. Czytając je możemy spojrzeć na jego autora z innej perspektywy. Tekst o dynamicznym rozwoju nowoczesnej fizyki i odkryciach z początku XX wieku, które doprowadziły do powstania mechaniki i elektryki relatywistycznej, a także o opisie naszego makroświata napisany jest niezwykle pięknie, barwnie, wręcz pasjonująco.

*Na czym polega piękno wzorów Maxwella, Einsteina, Minkowskiego? Wszakże wzory te – to tylko nagromadzenie literek i znaków; czy zespół takich symboli może działać na nasze odczucie piękna, jak na przykład żywy kwiat swoim kształtem, barwą, zapachem? Oczywiście nie. Pięknością tych równań jest zawarta w nich wspaniała synteza mnóstwa zjawisk i praw, jest ukryta w nich wielka prawda. Odczuć może to tylko ten, kto te wzory dogłębnie zrozumie.* To słowa humanisty, estety, perfekcjonisty, który wszystko to, co robił w życiu starał się robić najlepiej jak to było możliwe i czerpał z tego satysfakcję. Splot okoliczności sprawił, że zajął się on właśnie elektrotechniką.

Jedną z pasji Profesora była troska o czystość mowy ojczyźnej. Tak pisał o tym, czym jest język dla każdego człowieka: *Mowa, która służy do formułowania myśli, jest czymś tak swoistym i niezbywalnym jak własna skóra, jak gesty czy odruchy; jest jedną z indywidualnych cech człowieka, jego osobowości, jego duchowego świata. Słowa są zwierciadłem jego myśli i uczuć, są nierozzerwalnie związane z procesem tworzenia.* W 1977 r. Profesor Konorski pisał o postępującej degeneracji mowy polskiej: *Zdaniem moim, jednym z ważnych źródeł penetracji zniekształceń językowych do mas i rozprzestrzeniania tej brzydoty są technicy. Technicy, inżynierowie, doktorzy nauk technicznych i ich światła uważają, że ważna jest tylko strona techniczna ich wywodów, artykułów, opisów oraz ich rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych, matematycznych itd. Kandydat do technicznego tytułu naukowego poświęca całe lata na opracowanie swej rozprawy doktorskiej, a nie chce poświęcić minimalnego nakładu pracy, aby sprawdzić w poradniku językowym poprawność swych tekstów. Odmawiam zawsze recenzowania tak napisanych prac doktorskich żądając, aby autor je sam poprawił; niestety, nie wszystkie komisje egzaminacyjne zwracają na to uwagę.*

To, że Profesor miał szerokie, humanistyczne zainteresowania sprawiło, że wraz z żoną przetłumaczył książkę Artura Schopenhauera „Erystyka, czyli sztuka prowadzenia sporów”.

Profesor Konorski nie szczędził swego czasu na pracę społeczną i organizacyjną. Był członkiem Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, aktywnym członkiem Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, był członkiem założycielem, a następnie (od 1964 roku) członkiem honorowym Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej. Kontynuował swą działalność w SEP, gdzie jako redaktor wydawał swój „Kalendarzyk Elektrotechniczny” aż do lat sześćdziesiątych. Był także (w latach 1952–1957) członkiem Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej.

Profesor był wzorem samodyscypliny, pracował bardzo dużo i umiał swą pracę świetnie zorganizować. Nie tolerował lekceważenia obowiązków i był pod tym względem bardzo wymagający wobec siebie i innych. Dzięki dobrej organizacji znajdował czas na prawdziwe zainteresowania kulturą, był wiernym bywalcem łódzkich teatrów.

Profesor Konorski pozostał w pamięci swych uczniów jako wykładowca niezwykły. Wykładając, ten erudyta i językowy purysta używał słynnych zwrotów, jak *biere ja, proszę kulegów, rdzeń*, czy też *Czy kulega z ostatniej ławki tyż to rozumie?* zapewne po to, aby przykuć uwagę słuchaczy. Wielu z nich, zafascynowanych osobą wykładowcy, przychodziło tylko posłuchać, nie rozumiejąc trudnego tematu. Dla doktorantów prowadził Profesor również wykłady w obcych językach, najczęściej po niemiecku. Egzaminy, zwłaszcza te z teorii pola, były trudne, studenci często używali „niedozwolonych pomocy”, jednak niezwykła prawość Profesora i jego szacunek dla ludzi sprawiały, że nie podejrzewał studentów o ściąganie. Gdy zetknął się z ewidentną nieuczciwością – rozmawiał pełen współczucia z „biednym chłopcem”, który nie był w stanie się nauczyć i umawiał się z nim na kolejny termin egzaminu.

Działalność dydaktyczna prof. Bolesława Konorskiego charakteryzowała się ogromną rzetelnością, pasją, zaangażowaniem i uczciwością. Jego badania naukowe dotyczące zagadnień teoretycznych były ambitne i reprezentowały wysoki poziom merytoryczny. Prof. B. Konorski wielokrotnie powtarzał swoim studentom, że chciałby ich wykształcić na inżynierów artystów zdolnych do podejmowania trudnych zadań i wykonywania twórczych prac, a nie inżynierów rzemieślników.

Profesor Bolesław Konorski należał do grona wybitnych indywidualności tworzących zręby Politechniki Łódzkiej, uczelni którą w 1998 roku Filadelfijski Instytut Informacji umieścił na pierwszym miejscu wśród wyższych szkół technicznych w Polsce.

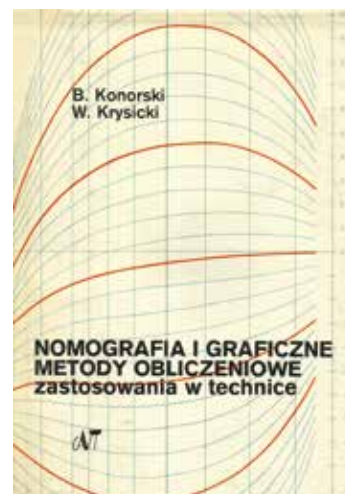
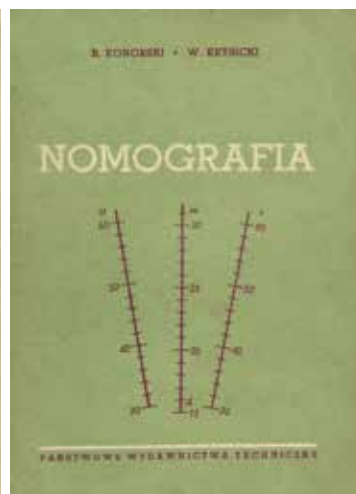


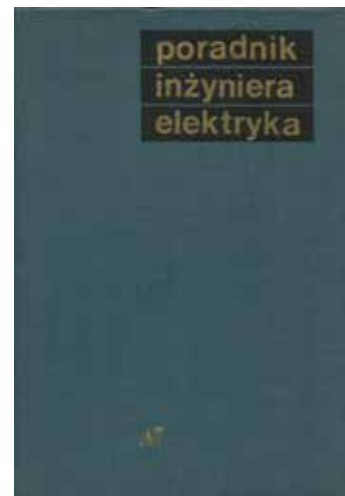
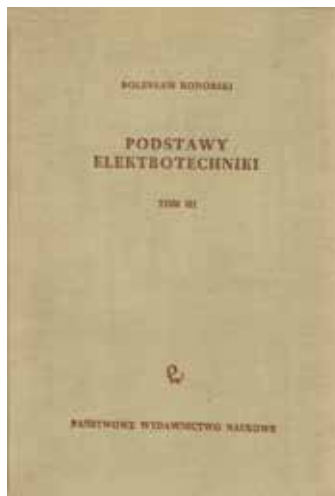
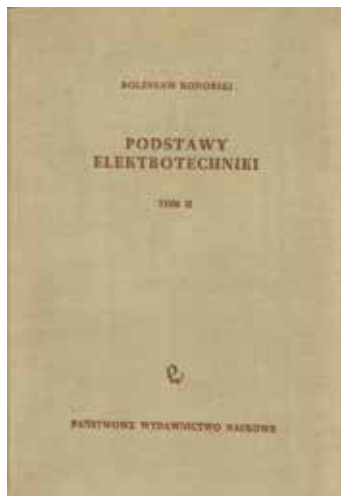
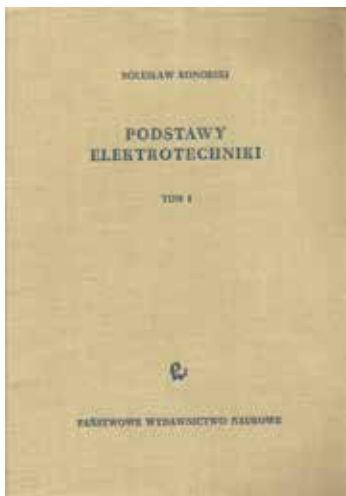
Prof. Konorski w rozmowie z prof. Jezińskim

Profesor Bolesław Konorski żył 94 lata, niemal do ostatnich dni był aktywny i twórczy. Należał do pokolenia profesorów, którzy swą działalność traktowali z pasją i jednocześnie posiadali szerokie zainteresowania humanistyczne i społeczne. Jako taki właśnie uczoney – wielki humanista, nauczyciel, wychowawca i Człowiek – pozostał w pamięci swych uczniów, wychowanków i przyjaciół.

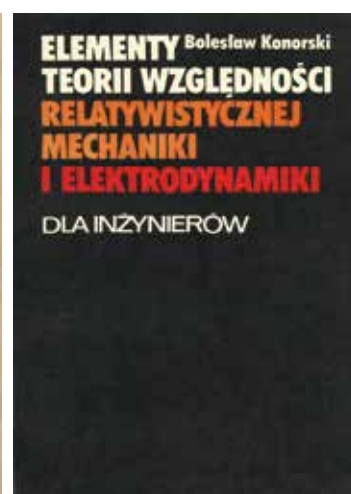
#### Wykaz wybranych publikacji profesora Bolesława Konorskiego:

1. *Zasady Nomografii*. 1921 r. Tłumaczenia:  
- *Geundlagen der Nomographie*. Wyd. J. Springer, Berlin. 86 str. 80, 1922,  
- *Principios di Nomographia*. Wyd. w Sao Paolo (Brazylia) w języku portugalskim przez Instytut Inżynierii, zaopatrzone w przedmowę prezydenta tego Instytutu. (Tłum. z niemieckiego, całkowicie zmienione) 1927 r.
2. *Nomograficzne obliczanie spadku napięcia*, Przegląd Elektrotechniczny nr 23, 1929 r.
3. *Hilfsbuch ftr Betriebsberechnungen*. (J. Springer, Berlin, 137 str. – atlas (ok. 50 kart). Książka poświęcona praktycznym zastosowaniom nomografii w mechanice i elektrotechnice. 1930.





4. *Projektowanie urządzeń światła i siły w fabrykach*, Przegląd Elektrotechniczny nr 11 i 12, 1931 r.
5. *Podręcznik dla inżynierów elektryków. Kalendarzyk Elektrotechniczny*, (w większej swej części praca oryginalna, zawierająca liczne nomogramy, tablice, definicje, wzory etc.) 6 wydań, z których każde było zmieniane i uzupełnione. (nakładem SEP.) wydanie I: 1933; ok. 20 str., wydanie VI: 1938, 374 str.
6. *Chemiczna metoda czyszczenia kondensatorów turbin parowych*, „Technika ciepła”, Warszawa 1933.
7. *Dwa twierdzenia o przekształceniu Kennelly’ego*, Przegląd Elektrotechniczny. R. 24: zeszyt 1/2 s. 2–4.
8. *Tensorowa analiza sieci elektrycznych*, Przegląd Elektrotechniczny. 1969: nr 9 s. 160–166; nr 10 s. 183–187.
9. *Podstawy elektrotechniki*. T 1–3. Warszawa, Trzaska, Ewert i Michalski. Tom 1: *Prąd stały. Pole elektryczne i magnetyczne*. 1950 s. 512. Tom 2: *Prądy sinusoidalne*. 1951 s. 436. Tom 3: *Prądy niesinusoidalne*. 1952 s. 576.
10. *Teoria dwójników i czwórników elektrycznych*, Warszawa PWT 1951, s. 248.



Tablica poświęcona profesorowi Bolesławowi Konorskiemu, znajdująca się w „Galerii pamięci” Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ

11. *Badanie dwóch przypadków płaskich pól elektrostatycznych*, Archiwum Elektrotechniki, 1954, T. 3: zeszyt 4, s. 449–479.
12. *Nowe twierdzenia o polu elektrostatycznym*, Archiwum Elektrotechniki. T. 4 zeszyt. 1 s. 65–157.
13. *Kąty graniczne w polu elektrostatycznym dwóch kul o ładunkach rozmaitych znaków*, Archiwum Elektrotechniki. 1955, T. 5: zeszyt 2 s. 211–249.
14. *Trzy parametry w polu elektrostatycznym dwóch jednakowych kul*, Archiwum Elektrotechniki 1956, T. 5, zeszyt. 3, s. 429–455.
15. *Verallgemeinerung des Coulombschen Grundgesetzes*. Archiv fur Elektrotechnik 1956, Bd. 42: H. 7 s. 381–397.
16. *Podstawy Elektrotechniki*, PWN, Warszawa 1956, tomy 1–3.
17. *Gewisse Eigenschaften des elektrostatischen Feldes zweier Kugeln*. Archiv für Elektrotechnik 1957, Bd. 43: H. 4 s. 225–249.
18. *Impedancje w teorii składowych symetrycznych*. Archiwum Elektrotechniki 1957, T. 6: zeszyt 2 s. 153–199.
19. *Kąty graniczne i parametry w polu elektrostatycznym dwóch kul o ładunkach jednoimiennych*. Archiwum Elektrotechniki 1957, T. 6, zeszyt 3 s. 473–510.
20. *O pewnym twierdzeniu z elektrostatyki i jego konsekwencjach*, Archiwum Elektrotechniki, 1957. T. 6, zeszyt 3 s. 511–518.
21. *Elektrotechnika teoretyczna*, PWN 1962.
22. *Nomografia i graficzne metody obliczeniowe – zastosowania w technice* (we współpracy z prof. W. Kryszkiewiczem), WNT, Warszawa 1973.
23. *Elementy teorii względności relatywistycznej mechaniki i elektrodynamiki dla inżynierów*, WNT Warszawa 1976.

**prof. zw. dr hab. inż. Michał Tadeusiewicz**  
**dr inż. Hanna Morawska**  
 Politechnika Łódzka  
 Instytut Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii  
 i Materiałoznawstwa  
 Zakład Elektrotechniki Teoretycznej

## IX Międzynarodowe Sympozjum „Kompatybilność elektromagnetyczna w elektrotechnice i elektronice”

W dniach 15–16 października 2015 r. w Łodzi odbyło się, zorganizowane po raz dziewiąty przez Zakład Przekładników i Kompatybilności Elektromagnetycznej Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej, Międzynarodowe Sympozjum „Kompatybilność elektromagnetyczna w elektrotechnice i elektronice” EMC'15. Podobnie jak podczas wcześniejszych sympozjów, także i tym razem dwuletni okres między spotkaniami specjalistów zrodził kolejne, nie w pełni rozpoznane problemy EMC. Zaprezentowane i omówione w toku obrad zagadnienia obejmowały wyniki prac wykonywanych w ośrodkach naukowych, w firmach zajmujących się konstrukcją aparatury i sprzętu do badań EMC, a także w laboratoriach przeprowadzających badania zgodności CE.

Pomimo postępującego zainteresowania tematyką EMC, wynikającego między innymi ze wzrastającego doświadczenia profesjonalistów, co rusz wyłaniają się nowe problemy o charakterze technicznym, badawczym oraz prawnym, których rozstrzygnięcie sprawia trudności przede wszystkim producentom, lecz także użytkownikom oraz ośrodkom przeprowadzającym badania. Tematyka poruszanych na forum Sympozjum problemów pozwala zauważyć, że wzrasta zainteresowanie zaburze-

niami elektromagnetycznymi w sieciach elektroenergetycznych, szczególnie na tle zagadnień kompensacji mocy biernej, oscylacji ferrezonansowych czy asymetrii zasilania.

W bieżącym roku Sympozjum zgromadziło 45 uczestników z 18 ośrodków naukowych, wśród z nich po raz pierwszy z Przyazowskiego Państwowego Uniwersytetu Technicznego w Mariupolu na Ukrainie. Bez wątplenia zorganizowanie Sympozjum w Boutique Hotel's III w Łodzi stanowiło promocję naszego miasta oraz odnowionej jego wizytówki – ulicy Piotrkowskiej.

Podczas Sympozjum wygłoszono 30 referatów zgrupowanych w sześciu sesjach programowych, w tym 5 referatów przedstawicieli firm sponsorujących nasze Sympozjum, tj. AM Technologies, AMETEK, ASTAT, HELMAR Jacek A. Dobrowiecki oraz Rohde&Schwarz. Spośród recenzowanych opracowań, Komitet Naukowy zakwalifikował do opublikowania w czasopiśmie „Przegląd Elektrotechniczny” 26 artykułów.

*dr hab. inż. Wiesław Jałmużny  
przewodniczący Komitetu Naukowego  
Międzynarodowego Sympozjum EMC'15*



## XII Konferencja Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym – SENE 2015

Tradycyjnie, odbywająca się co dwa lata, ogólnopolska konferencja naukowo-techniczna „Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym”, organizowana od dawna przez Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej, w tym roku odbyła się w dniach od 18 do 20 listopada 2015 r. także w hotelu Amabsador-Centrum przy al. Piłsudskiego Łodzi. Wzięło w niej udział blisko 90 uczestników z 20 instytucji naukowych i przedsiębiorstw z całego kraju. W trakcie jej trwania wygłoszono 5 referatów plenarnych oraz 73 referaty podzielone na 16 sesji, przygotowane przez 110 autorów.

Konferencja zorganizowana została pod patronatem Komitetu Elektrotechniki PAN oraz Prezydenta Miasta Łodzi, przy wsparciu stowarzyszeń naukowo-technicznych takich jak: Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP), Polska Sekcja Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – amerykańskiego stowarzyszenia grupującego inżynierów elektryków i elektroników oraz Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS), a także firm Siemens – Polska i APS-Energia oraz fundacji Młodzi w Łodzi.

Konferencja ta, jak zwykle, skupiła pracowników naukowych z najważniejszych krajowych uczelni technicznych oraz przemysłowych ośrodków badawczych, prowadzących badania w zakresie podstawowych problemów napędu elektrycznego i energoelektroniki, automatyki napędu elektrycznego, problemów sterowania w układach elektromaszynowych, nowych technologii przetwarzania i magazynowania energii elektrycznej. Grupa zainteresowanych jej wynikami naukowców, doktorantów i studentów w Polsce może być szacowana na kilka tysięcy osób. Tematyka tej konferencji od lat wiąże się ściśle z ważnymi dla polskiej i światowej gospodarki problemami przetwarzania i oszczędnego gospodarowania energią elektryczną. Dzięki nowatorskim rozwiązaniom technicznym, towarzyszącym nowym technologiom i koncepcjom naukowym, stanowiącym przedmiot zainteresowania jej uczestników, i wspomagającym mądre i oszczędne przetwarzanie energii, możliwe jest wprowadzenie do świadomości społecznej nowego pojęcia, tzw. „szóstego paliwa” – czyli energii zaoszczędzonej.

Uroczystą sesję plenarną, rozpoczynającą w środę po południu obrady tegorocznej konferencji, zorganizowano na Małym Scenie Teatru Nowego. Przybyłych na sesję uczestników i gości powitał w imieniu komitetu organizacyjnego jego przewodniczący Jacek Kabziński, profesor PŁ. Otwarcia konferencji dokonali prorektor PŁ ds. innowacji, prof. Piotr Kula i dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ, prof. Sławomir Hausman. Potem wygłoszone zostały dwa referaty plenarne inauguracyjne obrady, pierwszy: „Energy efficiency for high-power electrical drives” przez Joachima Holtza, emerytowanego profesora z Uniwersytetu w Wuppertalu, a drugi: „Mikroelektronika wiatrowe – projektowanie i sterowanie” przez Zbigniewa Krzemińskiego, profesora z Politechniki Gdańskiej.

Pobył uczestników konferencji w sali teatralnej Teatru Nowego zakończył spektakl współczesnego pisarza chorwackiego Miro Gavrana pt.: „Wszystko o kobietach”.



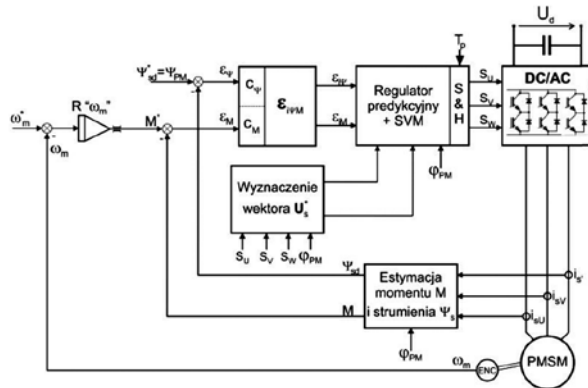
Wystąpienia uczestników konferencji zebrano w szereg sesji odbywających się w czwartek i piątek, równoległe po cztery w działach tematycznych:

- Sterowanie układami napędowymi,
- Sterowanie bezczujnikowe,
- Podstawowe problemy napędu i energoelektroniki,
- Metody sterowania przekształtnikami,
- Zastosowania energoelektroniki w energetyce,
- Energoelektronika,
- Praca przekształtników w warunkach specjalnych,
- Diagnostyka układów napędowych i przekształtników,
- Podzespoły układów energoelektronicznych.

Cztery z tych sesji były sesjami konkursowymi, na których prezentowali swoje referaty najmłodszy pracownicy nauki, rozpoczynający dopiero swoją karierę naukową, ubiegający się o nagrody przyznawane przez Komitet Naukowy konferencji. Warunkiem zakwalifikowania do tego konkursu pracy zgłoszonej na konferencję było, by wśród jej autorów nie było samodzielnego pracownika naukowego lub doktora nauk technicznych, który swój stopień uzyskał wcześniej, niż odbyła się poprzednia edycja tej konferencji. W tym roku nagrody były ufundowane przez Polską Sekcję IEEE oraz Oddział Łódzki SEP. Prace wytypowane do konkursu były oceniane przez Komitet Naukowy konferencji. Przy ocenie uwzględniano opinię obu recenzentów referatu, opinię przewodniczącego sesji oraz dodatkowo sumę indywidualnych wskazań zgłoszonych przez członków Komitetu Naukowego.

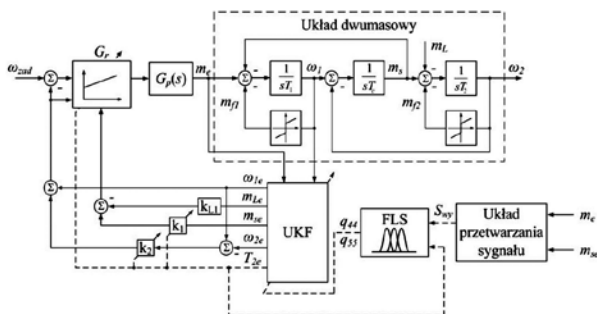
Nagroda w kategorii referatów dotyczących nowych kierunków badawczych w dziedzinie energoelektroniki i napędu

elektrycznego, połączona z nagrodą pieniężną w wysokości 1000 złotych, ufundowana przez Polską Sekcję IEEE, została przyznana panu Rafałowi Grodzkiemu z Politechniki Białostockiej za referat „Predyktoryjny algorytm DTC-3V z minimalizacją tętnień momentu i stałą częstotliwością przełączeń”.



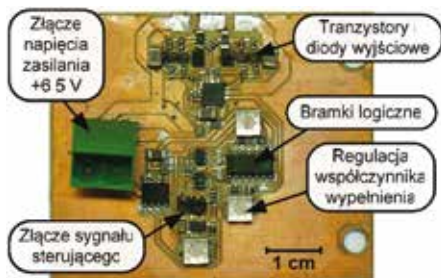
Schemat sterowania metodą DTC-3V

W kategorii referatów związanych z tematami ważnymi ze względu na zastosowania praktyczne przyznano trzy nagrody połączone z nagrodą pieniężną w łącznej wysokości dwóch tysięcy złotych, ufundowane przez OŁ SEP: dwie pierwsze nagrody (po 700 złotych) zostały przyznane: Krzysztofowi Dróżdźowi z Politechniki Wrocławskiej za referat „Zastosowanie rozmytego bezśladowego filtra Kalmana w adaptacyjnej strukturze sterowania układu dwumasowego”,



Schemat blokowy adaptacyjnej struktury sterowania układem dwumasowym

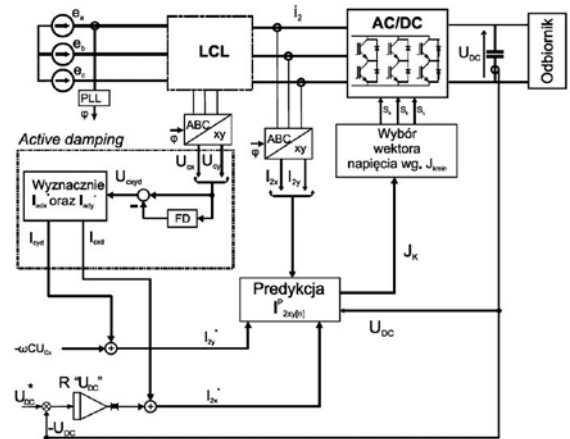
oraz Piotrowi Legutko z Politechnik Śląskiej za referat „Wysokoczęstotliwościowe, dyskretne drajwery małej mocy dedykowane do tranzystorów MOSFET serii DE”.



Rzeczywisty wygląd drajwera rezonansowego

Jedyną drugą nagrodę (600 złotych) otrzymał Piotr Falkowski z Politechniki Białostockiej za referat „Predyktoryjne algorytmy sterowania przekształtnikiem AC/DC z filtrem LCL”.

Autorzy pozostałych 4 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy konferencji do grona laureatów konkursu



Schemat predyktoryjnego układu regulacji przekształtnika AC/DC z filtrem LCL oraz układem „active damping”

otrzymali wyróżnienia w postaci pamiątkowych dyplomów honorowych. Byli to: Grzegorz Wrona z Politechniki Warszawskiej, Krzysztof Kulikowski z Politechniki Białostockiej, Szymon Piasecki z Politechniki Warszawskiej oraz Piotr Sobański z Politechniki Wrocławskiej.

Czwartkowe obrady konferencyjne zakończyła uroczysta kolacja w restauracji „Gęsi Puch” znajdującej się tuż obok głównego kampusu Politechniki Łódzkiej. W czasie jej trwania uczestnicy wysłuchali programu muzycznego „Małe kina”, opracowanego przez wokalistkę Agnieszkę Antoninę Greinert, wykładowczynię łódzkiej „Filmówki”, na podstawie przedwojennych szlagierów filmowych Mariana Hemara i Juliana Tuwima, i w jej wykonaniu.

Trzeciego dnia trwania konferencji SENE 2015, w piątek, uczestnicy mieli możliwość zwiedzenia od rana Centrum Technologii Informatycznych Politechniki Łódzkiej. CTI jest nową jednostką Politechniki Łódzkiej, której zadaniem jest wspieranie dydaktyki w obszarze ICT (z ang. *Information and Communication Technologies*). Nowoczesne laboratoria są dostępne dla studentów wszystkich wydziałów Uczelni. Uczestnicy usłyszeli od władz Centrum zaproszenie do realizacji wspólnych projektów i przedsięwzięć studenckich i doktoranckich. Współpracę na odległość umożliwiają bowiem cztery pracownie videokonferencyjne pozwalające na zdalną pracę w rozproszonych zespołach. Ważnym elementem działalności Centrum Technologii Informatycznych jest rozwijająca się współpraca z branżowymi przedsiębiorstwami prowadzącymi swoją działalność z dziedziny technologii ICT zarówno w kraju, jak i zagranicą.

Potem w Centrum Technologii Informatycznych PŁ, w ramach wspólnej sesji zamykającej konferencję, nawiązującej do sesji odbytej w dniu jej rozpoczęcia, ogłoszono trzy kolejne referaty plenarne. Pierwszy z nich, zatytułowany: „Sterowanie o zmiennej strukturze z ruchem ślizgowym – podstawowe koncepcje i aktualne kierunki badań” wygłosił profesor Andrzej Bartoszewicz, dyrektor Instytutu Automatyki PŁ. Drugi referat, zatytułowany: „Rozwój przemysłu – Industry 4.0”, dotyczył prezentacji nowatorskiej koncepcji opracowanej i rozwijanej w firmie Siemens, dotyczącej rozwoju i funkcjonowania systemów automatyki na poziomie bardziej zaawansowanym niż obecnie. Autorem tego referatu był Michał Bereza, specjalista z tej firmy odpowiedzialny m.in. za wprowadzanie na rynek nowej rodziny sterowników SIMATIC S7-1500 oraz środowiska projektowego TIA Portal. Ostatni referat, pt.: „Forum współpracy przemysłu z nauką na przykładzie APS Energia S.A.”, przedstawili: prezes zarządu tej firmy, dr inż. Piotr Szewczyk oraz dyrektor jej pionu R&D, dr inż. Bartłomiej Kamiński.

Andrzej Dębowski, Jarosław Kacera

## Forum Transformatory Energetyczne

W dniach 18–19 listopada 2015 roku odbyło się w Łodzi dziesiąte, jubileuszowe Forum TRANSFORMATORY ENERGETYCZNE, zorganizowane przez Korporacyjne Centrum Badawcze ABB w Krakowie, reprezentowane przez dyrektora Centrum, dr. hab. inż. Marka Florkowskiego oraz Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich, który był reprezentowany przez prezesa Oddziału – mgr. inż. Władysława Szymczyka. Z ramienia Oddziału osobą odpowiedzialną za uzgodnienia merytoryczne był dr inż. Adam Ketner – pomysłodawca Forum. W związku z jubileuszem, uczestników Forum swoją obecnością zaszczycił Paweł Łojczyk, prezes ABB Polska Sp. z o.o.

Jubileusze zwykle skłaniają do pewnych podsumowań i refleksji. Tak było i tym razem. Przypomnienia poprzednich dziewięciu edycji dokonał w swojej prezentacji dr. hab. inż. Marek Florkowski, który tak napisał we wstępie do wydanych materiałów: *Zapoczątkowany w 2006 roku cykl wewnętrznych spotkań dotyczących tematyki transformatorowej, skupiających pracowników ABB i zaproszonych gości, owocuje X edycją. Spotkania te są szczególnym, dyskusyjnym forum nauki i praktyki, przekazywania wiedzy i dzielenia się nią. Uczestniczyło w nich ponad 700 osób reprezentujących różne działy w ABB, w tym: konstrukcyjno-projektowe, badawcze, programistyczne, sprzedaży, prób, serwisowe i wiele innych. Materiały wszystkich edycji są cennym kompendium wiedzy zawierającym doświadczenia kilku pokoleń wybitnych specjalistów w dziedzinie transformatorów. Zbiór materiałów z tych lat to dzieło o objętości ponad 2000 stron. Problematyka Forum obejmowała szeroki zakres prac badawczych, konstrukcyjnych i technologicznych, jak również aspekty systemowe – określone na jednym z pierwszych spotkań przez śp. Profesora Michała Jabłońskiego jako „Transformator z lotu ptaka”. Dyskutowane były zagadnienia projektowania, konstrukcji*



Marek Florkowski Dyrektor Centrum Badawczego ABB  
otwiera X Forum Transformatory Energetyczne

*i eksploatacji transformatorów, prób laboratoryjnych i odbiorczych, narażeń napięciowych i metod ochrony, technologii izolacji wysokonapięciowej, problematyka elektromagnetyczna, redukcja hałasu, diagnostyka i monitoring, jak również analizy techniczno-ekonomiczne, doświadczenia serwisowe, informacje od użytkowników transformatorów.*

Prezes ABB Paweł Łojczyk przedstawił profil działalności firmy w Polsce i na świecie. Międzynarodowy koncern ABB znany jest polskim elektroenergetykom i automatykom od kilkudziesię-





Dyplom uznania odbiera Adam Ketner



Dyplom uznania odbiera prof. Franciszek Mosiński



Dyplom uznania odbiera prof. Kazimierz Zakrzewski

ciu lat. Trzy czerwone litery ABB zawsze symbolizowały najwyższą jakość, precyzję wykonania i maksymalne zaawansowanie technologiczne. Od 25 lat ABB jest obecne także w Polsce – nie tylko jako synonim niezawodnych urządzeń, ale jako pracodawca i właściciel fabryk. Firmy ABB w Polsce zatrudniają łącznie około 3300 pracowników zlokalizowanych w oddziałach firmy, fabrykach i biurach sprzedaży na terenie kraju. Połowa produkcji polskich fabryk ABB trafia do niemal wszystkich krajów świata. Stale rosnący udział eksportu jest świadectwem najwyższej jakości oferowanych produktów. ABB jest uznawana za jedną z najbardziej innowacyjnych firm w Polsce. Nowatorskie rozwiązania, których inicjatorem są naukowcy krakowskiego Centrum Badawczego ABB, wpływają na zwiększenie wydajności oraz poprawę jakości wyrobów firmy. Istotą działania ABB jest odpowiedzialny biznes przejawiający się w przestrzeganiu uniwersalnych zasad zawartych w pryncypiach UN Global Compact.

A teraz kilka słów o Centrum Badawczym, z którym nasz Oddział organizuje Forum. W 1996 r. zarząd koncernu ABB zdecydował o utworzeniu w styczniu 1997 r. Centrum Badawczego ABB w Polsce – pierwszej tego typu placówki ABB w Europie Centralnej i Wschodniej. Stało się ono najmłodszym członkiem Organizacji Badawczej ABB, posiadającej obecnie centra w Europie, Ameryce Północnej i w Azji. Na siedzibę centrum badawczego został wybrany Kraków, miasto historyczne, skupiające dużą liczbę naukowców i studentów.

Na X Forum firma ABB przygotowała okolicznościowe dyplomy dla wykładowców i osób pracujących przy jego organizacji, które wręczyli: prezes ABB Paweł Łojszczyk, dyrektor Centrum Badawczego ABB Marek Florkowski i kierownik Zespołu Technologii Wytwarzania, Mechaniki i Inżynierii Materiałowej – Robert Sekuła. Dyplomy otrzymali: prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński, prof. dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski, prof. dr hab. inż. Janusz Turowski, dr inż. Adam Ketner, dr inż. Władysław Pewca, mgr inż. Andrzej Lech Maliszewski, mgr inż. Józef Wrocławski, mgr inż. Mieczysław Balcerek, mgr Anna Grabiszewska.

Na zakończenie części podsumowującej zebrani wysłuchali wykładu mgr. inż. Pawła Kłysa *Trendy w technologiach transformatorowych*.

Po podziękowaniach i podsumowaniach nadszedł czas na rozpoczęcie X jubileuszowej edycji Forum, podczas której ogłoszono następujące referaty:

1. **Od śmiałej hipotezy do współczesnych transformatorów wielkich mocy** – prof. dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski,
2. **Zabezpieczenia transformatorów – przyszłe trendy** – prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rosołowski,
3. **Koordinacja izolacji** – prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński,
4. **Wyładowania elektryczne w dielektrykach ciekłych w polu nierównomiernym przy napięciu piorunowym – mechanizm i metody badawcze** – dr inż. Paweł Różga,
5. **Konstrukcje podobciążeniowych przełączników zaczepów** – mgr inż. Zbigniew Szymański, mgr inż. Marek Oleksiewicz,
6. **Metody ograniczania temperatur w elementach konstrukcyjnych transformatorów** – mgr inż. Grzegorz Bajerski, mgr inż. Piotr Dargiel, mgr inż. Zbigniew Szymański,
7. **Wybrane problemy eksploatacji transformatorów w elektrowniach wiatrowych i fotowoltaicznych** – dr hab. inż. Tomasz Piotrowski,
8. **Dławiki i transformatory w układach przekształtnikowych** – dr inż. Piotr Chudzik.



Podobnie jak w poprzednich edycjach, referatom towarzyszyła ożywiona dyskusja, co świadczyło o tym, jak ważna i potrzebna jest wzajemna wymiana myśli oraz dzielenie się wiedzą i zdobytymi doświadczeniami przez naukowców, konstruktorów i specjalistów, jak również pracowników różnych oddziałów ABB.

W materiałach Forum zamieszczono także następujące okolicznościowe opracowania:

1. **ELEKTROBUDOWA – początkiem przemysłu transformatorowego w Polsce** – dr inż. Adam Ketner,
2. **Profesor Zdzisław Szczepański – wspomnienie – życiorys** – dr inż. Jarosław Galoch.

Historię przemysłu transformatorowego w Polsce przedstawił dr inż. Adam Ketner, którego energia i pasja przyczyniły się do organizacji Forum. Przypomniał, że wszystko zaczęło się w firmie ELEKTROBUDOWA, która 90 lat temu zaczęła wytwarzać transformatory, całkowicie własnej konstrukcji. Spółka akcyjna Elektrobudowa powstała po przekształceniu i dokapitalizowaniu, uruchomionego w 1918 r. w Łodzi warsztatu elektrycznego „Bracia Jaroszyńscy”. W pierwszym okresie w Elektrobudowie wykonano jednostki o mocach do 400 kVA, na napięcie górne do 6 kV. Już w 1929 roku zbudowano pierwszy w Polsce transformator na górne napięcie 33 kV. Rozwój transformatorów i osiągnięcia techniczne firma zawdzięczała zdolnościom i energii twórczej oraz odwadze kierownika technicznego inż. Walentego Kopczyńskiego. Do rozwoju firmy przyczynił się także dyrektor naczelny inż. Stanisław Jaroszyński, ponosząc ryzyko i odpowiedzialność handlową, co przy skromnych zasobach i skutkach kryzysu było dużym wyzwaniem.

Sylwetkę Profesora Zdzisława Szczepańskiego, który pod koniec lat sześćdziesiątych zgromadził wokół siebie grupę młodych pracowników, dając początek łódzkiej szkole nie tylko w dziedzinie wyładowań niepełnych, ale w szeroko pojętej dziedzinie wysokich napięć, przedstawił dr inż. Jarosław Galoch. Od 1956 do 1966 roku Profesor Zdzisław Szczepański pełnił obowiązki kierownika Zakładu Wysokich Napięć. W latach 1966 – 1983 był zastępcą kierownika Katedry Wysokich Napięć, zastępcą dyrektora Instytutu Transformatorów, Maszyn i Aparatów Elektrycznych. Od 1984 roku aż do śmierci kierował Katedrą Wysokich Napięć. W latach 1969 – 1973 był prodziekanem, a później, aż do roku 1981 dziekanem Wydziału Elektrycznego PŁ. Profesor był również cenionym i szanowanym przez studen-



*Tomasz Piotrowski podczas prezentacji referatu*



*Władysław Szymczyk przekazuje podziękowania Pawłowi Łojszczykowi*



tów wykładowcą. Wyróżniało go niezwykle życzliwe traktowanie nie tylko studentów, ale i współpracowników. Był pedagogiem, który w niezwykle sposób potrafił dzielić się swoją wiedzą i doświadczeniem z przyszłymi inżynierami.

X Jubileuszowe Forum Transformatorowe przeszło już do historii. Ale jest jeszcze wiele tematów, które czekają na omówienie podczas kolejnych edycji. Pozostało jeszcze wiele tajemnic przemysłu transformatorowego w Polsce i na świecie, którymi doświadczeni konstruktorzy i projektanci mogą dzielić się z młodymi inżynierami, którzy będą kiedyś częścią tej historii, której dzisiaj mogą się uczyć.

*Anna Grabiszewska  
foto: Archiwum Oddziału Łódzkiego  
SEP*

## Wspomnienie pośmiertne o profesorze Politechniki Łódzkiej Zdzisławie Janie Tarocińskim

2 października 2015 r. na Starym Cmentarzu w Łodzi pożegnaliśmy wieloletniego pracownika Politechniki Łódzkiej, niezwykle zasłużonego dla budowy i rozwoju całej uczelni, a zwłaszcza Wydziału Elektrycznego, nauczyciela akademickiego, mocno zaangażowanego w pracę ze studentami, którego osobowość głęboko zapadła w serca i umysły Jego przyjaciół i współpracowników oraz wielu pokoleń absolwentów z zakresu elektrotechniki i aparatów elektrycznych.

Zdzisław Jan Tarociński urodził się w Rogalinie koło Poznania 18 grudnia 1921 r.

Pracę na Politechnice Łódzkiej rozpoczął w 1949 roku pod kierownictwem prof. Stanisława Dzierzbickiego, współuczestnicząc w przekształcaniu Zespołu Przyrządów Rozdzielczych, działającego w strukturze ówczesnej Katedry Elektroenergetyki, w Zakład Przyrządów Rozdzielczych, podlegający w kolejnych latach transformacjom rozwojowym, zakończonych w 1957 przekształceniem w Katedrę Aparatów Elektrycznych. W tym okresie swe życie naukowe, pasję organizatorską i energię poświęcił rozbudowie bazy laboratoryjnej ZAE oraz rozwojowi współpracy z przemysłem. W ZAE powstały wówczas dwie zwarciośnie generatorowe prądu stałego i przemiennego umożliwiające rozwój naukowych badań podstawowych oraz stosowanych w zakresie silnoprządowych aparatów łączeniowych oraz łuku elektrycznego. Wyniki tych badań miały zarówno ważne znaczenie poznawcze, jak i aplikacyjne, znajdując różnorodne zastosowania w przemyśle aparatów elektrycznych.

Brał zarazem czynny udział w tych badaniach dla przemysłu, a także w wielu innych pracach związanych z zasilaniem energią elektryczną obiektów uczelnianych i miejskich. Najważniejsze projekty zrealizowane z Jego udziałem dotyczyły m. in.:

- projektu instalacji elektrycznej do budowanej przez Instytut Techniki Ciepłej turbiny gazowej (1952–55) oraz stanowiska do badania drgań łopatek turbiny;
- projektu instalacji elektrycznej w budowanym Teatrze Wielkim w Łodzi (1949–57);
- projektu i wdrożenia rozłącznika krzywkowego (1955–57).

W międzyczasie (1952–56) uczestniczył w projektowaniu, budowie i uruchamianiu, oprócz ww. zwarciośni, także laboratoriów towarzyszących do celów naukowych oraz edukacyjnych. Ich uruchomienie i wyposażenie, wspierane finansowo przez przemysł, dało potężne źródło energii i stworzyło nowoczesną



bazę badawczą o możliwościach pozwalających na podejmowanie prac konstruktorskich i badawczych na wysokim poziomie, a także na rozwój współpracy międzynarodowej.

Dzięki temu, już w Katedrze Aparatów Elektrycznych, przystąpił do wykonywania rozprawy doktorskiej z dziedziny gaszenia łuku niskiego napięcia w polu elektromagnetycznym, ukończoną w roku 1964. Pracę habilitacyjną z zakresu teorii łuku elektrycznego, częściowo wykonaną w Anglii, zakończył w 1969 roku.

Po habilitacji nadal zajmował się badaniami łuku elektrycznego. Wypromował w tym zakresie czterech doktorów. Recenzował również 5 rozpraw doktorskich na Politechnice Łódzkiej i Warszawskiej, książki w języku angielskim oraz ponad 20 artykułów i raportów naukowych.

Był bardzo aktywny na forum międzynarodowym. Od roku 1964 uczestniczył w 18 konferencjach międzynarodowych oraz 5 krajowych. Dwukrotnie był sekretarzem naukowym konferencji międzynarodowych.

Wygłaszał referaty lub wykłady zamawiane na Politechnice Karl-Marx-Stadt (NRD), w University of Strathclyde (W. Brytania), w Technische Hochschule Ilmenau (NRD), w Electrical Research Association, University of Liverpool (Anglia), Melbourne University (Australia), Xian Jiaotong University (Chiny) i Shanghai Electrical Apparatus Research Institute (Chiny).

W latach 1979–1984 pracował jako profesor na Université de Tizi-Ouzou w Algierii. Był tam także autorem skryptu: *Mesures Electriques*, Université de Tizi-Ouzou (Algieria, 1981).

Obraz Jego działalności w latach 50., 60. i 70. byłby niepełny bez przypomnienia pracy edukacyjnej. W latach 1949–54 prowadził zajęcia laboratoryjne, a od roku 1954 różne wykłady, początkowo w Wieczorowej Szkole Inżynierskiej, później na Studium Wieczorowym, a następnie na Studium Dziennym i Podyplomowym. Był m. in. opiekunem roku, grupy oraz opiekunem koła naukowego, prowadził seminaria dyplomowe na studiach dziennych, był kierownikiem studiów podyplomowych. Był współautorem skryptu: *Laboratorium z Przyrządów Rozdzielczych*, PWN, 1957. Za osiągnięcia dydaktyczno-wychowawcze był wielokrotnie wyróżniany nagrodami Rektora PŁ.

Po włączeniu w 1970 r. Katedry Aparatów Elektrycznych w skład nowego Instytutu Transformatorów, Maszyn i Aparatów Elektrycznych ITMA (powstałego w wyniku zmian strukturalnych wydziału i uczelni) był w latach 1974–79 zastępcą dyrektora tego Instytutu. Po ponownej restrukturyzacji ITMA w 1985 r. oraz po-

wołaniu samodzielnego Instytutu Aparatów Elektrycznych IAE, był w latach 1985–86 oraz w roku 1990 zastępcą dyrektora IAE.

Pełnił także różnorodne funkcje organizacyjne i eksperckie poza Politechniką Łódzką, m.in. w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej, w Agence pour Coopération Technique Industrielle et Economique (ACTIM) w Paryżu, w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie.

Był również aktywnym członkiem Stowarzyszenia Elektryków Polskich, pełniąc m.in. funkcje rzeczoznawcy, przewodniczącego Koła SEP oraz wielokrotnie członka Zarządu.

Po przejściu 1 października 1992 r. na emeryturę, podjął działalność w Komisji Historycznej Politechniki Łódzkiej, w której od roku 1997 kierował działalnością publikacyjną. W latach 1997–2012 zorganizował zaplecze multimedialne do nagrywania i odtwarzania filmów w różnych technikach. W sumie pod Jego kierownictwem opracowano 36 filmów w 4 działach:

- Dokumentacja Źródłowa i Filmowa Kampusów Politechniki – 13 filmów,
- Działalność Dydaktyczna i Naukowa Jednostek Politechniki – 4 filmy,
- Dokumentacja Filmowa Wydarzeń w Rektorskiej Komisji Historycznej – 13 filmów,
- Dokumentacja Źródłowa Wydarzeń w Rektorskiej Komisji Historycznej – 6 filmów.

Na ten temat opracowana została publikacja w Zeszytach Historycznych Politechniki Łódzkiej.

Multimedia były ostatnią pasją prof. Z. J. Tarocińskiego. Zmarł w Łodzi, 22 września 2015 r.

Odszedł od nas człowiek wielkiej kultury, rzetelnej pracy, niezłomnej pogody ducha, wewnętrznego spokoju, życzliwości i uśmiechu. Takim pozostanie w pamięci współpracowników.

*Marek Bartosik  
Piotr Borkowski*

## Zjazd absolwentów Wydziału Elektrycznego – rocznik 1971

Spotkanie po latach...

26 września 2015 r. odbyła się miła uroczystość – spotkanie po 44 latach od ukończenia studiów (i pięćdziesięciu od egzaminu maturalnego) absolwentów Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej.

Przygotowania do spotkania trwały prawie cały rok. Głównym animatorem spotkania po latach (podobnie jak wcześniejszego, sprzed kilkunastu lat) był kolega Janusz Dąbrowski, niegdyś pracownik naukowy PŁ, a od dwudziestu ponad lat prowadzący

własną firmę. Janusz miał listę absolwentów, którzy ukończyli studia na Wydziale Elektrycznym w 1971 r., ale musiał odnaleźć ich adresy, telefony kontaktowe i inne dane, niezbędne do zaproszenia na spotkanie. I odnalazł. Poszukiwania trwały kilka miesięcy i wreszcie można było zorganizować, w ostatnią sobotę września zjazd.

Spotkaliśmy się o godzinie 12.00 w holu budynku Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki (poprzednio Elektrycznego). Zebrała się grupa ponad 70 osób, wszyscy otrzy-

mali identyfikatory (na szczęście, bo większość koleżanek i kolegów widziała się po raz pierwszy po ponad czterdziestu latach, a „trochę” się przez ten czas zmieniliśmy) i można było rozpocząć spotkanie.

Tę część poprowadził prof. Kazimierz Zakrzewski, nauczyciel większości z nas. Przeszliśmy do korytarza, na ścianie którego umieszczone były płaskorzeźby profesorów – elektryków zasłużonych dla Wydziału Elektrycznego, Politechniki, Łodzi i kraju. Profesor Zakrzewski przedstawił sylwetki profesorów i ich zasługi. Tak się złożyło, że praktycznie wszyscy z nich byli naszymi nauczycielami w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ub. wieku, ale nie o wszystkich wiedzieliśmy to, co przedstawił prof. Zakrzewski.



Następnie przeszliśmy do audytorium E2, gdzie prof. Zakrzewski rozpoczął spotkanie wspomnieniowe. Przedstawił historię Politechniki Łódzkiej i powstanie Wydziału Elektrycznego. Kolega Andrzej Dębowski (nasz kolega z roku, profesor PŁ) opowiedział o rozwoju PŁ w ostatnich latach i dalszych jej perspektywach. Wyświetlone zastały slajdy z widokiem budynków PŁ, dawniej i dziś. Ale prawdziwą sensację wzbudziły slajdy z zebranymi od nas przez Janusza Dąbrowskiego zdjęciami sprzed ponad czterdziestu lat. Nie zawsze można było wszystkich rozpoznać, było trochę śmiechu i spontanicznych wspomnień.



O głos poprosił prezes Stowarzyszenia Wychowanków Politechniki Łódzkiej Julian Bąkowski. Przedstawił, czym zajmuje się Stowarzyszenie (obecnie liczy ponad 1000 osób) i zaprosił do członkostwa i udziału w spotkaniach integracyjnych i wspomnieniowych. Stowarzyszenie corocznie przyznaje Złote dyplomy absolwentów Politechniki Łódzkiej (w pięćdziesiąt lat po ukończeniu studiów). Już kilkudziesięciu naszych Kolegów z SEP takie dyplomy posiada.

Po wyjściu z audytorium przeszliśmy do laboratoriów i pomieszczeń Instytutu Elektroenergetyki. Orowadzali nas koledzy: R. Pawełek i A. Dębowski. Było wiele pytań i wymiany doświadczeń. Zwiedzanie Instytutu zakończyło pierwszą część spotkania.

W godzinach popołudniowych rozpoczęliśmy drugą część spotkania. W sali restauracji Nowa Europa odliczyło się nas trochę więcej. Niektórzy przyjechali z daleka i nie zdążyli na

spotkanie przedpołudniowe. Usiedliśmy przy okrągłych stołach. Były toasty, wspomnienia.

W trakcie spotkania nikt nie usiadł na jednym miejscu. Przez cały czas przechodziliśmy od stolika do stolika, „odnajdując” koleżanki i kolegów z dawnych lat. Pamiętaliśmy nazwiska, ale nie zawsze można je było skojarzyć z twarzą. Tu przydały się identyfikatory.

Różnie potoczyły się nasze losy. Część koleżanek i kolegów wyjechała zagranicę, a spora część odeszła od zawodu. Część pozostała na uczelniach, nie tylko na PŁ, ale również zagranicznych, w tym nawet na renomowanych uniwersytetach w USA. Była spora grupa menadżerów i osób prowadzących własne firmy.



Niestety, czas biegnie szybko. Nie można było opowiedzieć wszystkiego na jednym, w sumie krótkim spotkaniu. Doszliśmy do wniosku, że koniecznie muszą być następne, ale już w nie tak odległym czasie. Nie musimy czekać do następnej okrągłej rocznicy. Padła propozycja, że za dwa lata. A więc do zobaczenia koleżanki i koledzy.

Andrzej Boroń  
foto: Zbigniew Szymański

## Zdzisław Andrzej Zarzycki

Minęło osiemdziesiąt lat od dnia 20 września roku, dla moich bliskich pamiętnego, kiedy pojawiłem się na tym najlepszym ze światów. Okoliczności towarzyszące temu wydarzeniu nie są mi bliżej znane, nie sądzę jednak by były cokolwiek warte ich drobiazgowemu rozpamiętywaniu. Rodzina moja: rodzice i brat, której skromne grono powiększyłem, wiodła spokojne i ustabilizowane życie w pobliskich Pabianicach. Ojciec, mistrz przedsiębiorczy na stałym, nie „śmieciowym” etacie w firmie Kru-she i Ender, zapewniał nam w miarę dostatnią, bez dręczącego niepokoju o najbliższą przyszłość, egzystencję.

Cezura września 39 roku przedzieliła moje wczesne lata, kładąc ostateczny kres memu beztróskiemu dzieciństwu. Po śmierci

ojca (był ofiarą pierwszych aresztowań i egzekucji dokonywanych przez okupanta i został rozstrzelany wraz z liczną grupą polskich patriotów w lasach Wiączyńskich w grudniu 1939 roku) matka pozbawiona została jakiegokolwiek oparcia i materialnego wsparcia. Moja biedna mama była zmuszona, przecież nie ona jedna, wykazać się zaradnością, odwagą, samozaparciem i Bóg wie jakimi jeszcze wyjątkowymi talentami, aby „okaleczona” rodzina mogła przeżyć tę, najczarniejszą z czarnych, okrutną noc okupacji.

Początek mojej edukacji to niewątpliwie rok 1943. W tym czasie jednym z przejawów prowadzonej przez okupanta praktyki wynaradawiania ludności polskiej w „krajach Warty” była likwidacja



polskiego szkolnictwa. Siłą rzeczy musiałem w związku z tym poddać się reżimowi tajnego domowego nauczania. Przewodniczką po pierwszych stronach elementarza była moja mama, a następnie, ze słabych rąk rodzicielki, niepodzielną władzę nauczycielską nade mną przejął mój brat ex-gimnazjalista.

Wyzwolenie spod okupacji niemieckiej w początkach roku 45 otwierało nam drogę powrotu do normalności, a mnie zapewniło naukę w prawdziwej szkole, czego, mimo mych szczeniących lat, bardzo pragnąłem. Szkoła podstawowa, w której kontynuowałem naukę, była to dla mnie, zwłaszcza po domowej „mózolni”, buda-raj. Podobne impresje wyniosłem z nauki w liceum ogólnokształcącym, gdzie edukacja moja prowadzona była przez pedagogów, których wykształceniu i fachowości trudno by nie oddać sprawiedliwości. Niemniej nie było nikogo wśród grona pedagogicznego liceum, a właściwie ostatnich klas tzw. 11-latki, kto rozbudziłby we mnie zainteresowanie jakąś dziedziną techniki lub wskazał stosowny dla mnie kierunek studiów. Muszę przyznać, że ten fragment mej młodości, który nazwałbym okresem „przedmaturalnym”, cechował się pewnym radykalizmem w moich poglądach na społeczeństwo. Jednakże wtedy chyba nie prezentował się był on zadowalająco w ocenach żarliwie oddanych sprawie radykałów.

Wszystko to urwało się wraz maturą.

W połowie lat 50., niewątpliwie z przyczyny rozpoczęcia w kilku ośrodkach w Polsce nadawania programu telewizyjnego, obudziła się we mnie myśl uczestniczenia w rozwoju tej nowej formy „uświadamiania” społeczeństwa; chociaż medium to przyjęło postać wymarzonego dla władzy narzędzia propagandy dopiero począwszy od lat 60. Początkowo, przez pewien czas, zajmowałem się ostatnim ogniwem łańcucha transmisyjnego sygnału telewizyjnego, a mianowicie naprawiałem odbiorniki TV w placówce zakładu usług telewizyjnych. Po tej krótkiej, acz intensywnej praktyce warsztatowej, owocującej obficie w ciągu trwania całego mojego późniejszego życia zawodowego, rozpocząłem pracę w przedsiębiorstwie zajmującym się z państwowego nadania (pełniło misję) przesyłaniem i rozsyłaniem programów telewizyjnych. Przyszłość rysowała się obiecująco: dopiero co zakończono budowę dużego radiowo-telewizyjnego centrum nadawczego w Zygrach mającego pokryć swym zasięgiem bez mała cały obszar województwa łódzkiego. Nieco później rozpoczęto (tu chcę podkreślić swój znaczący udział

w przedsięwzięciu) modernizację i budowę, z zastosowaniem nowoczesnej aparatury firmy NEC, łódzkiego węzła linii radiowych.

Na przełomie lat 71/72 odbyłem w ośrodkach nadawczych Szwecji (STA) i Wielkiej Brytanii (BBC) staż zawodowy sfinansowany ze stypendium otrzymanego na ten cel od Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej. Nabyta wiedza została wykorzystowana (słowo honoru!) przy szeroko zakrojonych pracach adaptacyjnych aparatury nadawczo-transmisyjnej do wymogów wprowadzanego wtedy przekazu telewizji kolorowej.

Jako przyczynek do mojej raczej stonowanej aktywności w tandemie organizacji SEP-NOT może posłużyć ciąg wydarzeń spowodowanych przez egzamin kwalifikacyjny z języka angielskiego, który zdałem w 74 roku i wkrótce zostałem wpisany do ogólnopolskiego rejestru tłumaczy Naczelnej Organizacji Technicznej. Po dorzuceniu mi jeszcze w 74 roku zaszczytu bycia 12:39 2015-08-18 weryfikatorem tłumaczeń z angielskiej literatury technicznej „nie posiadałem się z radości” z powodu totalnego braku wolnego czasu. Tym nie mniej moje (SEP) uczestnictwo w działalności NOT (ZUT) spotkało się z przychylną oceną ówczesnego szefa ZUT, a był nim Lech Grzelak, który napisał, że „... (delikwent) wykazuje rzetelną znajomość języka oryginału, jak również tematów będących przedmiotem tłumaczeń”, tamże wymienia „kolosalną” wręcz, ku mojemu zaskoczeniu, ilość tłumaczeń i weryfikacji, jakie wykonałem na zlecenia Zespołu.

Wiosną 1979 wyjechałem, za pośrednictwem centrali handlowej UNITRA, na początkowo półroczny kontrakt do Jemenu. Najwidoczniej praca, jaką wykonywałem uruchamiając aparaturę lokalnych sieci telekomunikacyjnych w kilku dystryktach, znalazła uznanie w oczach naczelnego „wezyra” administracji łączności tego egzotycznego kraju. To wydłużyło mój pobyt w Jemenie, z przerwami, aż do końcowych dni lutego 1982 roku. Trwałby nie wiem do kiedy, gdyby (wstyd powiedzieć) w sukurs nie przyszedł mi wprowadzony w Polsce stan wojenny. Katastroficzne obrazy w arabskiej telewizji, przerwane połączenia telefoniczne, odwołane połączenia lotnicze wszystko to podsuwało mojej wyobraźni apokaliptyczne obrazy tego, co mogło się stać z najbliższymi mi: żoną i dziećmi pozostawionymi w kraju. Niezwłocznie rozpocząłem starania o jak najszybszy powrót do Polski. W końcu lutego wylądowałem w Warszawie – zaśmiezionej, ponurej i z wydłubionymi ulicami.

W początkach lat 90. zostałem zaangażowany przez Międzynarodową Unię Telekomunikacyjną, tym razem nie jako stypendysta tylko jako ekspert ONZ z ramienia Programu Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju. W trzech misjach zajmowałem się badaniami aktualnego stanu urządzeń oraz opracowywaniem założeń techniczno-ekonomicznych do modernizacji krajowej sieci radiokomunikacyjnej w Burundi (Afryka Równikowa). W czasie moich raczej krótkich wizyt tam przypadających na okres lat 89 do 92 opatrność najwyraźniej oszczędziła mi wątpliwego zaszczytu bycia świadkiem okrutnych krwawych walk plemiennych, jakie w tym czasie sporadycznie, choć często, w Burundi wybuchały.

W roku jubileuszowym 2000, pracując w amerykańskiej firmie Gtech Co.Ltd, gdzie zajmowałem się satelitarną transmisją danych, przeszedłem na emeryturę, niestety nie amerykańską, tylko rodzimą, polską.

Bywa, że przywołując wspomnienia o wydarzeniach sprzed kilkudziesięciu laty (z okładem) dostrzegam niekiedy, jak z mglistej przeszłości wyłania się jakiś z trudem rozpoznawalny niejasny fragment mojego życia, o którym nie mam zielonego pojęcia. A to w tym najgorsze, że pewnego dnia zjawi się ktoś i zażąda zdania sprawy lub uiszczenia rachunku za ten fragment. Wtedy dopiero zacznie się Kobra.

## Honorowa Odznaka ZA ZASŁUGI DLA MIASTA ŁÓDZI dla Andrzeja Boronia

W dniu 10 listopada 2015 r. z okazji Święta Niepodległości w Urzędzie Miasta Łodzi odbyła się uroczystość wręczenia, przyznawanych od blisko ćwierćwiecza przez Radę Miejską, Honorowych Odznak ZA ZASŁUGI DLA MIASTA ŁÓDZI. W tegorocznej edycji jesiennej odznakę otrzymało 16 osób, w tym członkowie i założyciele zespołu Trubadurzy, a także dwa stowarzyszenia. Jedno z tych wyróżnień otrzymał członek Oddziału Łódzkiego SEP – kolega Andrzej Boroń. Uroczystość poprowadzili Tomasz Kacprzak – przewodniczący Rady Miejskiej, wraz z wiceprzewodniczącymi: Małgorzatą Niewiadomską-Cudak, Pawłem Bliźniukiem i Krzysztofem Stasiakiem. Oddział Łódzki SEP reprezentowali: Władysław Szymczyk – prezes Oddziału, Andrzej Gorzkiewicz, Jerzy Bogacz – wiceprezesi Oddziału, Jacek Kuczkowski – sekretarz Zarządu, Sławomir Burmann (jednocześnie wiceprezes VEOLIA ENERGIA ŁÓDŹ S.A.), Franciszek Mosiński – członkowie Zarządu Oddziału oraz Mieczysław Balcerek – dyrektor Biura Oddziału i niżej podpisana. W uroczystości uczestniczyli również – Michał Bursa – wiceprezes spółki ERBUD INDUSTRY CENTRUM i małżonka kol. Andrzeja Boronia – Maria Boroń.

Odznakę „Za Zasługi dla Miasta Łodzi” nadaje Rada Miejska za godną szczególnego uznania działalność na rzecz miasta.

*Dzisiejsi laureaci to pasjonaci, ludzie o wspaniałych osobowościach, którzy swoją codzienną pracą budują tożsamość oraz przyszłość Łodzi. My wszyscy todzianie powinniśmy podziękować za wasz trud. Jesteście Państwo symbolem tego, jak przez*

*konsekwentną i obywatelską pracą można zmieniać naszą małą ojczyznę, nasze miasto, które tak dynamicznie się rozwija – mówił do laureatów Tomasz Kacprzak, przewodniczący Rady Miejskiej – „Labor omnia vincit” – warto rzec za Wergiliuszem, praca przewycięża wszelkie przeciwności i prowadzi do osiągnięcia często trudnych w realizacji celów. Ta maksyma towarzyszy wam codziennie, dzięki czemu jesteście ludźmi nieprzeciętnymi.*

Takie odznaczenie jest nagrodą za pracę społeczną i zawodową na rzecz naszego miasta i daje poczucie jedności z mieszkańcami i świadomość, że nasza praca jest komuś potrzebna.

W imieniu odznaczonych Radzie Miejskiej, podziękowała Irena Jaros – społeczniczka, zaangażowana m.in. w Bank Żywności i Pogotowie Św. Mikołaja.

Uroczysta sesja zakończyła się występem artystycznym Łódzkiego Teatru Piosenki. Monika Kamieńska i Michał Maj Wieczorek zaśpiewali pieśni patriotyczne m.in. „Pierwszą Brygadę”, którą śpiewali wszyscy zebrani na sali.

To kolejne ważne wyróżnienie dla członka naszego Oddziału, przyznane nie tylko za działalność społeczną, ale także za pracę zawodową. Przypomnieć należy, że kol. Andrzej Boroń całe swoje życie zawodowe spędził w łódzkiej energetyce, w tym ponad 23 lata na stanowisku dyrektora elektrociepłowni EC1 i EC3. Przez kilkanaście lat pracował w pionie inwestycji w Zespole Elektrociepłowni w Łodzi, uczestnicząc w budowie EC3 i EC4. Odznakę otrzymał właśnie za pracę na rzecz miasta Łodzi i jego mieszkańców oraz za pracę społeczną.



foto: Urząd Miasta Łodzi (www.uml.lodz.pl)

Poza pracą zawodową A. Boroń interesuje się historią łódzkiej energetyki. Jest autorem kilkunastu artykułów na ten temat, zamieszczonych w czasopismach branżowych i stowarzyszeniowych. Warto w tym miejscu wspomnieć o jego mniej znanej w Stowarzyszeniu inicjatywie, związanej z odnalezieniem zdjęć starej elektrowni łódzkiej i przekazaniem ich miastu.

Obejmując w końcu lat 80. funkcję dyrektora najstarszej łódzkiej elektrociepłowni, w trakcie zapoznawania się z zakładem pokazano kol. A. Boroniowi m.in. leżący w piwnicy stos pudełek ze zbiorem negatywów. Fotograf zatrudniony przez kierownictwo elektrowni jeszcze przed II wojną światową wykonał je techniką „na szkło” w okresie międzywojennym – w latach dwudziestych i do lat czterdziestych ubiegłego wieku przy budowie II etapu (tzw. centrali „Zachód”) i eksploatacji elektrowni łódzkiej. Jak się później okazało, znaleziono skarb. Fotografie były bezcenne, bowiem pokazywały nie tylko obiekty elektrowni, historię jej budowy, ale i ludzi oraz klimat tamtych lat. Andrzej Boroń bezskutecznie starał się zainteresować zdjęciami m.in. Muzeum Miasta Łodzi. Kilkanaście zaledwie zdjęć wykorzystano w okolicznościowych, rocznicowych artykułach o starej elektrowni. Po zakończeniu eksploatacji EC1 i przekazaniu jej miastu, zdjęcia zostały przeniesione do archiwum elektrociepłowni EC3, gdzie czekały na „lepsze czasy”. I wreszcie one nadeszły. Dzięki staraniom dyrektora EC3 – A. Boronia i zaangażowaniu pasjonatów fotografii i historii z Zespołu EC (później Dalkii Łódź, dziś Veolii Energia Łódź) i środowiska Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi, mogły być nareszcie zaprezentowane w całości. Zachowały się niezwykle fotografie dokumentujące życie przemysłowej Łodzi na początku XX wieku. Nad miastem górowały wówczas setki kominów, oświetlano pierwsze ulice i sklepy, po brukowanych ulicach wciąż jeździły wozy konne i dorożki. Tak więc świat dynamicznie rozwijającego się miasta przedstawiony jest z perspektywy rozbudowy pierwszej łódzkiej elektrowni oraz jej pracowników.

Jak już wspomniano i jak wskazują daty na prezentowanych negatywach, fotograficzne archiwum powstawało przez blisko dwie dekady, od początku lat dwudziestych, aż po początek lat czterdziestych ubiegłego wieku (lata 1922–1940). Najprawdopodobniej było ono efektem długofalowego, kompleksowego projektu fotodokumentacyjnego, który realizowano na zlecenie kolejnych zarządów łódzkiej elektrowni: zarządu państwowego, ustanowionego po I wojnie światowej przez magistrat oraz zarządu utworzonej w 1925 roku prywatnej spółki akcyjnej (z mniejszościowym udziałem miasta) Łódzkiego Towarzystwa Elektrycznego. Wszystkie fotografie wykonał bliżej nieznan, łódzki fotograf Wiktor Jekimenko, którego nazwisko figuruje w albumie wydanym z okazji 25-lecia (1907–1932) działalności



elektrowni. Odnaleziony zbiór szklanych negatywów liczy ok. 2500 sztuk. Archiwum przez lata przechowywane było w magazynie oddziałowym EC1 i niedostępne dla szerszego grona. Jego pierwsza szersza prezentacja została przygotowana w 2011 roku, podczas 10. Międzynarodowego Festiwalu Fotografii w Łodzi. Wystawa nosiła nazwę „Energia czasu. Archiwum Dalkii”.

Zdjęcia zostały przekazane miastu, w 2011 roku wydano album i zorganizowano wystawy zdjęć, m.in. w Łodzi, Kaliszu, Warszawie (tu ekspozycja czynna była do 30 kwietnia 2013 r. w siedzibie Fundacji Archeologia Fotografii). W Łodzi prezentacja zdjęć odbyła się z okazji 22. urodzin Gazety Wyborczej i 10. urodzin Fotofestiwalu, na parkingu redakcji Gazety. W pokazie wzięło udział prawie dwustu gości, wśród których byli: Joanna Podolska – dyrektor Centrum Dialogu im. Marka Edelmana, która poprowadziła uczestników przez ten wyjątkowy spacer oraz rodzina Wrońskich, krewnych W. Jekimenko. Pomocą w rozpoznawaniu miejsc i ludzi służyli: Andrzej Boroń, opisujący fotografowane miejsca oraz znawca tajemnic Łodzi – red. Ryszard Bonisławski (dziś senator RP). Ilustrację muzyczną przygotował łódzki muzyk Wiktor Skok.

Dziś zdjęcia starej elektrowni są eksponowane w wielu galeriach i zdobią gabinety prezesów firm energetycznych nie tylko w Łodzi, ale i w Europie. Można je oglądać również na korytarzach Urzędu Miasta Łodzi.

Zainteresowanie historią Łodzi nie sprowadzało się tylko do napisania artykułów i zdjęć starej elektrowni. Wspomniany już redaktor Ryszard Bonisławski jeszcze w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia nakręcił m.in. dla TVP 2 film o starych,



Zdjęcia pochodzą ze strony internetowej

<http://fotofestiwal.com/2011/wystawy/wystawy-towarzyszace/energia-czasu-archiwum-dalkii/>

secesyjnych gabinetach dawnych fabrykantów. Duży fragment filmu stanowił odrestaurowany staraniem dyrektora EC1 – kol. Andrzeja Boronia gabinet dyrektora elektrowni łódzkiej. Już po przekazaniu miastu elektrowni, dyr. Andrzej Boroń przeniósł meble z secesyjnego gabinetu do EC3. W EC3, tuż za wejściem do budynku biurowca stoi kolumna synchronizacyjna produkcji firmy Siemens z 1928 r. Kolumna ta była czynna do końca grud-

nia 1999 r., kiedy zsynchronizowano po raz ostatni generator w EC1. Na „trójkę” dyr. Andrzej Boroń przeniósł też książki ze starej biblioteki (technicznej) elektrowni. Są tam białe kruki z początku XX wieku. Ale to już, jak mawiał Rudyard Kipling, zupełnie inna historia.

Anna Grabiszewska

## Stypendium im. Lecha Grzelaka

W dniu 29 października 2015 r. w siedzibie Oddziału Łódzkiego SEP odbyło się zebranie Zarządu Funduszu Stypendialnego im. Lecha Grzelaka podczas którego rozstrzygnięto tegoroczną edycję konkursu o stypendium im. L. Grzelaka. Laureatem został kol. Marcin Rybicki – student Politechniki Łódzkiej na kierunku Elektrotechnika, specjalność Elektroenergetyka (studia drugiego stopnia).

Uroczyste ogłoszenie wyników i wręczenie dyplomu odbędzie się podczas spotkania wigilijnego Oddziału Łódzkiego SEP w dniu 11 grudnia 2015 r.

Jest to już trzeci rok funkcjonowania stypendium. Inicjatorką i fundatorką stypendiów była Pani Halina Grzelak, wdowa po zmarłym Lechu Grzelaku. W tym roku Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP, na posiedzeniu w dniu 22 września, podjął uchwałę dotyczącą przekazania kwoty 10 000,-zł na konto Funduszu.

Przypomnieć tu należy, że celem funduszu jest wyróżnienie i wspomaganie finansowe najlepszych studentów technicznych szkół wyższych na kierunkach z szeroko rozumianej elektryki, ze szczególnym uwzględnieniem z woli darczyńcy (Pani Haliny Grzelak) środowiska łódzkiego, popularyzacja działalności Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz sylwetki kol. Lecha Grzelaka - działacza SEP.

Osoby zainteresowane przekazaniem środków finansowych na Fundusz Stypendialny im. Lecha Grzelaka mogą dokonywać wpłat na konto Oddziału Łódzkiego SEP:

**Bank Zachodni WBK S.A.**

**XV Oddział w Łodzi**

**21 1500 1038 1210 3005 3357 0000**

z dopiskiem „Stypendium im. Lecha Grzelaka”

Halina Grzelak  
Kruczkowskiego 14/18 m.53  
93-236 Łódź

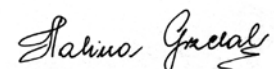
Łódź dn. 26.10.2015 r.

P. Władysław Szymczyk  
Prezes Oddziału Łódzkiego SEP  
Plac Komuny Paryskiej 5 a  
Łódź

Szanowny Panie Prezesie, serdecznie dziękuję Panu, a za Pana pośrednictwem wszystkim członkom Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP, za podjęcie decyzji o współfinansowaniu Funduszu Stypendialnego im. Lecha Grzelaka.

Cenię sobie bardzo wysoko Państwa gest nie tylko w wymiarze materialnym, ale przede wszystkim ludzkim i moralnym. Państwa szlachetna decyzja podnosi rangę stypendium, wspomaga finansowo zdolnych i aktywnych studentów, ale jest także pięknym odruchem serca, dowodem na to, że pomimo upływu czasu pamiętają Państwo o Waszym Koledze a moim przedwcześnie zmarłym Mężu – Lechu Grzelaku. Wasza dobra pamięć o Leszku jest dla mnie szczególne droga, ważna i cenna. Dziękuję w Jego i swoim imieniu.

Pozostaję z Szacunkiem.



Pani Halina Grzelak, przekazała na ręce Prezesa Oddziału Władysława Szymczyka, podziękowanie za wsparcie finansowe Funduszu, które prezentujemy powyżej.

A.G.



## Wizyta w Oddziale Zagłębia Węglowego SEP

W dniu 21 października 2015 r. w Oddziale Zagłębia Węglowego SEP odbyło się połączone zebranie Prezydiów Oddziałów: Łódzkiego i Zagłębia Węglowego. Na zaproszenie prezesa Oddziału Zagłębia Węglowego, prof. Jerzego Barglika, z Oddziału Łódzkiego SEP w spotkaniu wzięli udział: Władysław Szymczyk – prezes Oddziału, prof. Franciszek Mosiński – prezes Oddziału w latach 2006 – 2014, Andrzej Boroń – prezes Oddziału w latach 1998–2006, Jerzy Bogacz – wiceprezes ds. organizacyjnych, Henryka Szumigaj – wiceprezes ds. młodzieży i studentów, Jerzy Powierza – wiceprezes ds. naukowo-technicznych, Jacek Kuczkowski – sekretarz, Mieczysław Balcerek – dyrektor Biura OŁ SEP i Anna Grabiszewska – kierownik działu organizacyjnego.



Wizytę w Katowicach rozpoczęliśmy od zwiedzania strefy kultury i Muzeum Śląskiego, gdzie czekała na nas koleżanka Teresa Skowrońska – wiceprezes Oddziału Zagłębia Węglowego SEP wraz z przewodnikiem, którzy oprowadzili nas po Strefie Kultury i Muzeum, podczas zwiedzania wystawy „Światło historii”.

Mogliśmy się przekonać, że Katowice już dawno przestały być tylko miastem węgla i stali. Dzięki inwestycjom rozpoczętym kilka lat temu stolica Górnego Śląska staje się czołowym ośrodkiem kultury i turystyki biznesowej w Polsce.

**Strefa Kultury** to obszar pomiędzy słynnym Spodkiem a nowopowstałymi budynkami, w których swoje siedziby mają **Międzynarodowe Centrum Kultury, Narodowa Orkiestra Symfoniczna Polskiego Radia i Muzeum Śląskie**. Tereny byłej kopalni zostały zaadaptowane tak, by całość tworzyła jedną, zwartą strefę, która współgra z halą widowiskowo-sportową. I w ten sposób stolica województwa śląskiego zyskała nową, niezwykle popularną miejską przestrzeń.

Podczas spaceru mieliśmy okazję zobaczyć siedzibę Narodowej Orkiestry Symfonicznej Polskiego Radia (NOSPR), której projekt został wyłoniony w międzynarodowym konkursie.

To wielowarstwowa, zmysłowa przestrzeń wyrażona w strukturze, materiałach, fakturach, świetle i brzmieniu, która stopniuje emocje tworząc wyjątkową atmosferę spotkań muzyków i melomanów wokół muzyki. Od zewnątrz znajduje się pierścień dla muzyków, wewnątrz atrium dla melomanów, w środku sala dla muzyki – trzy oddzielne lecz współzależne strefy. Miejsce pracy



orkiestry to czterokondygnacyjna rama zawierająca ponad 400 pomieszczeń m.in. salę kameralną, sale prób indywidualnych i sekcyjnych, garderoby i studia nagrań, kantinę i niewielki hotel. Pozostał u nas jednak pewien niedosyt, ponieważ nie mogliśmy zobaczyć sali koncertowej, a co więcej, nie mogliśmy wysłuchać koncertu. Pewnie jeszcze tutaj powrócimy, aby to nadrobić.

Kolejnym zwiedzonym przez nas miejscem było Muzeum Śląskie, które powstało na terenie dawnej kopalni Katowice. XIX-wieczną kopalnię połączono z nowoczesną powierzchnią wystawienniczą umieszczoną pod ziemią i unikatowymi zbiorami. Główne ekspozycje pokazywane są w ośmiokondygnacyjnym budynku, którego połowa znajduje się pod ziemią. Przeszkłone bloki zbudowane na powierzchni umożliwiają oglądanie wystaw w świetle dziennym. Przestrzeń wystawienniczą uzupełniają również: podziemny hol centralny oraz miejsce na wystawy czasowe w budynku Centrum Scenografii Polskiej. Nad całością góruje oryginalna wieża wyciągowa dawnego szybu „Warszawa”. Dzięki dobudowaniu do niej windy i klatki schodowej zwiedzający mogą dotrzeć do górnej platformy, skąd rozciąga się widok na muzeum, ale także na panoramę miasta.

Wystawy stałe zajmują ok. 6 tys. z 25 tys. m kw. powierzchni użytkowej i należą do nich wystawy: Galeria sztuki polskiej 1800–1945, Galeria sztuki polskiej po 1945 roku, Galeria plastyki nieprofesjonalnej, Galeria sztuki sakralnej, Światło historii – Górny Śląsk na przestrzeni dziejów, Laboratorium przestrzeni teatralnych – przeszłość w teraźniejszości.

Mieliśmy okazję zobaczyć wystawę „Światło historii” – Górny Śląsk na przestrzeni dziejów. Ekspozycja zaprasza widza w podróż przez charakterystyczne miejsca i wydarzenia związane z historią Górnego Śląska. Zwiedzanie rozpoczyna się od wejścia do markowni kopalni Katowice (budynek, gdzie dawniej przechowywano tzw. marki np. z informacją o zmianie, na której pracowali górnicy) – jako symbolu miejsca, w którym znajduje się Muzeum Śląskie. Z markowni widz przechodzi do sali poświęconej dziejom najdawniejszym. Zwiedzający mają

również okazję podpatrzeć ulicę z okresu międzywojennego (rekonstrukcja), zobaczyć, jak wyglądał pałac arystokraty. Można stać się uczestnikiem tych wydarzeń: usiąść przy stoliku z czasów PRL-u, wziąć do ręki gazetę z tamtego okresu i poczytać. Nie brakuje też odniesień do industrialnej przeszłości regionu. Jednym z jej elementów jest artystyczna interpretacja maszyny parowej jako symbolu rewolucji przemysłowej, która dotarła na Górną Śląsk. Artystyczny model maszyny parowej powstał ze specjalnie grawerowanych plastrów szkła, w których środek wtopiono elementy metalowe. Do nowej siedziby muzealnicy wybrali 1400 eksponatów spośród ponad 118 tys. znajdujących się w posiadaniu Muzeum Śląskiego.



Po tym krótkim zwiedzaniu miasta udaliśmy się na wspólny obiad, a następnie do siedziby Oddziału Zagłębia Węglowego, która mieści się w budynku Naczelnej Organizacji Technicznej. Tutaj rozpoczęła się część merytoryczna naszego spotkania,

w której z Oddziału Zagłębia Węglowego wzięli udział: prof. Jerzy Barglik – prezes Oddziału, Teresa Skowrońska – wiceprezes, Mariusz Saratowicz – wiceprezes, Teresa Machoń – skarbnik – sekretarz, Jan Kurek – dyrektor Ośrodka Rzecznictwa oraz pracownicy Biura: Barbara Adamczewska – kierownik, Klaudia Pańczyk-Tytko – księgową, Anna Dudek.

Większość czasu została poświęcona na omówienie spraw związanych z działalnością na rzecz młodzieży szkół ponadgimnazjalnych i studentów. Szukanie nowych dróg współpracy, sprawienie, aby SEP był atrakcyjny dla młodych ludzi to duże wyzwania, które zapewne stoją przed każdym Oddziałem.

Podczas spotkania poruszono również sprawę szkoleń i egzaminów, które są główną działalnością gospodarczą. Wymieniono również doświadczenia w zakresie wydawanych przez oba Oddziały czasopism, czyli Śląskich Wiadomości i Biuletynu Techniczno-Informacyjnego OŁ SEP.

Był także czas na chwilę wspomnień, każdy mógł opisać swoją działalność w Stowarzyszeniu oraz przypomnieć swoje początki „przygody” z SEP-em.

Takie spotkania i wymiana doświadczeń jest niezwykle cenna w działalności Stowarzyszenia, bo przecież Oddziały nie są dla siebie konkurencją, a jedynie powinny działać dla wspólnego dobra Stowarzyszenia. Na wiele tematów zabrakło czasu, ale zostaną one z pewnością omówione podczas kolejnego spotkania, tym razem w Łodzi.

Należy podkreślić miłą i koleżeńską atmosferę spotkania za co serdecznie dziękujemy Koleżankom i Kolegom z Oddziału Zagłębia Węglowego.

*Anna Grabiszewska*

## XVII Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka w Gliwicach

W dniach 22–25.10.2015 r. odbyła się XVII edycja Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. W tym roku jako miejsce spotkania zostały wytypowane Gliwice, a organizacją tego wydarzenia

zajęło się Studenckie Koło Naukowe SEP przy Politechnice Śląskiej, Wydziałowa Rada Samorządowa Politechniki Śląskiej oraz Oddział SEP w Gliwicach. Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka

to impreza cykliczna, której tradycja sięga roku 1997, kiedy to po raz pierwszy miała ona miejsce w Szczecinie. Od tamtej pory ODME są doskonałą okazją do spotkań, wymiany poglądów i prowadzenia dyskusji przez studentów z różnych krajowych środowisk akademickich. Tegoroczna edycja miała za zadanie propagowanie tradycji SEP wśród młodszych pokoleń elektryków oraz poszerzanie ich wiedzy – zarówno poprzez ożywione dyskusje eksperckie, jak i pouczające wykłady. Części merytorycznej wydarzenia towarzyszyła, jak zawsze, koleżeńską atmosferą, która sprzyjała integracji i zacieśnianiu kontaktów pomiędzy delegatami z różnych części Polski. Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej wystawiło, dzięki poparciu Łódzkiego Oddziału SEP, ośmioosobową reprezentację, która mogła uczestniczyć w zjeździe.



*Delegaci OŁ SEP wraz z prezesem SEP – dr. inż. Piotrem Szymczakiem*

Uroczysta inauguracja uroczystości odbyła w czwartek, 22 października o godzinie 10 w Centrum Kultury Studenckiej Mrowisko. Po serdecznym przywitaniu uczestników, głos zabrał min. JM Rektor Politechniki Śląskiej, dziekan Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej oraz prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Następnie wręczono medale im. Michała Doliwo-Dobrowolskiego, stypendia SEP oraz statuetki okolicznościowe, którymi obdarowano wyróżniając firmy współpracujące przy organizacji tegorocznych Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. Wyróżniono również jednego z naszego delegatów – Marcina Rybickiego. Otrzymał on stypendium organizacyjne dla wyróżniających się młodych liderów Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Pierwszy, inauguracyjny wykład wygłosił przedstawiciel firmy ABB. Dotyczył on rekuperacji energii elektrycznej w sieciach trakcyjnych przy hamowaniu pojazdów szynowych. Przedstawiono nam ogólną problematykę, trudności w realizacji takich układów oraz potencjalne korzyści ekonomiczne. Następnym punktem imprezy było spotkanie z prezesem Stowarzyszenia Elektryków Polskich, podczas którego poruszono aktualne problemy SEP, a także wyznaczono cele i strategię na najbliższą przyszłość. Po przerwie obiadowej odbyła się pierwsza debata podczas XVII ODME. Brali w niej udział przedstawiciele SEP oraz IEEE. Dotyczyła ona kierunków i form studenckiej współpracy pomiędzy tymi instytucjami. Ostatnim wykładem tego dnia była prelekcja przedstawiciela firmy PGE na temat energetyki konwencjonalnej, zakończona dyskusją na temat wprowadzania innowacyjnych technologii w sektor energetyczny. Czwartek zakończono wieczorną integracją w Klubie Studenckim Zoom, podczas której odbył się pokaz łazika marsjańskiego skonstruowanego przez studentów z Politechniki Śląskiej.



Uczestnicy podczas zwiedzania kopalni Guido

Piątek rozpoczął się Debatą Energetyczną na temat przyszłości energetyki w Polsce. Podczas wystąpień wprowadzających słuchaczy do omawianych zagadnień głos zabrał m.in. były minister gospodarki – Jerzy Steinhoff oraz były premier rządu RP – Jerzy Buzek. Po wystąpieniu, obaj panowie zasiedli obok zaproszonych na debatę ekspertów: Jerzego Niewodniczańskiego, Tomasza Podgajaka oraz Marka Ciapały. Podczas trwającej przeszło 3 godzinnej dyskusji poruszono wiele „palących” problemów polskiej energetyki. Omawiano między innymi stan krajowych elektrowni, kierunki rozwoju oraz sektor paliw. Jednakże, głównym wątkiem było zestawienie ze sobą różnych sposobów pozyskiwania energii w energetyce – każdy z ekspertów reprezentował sobie najbliższą dziedzinę i starał się przedstawić zalety takich rozwiązań. Na koniec był także czas na pytania od publiczności.



Wręczenie stypendiów organizacyjnych dla wyróżniających się młodych działaczy w SEP

Po przerwie obiadowej część uczestników udała się na zebranie Studenckiej Rady Koordynacyjnej SEP, podczas której wybrano nowego prezesa rady – Marcina Rybickiego. Pozostała część grupy była w tym czasie na szkoleniu, przeprowadzonym przez firmę SONEL, dotyczącym ochrony przeciwporażeniowej. Warsztaty szkoleniowe prowadzone przez pana Eligiusza Skrzyneckiego prowadzone były na miernikach MPI 525. Podczas tych warsztatów wiele osób po raz pierwszy spotkało się i używało tego typu miernik. Ostatni wykład piątkowego wieczoru traktował o energetyce jądrowej i został przeprowadzony przez prof. Jerzego Niewodniczańskiego. Profesor przedstawił nam niezbędną wiedzę teoretyczną dotyczącą reaktorów jądrowych poszczególnych generacji, a także poruszył kwestie bezpieczeństwa takich instalacji. Ostatnim punktem tego dnia była Liga Elektryków, podczas której nasi delegaci mieli okazję wykazać się w zmaganiach sportowych takich jak: strzelanie z łuku, rzut transformatorem oraz ergonometr.

Następnego dnia o godzinie 10 odbył się wykład poprowadzony przez profesora Jana Popczyka. Jego tematyka obejmowała zagadnienia energetyki odnawialnej – przedstawiono nam między innymi obecne problemy i szanse na rozpowszechnianie się takich technologii w systemach energetycznych. Kolejnym punktem w programie były wycieczki edukacyjne. Uczestnicy sami mogli zdecydować, które miejsce będą mogli zwiedzić, gdyż do wyboru była Kopalnia Węgla Guido oraz Browar w Tychach. Nasi delegaci z Studenckiego Koła SEP wybrali ostatecznie pierwszą opcję.

Zwiedzanie kopalni rozpoczęliśmy od zjechań na poziom 320 m poniżej poziomu morza, po czym oprowadzający przystąpił do opowiadania o działalności wydobywczej węgla. W bardzo przystępny sposób pokazał nam ewolucję górnictwa, od pospolitych kilofów i lamp naftowych do nowoczesnych maszyn, które większość pracy wykonują same – bez ingerencji człowieka. Zbliżając się do końca wycieczki, wsiedliśmy do kolejki, którą dojechaliśmy do części kopalni, w której głęboko pod ziemią znajduje się ciekawie urządzone pub.

Po przerwie obiadowej wszyscy uczestnicy udali się na prelekcję firmy ABB dotyczącą technik innowacyjnych. Przedstawiciel firmy opowiedział o nietypowych konstrukcjach takich jak samolot zasilany z ogniw słonecznych umieszczonych na skrzydłach. Ciekawym tematem była również budowa farmy wiatrowej typu off-shore o mocy 400 MW złożonej z 80 turbin – pokazano nam proces układania kabla HVDC na dnie morza, który łączy elektrownie z lądem.



Kol. Piotr Woźniak podczas części sportowej Ligi Elektryków

Liga Elektryka rozpoczęła się po godzinie 17. Pierwszym jej punktem był test teoretyczny składający się z kilkunastu pytań z zakresu ochrony przeciwporażeniowej, energetyki oraz wiedzy o firmie ABB. Na podstawie uzyskanych wyników łódzcy studenci przeszli do kolejnego etapu wraz z 9 innymi zespołami. W kolejnym etapie na ćwierćfinalistów czekało zadanie, w którym należało wykazać się praktycznymi umiejętnościami oraz logicznym myśleniem. Ten etap przeprowadzony był na miernikach mpi-525. Na tych samych miernikach wcześniej odbyły się warsztaty szkoleniowe. W tym etapie nasi reprezentanci osiągnęli trzecie miejsce i awansowali do półfinału, w którym zadanie polegało na zaprogramowaniu zestawu z systemem free@home. Nasi delegaci zajęli szóste miejsce, a do finału przeszły dwie drużyny: z Wrocławia oraz ze Szczecina.

Liga Elektryków – klasyfikacja oddziałów:

1. Oddział Szczeciński SEP,
2. Oddział Wrocławski SEP,
3. Oddział Lubelski SEP.

Po raz pierwszy w historii Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka zostały wręczone indywidualne nagrody dla wyróżniającego się elektryka. Dla zaskoczenia, niestety nie udało się rozstrzygnąć, kto zwyciężył, pomimo dwóch dogrywek nie można było wyłonić zwycięzcy. Zwycięzcami ex aequo zostali delegaci jednej uczelni Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Pomorskiego w Szczecinie: kol. Łukasz Mackiewicz oraz kol. Piotr Ciupa.

Punktem kulminacyjnym całego ODME był bankiet pożegnalny, podczas którego odbyło się wyczekiwane przez wszystkich ogłoszenie wyników Ligi Elektryków, w wyniku czego wyłoniono tegorocznych zwycięzców – reprezentantów SEP ze Szczecina. Zwycięzcom serdecznie gratulujemy. Po przemówieniach oraz wręczeniu nagród i dyplomów część oficjalna XVII ODME w Gliwicach dobiegła końca. Dalszą część wieczoru, uczestnicy spędzili na wspólnej zabawie.

Studenckie Koło SEP im. profesora Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej reprezentowało w tym roku liczne grono: Marcin Rybicki (prezes SK SEP), Adam Maciejewski (wiceprezes SK SEP), Piotr Woźniak (sekretarz SK SEP), Bogusia Chabir, Artur Krotiuk, Konrad Olbiński (wiceprzewodniczący SB IEEE), Emilia Koziarska (skarbnik SB IEEE) oraz Adrian Wilczyński.

Pragniemy w tym miejscu podziękować w szczególności Oddziałowi Łódzkiemu SEP za wsparcie, jakim otacza młodych członków SEP. Bez tego nie byłibyśmy w stanie tak licznie reprezentować nasze koło. Podziękowania kierujemy także na ręce władz Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

Artur Krotiuk  
Marcin Rybicki

## Debata energetyczna: „Przyszłość energetyki w Polsce”

W ramach XVII Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka, w piątek, 23 października odbyła się debata z udziałem byłych premierów: **Janusza Steinhoffa** i **Jerzego Buzka**. Tematem spotkania była przyszłość energetyki w Polsce. Obrady odbyły się w nowoczesnym Centrum Edukacyjno-Kongresowym Politechniki Śląskiej. Wielogodzinne wydarzenie prowadzili organizatorzy XVII ODME, studenci Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej, Adam Bleszyński i Adrian Sulkowski.

W pierwszej części każdy z zaproszonych gości zabrał głos i przedstawił swoje stanowisko w kwestii przyszłości polskiej energetyki i odniósł się do całości wydarzenia. Profesor Jerzy Buzek podkreślił wagę tematu stwierdzeniem, że cywilizacja skończyłaby się bez prądu. Nakreślił pokrótce historię energetyki i przypomniał o trzech istotnych źródłach energii: paliwach kopalnych, energetyce odnawialnej oraz nuklearnej. Były premier sy-

gnalizował, że Polska jest daleko w tyle za Danią, Wielką Brytanią czy Holandią w kwestii zużycia prądu elektrycznego na jednego mieszkańca. *Te kraje zużywają o kilkadziesiąt procent więcej prądu elektrycznego na jednego mieszkańca – oszczędzają energię* – tłumaczył Jerzy Buzek. Dodał również, że elektrotechnika i wszystkie związane z tym kierunki badawcze mają znaczenie absolutnie podstawowe. Dziekan Wydziału Elektrycznego prof. dr hab. inż. Paweł Sowa podkreślił: *jest to dla mnie bardzo budujące, że studenci chcą wiedzieć o przyszłości energetyki*. Kolejnym wystąpieniem wprowadzającym była przemowa byłego wicepremiera i ministra gospodarki Janusza Steinhoffa. Polityk mówił o aktualnym stanie energetyki w naszym kraju. Zwrócił uwagę na to, że problemy energetyki są w polskiej gospodarce jednymi z najważniejszych do rozwiązania. Zdaniem J. Steinhoffa przed Polską stoi jeszcze wiele wyzwań związanych zwłaszcza



Wystąpienie Jerzego Buzka

z pakietem klimatyczno-energetycznym, a także z kwestią, iż podstawowym paliwem w elektroenergetyce jest węgiel kamienny i brunatny. Stan polskiej elektroenergetyki rysuje się nie najlepiej. *Ponad 40% polskich elektrowni ma ponad 40 lat, 15% powyżej 50 lat. Nasza elektroenergetyka, podsektor wytwarzania, zdecydowanie wyróżnia się niską sprawnością* – komentował były minister gospodarki. Steinhoff przekonywał, że w Polsce powinna powstać elektrownia atomowa i nie należy się obawiać o bezpieczeństwo. Po Jerzym Buzku głos zabrał JM Rektor Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Andrzej Karbownik.

Kolejnym punktem wydarzenia była debata zasadnicza, w której konfrontowali się:

- ekspert ds. energetyki jądrowej, **prof. Jerzy Niewodniczański**, były prezes Polskiej Agencji Atomistyki, dziekan Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH oraz prorektor AGH,
- ekspert ds. energetyki odnawialnej **Tomasz Podgajniak**, były minister środowiska, prezes firmy Enerco,
- ekspert ds. energetyki konwencjonalnej, **Robert Młynarski**, główny inżynier wytwarzania w Elektrowni Bełchatów.

Podczas spotkania poruszono istotne problemy, takie jak bezpieczeństwo energetyczne kraju a zagrożenia wynikające ze zmian klimatycznych



Przedstawicielki SK SEP w trakcie debaty (od lewej Bogumiła Chabir, Emilia Koziarska)

(np. długich okresów wysokich temperatur w lecie), z uwzględnieniem dostępności surowców, konieczności utylizacji odpadów oraz wzrastaniem poziomu świadomości społecznej, koszty budowy elektrowni/installacji oraz rozbudowy infrastruktury i ich wpływ na finalną cenę energii elektrycznej, z uwzględnieniem warunków konkurencyjności polskiej elektroenergetyki, aktualne kompetencje polskiego przesyłu i potencjał dla przyszłego rozwoju polskich firm innowacyjnych, z uwzględnieniem tendencji światowych.

Poniżej przedstawiamy krótkie streszczenie głównych wniosków prelegentów:

- Robert Młynarski, główny inżynier wytwarzania w Elektrowni Bełchatów: energetyka konwencjonalna czyni ogromne inwestycje w to, aby wytwarzana energia była czysta i tania, w 2013 r. przeznaczono 8,9 mld zł na modernizację;
- Tomasz Podgajniak, były minister środowiska, prezes firmy Enerco zauważył, że kwestie bezpieczeństwa należy przedłożyć przed ekonomikę. W biogazowniach upatrywał te, które rozwiążą problem elastycznego pokrycia zapotrzebowania na energię, ponieważ buduje się je szybko i szybko włącza do systemu;



Uczestnicy debaty. Od lewej: Robert Młynarski, Jerzy Niewodniczański, Tomasz Podgajniak, Janusz Steinhoff, Jerzy Buzek

- prof. Jerzy Niewodniczański, były prezes Polskiej Agencji Atomistyki przekonywał, że energia produkowana w elektrowni jądrowej jest w ogólnym kosztorysie najtańsza, choć docenił możliwości stojące przez fotowoltaiką;
- Janusz Steinhoff, wicepremier i minister gospodarki porównał problem przyszłości polskiej energetyki do równania z wieloma niewiadomymi. Jedną z niewiadomych jest brak tendencji kształtowania się opłat za wydzielenie CO<sub>2</sub>. Wyraził opinię, że jedynym etapem w produkcji energii, który powinien zostać w rękach Skarbu Państwa, to przesył. Krytycznie odniósł się do wprowadzenia przez Unię Europejską regulacji dotyczących odpowiedzialności za atmosferę. Zauważył, że odpowiedzialność musi ponosić cały świat, nie tylko Europa. W przeciwnym razie emisje zostaną przejęte przez np. Chiny, co pociągnie za sobą alokacje PKB i miejsc pracy;
- były premier, prof. Jerzy Buzek stwierdził, że konieczne jest podjęcie ryzyka. Nie wiemy, co nas czeka za 30 lat, a inwestycje w energetyce są eksploatowane przez wiele

lat. Postawą są nowe technologie, musimy poważnie rozważyć wprowadzenie energetyki nuklearnej. Kwestie tendencji kształtowania cen za emisję CO<sub>2</sub> są trudne do rozwiązania, ponieważ różne kraje różnie optymalizują zapotrzebowanie na pozwolenia.

Debata ze względu na grono znakomitych zaproszonych gości i wiele merytorycznych wypowiedzi była wydarzeniem,

które na długo będzie zapamiętane przez uczestników. Zmusiła ona do refleksji na temat w gruncie rzeczy dotyczący każdego obywatela Polski, nie tylko specjalistów w dziedzinie energetyki.

Nie byłoby możliwe wzięcie udziału w tym wydarzeniu przez studentów Politechniki Łódzkiej gdyby nie wsparcie Oddziału Łódzkiego SEP, za co serdecznie dziękujemy.

*Bogumiła Chabir  
Emilia Koziarska*

## Udział członków Oddziału Łódzkiego SEP w 28 Międzynarodowych Targach Bielskich ENERGETAB 2015

28 Międzynarodowe Targi Bielskie „Energetab” odbyły się w bieżącym roku w dniach 15–17 września.

W tym roku wyjechała na nie grupa 37 naszych członków z różnych kół. Liczną, 12-osobową grupę stanowili uczniowie z kół działających przy szkołach ponadgimnazjalnych współpracujących z Oddziałem Łódzkim SEP: przy Zgierskim Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych, Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 i Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 wraz z opiekunami.



Wyjazd zorganizowała Komisja ds. Organizacyjnych Kół i Sekcji, Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A. i biuro Oddziału Łódzkiego SEP, który finansował przejazd, noclegi oraz przewodnika beskidzkiego. Uczestnicy opłacali wyżywienie i ubezpieczenie.

Pierwszy dzień wyjazdu przewidywał krótki pobyt na targach oraz zwiedzanie ciekawych miejsc na trasie Bielsko-Biała – Ustroń, gdzie mieliśmy zarezerwowany hotel. Ze względu na kłopoty z parkowaniem, jak i późny przyjazd do Bielska-Białej, zdecydowaliśmy się od razu na część turystyczną, którą rozpoczęliśmy od wizyty w Szczyrku, gdzie obejrzelśmy skocznię narciarskie na zboczu góry Skalite oraz Sanktuarium na Górcie. Sanktuarium na Górcie to pochodzący z 1894 r. kościół Matki

Boskiej KP oraz Grota Matki Boskiej. Z okolic kościoła roztacza się wspaniały widok na Skrzyczne i Skalite. Kierując się w stronę Wisły, u zbiegu potoków Białej i Czarnej Wiselki zwiedziliśmy rezydencję prezydenta RP, którą tworzą: historyczny zamek Górny z Kaplicą św. Jadwigi Śląskiej, Zamek Dolny – ogólnodostępny hotel i Gajówka – restauracja. Zwiedziliśmy wnętrza Zamku Dolnego, a pozostałe budynki tylko z zewnątrz.

Następnie udaliśmy się do Wisły Malinki, gdzie zwiedziliśmy skocznnię K-120 im. Adama Małysza. Skocznia po przebudowie funkcjonuje cały rok, ponieważ ma nawierzchnię igielitową. Chętni wjechali na wieżę startową wyciągiem krzesełkowym, robiąc sobie pamiątkowe zdjęcie. Odwiedziliśmy następnie galerię trofeów A. Małysza, gdzie m.in. można było obejrzeć medale z Igrzysk Olimpijskich w Salt Lake City i Vancouver, medale mistrzostw świata i Kryształowe Kule zdobyte w Pucharze Świata. W galerii wystawione są także elementy ubioru narciarskiego z odległych lat i współczesne. Trofeów jest tak dużo, że trudno uwierzyć, iż tyle mógł zdobyć jeden człowiek. Zwiedziliśmy następnie centrum Wisły i późnym popołudniem pojechaliśmy do Ustronia.

Po kolacji był czas wolny, podczas którego piszący tę notatkę wraz z nauczycielami Lucyną Drygalską, Małgorzatą Höffner i Witoldem Jaroszewskim spotkali się z uczniami, aby zaprezentować im możliwości, jakie daje nasze stowarzyszenie w kontekście kontynuowania dalszej nauki, jak i pracy zawodowej.

Drugi dzień wyjazdu to przede wszystkim pobyt na targach, podczas których swoje propozycje przedstawiło ponad 700 wystawców z 17 krajów Europy i Azji. Ekspozycje obejmowały: przesył, dystrybucję, rozdziel energii elektrycznej i ciepła. Powierzchnia targowa zajęta pod ekspozycję przekroczyła 35 tys. m kw. Było co zwiedzać. Dużym zainteresowaniem cieszyły się stoiska związane z produkcją i przesyłem energii uzyskanej z odnawialnych źródeł energii. Każdy szedł w miejsca, które go interesowały, bo zwiedzić wszystko było niemożliwe. Wielu uczestników pobrało różnego rodzaju materiały. Wyjechaliśmy późnym popołudniem. Ponieważ nie jechaliśmy z prędkością zawrotną ze względu na tłok na drodze, w Łodzi byliśmy po godzinie 21. Wyjazd był bardzo intensywny, ale ciekawy.

*Opracował Janusz Jabłoński  
Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.*

## Zjazd na „dno Bełchatowa”

Pierwszy raz mój „kontakt” z węglem brunatnym miał miejsce na zajęciach doc. Czesława Dąbrowskiego w Sekcji Elektrowni Ciepłych Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej w latach 1963–1965. Wyliczenia zużycia, a więc i wydobycia węgla brunatnego prowadziliśmy na ćwiczeniach dla różnych zakładanych prognoz mocy i czasu ich wykorzystania.

Kilka lat później, pracując już w jednym z czterech najczęściej, wówczas wymienianych zakładów, dowiedziałem się, że dyrektor Bronisław Pertkiewicz został pełnomocnikiem ministra górnictwa i energetyki ds. przygotowania tej ogromnej inwestycji. Następnie, kiedy łączenie obowiązków było już niemożliwe, funkcję koordynatora przejął Tadeusz Rytwiński. 2 kwietnia 1973 r. powołano delegaturę Zjednoczenia Przemysłu Węgla Brunatnego w Bełchatowie, a 17 stycznia 1975 r. utworzono Przedsiębiorstwo Państwowe Węgla Brunatnego „Bełchatów” w budowie. Był to jednocześnie czas montażu pierwszej koparki nakładowej i odwadniania złoża. Wydobycie pierwszych ton węgla brunatnego nastąpiło 19 listopada 1980 r. Docelową zdolność wydobywczą 38,5 mln ton na rok osiągnięto w 1988 r. Średnie wydobycie w ostatnich latach to 40–42 mln ton rocznie. Ale większość prac to zdejmowanie nakładu 120 mln ton/rok i wypompowywanie wody do 270 mln m<sup>3</sup>/rok.

W roku 2002 rozpoczęto prace na polu Szczerców, a pierwszy węgiel wydobyto w 2009 roku i ma go wystarczyć do 2038 r. Kolejne w przygotowaniu jest złożo Złoczew. Wielokrotnie bywałem w różnych okresach w Elektrowni Bełchatów, ale zjazd do wykopu był zawsze niemożliwy do realizacji. Teraz jedyną barierą jest ustalenie terminu i poniesienie wysokich kosztów. Spraw organizacyjnych podjął się kol. Andrzej Wojtczak, a większość kosztów pokrył, w ramach działalności statutowej, Oddział Łódzki SEP.

Wycieczka zaczęła się w sali konferencyjnej, gdzie zaprezentowano film o powstaniu i pracy kopalni.

Przed budynkiem dyrekcji wsiedliśmy do terenowych autobusów przygotowanych do jazdy w bardzo trudnych warunkach gruntowych i pogodowych. Dla nas pogoda była łaskawa, choć



było chłodno to jednak nie padało i chodziliśmy po „suchym” podłożu. Gdy piszę ten tekst, dzień po imprezie, ponownie pada i to wcale nie mały deszczyk.

Zaraz przy wjeździe do miejsca wydobycia zauważamy liczne krzaki brzoź, trochę sosenek i mnóstwo kilkumetrowych krzaków o bladych wąskich liściach, z mnóstwem drobnych pomarańczowych owoców, które oblepiają cienkie gałązki – to rokitnik pospolity. Niespodziewanie tworzy kolorystyczny dywan, który za moment ustępuje kamienistej, szaro-czarnej drodze. Na skarpach zauważamy jakby nierealne, luźno leżące czerwone węże – to kable energetyczne o napięciu 30 kV. Jak fascynujący jest to krajobraz niech świadczy fakt, że w tej właśnie odkrywcze kręcono zdjęcia do filmu dokumentalnego „Pierwszy Polak na Marsie”.

Ale pora na szczegóły, przybliżyć nam je Łukasz Gęgała – sztygar ruchu elektrycznego. Jak szokujące mogą być niektóre informacje niech posłuży choćby ta, że taśmociągi mają 155 km (to dużo więcej niż trasa Łódź – Warszawa). Około 800 studni wydobywa wodę nawet z głębokości 430 m i do 650 000 m<sup>3</sup>/dobę. Koparka Sch Rs 4000 to kolos mierzący 80 m wysokości, długi na prawie 200 m (tyle ma, jak pamiętam, budynek główny EC2) i szeroki na 40 m. Wrażenie robi fakt, że porusza się w nakazanym kierunku, frezując przy tym węgiel czerpakiem, który ma 16 m średnicy. Czerpak zdejmuje 11 000 m<sup>3</sup>/h węgla, który dalej „wędruje” taśmami do kolejnych stacji przeladunkowych i na plac lub do zasobników kotłowych. Przed opuszczeniem kopalni podjechaliśmy do zwałowarki, która usypuje zwałowisko wewnętrzne, zadanie bardzo ważne i skomplikowane wobec potencjalnego zagrożenia osuwania się zwałów. Taśma transportowa zwałowarki ma szerokość 2,25 m i odpowiednio ułożone rolki prowadzące, a to daje wydajność do 12 000 m<sup>3</sup>/h. Napęd stanowią 2 lub 4 silniki po 1,125 kW, które w czasie





Zdjęcia węgla brunatnego pokazują, że niektóre jego fragmenty to jakby stare gałęzie, dużo młodsze niż, jak twierdzą specjaliści, złożę, które liczy 20 mln lat

zrzutu w dół pracują w trybie prądnic zapewniając hamowanie taśm.

Tym mocnym akcentem, widokiem wysięgnika, który zrzuca ziemię w określone miejsce, wyglądając jak pluący na ziemię olbrzymi zwierz, kończymy wycieczkę i pełni wrażeń i wiedzy wracamy zdjąć kaski.

Szkoda, że nie było higienicznych siatek ochronnych pod kaski, jak to stosuje Veolia w czasie wycieczek.

Relacja byłaby niepełna, gdybym nie wspomniał o smacznym obiedzie w stołówce Elektrowni Bełchatów.

Składam podziękowanie wszystkim już wymienionym, a dodatkowo pani Lucynie Drygalskiej i panu Janowi Markiewiczowi za to, że rezygnując ze swojego święta (Dzień Komisji Edukacji Narodowej) umożliwili udział w wyjeździe młodzieży ze Zgierskiego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych.

Jacek Kuczkowski

## Nasz Kolega wśród zasłużonych dla Veolia Energia Łódź S.A.

Są wśród nas koledzy, którzy posiadają tytuł Zasłużonego dla Zespołu EC Łódź czy Dalkii nadawany od 1977.

W tym roku po raz pierwszy tytuł ten potwierdza Medal i Odznaka Zasłużony dla Veolia Energia Łódź S.A.

Wśród wyróżnionych jest nasz kolega Krzysztof Dzieciatkowski – członek Zarządu Koła, a w Stowarzyszeniu od 2007



Medal wręczają: Andrzej Szymanek, prezes Veolia Energia Łódź S.A. i Teresa Pietrowska członek zarządu, dyrektor ds. zasobów ludzkich

roku. Pracę w firmie podjął w 1989 roku, a następnie, po odbyciu służby wojskowej, pracował na stanowiskach: starszy elektromonter zabezpieczeń, inżynier ds. UAR, mistrz laboratorium zabezpieczeń, z-ca kierownika Wydziału Ruchu Elektrycznego i obecnie jako starszy specjalista ds. urządzeń elektrycznych i AKPiA.K. Dzieciatkowski ma duże doświadczenie w zakresie m.in. projektowania i modernizacji układów wzbudzenia generatorów, zabezpieczeń pól liniowych i różnicowych szyn zbiorczych rozdzielni 110 kV. Jest jednym z najlepszych specjalistów w dziedzinie zabezpieczeń elektromagnetycznych w Veolia Energia Łódź S.A.

Ale to wszystko byłoby mało prawdopodobne, gdyby nie wielka praca i podjęte w czasie pracy studia na Politechnice Łódzkiej oraz osiągnięte w tym czasie sukcesy. W czasie studiów I stopnia na specjalności elektroenergetyka uzyskał III miejsce w konkursie organizowanym przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki i Informatyki PŁ za pracę inżynierską „Metody poprawy ciągłości zasilania”. Większym sukcesem zakończył studia II stopnia na specjalności informatyka w elektrotechnice i zarządzaniu, uzyskując I miejsce w konkursie organizowanym przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki i Informatyki PŁ za pracę magisterską „Analiza układu zabezpieczeń bloku energetycznego”.

Składam koledze Krzysztofowi Dzieciatkowskiemu życzenia dalszych sukcesów zawodowych, bo wielka praca jest tego zapowiedzią, życzę również satysfakcji z aktywnego działania w Stowarzyszeniu.

Jacek Kuczkowski



## Zebranie Koła SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.

Poniżej przedstawiam krótką informację o zebraniu członków Koła, z tematem ogólnie dyskutowanym, który jest omawiany na różnych nawet koleżeńsko-towarzystkich spotkaniach. Tym tematem była „Przyszłość polskiej energetyki?”, a prowadzenie i zreferowanie problemu powierzono kol. Andrzejowi Boroniowi. Od wielu lat jest on zainteresowany szeroką problematyką energetyki, a kilka ostatnich, będąc wiceprezesem SEP-u oraz z racji pełnienia funkcji sekretarza generalnego Stowarzyszenia, pracował z wieloma ekspertami i komisjami, także powoływany dla potrzeb naszego parlamentu. Wybierając temat i osobę prowadzącą chcieliśmy uświadomić członkom Koła, iż mamy w swym gronie osoby, które tę tematykę znają i mogą ją profesjonalnie zaprezentować.

W wystąpieniu było wiele interesujących informacji. Prowadzący oparł się na najbardziej aktualnych danych i materiałach źródłowych. Nie sposób w krótkim omówieniu opisać wszystkie tematy. Jednym z nich było wskazanie na relacje cen różnych rodzajów paliw i warunków ich pozyskiwania, które rzutują na ponoszone koszty – a w konsekwencji ceny energii. Omówiono



relacje cen polskiego węgla do cen importowanego, wydobywanego w często diametralnie innych (korzystniejszych) warunkach geologicznych. Wskazano na aspekty zmniejszania emisji CO<sub>2</sub> i ich wpływ na cenę energii. Wszak nie wszystkie państwa, w tym głównie emitenci CO<sub>2</sub> (USA, Chiny) nie podpisały przestrzeganych przez kraje UE reguł ograniczenia emisji, a więc uzyskują niższe koszty i mogą sprzedawać energię po znacznie niższych cenach. Jednocześnie są państwa, które produkując energię elektryczną w elektrowniach atomowych również nie ponoszą kosztów emisji CO<sub>2</sub>. W tym kontekście poruszony został problem budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Była również przedstawiona istota wydobycia gazu łupkowego, ze wskazaniem na słowo opłacalność.

Polityka energetyczna Polski oparta jest nadal, a może obecnie szczególnie, na różnych fobiach, które nie służą racjonalnemu długookresowemu planowaniu.

Te, wybrane dla potrzeb niniejszej notatki hasła, ale również i pozostałe, zostały omówione i zaprezentowane w sposób profesjonalny, a dyskusja wykazała, że również w sposób przystępny i dobrze zrozumiany.

Kończąc relację dziękuję Koledze Andrzejowi Boroniowi za przygotowanie prezentacji.

*Jacek Kuczkowski*

## Cudze chwalicie, swego nie znacie

Dotychczasowe, krajoznawczo-techniczne, krajowe i zagraniczne wyjazdy zorganizowanych grup członków kół Oddziału Łódzkiego stowarzyszenia postanowiliśmy urozmaicić weekendowym wypadem do stolicy.

Staraniem Zarządu Koła Terenowego nr 2 przy OŁ SEP zorganizowaliśmy dwudniową wycieczkę pod hasłem „Cudze

chwalicie, swego nie znacie”. Do udziału zaprosiliśmy członków Stowarzyszenia z Oddziału z osobami towarzyszącymi.

Wycieczkę rozpoczęliśmy w sobotę, 13 czerwca, wczesnym wyjazdem kompletu uczestników, wypełniających w całości wynajęty autokar. Przejazd do stolicy trwał bardzo krótko, dzięki prowadzonym rozmowom, wymianie poglądów czy informacji.



Zwiedzanie stolicy rozpoczęliśmy od wędrówki ulicami Starego Miasta. Oglądając historyczne budynki, fragmenty murów, place pomniki z zainteresowaniem słuchaliśmy opowieści warszawskiego przewodnika. Opowieść dotyczyła historii miasta, jego struktur, obywateli. Tej sprzed 400–200 lat, jak i współczesnej, z okresu przedwojennego i II wojny światowej.

Spacer po Starym Mieście zwieńczony został zwiedzaniem Zamku Królewskiego. Jego wnętrza, wyposażenie zrobiły na nas duże wrażenie.

Na koniec zwiedzania części historycznej Warszawy zrobiliśmy długi spacer Nowym Światem, poznając historię gmachów, kościołów, placów. Spacerom towarzyszyła piękna, słoneczna pogoda.

Spod Grobu Nieznanego Żołnierza pojechaliśmy do Muzeum Powstania Warszawskiego. Niezapomniana wizyta. Masa szczegółów, mniej lub bardziej znanych z literatury, albumów, filmów. Z wieloma spotkaliśmy się po raz pierwszy.

Wieczorem atrakcja dla tych, którzy mieli ochotę na spotkanie z kulturą – spektakl muzyczny w Teatrze Sabat Małgorzaty Potockiej. W repertuarze piosenki z hollywoodzkich filmów.

Jedną z atrakcji tego wieczoru była podróż nową, II linią warszawskiego metra. Robi wrażenie.

Następny dzień rozpoczęliśmy od zwiedzania parku i ogrodów otaczających Pałac w Wilanowie. Pora roku sprzyjała. Piękne widoki, ukwiecone rabaty przywróciły wielu uczestnikom wycieczki wspomnienia sprzed kilkunastu, kilkudziesięciu lat.

Całą wycieczkę zakończyliśmy wizytą w ogrodach Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego oraz w Centrum Nauki Kopernik.

Ogrody, zlokalizowane na dachu gmachu biblioteki są miejscem, z którego rozpościera się piękny widok na prawobrzeżną Warszawę, Stadion Narodowy, Wisłę i jej mosty. W archiwach uczestników wycieczki pozostają pamiątkowe zdjęcia, zrobione z tarasu widokowego.

CN Kopernik to najlepsze w świecie (tak twierdzi większość kompetentnych obcokrajowców) centrum dydaktyczne dla dzieci i młodzieży. Dorośli też mogą się wielu ciekawych rzeczy dowiedzieć. Centrum tętni życiem od otwarcia do zamknięcia, bawiąc i ucząc zwiedzających.

Wizytą w CK Kopernik zakończyliśmy nasz weekendowy wypad do Warszawy, z postanowieniem kontynuacji podobnych wycieczek w przyszłości.

*Adam Łuniewski*



# 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: [sep@seplodz.pl](mailto:sep@seplodz.pl)

[www.seplodz.pl](http://www.seplodz.pl)

- ◆ Egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI i DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, cieplnym i gazowym
- ◆ Kursy przygotowujące do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy)
- ◆ Kursy pomiarowe (zajęcia teoretyczne i praktyczne)
- ◆ Kursy specjalistyczne na zlecenie firm
- ◆ Konsultacje jednodniowe przygotowujące do egzaminu kwalifikacyjnego
- ◆ Ekspresowe kursy pomiarowe w zakresie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej do 1 kV dla STUDENTÓW i ABSOLWENTÓW WEEIA PŁ
- ◆ Szkolenia BHP dla wszystkich stanowisk
- ◆ Pomiary i ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej
- ◆ Prezentacje firm
- ◆ Reklamy w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym OŁ SEP
- ◆ Rekomendacje dla wyrobów i usług branży elektrycznej
- ◆ Organizacja imprez naukowo-technicznych (konferencje, seminaria)

**Ceny szkoleń organizowanych przez OŁ SEP są zwolnione z podatku VAT**

## 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 obsługi technicznych (konserwatorskich i serwisowych) oraz napraw
- Prowadzenie pośrednictwa handlowego (materiały, wyroby, maszyny, urządzenia i usługi)
- Odbiory jakościowe
- Pośrednictwo w zagospodarowywaniu rezerwy 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**



Odnawiamy zasoby świata



# Czysta energia dla biznesu

 Odpady

 Energia

 Woda

**OFERTA**

[www.veolia.pl](http://www.veolia.pl) • [www.energiadlalodzi.pl](http://www.energiadlalodzi.pl)