



# BIULETYN

# TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 1/2016 (72)

ISSN 2082-7377

Marzec 2016



Foto: Bartosz Stepień

*Tramwaj PESA Swing w barwach MPK Łódź*

## XI KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

### TRANSFORMATORY ENERGETYCZNE I SPECJALNE



#### TEMATYKA KONFERENCJI

Tematyka konferencji obejmuje zagadnienia z zakresu transformatorów energetycznych i specjalnych, a w szczególności:

- problemy eksploatacyjne,
- diagnostykę, próby i badania,
- nowoczesne metody obliczeniowe i projektowanie,
- remonty i modernizacje,
- aktualne trendy rozwojowe.

W ramach konferencji zostaną zaprezentowane referaty wiodących ośrodków naukowych, przedsiębiorstw reprezentujących energetykę zawodową, placówek naukowo-badawczych oraz firm współpracujących z energetyką.

#### KONTAKT

Małgorzata Siedlarek – Sekretarz Organizacyjny  
ZREW Transformatory S.A.

92-412 Łódź

ul. Rokicińska 144

tel. +48 42 671 86 15

fax +48 42 671 86 16

e-mail: [konferencja@zrew-tr.pl](mailto:konferencja@zrew-tr.pl)

Wydawca:

**Zarząd Oddziału Łódzkiego  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich**

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a,  
tel./fax 42-632-90-39, 42-630-94-74  
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)

Spis treści:

<b>Krytyka ochrony odgromowej niezgodnej z normami PN-EN</b> – K. Aniserowicz..... 2 <i>Opisano urządzenia stosowane do tzw. niekonwencjonalnej ochrony odgromowej. Podzielono je na dwie zasadnicze grupy: piorunochrony aktywne i urządzenia mające zapobiegać wyladowaniom atmosferycznym. Poddano je krytyce, jako urządzenia kosztowne, a przy tym często instalowane w sposób sprzeczny z podstawowymi zasadami bezpieczeństwa. Przedstawiono wybrane argumenty naukowe przeczące deklarowanej zasadzie działania.</i>	<b>Spotkanie zaprzyjaźnionych Oddziałów SEP – A. Grabiszewska..... 41</b>
<b>Wpływ kwasu askorbinowego (witaminy C) na ograniczenie negatywnych skutków oddziaływania pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez monitory ekranowe na organizm człowieka</b> – G. Henrykowska, A. Szczęsny..... 7	<b>Rozstrzygnięcie Konkursu na najlepszą pracę dyplomową maderską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ..... 42</b>
<b>Wspomnienie o Profesorze Witoldzie Iwaszkiewiczu</b> – Z. Kuśmierk, Z. Plichczewski..... 10	<b>Zastosowanie uczenia maszyn w wykrywaniu raka prostaty z użyciem multiparametrycznych obrazów rezonansu magnetycznego – J. Jurek..... 43</b>
<b>Historia Katedry Miernictwa Elektrycznego</b> – A. Szczęsny, Z. Kuśmierk, Z. Plichczewski..... 13	<b>System radiowy wspomagający lokalizację ludzi w budynkach</b> – R. Kawecki..... 44
<b>Dzieje miejskiej komunikacji tramwajowej</b> – W. Niewolański..... 20	<b>Wykorzystanie DGA w diagnostyce podobciążeniowego przełącznika zaczeów – A. Rojewski..... 46</b>
<b>Sprawozdanie Zarządu z działalności Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich z siedzibą w Łodzi za okres od 01.01.2015 r. do 31.12.2015 r. .... 33</b>	<b>Uprozczone modele ciała człowieka do badania anten nasobnych – P. Oleksy..... 46</b>
<b>Stan realizacji na dzień 01.02.2016 r. Uchwały nr 7/WZDO/2014 Walnego Zgromadzenia Delegatów Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich z dnia 28 lutego 2014 r. .... 36</b>	<b>Bezprzewodowy rejestrator sygnałów biomedycznych</b> – K. Tatar..... 47
<b>Ocena działalności Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP za 2015 r. dokonana przez Komisję Rewizyjną Oddziału..... 38</b>	<b>Rynki zdolności wytwórczych – I. Musiał..... 48</b>
<b>Spotkanie Delegatów w dniu 4 marca 2016 r.</b> – A. Grabiszewska..... 39	<b>Zawodowiec – promujemy kształcenie zawodowe wśród gimnazjalistów – M. Höffner..... 48</b>
<b>Kolejny sukces łodzian w Konkursie im. prof. Mieczysława Pożaryskiego – A. Grabiszewska..... 40</b>	<b>Seminarium Młodych Inżynierów – M. Rybicki..... 49</b>
	<b>Alokacja odnawialnych źródeł energii w systemach dystrybucyjnych. Obciążenie netto w Polskim Systemie Elektroenergetycznym – M. Andrychowicz..... 50</b>
	<b>Optymalizacja miksu energetycznego – W. Łyżwa..... 51</b>
	<b>Systemy finansowego wspomagania zdolności wytwórczych</b> – I. Musiał..... 52
	<b>Idea Lokalnych Obszarów Bilansowania w systemie elektroenergetycznym – R. Dzikowski..... 53</b>
	<b>40. Gdańskie Dni Elektryki – R. Cybulski..... 53</b>
	<b>Zjazd Student Branch IEEE Polskiej Sekcji – M. Rybicki..... 55</b>
	<b>Akademia Młodego Inżyniera – Ł. Gnych, K. Rembowski..... 56</b>

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

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 Kuczowski

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

Karol Aniserowicz

## Krytyka ochrony odgromowej niezgodnej z normami PN-EN

### Wstęp

Wydarzeniem, które jest najczęściej wymieniane w literaturze jako początek nowożytnych badań nad naturą wyładowań atmosferycznych i ochroną odgromową, był słynny eksperyment Benjamina Franklina z latawcem w roku 1752 oraz późniejsze skonstruowanie pierwszego piorunochronu. Obecnie urządzenia służące do ochrony odgromowej są doskonalsze. Stan wiedzy na temat elektromagnetyzmu, w tym natury piorunów, jest nieporównanie większy niż w czasach Franklina, ale wciąż niepełny – wszak upłynęło dopiero niewiele ponad 260 lat. Z tego powodu istnieje spore pole dla działań nieudowodnionych naukowo, których ukrytym celem jest osiągnięcie korzyści materialnych, a nie tworzenie rzeczywistego postępu naukowo-technicznego. W ich wyniku powstały m.in. niekonwencjonalne piorunochrony. Można wyróżnić dwie grupy takich urządzeń:

- 1) piorunochrony „aktywne” (ang. *ESE – early streamer emitters*), czyli z tzw. wczesną emisją strimerów;
- 2) piorunochrony mające zapobiegać wyładowaniom atmosferycznym (ang. *lightning preventors*).

Szczególnie urządzenia z pierwszej grupy są szerokiego marketingowo promowane nie tylko za granicą, ale również w Polsce, mimo sprzeczności z zestawem norm PN-EN 62305 [1] oraz negatywnego stanowiska Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP [2]. Piorunochrony „zapobiegające” uderzeniem pioruna nie są rozpowszechnione w Europie.

Skuteczność aktywności marketingowej i lobbystycznej producentów piorunochronów aktywnych jest bardzo duża. Zaabsorbowano wiele komisji normalizacyjnych, w tym w USA i Australii; doprowadzono m.in. do opracowania normy francuskiej NF C 17-102 [3]. W wielu krajach sprzedawcy ESE powołują się na tę normę, która jest sprzeczna z PN-EN 62305.

Do opisu funkcjonowania wymienionych wyżej urządzeń wykorzystywane są te same zjawiska fizyczne, które stanowią podstawę działania urządzeń piorunochronnych zgodnych z normami międzynarodowymi. Celem artykułu jest wykazanie, że argumenty fizyczne są nadużywane dla osiągnięcia zysku, a w rezultacie tworzone są quasi-naukowe teorie, ułatwiające dezinformację potencjalnych klientów.

W niniejszym artykule więcej uwagi zostanie poświęcone piorunochronom aktywnym, ze względu na ich rozpowszechnienie w Europie i Polsce.

### Proces wyładowania atmosferycznego

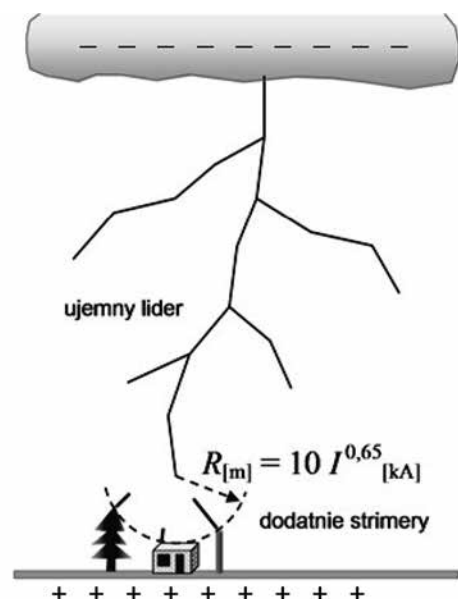
Przed opisem deklarowanej zasady działania piorunochronów aktywnych niezbędny jest skrócony opis procesu doziemnego wyładowania atmosferycznego. Więcej informacji na temat wyładowania atmosferycznego oraz jego modeli można znaleźć

m.in. w pracach [4 – 7]. Około 90% wszystkich wyładowań doziemnych składa się następujących głównych faz:

- 1 – lider skokowy (z rozgałęzieniami), niosący ujemny ładunek elektryczny, rozwijający się od chmury ku ziemi;
- 2 – strimer, rozwijający się od ziemi w kierunku lidera, gdy ten znajduje się nad punktem trafienia w odległości jednego skoku (kilkadziesiąt metrów);
- 3 – wyładowanie główne w kanale powstałym po połączeniu się strimera z liderem; zubożenie ładunku zgromadzonego na trasie lidera i jego rozgałęzień rozwija się od ziemi w kierunku chmury;
- 4 – kolejne wyładowania główne (może ich być kilka, kilkanaście), poprzedzone przez złożone procesy przemieszczania jonów, rozwijające się w kanale plazmy utworzonym przez pierwsze wyładowanie główne.

Czas upływający między kolejnymi wyładowaniami wynosi dziesiątki milisekund, co jest zauważalne gołym okiem jako efekt migotania błyskawicy.

Dla teorii działania piorunochronu aktywnego wykorzystywana jest faza druga. Strimery rozwijają się od różnych obiektów wówczas, gdy wskutek obniżania się lidera natężenie pola elektrycznego przy powierzchni ziemi silnie rośnie, przekraczając wartość nawet 150 kV/m (rys. 1.).



Rys. 1. Rozwój strimerów od obiektów na ziemi

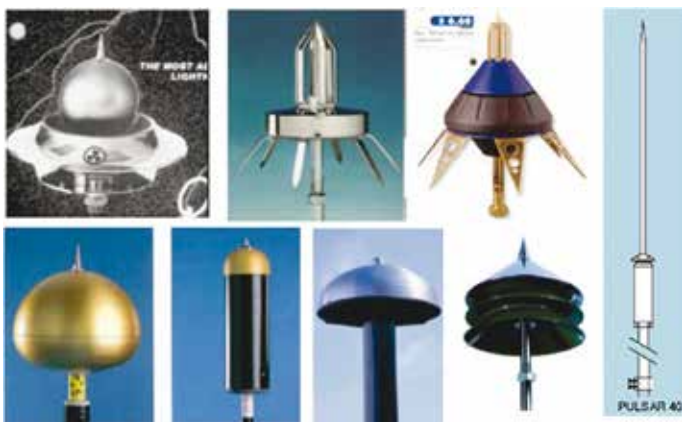
Tak duży gradient potencjału powoduje powstawanie wyładowań niezupełnych i wysyłanie ku górze świecących strumieni jonów dodatnich (ogniki św. Elma) z zakończeń różnych przedmiotów, gdzie lokalne natężenie pola jest największe. Kilkadzie-

siąg metrów nad ziemią jeden ze strimerów spotyka się z liderem zstępującym, tworząc kanał plazmy, w którym następują kolejne fazy wyładowania.

## Deklarowane działanie piorunochronu aktywnego

Producenci piorunochronów aktywnych (ESE) zapewniają, że ich produkty są w stanie przechwycić wyładowania atmosferyczne skuteczniej niż standardowe instalacje odgromowe. Spotykane są różne typy urządzeń ESE: a) aktywowane elektronicznie; b) piezoelektryczne; c) różnorodnie ukształtowane; d) radioaktywne (wycofane). W ich zasadzie działania deklarowane jest na ogół lokalne zwiększenie natężenia pola elektrycznego w urządzeniu w stosunku do pola otaczającego, z wykorzystaniem ukształtowania geometrycznego elektrod lub zasilania z impulsowo zmieniającego się źródła napięcia.

Przykłady takich urządzeń przedstawiono na rysunku 2. Mają one różnorodne nazwy handlowe i kształty mające zapewnić ich komercyjną atrakcyjność. Odnosi się wręcz wrażenie, że kształt piorunochronu aktywnego może być dowolny, aby tylko odróżniał się od prostego, standardowego zwodu piorunochronnego.



Rys. 2. Przykłady piorunochronów aktywnych (ESE)

Do określania zasięgu stref ochronnych takich urządzeń stosowana jest quasi-naukowa metoda CVM (ang. *Collection Volume Method* [8]). Spotykana jest również jej modyfikacja pod nazwą FIM (*Field Intensification Method*). Metody te są przeciwstawiane standardowym, inżynierskim metodom toczonej się kuli lub stożka ochronnego [1].

Twierdzi się, że piorunochron aktywny powoduje rozwój oddolnego strimera w polu elektrycznym o natężeniu mniejszym niż to, które wywołuje pojawienie się strimera nad zwodem standardowym, a strimer zainicjowany z piorunochronu aktywnego pojawia się o czas  $\Delta T$  wcześniej. Długość  $\Delta L$  tego wcześniej pojawiającego się strumienia jonów jest określana za pomocą wzoru:

$$\Delta L = v \Delta T, \quad (1)$$

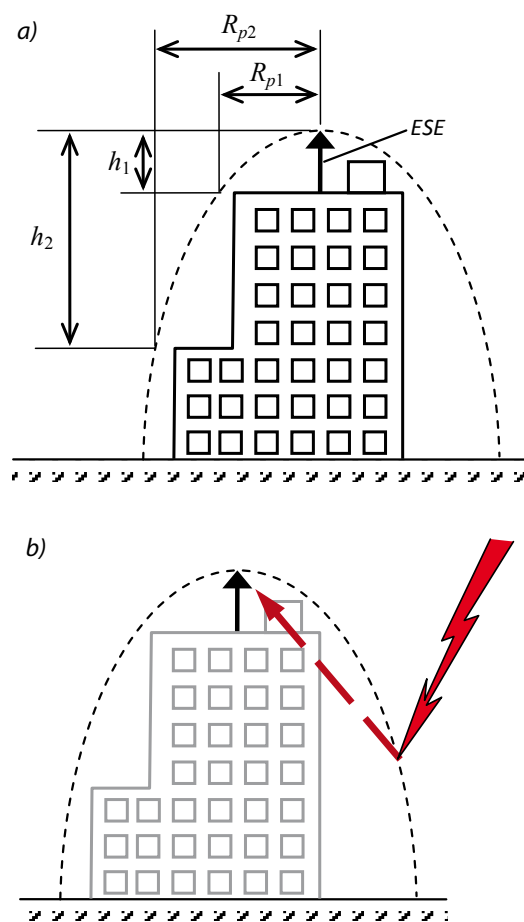
gdzie prędkość  $v$  jest przyjmowana zwykle za równą  $10^6$  m/s = const. Wartość  $\Delta T$  jest parametrem podawanym przez producenta (ang. *time advantage*).

Na tej podstawie wyznaczany jest deklarowany zasięg strefy ochronnej, który jest znacząco większy od strefy ochronnej standardowej instalacji odgromowej. Jeżeli urządzenie ESE jest umieszczone na wysokości  $h \geq 5$  m nad powierzchnią, która ma podlegać ochronie, to deklarowany promień strefy ochronnej  $R_p$  wyrażany jest wzorem:

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}, \quad (2)$$

gdzie  $D = 20$  m, 45 m lub 60 m, w zależności od przyjętego poziomu ochrony. Dla mniejszych wysokości  $h$  stosowane są odpowiednie nomogramy.

Szkic ilustrujący wyznaczanie strefy ochronnej piorunochronu aktywnego, w tym interpretację wysokości  $h$ , przedstawiono na rysunku 3a. Warto przy tym zwrócić uwagę na logiczne konsekwencje takiej konstrukcji strefy ochronnej: prosta interpretacja zbierania przez piorunochron aktywny wyładowań z granicy strefy ochronnej może prowadzić do narażenia budynku na uderzenia boczne (rys. 3b), czego nie przewidzieli twórcy tej metody.



Rys. 3. Strefa ochronna piorunochronu aktywnego (a) i błąd logiczny przy jej określaniu (b)

W różnych materiałach reklamowych można spotkać wyniki wyliczeń zapewniające, że np. promień strefy ochronnej danego zwodu aktywnego o wysokości 2 metrów ma wartość 34 metrów, a innego zwodu o wysokości 5 metrów – nawet przekracza 100 metrów. Są to wartości wielokrotnie większe od wyznaczanych w sposób zgodny z normami PN-EN 62305 [1]. Kształt strefy ochronnej także różni się znacząco od kształtu zgodnego z [1]. Zastanawiające, jak łatwo można przekonać do tego tak wielu klientów.

## Krytyka naukowa

Deklarowane zasięgi stref ochronnych urządzeń ESE nie zostały potwierdzone przez niezależnych badaczy. Publikowane są liczne fotografie szkód piorunowych w budynkach wyposażonych w piorunochrony aktywne [9–10] oraz argumenty naukowe

podpiswane przez uznanych badaczy, przeczące deklarowanej zasadzie działania urządzeń ESE [11 – 14]. Szczególnie znane są fotografie publikowane przez Hartono i Robiaha [9], [10]. Są oni autorami wielu artykułów, w tym również opisów przypadków porażeń śmiertelnych ludzi znajdujących się w deklarowanych strefach ochronnych piorunochronów aktywnych [15], [16]. Bardziej obszerny wybór publikacji na ten temat można znaleźć np. w [17– 18]. Większość cytowanych artykułów jest dostępnych w Internecie.

Na rysunku 4. przedstawiono przykładową fotografię minaretu meczetu w Putrajaya (Malezja) z zaznaczoną deklarowaną strefą ochronną urządzenia ESE zainstalowanego na minarecie oraz miejsce trafienia pioruna w minaret, wewnątrz tej strefy [10]. Jest to jeden z licznych dowodów na nieprawdziwość deklaracji o skuteczności działania takich urządzeń.



Rys. 4. Minaret meczetu w Putrajaya (wskazano miejsce trafienia pioruna) [10]

W testach laboratoryjnych określono, że różnica czasu  $\Delta T$  między inicjacją strimera z urządzenia ESE i ze zwykłego metalowego pręta może osiągać wartości 50 – 75  $\mu\text{s}$  i więcej. Producenci ESE interpretują ten wynik jako słuszny także w warunkach naturalnych. Zakładając, że strumień jonów przemieszcza się z prędkością ok.  $10^6$  m/s, obliczają oni na podstawie wzoru (1), że dla podanych wartości  $\Delta T$  długość  $\Delta L$  wynosi 50 – 75 m. Jednakże założenie przemieszczania się jonów ze stałą prędkością w warunkach naturalnych nie jest prawdziwe. Z niezależnych badań wynika, że średnia prędkość strumienia jonów jest mniejsza od  $10^6$  m/s o przynajmniej rząd wartości. Przyjmując  $v = 10^5$  m/s oraz  $\Delta T = 75 \mu\text{s}$ , otrzymuje się na podstawie zależności (1), że zysk  $\Delta L$  może wynosić nie 75 m, a tylko 7,5 m. Uwzględniając, że podawane w polskich materiałach reklamowych wyprzedzenie czasowe  $\Delta T$  mieści się w typowym zakresie od 25  $\mu\text{s}$  do 60  $\mu\text{s}$ , otrzymuje się  $\Delta L$  równe od 2,5 m do 6 m.

Wskazywane jest ponadto, że taką wartość uzyskuje się przy milczącym założeniu braku ruchu ładunków lidera przemieszczającego się ku dołowi. Jeśli weźmie się pod uwagę równoczesny ruch lidera, to zysk  $\Delta L$  ulegnie dalszemu zmniejszeniu. Wynikające stąd wartości  $\Delta L$ , zamykające się w przedziale pojedynczych metrów, wykazują brak przewagi urządzeń ESE nad zwykłymi prętami metalowymi w zastosowaniach praktycznych.

Kolejny argument, przeczący przewadze urządzeń ESE, dotyczy twierdzenia ich producentów, że wcześniejsza inicjacja strumienia jonów zachodzi w polu o natężeniu mniejszym niż

w przypadku zwykłego zwodu. Jednakże należy zauważyć, że urządzenia ESE nie są wyrzutniami ładunków, czyli strumień jonów przemieszcza się w powietrzu pod wpływem sił natury. Dla propagacji jonów konieczne jest istnienie pola elektrycznego o odpowiednio dużym natężeniu. Jeśli ten warunek nie będzie spełniony, proces zostanie przerwany. Zagadnienie to nie jest rozważane przez zwolenników ESE.

Wykazano ponadto, że zasilanie urządzeń ESE ze źródeł impulsowych nie daje tym urządzeniom przewagi nad zwykłymi zwodami, gdyż naturalne pole elektryczne towarzyszące zbliżaniu się lidera do powierzchni ziemi ma naturę pulsującą.

Niejednorodność pola elektrycznego w czasie burzy jest znaczna, co powoduje możliwość emisji strimerów w sąsiedztwie urządzeń ESE, szczególnie przy narożnikach budynków i krawędziach dachów. Dowodzą tego m.in. wspomniane już fotografie szkód piorunowych w budynkach wyposażonych w piorunochrony aktywne [9], [10].

Eksperymentalne badania porównawcze przeprowadzili pracownicy Langmuir Laboratory w Nowym Meksyku [13]. Zainstalowali oni wiele różnych zwodów pionowych w Magdalena Mountains, w pobliżu szczytu South Baldy (3288 m). Badali działanie zwodów ostro zakończonych, o zaokrąglonych końcach oraz trzy różne typy urządzeń ESE. W ciągu dwunastu lat badań zebrali 13 udokumentowanych uderzeń piorunów w pręty o zaokrąglonych końcach, a ani jednego trafienia w piorunochrony aktywne lub w pręty o końcach zaokrąglonych. W okresie dwóch lat sfilmowali trzy wyładowania atmosferyczne, które miały miejsce w zasięgu deklarowanych stref działania piorunochronów aktywnych. Jest to dowód na nieprawdziwość tezy o bardzo dużych strefach ochronnych urządzeń ESE.

Należy też zwrócić uwagę na fakt, że teoria zwodów aktywnych nie ma zastosowania do wszystkich przebiegów procesu wyładowania atmosferycznego. Jak już wspomniano, średnio tylko około 90% wyładowań doziemnych rozwija się w sposób opisany w tej pracy, a proporcja ta zależy od wysokości obiektu i od położenia geograficznego.

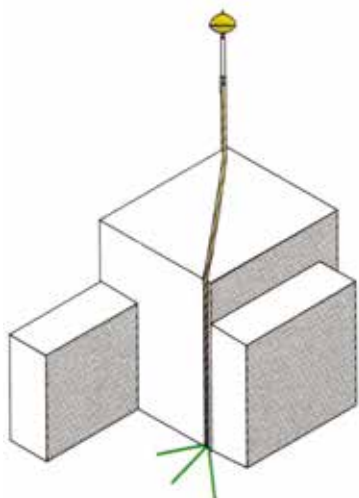
Propozycja podobna do normy francuskiej [3] była również w USA opracowana przez producentów ESE i rozpatrywano ją jako projekt normy NFPA 781, mającej być uzupełnieniem amerykańskiego standardu NFPA 780. W roku 1995 Rada Normalizacyjna NFPA (*National Fire Protection Association Standards Council*) odrzuciła ten projekt. W wyniku odwołania producentów Rada ponownie analizowała ten projekt i odrzuciła go w roku 2000.

Komitte Naukowy Międzynarodowej Konferencji Ochrony Odgromowej ICLP (*International Conference on Lightning Protection*) wydał w 1999 r. oświadczenie o braku podstaw naukowych dotyczących zasad działania ESE [11].

## Niebezpieczne instalacje z wykorzystaniem ESE

W materiałach reklamowych dotyczących piorunochronów aktywnych często znajdują się zalecenia instalacyjne, które przeczą uznanym zasadom bezpieczeństwa. Demonstrowane są pojedyncze przewody odprowadzające i uziomy w postaci jednego pręta pionowego lub kształtu „kurzej łapki” (rys. 5.). Ma to przekonać klientów, że stosowanie urządzeń ESE jest znacznie tańsze od standardowego urządzenia piorunochronnego.

Realizacja takich pomysłów stwarza istotne zagrożenia zarówno dla aparatury elektronicznej, jak i dla ludzi. Zagrożenia te są wymienione poniżej.



Rys. 5. Przykład rysunku reklamowego instalacji z urządzeniem ESE

1. Prądowi wyładowania, odprowadzanemu do ziemi za pomocą tylko jednego przewodu, towarzyszy pole elektromagnetyczne o takim samym natężeniu, jak tuż przy kanale pioruna.
2. Jedynym przewodem odprowadzającym ma spłynąć cały prąd pioruna, co zwiększa zagrożenie w postaci przeskoków iskrowych do innych instalacji w budynku.
3. Po uderzeniu pioruna, w otoczeniu uziomu jedynego przewodu odprowadzającego pojawi się znaczny gradient potencjału, przekładając się na niebezpieczne napięcia krokowe i dotykowe.

Pojedyncze przewody odprowadzające lub pręty uziomowe są ideowym powrotem do pierwowzorów sprzed 250 lat. Zdarzają się też przykłady „ochrony” odgromowej, publikowane na stronach internetowych sprzedawców, które są wręcz popisami braku zdrowego rozsądku. Jeden z takich przykładów pokazano na rysunku 6., gdzie jedyny przewód odprowadzający jest celowo wprowadzony do wnętrza budynku przez kanał wentylacyjny, tworząc w ten sposób drogę dla niebezpiecznej penetracji przez prąd piorunowy.



Rys. 6. Przykład bezmyślnej instalacji skopiowany z jednej z polskich stron internetowych

Dla porównania, instalacje zgodne z normami PN-EN 62305 [1] zapewniają:

- a) podział prądu piorunowego spływającego do ziemi za pomocą wielu przewodów odprowadzających, dzięki czemu

redukowane jest pole elektromagnetyczne wewnątrz siatki piorunochronnej (efekt ekranowania [1], [6]);

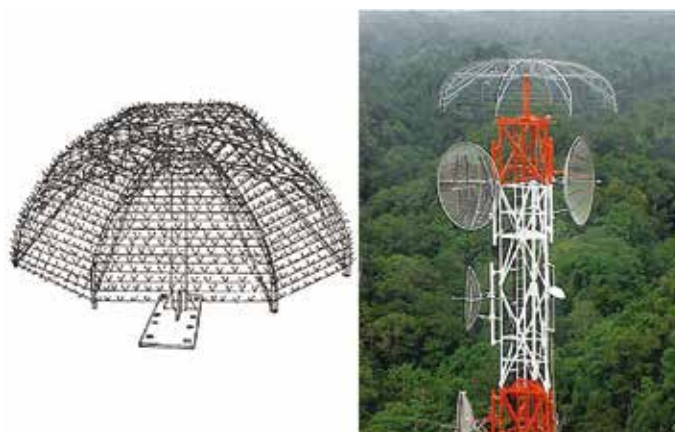
- b) ochronę przed przeskokami iskrowymi;
- c) redukcję gradientu potencjału w chronionym obiekcie (w tym napięć krokowych) dzięki stosowaniu uziomów otokowych lub fundamentowych.

## Urządzenia mające zapobiegać wyładowaniom atmosferycznym

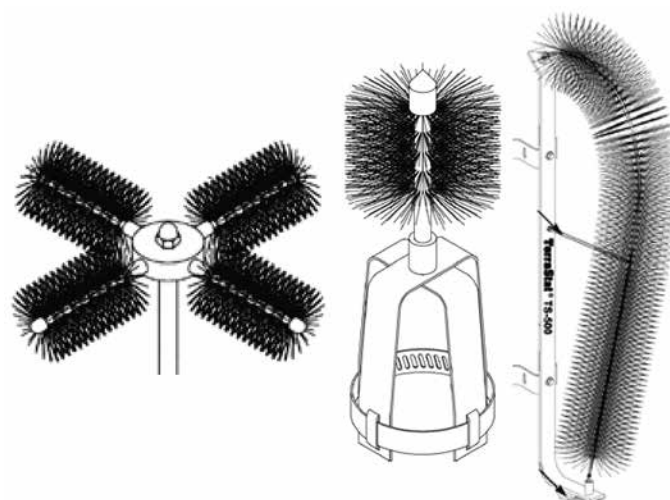
Wytwórcy urządzeń zapobiegających wyładowaniom (ang. *lightning eliminators, lightning preventors*) deklarują wykorzystanie strumieni jonów wyładowań niepełnych (ulotu) z wielu ostrych przewodów w naturalnym polu elektrycznym do zobojętniania ładunków gromadzonych wewnątrz chmur burzowych lub zmniejszania natężenia pola elektrycznego, przez co rozwój strimerów ma być powstrzymany. Można wyróżnić dwie główne grupy takich urządzeń [19], [20]:

- a) mające eliminować wyładowania w chronione obiekty;
- b) mające drastycznie redukować natężenie prądu pioruna.

Urządzenia te są mniej znane w Polsce. W USA i na Dalekim Wschodzie szczególnie promowane są systemy o nazwach: *DAS (Dissipation Array System)* i *CTS (Charge Transfer System)*. Są one zbudowane z wielu ostro zakończonych drutów rozmieszczanych na konstrukcjach o kształtach przypominających wielkie parasole lub szczotki (rys. 7 i 8.).

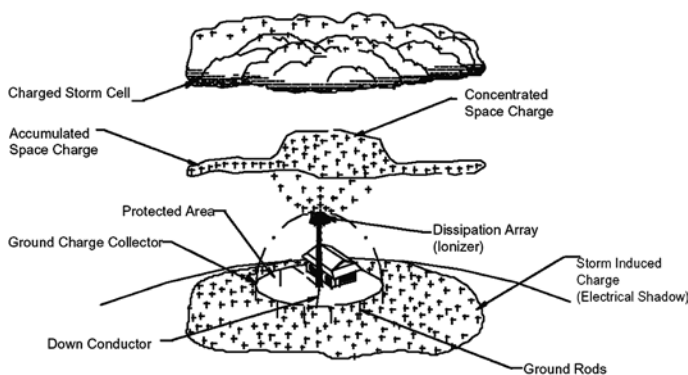


Rys. 7. Rysunek urządzenia DAS (Dissipation Array System) [19] oraz przykład jego montażu na szczycie wieży antenowej (ilustracja skopiowana z Internetu)



Rys. 8. Inne urządzenia montowane w zespołach mających zapobiegać uderzeniom pioruna [20]

Na rysunku 9. przedstawiona jest deklarowana zasada działania urządzenia DAS w postaci neutralizacji ładunku chmury burzowej przez emitowane jony o ładunku przeciwnym, zebrane z ziemi za pomocą rozległego systemu uziomowego, nazywanego marketingowo *Ground Charge Collector*. Do tłumaczenia działania wykorzystywane jest zjawisko indukcji elektrostatycznej: dolna część chmury ma ładunek ujemny, a pod chmurą ziemia jest naładowana dodatnio. Idea ta ma istotną słabość w postaci braku quasi-technicznej teorii (jak metoda CVM dla piorunochronów aktywnych), która wspomagałaby projektowanie systemów mających zapobiegać wyładowaniom, a w szczególności ich stref ochronnych. W roku 2001 propozycja normy IEEE, opracowana przez jednego z producentów takich urządzeń w USA, została zablokowana z powodu braku jakichkolwiek podstaw naukowych. Tym niemniej, sprzedawcy kontynuowali działalność marketingową twierdząc, że norma jest w stadium opracowywania.



Rys. 9. Ilustracja deklarowanego działania DAS [19]

W USA, gdzie szczególnie aktywnie działają wytwórcy „eliminatorów” piorunów, udowodniono za pomocą fotografii, że urządzenia te są trafiane przez wyładowania [12], [14]. Część użytkowników tych urządzeń wymieniła je na standardowe instalacje po poniesionych szkodach (np. lotnisko w Tampa na Florydzie). Tym niemniej, ich wytwórcy kontynuują działalność.

W publikacjach można znaleźć również wyniki obliczeń, za pomocą których wykazuje się, że przebiegające w łagodny sposób zubożenie ładunku zgromadzonego w chmurze burzowej nie jest możliwe za pomocą strumieni jonów unoszących się z punktowych źródeł umieszczanych przy powierzchni ziemi. Wyładowanie po prostu musi się odbyć w sposób naturalnie gwałtowny.

## Podsumowanie

Jako podsumowanie niech posłuży zdanie zawarte w [14], które w wolnym przekładzie brzmi następująco: *nie ma ani danych eksperymentalnych, ani podstaw teoretycznych, które potwierdzałyby deklaracje, że piorunochrony aktywne lub zapobiegające wyładowaniom są lepsze od konwencjonalnych urządzeń piorunochronnych.*

Używanie takich urządzeń nie jest zalecane. W tym zakresie zostało zredagowane stanowisko Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP [2], w którym wskazuje się, że urządzenia piorunochronne powinny być zgodne z zestawem norm PN-EN 62305 [1].

Bardziej obszerny wykaz publikacji na podjęty temat można znaleźć np. w [17], [18].

## Bibliografia

1. PN-EN 62305, *Ochrona odgromowa*, seria norm, Część 1: *Zasady ogólne*, Część 2: *Zarządzanie ryzykiem*, Część 3: *Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia*, Część 4: *Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach*, (2011–2012).
2. Stanowisko Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP w sprawie stosowania Polskich Norm dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych, <http://www.pkoo-sep.org.pl/>.
3. NF C 17-102, *Protection of structures and open areas against lightning using ESE air terminals*, norma francuska, (1995).
4. Rakov V. A., Uman M. A., *Lightning: physics and effects*, Cambridge University Press, (2003).
5. Uman M. A., *Natural lightning*, IEEE Trans. on Industry Applications, Vol. 30, No. 3, May/June, (1994), 785–790.
6. Aniserowicz K., *Analiza zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej w rozległych obiektach narażonych na wyładowania atmosferyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, (2005).
7. Masłowski G., *Analiza i modelowanie wyładowań atmosferycznych na potrzeby ochrony przed przepięciami*, Wyd. AGH, Kraków (2010).
8. D'Alessandro F., *A modern perspective on direct strike lightning protection*, ERICO Lightning Technologies, Australia (dostępne w Internecie).
9. Hartono Z. A., Robiah I., *Conventional and un-conventional lightning air terminals: an overview*, Forum on Lightning Protection, Hilton Petaling Jaya, Jan. 8<sup>th</sup>, (2004).
10. Hartono Z. A., Robiah I., *Conventional and un-conventional lightning air terminals: an update*, Journal of the Association of Consulting Engineers Malaysia, First Quarter, 2007.
11. Mousa A. M., *Scientists oppose early streamer air terminals*, National Lightning Safety Institute (NLSI web site), (1999).
12. Mousa A. M., *Non-conventional lightning protection systems – an update*, A Presentation to IEEE, Vancouver, Nov. 16 (2010).
13. Rison W., *Experimental validation of conventional and non-conventional lightning protection systems*, IEEE Power Engineering Society General Meeting, 13–17 Jul. (2003).
14. Uman M. A., Rakov V. A., *A critical review of nonconventional approaches to lightning protection*, Bulletin of the American Meteorological Society, (Dec. 2002), 1809–1820.
15. Hartono Z. A., Robiah I., *Death at the stadium: report on the fatal use of an early streamer emission lightning rod in Malaysia*, <http://www.lightningsafetyalliance.com/>, Mar. (2012).
16. Hartono Z. A., Robiah I., *Adventure Island lightning incident: an in-depth report on the deadly failure of an early streamer emission lightning rod*, [www.lightning-risk.org](http://www.lightning-risk.org), Jun. (2012).
17. Aniserowicz K., *Przegląd argumentów naukowych przeciwko stosowaniu piorunochronów aktywnych*, Przegląd Elektrotechniczny, nr 11, (2015), 4–6.
18. Aniserowicz K., *Ochrona odgromowa z zastosowaniem urządzeń niezgodnych z normami PN-EN*, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 04, (2015), 244–247.
19. Carpenter R. B., Drabkin N. M., *Lightning strike protection*, strona internetowa Lightning Eliminators.
20. Strona internetowa Alltec Corporation.

**dr hab. inż. Karol Aniserowicz, prof. nadzw.**  
Politechnika Białostocka  
Wydział Elektryczny



Gabriela Henrykowska, Artur Szczęsny

# Wpływ kwasu askorbinowego (witaminy C) na ograniczenie negatywnych skutków oddziaływania pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez monitory ekranowe na organizm człowieka

## 1. Wstęp

W XXI wieku komputery stały się dla człowieka nieodzownym narzędziem pracy. Wiadomym jest, że promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez urządzenia elektryczne może w różny (pozytywny, jak i negatywny) sposób oddziaływać na organizm ludzki. Jednym z negatywnych skutków jest występujący w komórkach stres oksydacyjny, czyli zachwianie równowagi biologicznej, która istnieje pomiędzy powstawaniem wolnych rodników a ich unieszkodliwianiem.

Wolne rodniki to atomy lub cząsteczki posiadające na zewnętrznej orbicie pojedynczy elektron. Dążąc do przyłączenia lub oddania elektronu wykazują dużą aktywność chemiczną utleniając każdy związek, z którym mają kontakt. Obiektem ataków wolnych rodników w organizmie człowieka są głównie związki posiadające w cząsteczkach wiązania podwójne jak: białka lub nienasycone kwasy tłuszczowe wchodzące w skład błon komórkowych. Błony komórkowe pod wpływem wolnych rodników ulegają uszkodzeniu. Przedstawione zaburzenia mogą inicjować powstanie przedwczesnych zmian miażdżycowych oraz nasilenie procesów zapalnych i zatorowo-zakrzepowych, które mają wpływ na gojenie ran i zrost złamań oraz chorób nowotworowych czy też neurodegeneracyjnych, w tym starzenia się.

Celem opracowania było sprawdzenie, czy stosowanie profilaktycznych dawek kwasu askorbinowego, jako najpopularniejszego antyoksydantu, podczas pracy z monitorami LCD może chronić przed negatywnym działaniem PEM przejawiającym się zwiększoną generacją wolnych rodników tlenowych w krwinkach płytkowych.

## 2. Pole elektromagnetyczne i jego rodzaje

W naszym otoczeniu występują zarówno pola stałe, pola zmienne, jak i fale elektromagnetyczne. O tym, jak pole jest silne decyduje wielkość, która nazywa się natężeniem pola  $E$ . Natężenia pól definiuje się poprzez pomiar sił, jakie wywierają na ładunki (prądy) próbne.

W przypadku pola elektrycznego natężenie pola elektrycznego definiowane jest jako [1]:

$$E = \frac{\text{siła wywierana na ładunek próbny przez pole}}{\text{wartość ładunku próbnego}} = \frac{F}{q} \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right] \quad (1)$$

Przez  $F$  oznacza się siłę [miarą jest Newton], a ładunek przez  $q$  [miarą jest Coulomb]. Ostatecznie, natężenie pola elektrycznego ma wymiar [Volt/metr], wynikający z przyjętego układu jednostek SI.

Powszechnie akceptowany podział częstotliwości, **zalecany przez Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**, przedstawiony jest poniżej [2]:

1. **ultra niskie** 3...30 Hz 100 000...10 000 km ULF (*Ultra Low Freq*),
2. **ekstremalnie niskie** 30...300 Hz 10 000...1000 km ELF (*Extremely Low Freq*),
3. **skrajnie niskie** 300...3000 Hz 1000...100 km ELF (*Voice Freq*),
4. **bardzo niskie** 3...30 kHz 100...10 km VLF (*Very Low Freq*),
5. **niskie** 30...300 kHz 10...1 km LF (*Low Freq*),
6. **średnie** 300...3000 kHz 1000...100 m MF (*Medium Freq*),
7. **wielkie** 3...30 MHz 100...10 m HF (*High Freq*),
8. **bardzo wielkie** 30...300 MHz 10...1 m VHF (*Very High Freq*),
9. **ultra wielkie** 300...3000 MHz 100...10 cm UHF (*Ultra High Freq*),
10. **super wielkie** 3...30 GHz 10...1 cm SHF (*Super High Freq*),
11. **ekstremalnie wielkie** 30...300 GHz 10...1 mm EHF (*Extremely High Freq*).

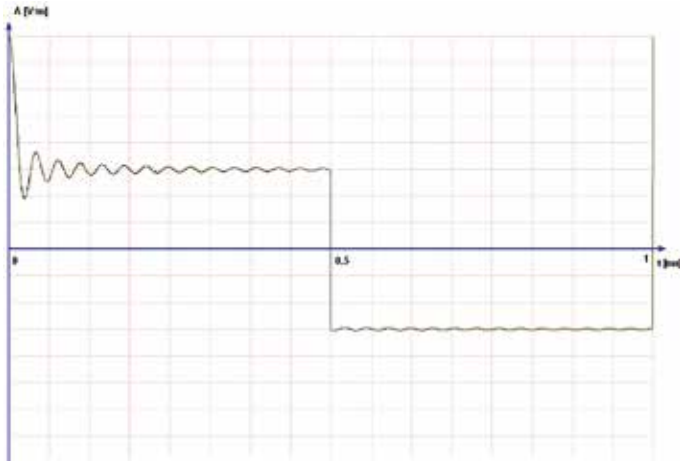
Rozróżnianie tak wielu zakresów w obszarze niskich częstotliwości stało się kłopotliwe i wielu badaczy używa obecnie w publikacjach pojęcia zakresu ELF (częstotliwości ekstremalnie niskie), mając na myśli częstotliwości leżące w zakresie 3...3000 Hz, a wszystko co jest poniżej 3 Hz określając mianem ULF (ultra niskie częstotliwości). Zakresy leżące wyżej pozostawia się bez zmian.

## 3. Monitory jako źródło pól elektromagnetycznych

Monitory ekranowe służą do prezentacji informacji w postaci graficznej lub tekstowej oraz kontroli wzrokowej informacji wprowadzanych przez użytkownika w czasie pracy z komputerem lub innym urządzeniem. Dotychczas najczęściej spotykane były monitory z lampą kineskopową (CRT – *cathode ray tube*) – kolorowe lub monochromatyczne.

Ostatnio następuje jednak gwałtowne rozszerzenie zakresu stosowania monitorów z ekranami ciekłokrystalicznymi (LCD – *liquid crystal display*), eksploatowanych zarówno z komputerami przenośnymi, jak i stacjonarnymi. W miarę dalszego doskonalenia ich parametrów optycznych oraz obniżania kosztów produkcji, zastąpią one zapewne monitory CRT, ponieważ zajmują znacznie mniej miejsca w przestrzeni stanowiska pracy [2]. Przedmiotem badań pozostaną zatem monitory ciekłokrystaliczne będące na wyposażeniu komputerów stacjonarnych oraz przenośnych typu „laptop”. Monitory z ekranami ciekłokrystalicznymi wytwa-

rzają elektromagnetyczne pola niesinusoidalne, z dominującą składową elektryczną, ze względu na mniejszy pobór prądu oraz napięciowe sterowanie półprzewodnikowych elementów układów zasilających. Znaczące są pola o częstotliwości pracy zasilaczy impulsowych, z nałożonymi oscylacjami tłumionymi obwodów RLC, które pełnią rolę filtrów wygładzających tętnienia napięcia rys. 1.



Rys. 1. Kształt pola elektrycznego uzyskany na oscyloskopie Tektronix TDS 210, wyposażonego w antenę ramową, w punkcie pomiarowym zgodnie z procedurą TCO [3, 4]

#### 4. Kryteria oceny emisyjności monitorów

Najbardziej rozpowszechnione kryteria oceny parametrów technicznych sprzętu komputerowego, w tym monitorów CRT i LCD, zostały opracowane przez Szwedzką Konfederację Pracowników – TCO [3, 4] lub Szwedzką Radę Miernictwa i Testów – MPR [5].

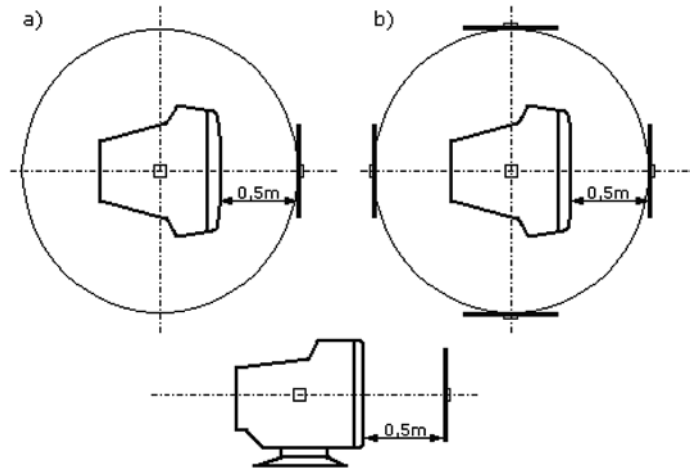
Wymagania ustalone przez TCO odnośnie pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez monitory mają na celu zmniejszenie tych pól do poziomu technicznie możliwego do osiągnięcia, tak aby nie wprowadzać do środowiska pracy niepotrzebnych czynników. Wymagania te nie mają charakteru dopuszczalnej wartości w stosunku do ekspozycji.

Spełnienie wszystkich wymagań dotyczących wielu parametrów technicznych monitora, w tym odnośnie maksymalnych wartości pól elektrycznych i magnetycznych występujących w otoczeniu monitora, upoważnia producenta do oznakowania go odpowiednim symbolem. Oznaczenie monitora symbolem TCO'95; TCO'99 lub MPR jest równocześnie potwierdzeniem, że w jego otoczeniu, w tym również na stanowisku pracy operatora, występują jedynie pola elektromagnetyczne o znacznie mniejszych natężeniach niż dopuszczalne w odniesieniu do ekspozycji ludzi [6, 7].

#### 5. Sposoby pomiaru ekspozycji człowieka na PEM przy pracy z monitorem

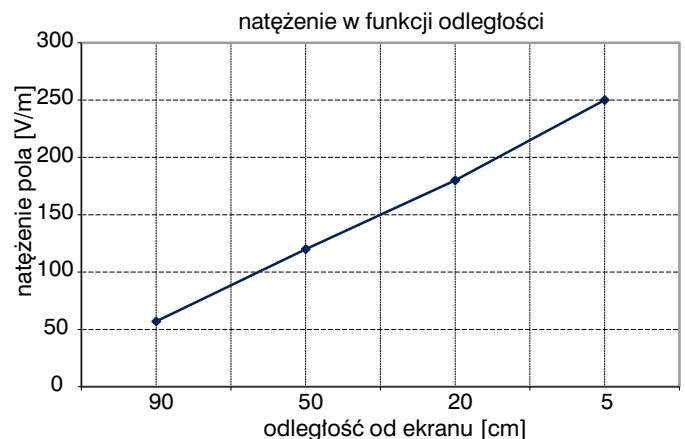
Wymagania TCO i MPR precyzują ściśle warunki wykonania pomiarów. Lokalizację punktów, w których należy wykonać pomiary pól elektrycznych i magnetycznych w celu sprawdzenia wymagań TCO pokazano na przykładzie monitora CRT (rys. 2.). Procedura pomiarowa w odniesieniu do monitorów LCD jest identyczna [7].

Sprawdzenie wartości natężenia pola elektrycznego wokół danego typu monitora wymaga stosowania szerokopasmowych



Rys. 2. Lokalizacja punktów pomiarowych wg procedury określonej przez TCO, w czasie pomiarów zmiennego pola elektrycznego w pasmach częstotliwości: a) 5 Hz ÷ 2 kHz; b) 2 kHz ÷ 400 kHz [6, 7]

mierników wartości skutecznej, o dwóch oddzielnych pasmach częstotliwości ELF i VLF. Do zbadania wartości pola elektrycznego wykorzystano miernik SPECTRAN firmy AARONIA [8] spełniający powyższe wymagania. Zależność natężenia pola elektrycznego od odległości od ekranu pomierzona dla typowego 15" monitora LCD przedstawia rys. 3.

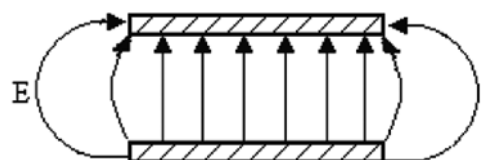


Rys. 3. Zależność natężenia pola elektrycznego od odległości od ekranu monitora LCD, wyznaczonego zgodnie z zaleceniami TCO

#### 6. Stanowisko do ekspozycji materiału płytkowego na wpływ pola elektrycznego

W zakresie niskich częstotliwości konieczne jest niezależne rozpatrywanie składowej elektrycznej i magnetycznej PEM [7]. Pola magnetyczne wytwarza się zwykle wewnątrz cewek w różnych konfiguracjach, natomiast typowym źródłem pola elektrycznego są kondensatory płaskie.

W kondensatorze płaskim (rys. 4) natężenie pola elektrycznego w środku przestrzeni między nieskończenie rozległymi okładkami opisane jest prostą zależnością (2):



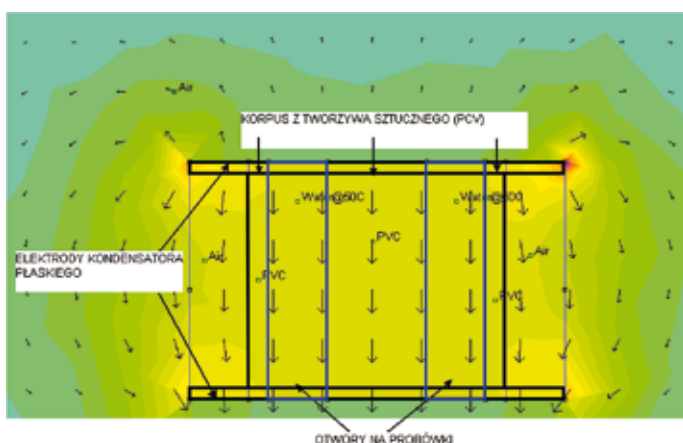
Rys. 4. Teoretyczny rozkład pola elektrycznego w kondensatorze płaskim [1]

$$E_{KONDENSATORA} = \frac{U}{d} \text{ [V/m]} \quad (2)$$

gdzie:

$U$  – napięcie przyłożone go okładek,  
 $d$  – odległość między okładkami.

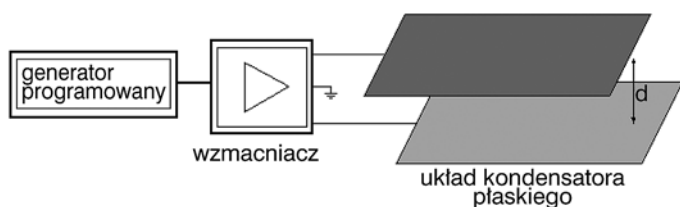
W przypadku rzeczywistego kondensatora, w pobliżu krawędzi występują deformacje rozkładu pola. Na rys. 5. przedstawiono przebiegi i wyniki symulacji komputerowej rozkładu pola elektrycznego w głowicy pomiarowej stanowiska.



Rys. 5. Deformacja rozkładu PEM na krawędziach kondensatora płaskiego w zastosowanym stanowisku pomiarowym (wynik symulacji metodą FEM)

Układy z kondensatorami płaskimi stosować można do częstotliwości kilkuset kHz.

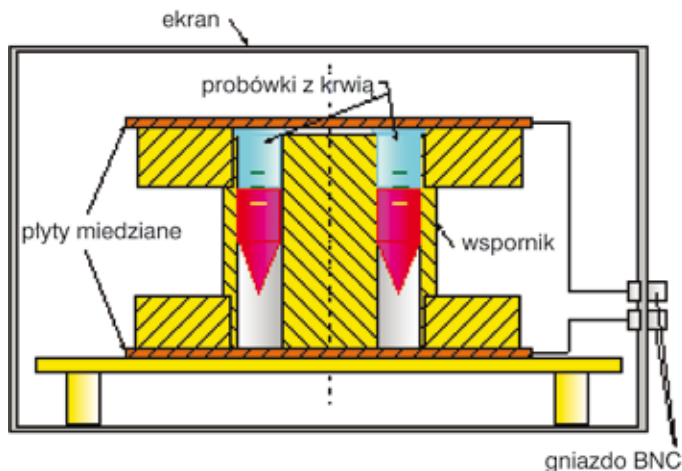
W wykonanym stanowisku źródłem sygnału odwzorującego kształt pola generowanego przez monitor LCD jest generator programowalny Hameg 8010, którego sygnał jest wzmacniany przez wzmacniacz pomiarowy W-320, a źródłem pola elektrycznego jest układ kondensatora płaskiego. Rozmiary elektrod i odległość między nimi jest tak dobrana, aby możliwe było odtworzenie kształtu oraz wartości skutecznej natężenia pola magnetycznego w funkcji odległości pomierzonego za pomocą miernika SPRCTAN.



Rys. 6. Układ ekspozycyjny pola elektrycznego z kondensatorem płaskim

W stanowisku laboratoryjnym źródłem pola elektromagnetycznego był kondensator płaski utworzony przez dwie koliste płyty miedziane umieszczone nad i pod wspornikiem z tworzywa sztucznego, w którym znajdowały się otwory przelotowe do umieszczenia 8 polietylenowych probówek zawierających materiał badawczy [8]. Symetryczne rozmieszczenie probówek na obwodzie okręgu o średnicy mniejszej niż płyty kondensatora zapewniało jednorodny charakter składowej elektrycznej. Celem eliminacji wpływu środowiska zewnętrznego stanowisko pomiarowe zostało umieszczone w odpowiednim ekranie, co przedstawia rysunek 7. Płyty kondensatora, pomiędzy którymi umieszczono probówki z materiałem badawczym, zasilano za pośrednictwem wzmacniacza separującego, do wejścia którego dołączono generator sygnałów arbitralnych typu 8010 firmy HAMEG, wytwarzający sygnał napięciowy o przebiegu zgodnym

z przebiegiem składowej elektrycznej pola (rys. 1.) emitowanego przez monitor LCD.



Rys. 7. Stanowisko laboratoryjne [8]

## 7. Materiał, metoda i wyniki badań

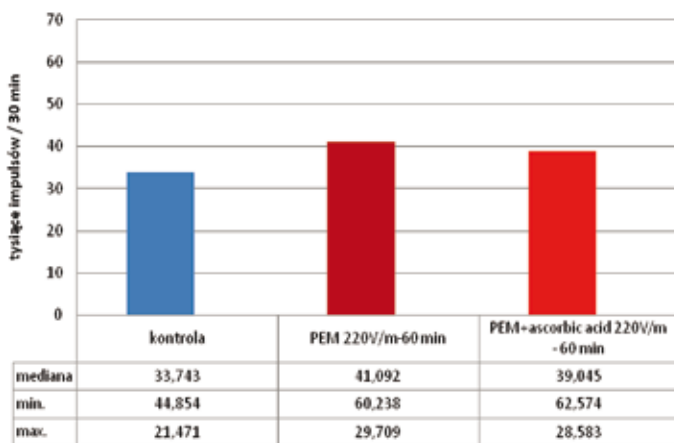
Przeprowadzenie badań, których celem jest określenie wpływu pola elektromagnetycznego na organizm człowieka, w praktyce jest bardzo trudne. Z tego względu jako przedmiot eksperymentu wybrano układ krążenia, a w szczególności krwinki płytkowe. Krwinki te, jako element morfotyczny krwi, biorą czynny udział w procesach homeostazy organizmu człowieka, a pole elektromagnetyczne wpływa na ich aktywność metaboliczną. Skutkiem działania pola jest zachwianie równowagi biologicznej, która istnieje pomiędzy powstawaniem wolnych rodników a ich unieszkodliwianiem. Materiał do badań stanowiła zawiesina ludzkich krwinek płytkowych o stężeniu  $1 \times 10^9$  na  $\text{cm}^3$ . Preparat uzyskiwano z Wojewódzkiego Centrum Krwiodawstwa i Krwiolęcznictwa w Łodzi, od honorowych, zdrowych dawców krwi.

Przy zachowaniu stałych warunków otoczenia materiał badawczy poddawany był działaniu pola elektromagnetycznego o natężeniu składowej elektrycznej 220 V/m i 150 V/m (co odpowiada odległości 15 i 30 cm od ekranu monitora) przez 60 minut.

Kwas askorbinowy, odpowiadający dawce 200 mg przyjmowanej doustnie (w przeliczeniu na 70 kg masy ciała), dodawany był do preparatu krwinkowego przed ekspozycją na PEM [8].

Przed i po ekspozycji na zadane pole elektromagnetyczne dokonywano pomiaru generacji wolnych rodników metodą chemiluminescencji. Wykorzystano luminometr typu Lumicom firmy HAMILTON współpracujący z komputerem IBM PC. Pomiaru dokonywano jednocześnie, sekwencyjnie dla 6 próbek przez 30 minut. Uzyskane wartości porównywano z grupą kontrolną nie poddawaną działaniu PEM i kwasu askorbinowego. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej. Ponieważ rozkład cech nie był zgodny z rozkładem normalnym, zastosowano testy nieparametryczne. Zastosowano test U. Manna – Whitneya oraz Anova rang Kruskala – Wallisa. Za istotne statystycznie przyjęto zmiany na poziomie  $p < 0,05$ .

Zastosowanie kwasu askorbinowego spowodowało obniżenie poziomu generacji wolnych rodników w krwinkach płytkowych ekspozycyjnych na PEM. Przy natężeniu pola 220 V/m wartość generacji wolnych rodników wynosiła  $m_e = 39,045$ , a przy natężeniu 150 V/m  $m_e = 38,762$  (rys. 8.). Jednak w obu przypadkach nie były to wartości znamienne statystycznie w porównaniu do grup tylko ekspozycyjnych na promieniowanie elektromagnetyczne [8].



Rys. 8. Zmiany generacji wolnych rodników w krwinkach płytkowych poddanych ekspozycji promieniowania elektromagnetycznego o wartości składowej elektrycznej 220 V/m z zastosowaniem i bez kwasu askorbinowego ( $n=56$  w każdej grupie)

## 8. Podsumowanie

W badaniu *in vitro* zaobserwowano wzrost generacji wolnych rodników w krwinkach płytkowych po ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne wytwarzane przez monitory ekranowe. Wartości te wzrastały istotnie w stosunku do grupy kontrolnej. Zmiany na poziomie komórkowym, zachodzące pod wpływem pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD, świadczą o zachwianiu równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w organizmie człowieka.

Z przeprowadzonych badań *in vitro* wynika, że stosowanie profilaktycznych dawek kwasu askorbinowego, odpowiadających ilości 200 mg, podczas pracy z monitorami LCD nie jest wystarczającą ochroną przed negatywnym działaniem PEM, które przejawia się zwiększoną generacją wolnych rodników tlenowych w krwinkach płytkowych. W związku z tym uzasadnione wydaje się prowadzenie dalszych badań w tym kierunku, celem znalezienia odpowiednich działań profilaktycznych podczas pracy z omawianym rodzajem promieniowania elektromagnetycznego,

jak i stworzenie jednoznacznych przepisów ograniczających ekspozycję na ten czynnik środowiskowy.

## 9. Bibliografia

- [http://milf.fizyka.pw.edu.pl/tom3\\_pdf.pdf](http://milf.fizyka.pw.edu.pl/tom3_pdf.pdf)
- Gryz K., Karpowicz J., *Źródła pól elektromagnetycznych – monitory ekranowe*, Bezpieczeństwo Pracy, nr 4 (369) kwiecień 2002.
- TCO'99 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. *Requirements and test methods for environmental labeling of displays (CRTA)*; Report No. 2. *Requirements and test methods for environmental labeling of display (flat)*, Stockholm, 20.07.1998.
- TCO'95 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. *Third Edition, Requirements for environmental labeling of personal computers*, Stockholm, 5.03.1996; Report No. 2. *Third Edition, Test methods for environmental labeling of personal computers*, Stockholm, 22.05.1996
- MPR National Board for Measurement and Testing, Sweden. Report MPR 1990:8, Test methods for Visual Display Units 1990.12.10, MPR 1990:10, Users Handbook for Evaluating Visual Display Units, 1990.12.31
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. nr 4, poz. 36.
- <http://archiwum.ciop.pl/5874>.
- Henrykowska G., Lewicka M., Dziedziczak-Buczyńska M., Pacholski K., Szczęsny A., Buczyński A., *Wpływ kwasu askorbinowego na generację wolnych rodników podczas ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne eksponowane przez monitory LCD*.

**dr n. med. Gabriela Henrykowska**  
Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
Zakład Epidemiologii i Zdrowia Publicznego

**dr inż. Artur Szczęsny**  
Politechnika Łódzka  
Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej



Zygmunt Kuśmierk, Zenon Plichczewski

## Wspomnienie o Profesorze Witoldzie Iwaszkiewicz

Profesor Witold Iwaszkiewicz urodził się 13 grudnia 1903 r. w Mikołajówce, pow. Traszca, woj. kijowski.

Uczęszczał do polskiego gimnazjum w Kijowie, a od 1920 r., po przeprowadzeniu się z rodziną do Warszawy, do gimnazjum humanistycznego im. A. Mickiewicza w Warszawie, gdzie uzyskał maturę w roku 1922.

Studia odbywał na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. Już w czasie studiów przejawiał wyjątkowe zdolności organizatorskie i dydaktyczne. Kandydaci na studia politechniczne w latach 1923–1939 znali prof. Iwaszkiewicza jako świetnego wykładowcę z zakresu matematyki na kursie przygotowującym do egzaminów wstępnych na Politechnikę Warszawską. W latach 1927–1939 prof. Iwaszkiewicz był kierownikiem naukowym i technicznym kursu przygotowawczego dla ok. 1000 słuchaczy.

Dyplom ukończenia studiów otrzymał na początku 1933 r. W latach 1927–1930 pracował jako zastępca asystenta, a od września 1933 r. do września 1939 na stanowisku starszego asystenta w Zakładzie Miernictwa Elektrycznego i Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej. Współpracował wówczas m.in. z Januszem Jakubowskim, Jerzym Skowrońskim, Kazimierzem Kolbińskim, Tadeuszem Schwarzem. W okresie okupacji nadal pracował w Zakładzie Miernictwa Elektrycznego PW, prowadził wykłady z miernictwa elektrycznego na Wydziale Elektrycznym (od kwietnia 1942 do sierpnia 1944 r.). Politechnika Warszawska kontynuowała wówczas swoją działalność pod nazwą Państwowa Wyższa Szkoła Techniczna w Warszawie. W tym trudnym okresie prowadził prace badawcze w pracowni liczników elektrycznych zorganizowanej przy Zakładzie Miernictwa Elektrycznego Politechniki Warszawskiej. W 1943 r. opracował skrypty z miernictwa elektrycznego, których pierwsza część była wydana w 1944 r. Przygotowane następane części uległy zniszczeniu w czasie Powstania Warszawskiego. Również przygotowany przez profesora maszynopis obszernego opracowania naukowego pt. „Wskaźniki równowagi w układach pomiarowych prądu stałego” tylko w części został zachowany do lat późniejszych.

Jeszcze nie zakończyły się działania wojenne, a przed prof. W. Iwaszkiewiczem stanęły nowe, trudne zadania. Po wyzwoleniu Łodzi, Zarząd Miejski w lutym 1945 r. wszczął starania o utworzenie wyższych uczelni w tym mieście. 8 kwietnia przybyli do Łodzi: delegat Ministerstwa Oświaty dla reaktywowania Politechniki Warszawskiej z kompetencjami rektora i Senatu tejże uczelni – inż. Władysław Kuczewski i prorektor Politechniki Warszawskiej – prof. dr Stefan Straszewicz oraz towarzyszący im starsi asystenci PW: inż. Witold Iwaszkiewicz i inż. Marian Mieszkowski. 8 maja 1945 r. przyjechał do Łodzi prof. dr Bogdan Stefanowski, i podjął prace nad zorganizowaniem Politechniki Łódzkiej. Pierwszym pracownikiem naukowym, który od początku współpracował na terenie Łodzi z prof. Stefanowskim był prof. W. Iwaszkiewicz. Politechnika Łódzka została utworzona 24 maja 1945 r., a prof. B. Stefanowski został pierwszym rektorem PŁ.

Prof. W. Iwaszkiewicz rozpoczął pracę w Politechnice Łódzkiej na stanowisku zastępcy profesora, a w lipcu 1946 r. otrzymał nominację na profesora nadzwyczajnego z rąk przewodniczącego Krajowej Rady Narodowej, Bolesława Bieruta. Pierwszy zespół samodzielnych pracowników naukowych na Wydziale Elektrycznym PŁ liczył 8 osób. Oprócz prof. Iwaszkiewicza zespół ten stanowili: Jan Buchholz, Bolesław Dubicki, Janusz Groszkowski, Eugeniusz Jezierski, Stanisław Kończykowski, Bolesław Konorski, Andrzej Sołtan. Gdy prof. Iwaszkiewicz odchodził na emeryturę w 1974 r., Rada Wydziału Elektrycznego liczyła już 35 profesorów i docentów.

Pierwsze posiedzenie Rady Wydziału Elektrycznego PŁ odbyło się 26 czerwca 1945 r. Na dziekana Wydziału został wybrany prof. dr J. Groszkowski, a na prodziekana prof. S. Kończykowski. Sekretarzem Rady Wydziału wybrano prof. W. Iwaszkiewicza. Na posiedzeniu pierwszej Rady Wydziału ustalono strukturę organizacyjną Wydziału Elektrycznego, zadania zatwierdzonych



*Senat Politechniki Łódzkiej (1952 r.)*

katedr i obsadę kadrową poszczególnych trzynastu katedr oraz dziesięciu zakładów działających przy katedrach.

W skład pierwszego Senatu PŁ, poza rektorem jako przewodniczącym, weszli: prorektor prof. dr Osman Achmatowicz, dziekani: prof. Bolesław Tołłoczko, prof. dr Janusz Groszkowski, prof. dr Alicja Dorabalska, delegaci Rad Wydziałowych: prof. dr Wacław Moszyński, prof. Witold Iwaszkiewicz, prof. Edmund Trepka.

W listopadzie 1945 r. funkcje dziekana przejął prof. S. Kończykowski, a prodziekana prof. W. Iwaszkiewicz. Po przeniesieniu się prof. S. Kończykowskiego do Politechniki Warszawskiej, kierownictwo Wydziału przejął w 1948 r. prof. Iwaszkiewicz, jako trzeci z kolei dziekan. W okresie 4-letniej kadencji dziekańskiej Profesora zostały przeprowadzone podstawowe zmiany zarówno kierunków, jak i organizacji nauczania, powołano nowe katedry i zakłady, opracowano nowe programy dla studiów inżynierskich i magisterskich, przeprowadzono pierwsze doktoraty na Wydziale, zainicjowano plany rozwoju młodej kadry naukowej oraz pierwsze prace przy projektowaniu Pawilonu Elektrotechniki. W czasie kadencji dziekańskiej prof. W. Iwaszkiewicza opracowano nowe programy studiów i siatki godzin dla studiów stopnia inżynierskiego i magisterskiego oraz nowe regulaminy i wytyczne dla dyscypliny studiów.

Dzięki energicznemu kierownictwu Profesora Wydział Elektryczny PŁ zajmował jedno z pierwszych miejsc wśród wydziałów Politechniki Łódzkiej. Stosowane przez prof. W. Iwaszkiewicza metody pracy koncepcyjnej i organizacyjnej były często wzorem dla innych politechnik. Profesorowi W. Iwaszkiewiczowi Wydział Elektryczny zawdzięcza doskonałą organizację Wydziału i osiąganie wysokiego poziomu kształcenia inżynierów elektryków.

Od początku utworzenia uczelni i Wydziału Elektrycznego istnieje Katedra Miernictwa Elektrycznego, której organizatorem

i kierownikiem był prof. Iwaszkiewicz, aż do chwili wprowadzenia nowej struktury organizacyjnej w 1969 r., kiedy Katedra weszła w skład Instytutu Podstaw Elektrotechniki jako zespół naukowo-dydaktyczny metrologii elektrycznej i elektronicznej. Prof. W. Iwaszkiewicz stworzył, kosztem wielkich wysiłków, w najtrudniejszych powojennych warunkach, wzorowe laboratorium miernictwa elektrycznego, wyposażone w niezbędną liczbę przyrządów i urządzeń pomiarowych. Umożliwiło to prowadzenie zajęć dydaktycznych i prac naukowych od pierwszych lat funkcjonowania Katedry.

Życiową pasją prof. W. Iwaszkiewicza było nauczanie, stąd przywiązywał szczególną uwagę do wysokiego poziomu prowadzenia zajęć dydaktycznych: wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych z miernictwa elektrycznego. Systematycznie odbywały się specjalne zebrania Katedry poświęcone sprawom modernizacji ćwiczeń laboratoryjnych, opracowania sprawozdań z ćwiczeń, wprowadzenia nowych pomocy dydaktycznych na wykładach, efektywnego prowadzenia zajęć eksperymentalnych i egzekwowania wiadomości z tej trudnej, a niezbędnej wszystkim elektrykom dyscypliny, jaką jest miernictwo elektryczne.



Prof. W. Iwaszkiewicz ze współpracownikami (1962 r.)

Prof. W. Iwaszkiewicz napisał wiele skryptów z dziedziny miernictwa elektrycznego dla studentów Wydziału Elektrycznego, m.in. „Ćwiczenia laboratoryjne” (1946), „Laboratorium Podstaw Elektrotechniki” (1948), „Laboratorium Miernictwa Elektrycznego” (1949, 1950 oraz poprawione wydanie w 1958 r.). Był również autorem różnego rodzaju pomocy dydaktycznych w postaci rysunków i schematów przyrządów i urządzeń pomiarowych, które udostępniał studentom bezpośrednio na wykładach. Był zainteresowany nowymi rozwiązaniami aparatury pomiarowej zarówno w kraju, jak i za granicą i czynił skuteczne starania o zdobycie takiej aparatury dla Katedry.

Poza działalnością na uczelni prof. W. Iwaszkiewicz aktywnie uczestniczył w pracach Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Do 1947 r. działał w Komisji Szkolenia oraz Komisji Wydawniczej SEP. Od 1948 r. był członkiem komitetu redakcyjnego, a także współautorem wydawanego przez SEP „Kalendarzyka Elektrotechnicznego” (pod redakcją prof. B. Konorskiego), a następnie „Poradnika Inżyniera Elektryka”.

W roku 1952/53 był prorektorem ds. nauczania Politechniki Łódzkiej. Jednak ciężka choroba – zawał serca – uniemożliwiła Mu na pewien czas kontynuowanie ambitnych zamierzeń. Po powrocie do zdrowia ze zdwojona energią i oddaniem przystąpił do dalszej działalności naukowo-badawczej. Systematycznie troszczył się o poszerzenie bazy lokalowej, aparaturowej, zwiększanie księgozbioru biblioteki Katedry Miernictwa Elektrycznego. Był promotorem czterech prac doktorskich oraz recenzentem

kilkunastu. Sprawował opiekę naukową i recenzował trzy rozprawy habilitacyjne. Prowadził, oprócz wykładów, seminarium dyplomowe z miernictwa elektrycznego, opiekował się 47 pracami dyplomowymi. Przez kilkanaście lat przewodniczył Komisji Dydaktyczno-Programowej Wydziału Elektrycznego. Nawet po przejściu na emeryturę w 1974 r. nadal prowadził seminarium dyplomowe i brał aktywny udział w różnych komisjach dziekańskich i rektorskich. Opiekował się pracami dyplomowymi studentów z Politechniki Lubelskiej, którzy przybywali do niego na konsultacje. Bardzo starannie i wnikliwie opracowywał i opiniował normy i przepisy z dziedziny miernictwa elektrycznego i magnetycznego. Pracował również nad następnymi wydaniem skryptów z laboratorium miernictwa elektrycznego. W 1978 r. został wydany skrypt Profesora pt. „Pomiary elektryczne”. Pod przewodnictwem prof. W. Iwaszkiewicza zespół ds. terminologii, symboli i oznaczeń opracował w 1974 r. materiał normalizacyjny „Oznaczenia stosowane w elektryce”, zalecany do stosowania w zakresie podstawowych dyscyplin z dziedziny elektryki.

Prof. W. Iwaszkiewicz był wychowawcą licznej kadry elektryków zajmujących eksponowane stanowiska w przemyśle i nauce polskiej. Za zasługi w pracy dydaktyczno-wychowawczej, naukowej i organizacyjnej był wyróżniony wieloma odznaczeniami państwowymi: Złotym Krzyżem Zasługi i Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski.

Prof. Witolda Iwaszkiewicza cechowała wyjątkowa skrupulatność, wręcz pedantyczność, w działalności naukowo-dydaktycznej i organizacyjnej. Stawiał sobie i współpracownikom bardzo wysokie wymagania. Miał wyjątkową umiejętność realistycznej oceny rozmaitych trudnych sytuacji oraz rzeczowej argumentacji i przemyślanego postępowania.



Prof. W. Iwaszkiewicz z żoną

Był człowiekiem o nieugiętych, twardych zasadach, które nie zawsze przysparzały Mu przyjaciół. Jednak przy bliższym poznaniu prof. Iwaszkiewicza okazywało się, że ten twardy, zamknięty w sobie człowiek, był wielką indywidualnością, a jednocześnie był subtelnym i wrażliwym. Pasjonował się pięknymi koźmi, rasowymi psami, kochał kwiaty, w wolnych chwilach pisał wiersze.

Prof. Witold Iwaszkiewicz zmarł w 1982 r., pochowany został na Cmentarzu Powązkowskim w Warszawie.

Artur Szczęsny, Zygmunt Kuśmierk, Zenon Plichczewski

## Historia Katedry Miernictwa Elektrycznego



Katedra Miernictwa Elektrycznego Politechniki Łódzkiej  
1945–1970



### Katedra Miernictwa Elektrycznego 1945–1971 Zakład Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej 1971–2010 Politechniki Łódzkiej

W maju 1945 roku powstała, na mocy Dekretu Prezydenta Krajowej Rady Narodowej Bolesława Bieruta, Politechnika Łódzka.



Fot. 1. Dekret o powołaniu Politechniki Łódzkiej

Dnia 25 października w uroczystej inauguracji pierwszego roku akademickiego Politechniki Łódzkiej, Wydział Elektryczny reprezentowali profesorowie:

**Jan Buchholtz,  
Bolesław Dubicki,  
Janusz Groszkowski,  
Witold Iwaszkiewicz,  
Eugeniusz Jezierski,  
Stanisław Kończykowski,  
Bolesław Konorski,  
Andrzej Sołtan.**

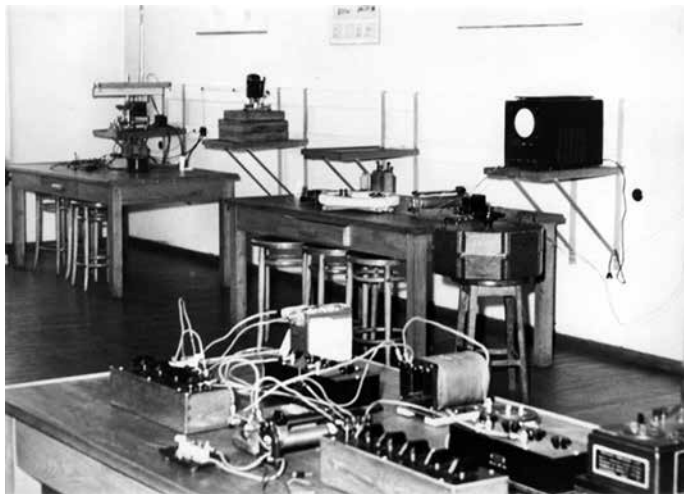
Profesor Witold Iwaszkiewicz był jednym z bliskich współpracowników prof. dr. Bohdana Stefanowskiego, organizatora Politechniki Łódzkiej i jej pierwszego rektora. Był też jednym z organizatorów Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej. Przed przybyciem do Łodzi pracował na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej, w Katedrze Miernictwa Elektrycznego, u prof. K. Drewnowskiego. W Politechnice Łódzkiej zorganizował od podstaw Katedrę Miernictwa Elektrycznego. W najtrudniejszych powojennych warunkach wymagało to wielkiego wysiłku, ponieważ własne lokum Politechnika Łódzka, a co za tym idzie i **Katedra Miernictwa**, otrzymała rok po uroczystej inauguracji, czyli w 1946 r.



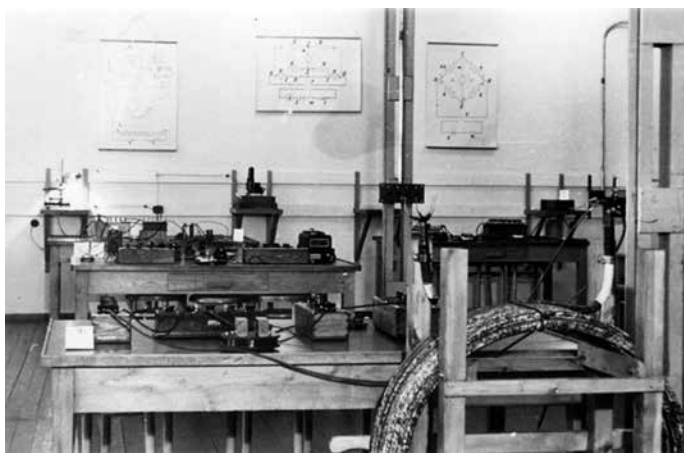
Fot. 2. Budynek przy ulicy Gdańskiej 155, w którym na II piętrze mieściła się Katedra Miernictwa Elektrycznego

Dzięki poświęceniu i pracy zaczynającej się dostownie od fundamentów, profesor Witold Iwaszkiewicz stworzył wzorowe laboratorium pomiarowe, wyposażone w dostateczną liczbę przyrządów pomiarowych.

Profesor Iwaszkiewicz osobiście zdobywał aparaturę pomiarową, dokonując zakupu w różnych miejscach, bądź starając się



Fot. 3. Wnętrze Laboratorium Miernictwa Elektrycznego przy ulicy Gdańskiej 155. W tle galwanometr strunowy, a na pierwszym planie pomiary techniczne R.L.C.



Fot. 4. Wnętrze laboratorium Miernictwa Elektrycznego przy ulicy Gdańskiej 155. Na pierwszym planie stanowisko do pomiaru kabli energetycznych

o jej przydział z zakładów pozostawionych przez wycofujących się Niemców. Duży wkład pracy w organizację i rozwój Katedry wnieśli: długoletni adiunkt mgr inż. Z. Pomykalski, który zorganizował i uruchomił Laboratorium Elektrotechniki Samochodowej, adiunkt mgr inż. K. Majdiuk – wyróżnił się w pracy dydaktycznej, opracowując nowe tematy ćwiczeń laboratoryjnych na stopniu magisterskim, adiunkt mgr inż. K. Majdiuk oraz starsi asystenci mgr inż. W. Winiarski i mgr inż. W. Siwiński, którzy brali czynny udział w samodzielnym wykonywaniu prac naukowo-badawczych i użytkowych dla szeregu instytucji i zakładów przemysłowych, adiunkt mgr inż. J. Rachwalski, który brał udział w organizowaniu Laboratorium Przekładnikowego dla studentów specjalizujących się w przyrządach rozdzielczych. W roku 1946/47 nastąpiło rekrutowanie kadry pracowników naukowo-dydaktycznych. Zostali w tym okresie, a także i później, zatrudnieni następujący pracownicy:

1. **Bernas Stefan** – po dwóch latach przeszedł do Politechniki Warszawskiej, Instytut Elektroenergetyki, później profesor w tym instytucji;
2. **Jabłoński Michał** – po paru latach przeniósł się do Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów PŁ, później profesor w tym instytucji;
3. **Dymitrowski Piotr**;
4. **Pevezczako Stanisław**;
5. **Pietrzak Feliks** – po paru latach zatrudnił się w Katedrze Elektroenergetyki PŁ;

6. **Siwiński Wiktor** – również pracownik Instytutu Włókiennictwa w Łodzi;
7. **Winiarski Wojciech** – również pracownik Instytutu Włókiennictwa w Łodzi;
8. **Pomykalski Zdzisław** – od 1949/50 roku na stanowisku adiunkta, później profesora. Po siedmiu latach pracy w Katedrze Miernictwa Elektrycznego przeszedł do Katedry Elektrotechniki Ogólnej PŁ i w roku 1970 wrócił do Zespołu Metrologii i Elektrotechniki Samochodowej w strukturze Instytutu Podstaw Elektrotechniki PŁ;



Fot. 5. Pracownicy Katedry Miernictwa Elektrycznego z roku 1953. W pierwszym rzędzie siedzą: K. Majdiuk, J. Rachwalski, W. Iwaszkiewicz, Z. Pomykalski, W. Siwiński. W drugim rzędzie stoją: A. Rosicki, W. Krollop, Z. Dmochowski, L. Adamkiewicz

9. **Czaniawski Marian**;
10. **Kowalski Zbigniew** – po pewnym okresie czasu przeniósł się do Katedry Elektroenergetyki PŁ, profesor;
11. **Jędrzejewski Jerzy**;
12. **Rajszewicz Czesław**;
13. **Mąkowska Halina** – od 1949/50 r.;
14. **Stysiak Zygmunt** – od 1949/50 r.;
15. **Lorentz Stanisław** – od 1949/50 r.;
16. **Machowczyk Jerzy** – od 1950/51 r.;
17. **Kozłowski Maciej** – po kilku latach pracy przeszedł do Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów PŁ, a następnie do Instytutu Elektrotechniki przy Fabryce Transformatorów „Elta” w Łodzi, profesor;



Fot. 6. Gratulacje dr. K. Majdiukowi składa prof. Eugeniusz Jezierski (dalsze zdjęcia z pierwszej publicznej dyskusji nad rozprawą doktorską w Katedrze Miernictwa Elektrycznego znajdują się w załączonym na końcu opracowania albumie fotograficznym)



18. **Majdiuk Kazimierz** – od 1957/58 r. adiunkt w Katedrze Miernictwa Elektrycznego, a następnie przeniósł się do Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Lublinie, od 1970 roku – docent, kierował Katedrą Miernictwa Elektrycznego Politechniki Lubelskiej. W 1964 r. jako pierwszy doktoryzował się w Katedrze Miernictwa Elektrycznego. Dr inż. K. Majdiuk był także pierwszym wypromowanym przez profesora W. Iwaszkiewicza doktorem;
19. **Rachwański Janusz** – później przeniósł się do Instytutu Energetyki, gdzie pracuje na stanowisku docenta;
20. **Witczak Zygmunt** – po kilku latach pracy w Katedrze Miernictwa przeniósł się do Elektromontażu, gdzie sprawował funkcję dyrektora.

W następnych latach dokonywane były liczne zmiany w zatrudnieniu nauczycieli akademickich w Katedrze Miernictwa Elektrycznego PŁ. Profesor Witold Iwaszkiewicz dokonując znacznej rotacji kadry naukowo-dydaktycznej w Katedrze zakładał, że zdobędą oni odpowiednio „oszlifowane” zdolności, tak aby po przejściu do różnych ośrodków badawczych i akademickich, byli bardziej wartościowymi pracownikami.

Lata 1952–1962 dotyczyły następujących pracowników:

21. **Pill Janusz**;
22. **Adamkiewicz Lech**;
23. **Dąbrowski Mirosław** – po paru latach pracy przeniósł się do Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów PŁ, a następnie do Politechniki Poznańskiej, profesor;
24. **Dmochowski Zbigniew** – po kilku latach pracy przeszedł do pracy w Politechnice Białostockiej, następnie w Instytucie Elektrotechniki w Międzyzlesiu – profesor;
25. **Krollop Włodzimierz** – po kilku latach pracy przeniósł się do Instytutu Papiernictwa, a następnie do Politechniki Radomskiej i Politechniki Lubelskiej, profesor;
26. **Rosicki Andrzej** – po paru latach przeszedł do pracy w Fabryce Transformatorów „Elta”, a następnie do Instytutu Elektrotechniki;
27. **Cybulski Michał**;
28. **Kuśmierk Zygmunt** – od 1958/59 r. , po doktoracie i habilitacji, jako docent i następnie profesor, kierownik Zakładu Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej, a w latach 2002–2007 dyrektor Instytutu Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa;
29. **Rydlawicz Romualda** – po kilku latach pracy w Katedrze przeniosła się do Katedry Maszyn Elektrycznych i Transformatorów PŁ;
30. **Urbański Tadeusz**;
31. **Maliszewski Andrzej** – po kilku latach pracy w Katedrze przeszedł do pracy w Instytucie Elektrotechniki przy „Elcie”;
32. **Lasocki Wiesław** – po kilku latach pracy w Katedrze Miernictwa Elektrycznego i Katedrze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów PŁ przeszedł do pracy w Politechnice Lubelskiej, docent;
33. **Plichczewski Zenon** – od roku 1963/64 do przejścia na emeryturę w roku 2003;
34. **Kamionka Henryk** – od 1964/65 r.;
35. **Wojtysiak Jan** – od 1965/66, po paru latach przeniósł się do Centralnego Laboratorium Przemysłu Włókienniczego w Łodzi, dr hab. inż.;
36. **Dąbrowski Zdzisław**;
37. **Kalus Bożenna** – od 1965/66 do przejścia na emeryturę w 2008 r.;
38. **Poszepczyński Andrzej** – po kilku latach pracy przeszedł do Zakładu Energetycznego w Łodzi, Laboratorium Licznikowe;

39. **Mosiewicz Jerzy** – od 1967/68 r.;
40. **Nowicki Radomir** – od 1968/69 r.;
41. **Witek Waclaw**;
42. **Kowalewicz Piotr**;
43. **Marks Zenobia**;
44. **Woźniakowska Ewa**.

Wymieniona grupa 43 pracowników Katedry Miernictwa Elektrycznego to pracownicy, którzy byli przyjmowani do pracy w Katedrze przez prof. W. Iwaszkiewicza. Należy w tym miejscu wspomnieć o długoletnim pracowniku technicznym Katedry, panu **Gustawie Pajorze**, który wiele pracy włożył w budowę różnych stanowisk pomiarowych w tworzącym się Laboratorium Miernictwa Elektrycznego. W Katedrze pracował aż do przejścia na emeryturę w 1995 r.



Fot. 7. Gustaw Pajor w warsztacie Katedry Miernictwa Elektrycznego, w budynku przy ul. Gdańskiej 155

W roku 1963 Katedra Miernictwa Elektrycznego została przeniesiona do budynku przy ul. Żeromskiego, róg Wróblewskiego (akwarium), który zajmowała do roku 1970, następnie zajęła pomieszczenia w nowo wybudowanym gmach Wydziału Elektrycznego PŁ przy ul. Gdańskiej (obecnie Stefanowskiego), róg Radwańskiej.

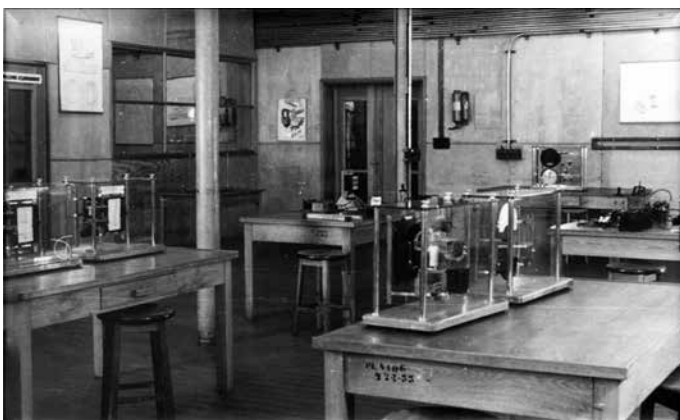


Fot. 8. „Stary budynek” (akwarium) przy ul. Wróblewskiego, w którym mieściła się Katedra Miernictwa Elektrycznego



Fot. 9. Budynek Wydziału Elektrycznego przy ul. B. Stefanowskiego, do którego została przeniesiona Katedra Miernictwa Elektrycznego w roku 1970

Działalność zarówno prof. W. Iwaszkiewicza, jak i pracowników Katedry skupiała się głównie na problematyce dydaktycznej. Profesor miał opinię jednego z najlepszych wykładowców na Wydziale, również organizacja zajęć laboratoryjnych z miernictwa elektrycznego mogła służyć jako wzorzec. W okresie tym zostały wydane skrypty do zajęć laboratoryjnych.



Fot. 10. Zdjęcie laboratorium Miernictwa Elektrycznego, ul. Gdańska 155

W roku 1970 nastąpiła zmiana struktury organizacyjnej Politechniki Łódzkiej. W miejsce katedr zostały powołane instytuty. Na Wydziale Elektrycznym PŁ został utworzony, między innymi,

Instytut Podstaw Elektrotechniki, w skład którego weszły: Katedra Podstaw Elektrotechniki, Katedra Miernictwa Elektrycznego i Katedra Elektrotechniki Ogólnej. Dyrektorem Instytutu został prof. **Walenty Starczakow**. W Instytucie utworzono Zespół Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej, którego kierownikiem został prof. **Zdzisław Pomykalski**.



Fot. 11. Profesor Pomykalski, kierownik Zespołu Miernictwa Elektrycznego i Elektrotechniki Samochodowej wraz z pracownikami



Fot. 12. Rada Instytutu Podstaw Elektrotechniki w składzie: M. Tadeusiewicz, S. Wojciechowski, J. Korczyński, P. Kowalewicz, R. Nowicz, F. Kostrubiec, J. Nowakowski, Z. Piotrowski, J. Leszczyński, E. Lachowicz, Z. Kuśmerek, Z. Pomykalski

W Zespole tym, który w okresie późniejszym został przemianowany na Zakład Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej, pracowali w różnym okresie czasu następujący pracownicy:

45. **Isalski Lesław**;
46. **Hetman Andrzej**;
47. **Walusiak Stanisław**;
48. **Pałczyński Jacek**;
49. **Korczyński Jerzy** – dr, obecnie w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych;
50. **Gołębiowski Jacek** – profesor, obecnie w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych;
51. **Rżanek Iwona** – obecnie w USA;
52. **Kulesza Włodzimierz** – obecnie profesor w Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Szwecja;
53. **Pacholski Krzysztof** – profesor;
54. **Derlecki Stanisław** – od 1980/1981 r. obecnie jako docent i kierownik Zespołu Metrologii Elektrycznej w Instytucie Systemów Inżynierii Elektrycznej;
55. **Pawłowski Paweł** – tylko 1 rok;
56. **Kowalski Jarosław** – od 1995/96 do 2010 r.;
57. **Ciesielski Grzegorz** – po habilitacji przeszedł do pracy w Katedrze Informatyki Stosowanej, obecnie wrócił do Instytutu Systemów Inżynierii Elektrycznej;
58. **Polińska Alicja**;
59. **Graczyk Adam**;
60. **Szczęśny Artur**;
61. **Gozdur Roman** – dr, obecnie w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych;
62. **Majocho Andrzej** – dr, obecnie w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych.



Fot. 14. Zakład Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej, rok 2007

2. Inteligentne przetworniki pomiarowe,
3. Systemy pomiarowe i diagnostyczne,
4. Innowacyjne techniki pomiarowe,
5. Modelowanie systemów pomiarowych,
6. Elektromedycyna – technika pomiarowa,

W działalności dydaktycznej należy podkreślić fakt zorganizowania i prowadzenia zajęć z „Pomiarów eksploatacyjnych instalacji i urządzeń elektrycznych”. Studenci po ukończeniu tego kursu mogą przystąpić do egzaminu SEP i otrzymać Świadectwo Kwalifikacyjne uprawniające do prac przy urządzeniach elektrycznych.

**Przeżyjmy to jeszcze raz,  
czyli Katedra Miernictwa w obiektywie:**



Fot. 13. Zakład Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej, rok 2001. Stoją od lewej: K. Pacholski, B. Średniak, J. Korczyński, J. Gołębiowski, R. Gozdur, S. Derlecki, Z. Plichczewski, L. Isalski, G. Ciesielski, C. Tetlak, A. Majocho, A. Hetman, P. Kowalewicz; siedzą: Z. Marks-Wojciechowska, Z. Kuśmierek, B. Kalus-Jęcek

W roku 2010 nastąpiła reorganizacja Instytutu, w którym powstały dwa zakłady: **Zakład Inżynierii Materiałowej i Systemów Pomiarowych** oraz **Zakład Układów i Systemów Nieliniowych**.

**Zakład Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej** znalazł się w Zakładzie Inżynierii Materiałowej i Systemów Pomiarowych. Kierownikiem Zespołu Systemów Pomiarowych w tym Zakładzie jest **doc. dr Stanisław Derlecki**.

Tematyka aktualnych badań naukowych prowadzonych w Zespole jest następująca:

1. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych,



Fot. 15. Budynki przy ul. Gdańskiej (dawna fabryka Rosenblatta), w których mieściła się Katedra Miernictwa Elektrycznego



Fot. 16. Budynek Wydziału Chemicznego i budynek administracyjno-gospodarczy przy dawnym basenie

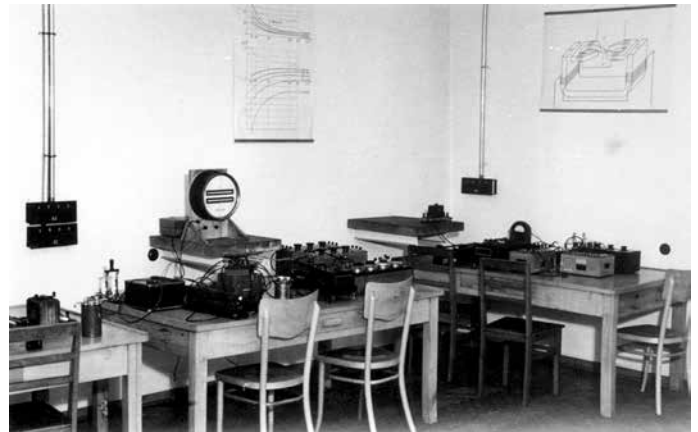


Fot. 17. Widok na Główny Budynek PŁ od strony ul. Gdańskiej

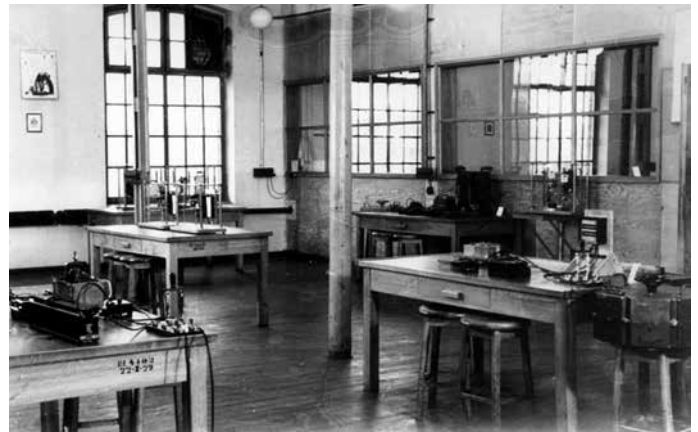


Fot. 18. Wejście do Głównego Budynku PŁ przy ul. Gdańskiej 155

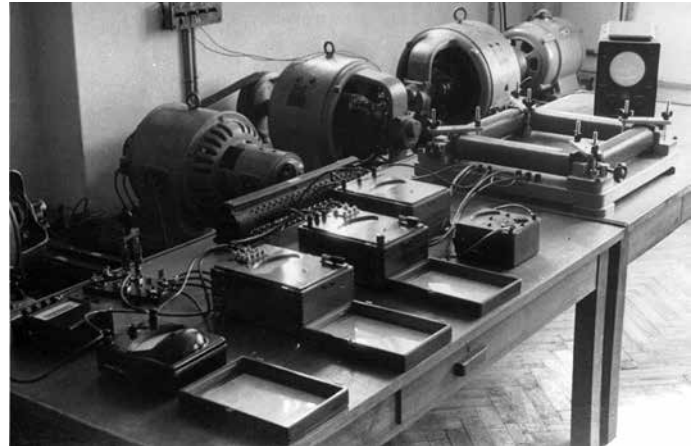
a)



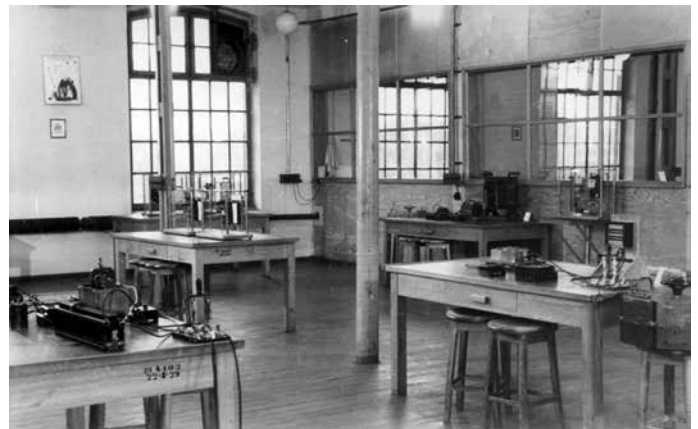
b)



c)



d)



Fot. 19. Sale laboratoryjne Miernictwa Elektrycznego w budynku przy ul. Gdańskiej 155



Fot. 20. Obchody XXV lecia Wydziału. Na zdjęciu rektor prof. M. Serwiński, prof. Z. Pomykański, prof. J. Turowski, prof. E. Jezierski, prof. W. Iwaszkiewicz, prof. W. Gosztowt



Fot. 23. Gratulacje z rąk prof. B. Konorskiego

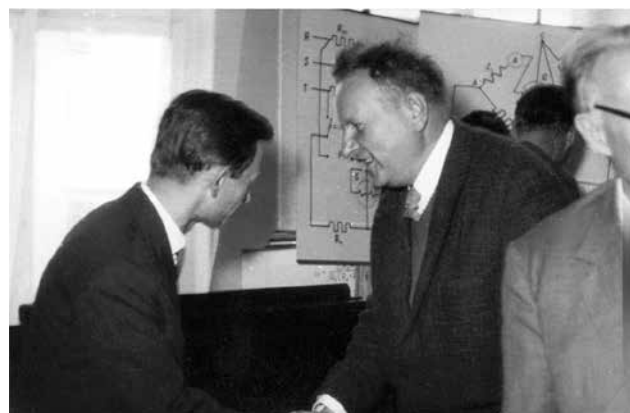
### Publiczna dyskusja pierwszego doktoranta w Katedrze Miernictwa Elektrycznego K. Majdiuka



Fot. 21. Po publicznej dyskusji rozprawy doktorskiej gratulacje dla dr Majdiuka składa prof. Jabłoński



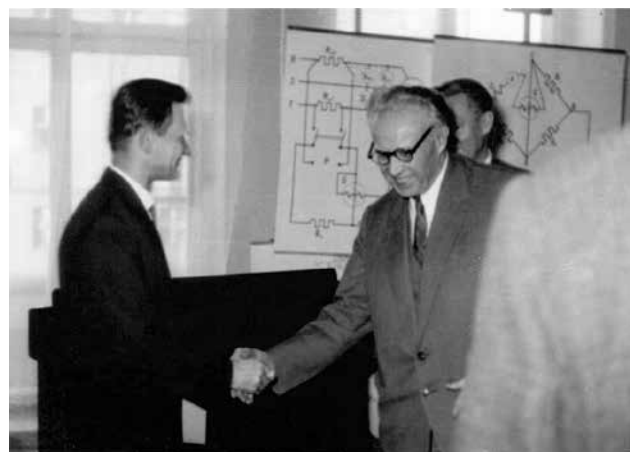
Fot. 24. Gratulacje od prof. S. Dzierzbickiego



Fot. 25. Gratuluje prof. Konopiński



Fot. 22. Do gratulacji włącza się prof. J. Kuryłowicz.



Fot. 26. Gratulacje dla K. Majdiuka od prof. W. Starczakowa

Wacław Niewolański

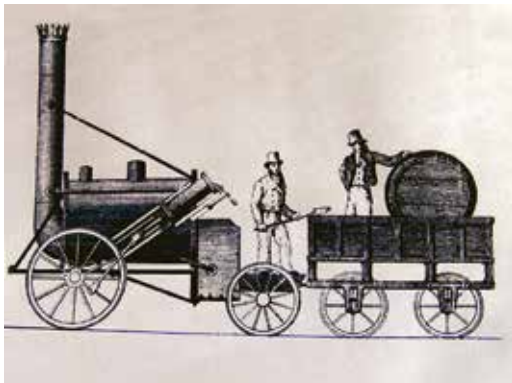
## Dzieje miejskiej komunikacji tramwajowej

### Rozwój techniki na przełomie XVIII i XIX wieku

Postęp techniczny stymuluje rozwój gospodarki i powstawanie jej nowych gałęzi, które starają się zaspokoić ludzkie potrzeby na produkty i usługi. Tak też i w dziedzinie komunikacji powstawały różnego rodzaju usprawnienia ułatwiające podróżowanie. Aby to Czytelnikowi przybliżyć, należy przypomnieć pewne wynalazki, które zainicjowały ten proces, zdając sobie sprawę, że będzie można tutaj przedstawić pewne fragmenty historii komunikacji tramwajowej, ale i tak w dużym skrócie.

W 1710 roku Thomas Newcomen zbudował pierwszy silnik parowy, który stosowano do napędu pomp usuwających wodę z kopalni. W drugiej połowie tego wieku James Watt usprawnił konstrukcję silnika Newcomena, stosując m.in. oddzielną komorę skraplania i odśrodkowy regulator prędkości obrotowej maszyny. W 1775 roku rozpoczął własną produkcję, najpierw były to głównie różnego rodzaju pompy. W następnych latach maszyny parowe Watta pracowały już w kopalniach, hutach i w przemyśle. W 1785 roku ruszyła pierwsza przędzalnia o napędzie parowym. W 1800 roku w przemyśle włókienniczym pracowały już 84 maszyny Watta, rozpoczynając erę pary już na szerszą skalę. W 1804 roku Richard Trevithick zbudował pierwszy parowóz szynowy. Na linii o długości ok. 15 km, obsługiwanej przez jego parowozy, przewożono pracowników i ładunki.

W Ameryce i w Europie, wraz z rozwojem miast, pojawiało się zapotrzebowanie na transport masowy zarówno towarowy, jak i osobowy. W pierwszej kolejności organizuje się transport kolejowy. Pod koniec lat dwudziestych XIX wieku przystąpiono do budowy linii kolejowej łączącej Liverpool z Manchesterem, liczącej ok. 48 km. W 1829 roku na trasie położonej w dolinie Rainhill zorganizowano coś w rodzaju konkursu parowozów, znanego jako Rainhill Trials. Uczestniczyły w nim lokomotywy mogące przewozić skład pociągu o ciężarze co najmniej trzykrotnie większym od jej ciężaru własnego, ze średnią prędkością nie mniejszą niż 16 km/h. Większość lokomotyw nie dotarła do celu z powodu różnych awarii, a zwycięzcą został parowóz



Rys. 1. Parowóz „Rocket” G. Stephensona [14]

„Rakieta” G. Stephensona. Parowóz, o masie własnej 4 tony, ciągnąc pociąg o wadze 12 ton, uzyskał na krótkim odcinku tej trasy prędkość maksymalną ok. 48 km/h i średnią prędkość na całej trasie 26 km/h. W 1830 roku uruchomiono na trasie Liverpool-Manchester pierwszą publiczną linię kolejową obsługiwaną przez parowozy G. Stephensona.

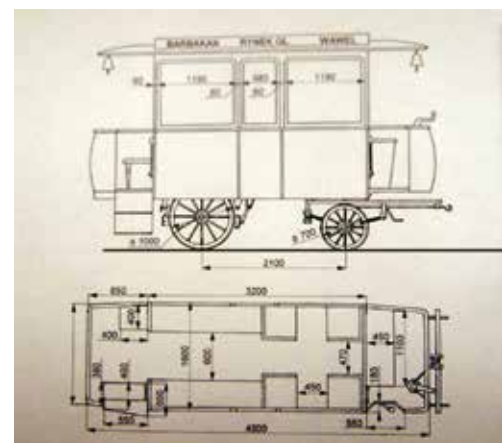
Rozwiązania konstrukcyjne zastosowane przez Stephensona przez długie lata były pierwowzorem przy budowie następnych, coraz bardziej nowoczesnych modeli parowozów. W Europie sieć linii kolejowych szybko się rozwijała, w 1840 roku w Wielkiej Brytanii było już 2390 km linii, w Niemczech 469 km, a we Francji 410 km.

### Konne środki transportu

Coraz wydajniejsze maszyny i szybszy transport kolejowy przyczynił się do wzrostu produkcji przemysłowej. Rozwijały się przemysłowe ośrodki miejskie, powstawały też nowe miasta, jak np. Łódź. Rosta liczba nowych miejsc pracy, a wraz z tym



Rys. 2. Omnibus z 1875r. Zrekonstruowany w Krakowie [11]



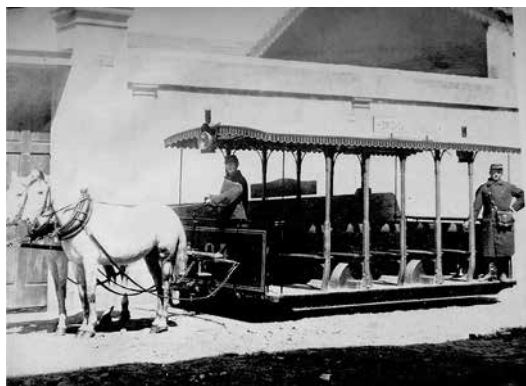
Rys. 3. Rysunek omnibusu z przedziałami pierwszej i drugiej klasy [11]

pojawiały się nowe zawody. Ludzie potrzebowali coraz szybciej przemieszczać się do różnych miejsc, rosło zapotrzebowanie na masowy transport miejski. Najpierw rolę tego transportu pełniły konne omnibusy, które przewoziły od kilku do kilkunastu osób. Ten rodzaj komunikacji rozpowszechnił się w Europie bardzo szybko. W Londynie w 1839 roku było ok. 620 omnibusów, a w 1850 roku było ich już ok. 13 tysięcy. W Paryżu omnibusy przewoziły 40 mln pasażerów w 1855 roku, a w 1867 trzy razy więcej. Przedsiębiorstwa eksploatujące omnibusy działały również w niektórych miastach Polski, m.in. w Krakowie.

W 1832 roku w Nowym Jorku uruchomiono pierwszy tramwaj konny poruszający się po żelaznych szynach. Opory toczenia się pojazdu na szynach były trzy razy mniejsze niż w przypadku pojazdu poruszającego się po drodze, często niezbyt równej. To pozwalało na zwiększenie pojemności konnych tramwajów w stosunku do omnibusów. Wzrosła też nieco prędkość podróżowania, chociaż ta nie była zbyt rewelacyjna. Od lat sześćdziesiątych XIX wieku tramwaje konne zadomowiły się w całej Europie, w tym również w wielu miastach na terenie Polski, poczynając od Warszawy w 1866 roku.



Rys. 4. MPK Poznań – zrekonstruowany tramwaj konny z końca XIX wieku [12]



Rys. 5. Tramwaj konny (letni) eksploatowany we Lwowie i w Pradze [6]



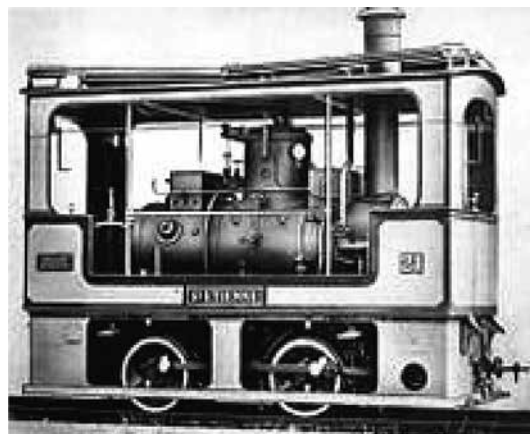
Rys. 6. Halle – wagon tramwaju konnego z 1883 r. [4]

W dużych miastach europejskich i amerykańskich utrzymywano bardzo liczne stada koni, ponieważ trzeba było mieć 8 do 10 koni na jeden tramwaj, do zmiany w zaprzęgu. Dla przykładu

w Londynie niektóre kompanie hodowały po ok. 7000 koni. W 1873 roku w jednym z miast w Stanach Zjednoczonych wybuchła epidemia zakaźnej końskiej choroby, w wyniku której padły setki koni, co paraliżowało funkcjonowanie konnych tramwajów. Najpoważniejszą wadą była jednak niezbyt imponująca prędkość podróżowania tymi pojazdami. W tym czasie funkcjonowały już przedsiębiorstwa kolejowe eksploatujące parowozy ciągnące co najmniej kilka wagonów.

## Parowozy i pneumatyka w komunikacji miejskiej

W niektórych miastach europejskich zaczęły pojawiać się tramwaje z napędem parowym, znacznie szybsze niż tramwaje konne. Pierwszy tramwaj parowy w Europie uruchomiono w 1868 roku na trasie łączącej miejscowości Raincy i Montfermeil, mieszczących się obecnie na obszarze aglomeracji paryskiej.



Rys. 7. Lokomotywa tramwaju parowego w St. Etienne z 1886 r. [15]



Rys. 8. Lokomotywa tramwaju parowego. Brno, 1889 r. [9]

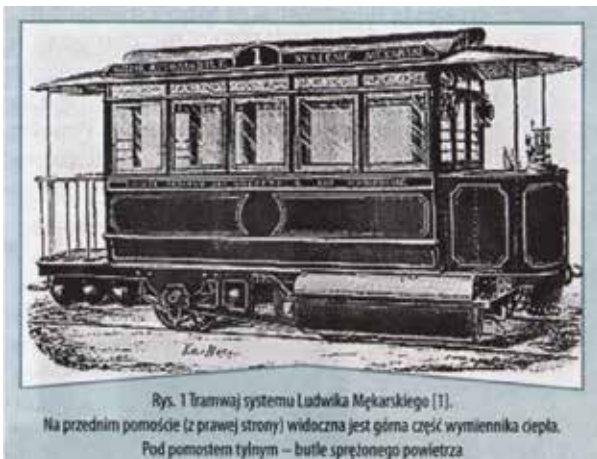


Rys. 9. Otwarcie linii tramwajowej do Tuszyna w 1916 r. [31]



Rys. 10. Wagon doczepny tramwaju parowego. Brno 1884 r. [9]

Takie tramwaje pojawiły się Londynie, Paryżu, Petersburgu, Monachium, Berlinie, Brnie, w niektórych miastach w Szwajcarii, a w Polsce od 1894 roku na Górnym Śląsku. Łódzkie tramwaje też miały kilkuletnie okresy eksploatacji tramwajów parowych. W czasie pierwszej wojny światowej niemieckie władze zmusiły podmiejską spółkę ŁWEKD do przedłużenia linii tramwajowej z Rudy Pabianickiej do Rzgowa i Tuszyń, jako linii tramwaju parowego. Kilka lat po tej wojnie, w okresie osłabionej jeszcze gospodarki, zdecydowano się na przedłużenie linii tramwajowej ze Zgierza do Ozorkowa, też jako linii tramwaju parowego. Na takich liniach wdrażano małe, często dwuosiove parowozy, obudowane nadwoziem przystosowanym do ruchu miejskiego. Tramwaje parowe miały jednak też swoje wady. Mieszkańcom domów leżących wzdłuż trasy tramwaju parowego przeszkadzał dym i hałas. Z tego powodu kursowały co prawda w miastach, ale często na terenach o luźniejszej zabudowie. W jednym z śląskich miast mieszkańcy protestowali przeciwko wprowadzeniu



Rys. 11. Tramwaj pneumatyczny systemu Mękarskiego w Nantes [18]

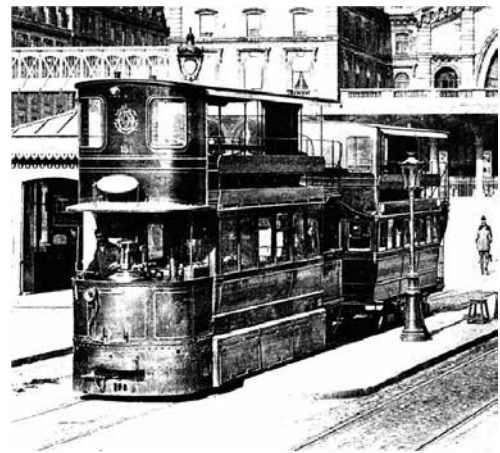


Rys. 12. Tramwaj systemu Mękarskiego w La Rochelle [17]

tramwajów parowych, domagając się przywrócenia tramwaju konnego. Dlatego też niektóre przedsiębiorstwa komunikacyjne starały się eksploatować zarówno tramwaje parowe i konne. Stąd nadal eksperymentowano z innymi rodzajami napędu.

W 1876 roku inż. Ludwik Mękowski, Francuz z polskim rodowodem, zademonstrował w Paryżu tramwaj z napędem pneumatycznym, na sprężone powietrze. Tego typu tramwaje weszły do eksploatacji w 1879 roku w Nantes, a 1883 roku w Paryżu. Były też eksploatowane w La Rochelle i w innych miastach.

Wagony wyposażono w butle sprężonego powietrza, które umieszczano najczęściej pod podłogą. Motorniczy odpowiednimi zaworami kierował sprężone powietrze z butli do wymiennika ciepła z gorącą wodą i parą, usytuowanego na pomoście motorniczego, a stamtąd ogrzane powietrze było kierowane do cylindra silnika pneumatycznego, który wprawiał tramwaj w ruch. Ogrzanie powietrza przed dotarciem do cylindra zwiększało siłę rozprężania gazu i zmniejszało opory tarcia w cylindrze. Na końcowych przystankach linii usytuowano kompresory, które napełniały zbiorniki tramwaju sprężonym powietrzem w ilości wystarczającej na pokonanie odcinka trasy między krańcówkami, gdzie uzupełniano też zapas gorącej wody i pary. Krańcowe przystanki znajdowały się w odległościach ok. 6 do 10 km. Sprężarki były napędzane najpierw maszynami parowymi, a później spalinowymi.



Rys. 13. Tramwaj systemu Mękarskiego w Paryżu ok. 1900 r. [17]

Okolo 1900 roku w Paryżu oddano do eksploatacji pneumatyczne tramwaje piętrowe składające się z wagonu silnikowego i doczepnego. Tego typu tramwaje ułatwiały podróżowanie oraz zwiedzanie miasta. W tym samym roku w Paryżu zbudowano centralną kompresornię, z której powietrze siecią przewodów pneumatycznych dostarczano na przystanki krańcowe. Tramwaje pneumatyczne eksploatowano w Paryżu do 1914 roku, a w Nantes do 1913 roku.

## Pierwsze próby zastosowania napędu elektrycznego w tramwajach

Już w pierwszej połowie XIX wieku podejmowano próby zastosowania energii elektrycznej do napędu pojazdów, wykorzystując do ich zasilania akumulatory. Mała pojemność akumulatorów, ich ciężar i kłopotliwe ładowanie podnosiłyby przewidywane koszty eksploatacji, z tego powodu zrezygnowano ze stosowania tego źródła energii.

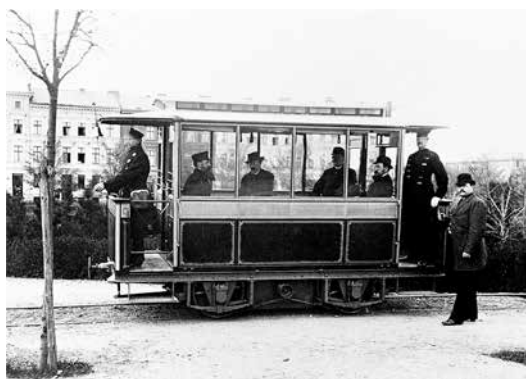
Dopiero w 1879 roku miał miejsce przełom w historii komunikacji miejskiej. Inż. Werner von Siemens na wystawie rzemiosł





Rys. 14. Lokomotywka Siemens na wystawie w Berlinie w 1879 r. [19]

w Berlinie zaprezentował pojazd, który był prostym prototypem elektrowozu. Był to czterokołowy wózek wyposażony w urządzenia do napędu i siedzisko dla kierującego tym pojazdem. Elektrowóz był napędzany silnikiem o mocy 2,2 kW na napięciu 150 V prądu stałego. Odbierak prądu ślizgający się po trzeciej szynie, zagłębionej w izolowanej rynnie ułożonej między tokami szyn jezdnych, pobierał prąd do zasilania silnika elektrowozu. Do tego pojazdu doczepiono trzy wózki z wzdłużnie usytuowanymi ławkami. Na każdym wózku mieściło się sześciu pasażerów, którzy siedzieli tyłem do siebie. Pojazd poruszał się z prędkością ok. 7 km/h po kolistym torze o długości 300 m. W ciągu czterech miesięcy trwania wystawy przewieziono ok. 90 tysięcy pasażerów.



Rys. 15. Tramwaj elektryczny Siemens, Gross – Lichterfelde [20]



Rys. 16. Tramwaj z Frankfurtu 1884 r. [20]

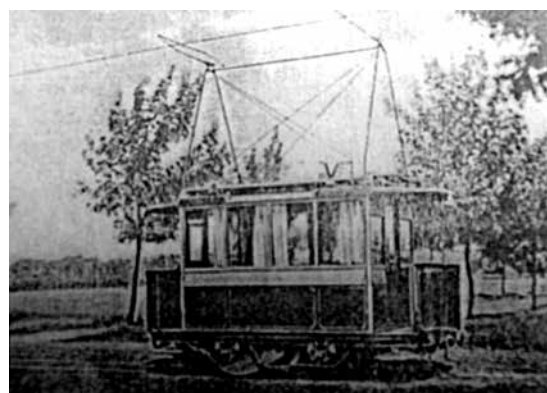
Duże zainteresowanie pojazdem Wernera Siemens na wspomnianej wyżej wystawie przyczyniło się do podjęcia dalszych prac nad tego typu pojazdami. Już w 1881 roku zakłady Siemens uruchomiły pierwszą linię tramwaju elektrycznego w niemieckim Gross Lichterfelde – obecnej dzielnicy Berlina. Tramwaj długości pięciu metrów i szerokości dwóch metrów

ważył 4,8 tony, zabierał 20 pasażerów i podróżował z prędkością 20 do 30 km/h, a więc znacznie szybciej niż ówczesne tramwaje konne, ponadto nie dymił i nie hałasował, jak parowóz. Zainteresowanie tramwajem elektrycznym było bardzo duże, w przeciągu pierwszych trzech miesięcy eksploatacji przewieziono 12 tysięcy pasażerów. Ta linia udowodniła, że to jest najbardziej odpowiedni system transportu dla komunikacji miejskiej. Poważnym problemem był tylko sposób odbioru prądu. Brak jest szczegółowych informacji na ten temat. Najbardziej wiarygodny był pobór energii z trzeciej szyny, umieszczonej w izolowanej szczelinie między szynami jezdnych, tak jak to miało miejsce w przypadku prototypu prezentowanego na wystawie. Idea wykorzystania trzeciej szyny do zasilania wagonów jest zresztą wykorzystywana do dzisiaj w pociągach podziemnego metra.

Przełom nastąpił w 1883 roku, kiedy to otwarto w Austrii linię tramwajową na trasie Moedling-Hinterbrunn, która jest uważana za pierwszą regularną linię tramwajową w Europie. Zastosowano tam sieć trakcyjną podwieszoną na słupach. Zaś odbiór prądu zapewniali „sanki”, ślizgające się po sieci zasilającej i przekazujące energię elektryczną za pomocą przewodów łączących sanki z wagonem. Jeszcze inni autorzy podają, że rolę przewodów trakcyjnych pełniły rury metalowe ze szczeliną i w tych rurach przesuwano się rolki z przewodem połączonym z tramwajem. Podobne rozwiązania zastosowano w 1884 roku na linii tramwajowej Frankfurt-Offenbach. Być może, że te sanki były podobne do odbieraków prądu przedstawionych na rysunku modelu trolejbusu. Takie rozwiązania konstrukcyjne sieci i odbieraka prądowego uniemożliwiły jednak budowę bardziej skomplikowanych układów sieci, a zwłaszcza rozjazdów i skrzyżowań.



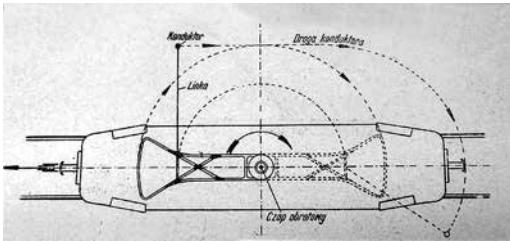
Rys. 17. Elektromote – pierwszy trolejbus Siemens [22]



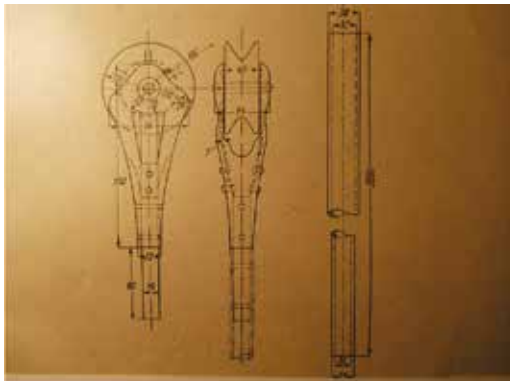
Rys. 18. Pierwszy tramwaj Siemens z prototypowymi odbierakami prądu. Berlin, 1890 r. [10]

W 1889 roku Walter Reichel, pracownik firmy Siemens und Halske, opracował nowy typ odbieraka prądowego w kształcie litery omega, zwany też lirowym. Odbierak lirowy podlegał

kolejnym udoskonaleniom, miał jednak jedną wadę - była to konieczność obracania go zgodnie z przewidywanym kierunkiem jazdy na krańcówkach, które nie kończyły się pętlą (rys. 19.).



Rys. 19. Odbierak prądowy typu omega przed zmianą kierunku jazdy [3]



Rys. 20. Rolkowy odbierak prądu [3]

Jego konstrukcja umożliwiała budowę bardziej skomplikowanych układów torowo-sieciowych, jak skrzyżowania i rozjazdy, poprawiła też jakość współpracy na styku odbierak prądu - sieć. Siemens zorientował się, że ta konstrukcja daje mu znaczną przewagę nad konkurentami i szybko opatentował wynalazek. Tylko na liniach tramwajowych budowanych przez Siemens wagony tramwajowe były wyposażane w odbieraki lirowe. Inni producenci tramwajów byli zmuszeni do zakupu licencji na produkcję odbieraka lirowego lub stosowania odbieraka rodkowego, którym był pręt metalowy zakończony krążkiem. Krążek na swoim obwodzie miał wyżłobiony rowek umożliwiający współpracę z siecią trakcyjną. Odbierak rodkowy, zwany czasem pałakiem, był bardziej zawodny w porównaniu do odbieraka lirowego, a ponadto również musiał być obracany stosownie do kierunku jazdy.

W sumie, udoskonalenia odbieraków prądowych zaowocowały wzrostem zainteresowania komunikacją tramwajową na całym świecie. Do 1900 roku same zakłady Siemens wyprodukowały ponad 3000 tramwajów dla kilkudziesięciu miast na całym świecie (rys. 21.).



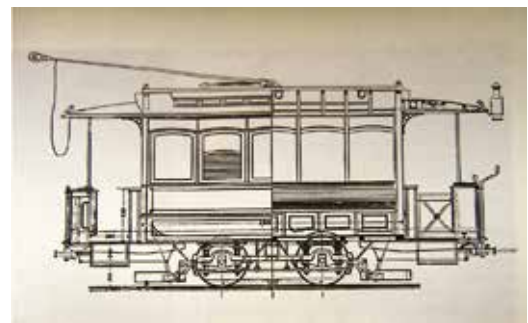
Rys. 21. Tramwaj Siemens w Pekinie ok. 1900 r. [20]

## Tramwaje elektryczne w Europie i na terenach Polski

Halle w Niemczech było jednym z pierwszych miast w Europie, w którym zaprojektowano od razu sieć komunikacji tramwajowej dla całego miasta. Pierwszą linię tramwaju elektrycznego uruchomiono już w 1891 roku. Podczas realizacji następnych etapów budowy linii pojawiały się czasem niespodziewane przeszkody.



Rys. 22. Halle – tramwaj AEG z 1891 r. [4]



Rys. 23. Wagon silnikowy Herbrand produkowany przez AEG do 1898 r. [4]

Zaprojektowano między innymi linię, która miała przebiegać koło Instytutu Fizyki. Kierownictwo Instytutu gwałtownie zaprotestowało przeciwko budowie tej linii, argumentując, że prądy płynące przez sieć i szyny wywołają pola magnetyczne, które w połączeniu z ziemskim polem magnetycznym mogą zakłócać lub wręcz uszkadzać bardzo czułe przyrządy pomiarowe. Instytut uzyskał poparcie słynnego prof. W. Roentgena, który również sprzeciwiał się eksploatacji elektrycznego tramwaju w tym rejonie. W wyniku protestu w 1897 roku cofnięto zgodę na budowę tego odcinka tramwaju. Zawarto jednak kompromis. Uzgodniono, że wagony tramwajowe przejeżdżające w pobliżu Instytutu zostaną wyposażone w dwa systemy zasilania: sieciowy i akumulatorowy. Tramwaj jadący w pobliżu instytutu będzie



Rys. 24. Zrekonstruowany skład tramwajowy z Wrocławia z 1901 r. [24]

korzystał z napędu akumulatorowego. Dwusystemowe wagony były eksploatowane na tej trasie do 1902 roku.

Na obecnych terenach Polski prekursorem tramwaju elektrycznego był Wrocław, w którym prywatne Tramwaje Elektryczne Wrocław S.A. (Elektrische Strassenbahn Breslau A.G.) uzyskały koncesję na budowę linii tramwaju elektrycznego w 1892 roku. W 1893 roku uruchomiono pierwszą linię tramwajową z Grabiszynka na Rakowiec.

Władze Wrocławia, opierając się na doświadczeniach Berlina, na początku XX wieku założyły własną spółkę Tramwaje Miejskie Wrocław (Städtische Strassenbahn Breslau), uruchamiając dwie nowe linie tramwajowe: Popowice – Brama Oławska i Popowice – Dworzec Główny. W ten sposób uniknięto sytuacji występującej w Belinie, gdzie prywatna spółka GSB mogła dyktować magistratowi politykę transportową.

Wrocław, jako miasto, został w czasie II wojny światowej bardzo zniszczony i okaleczony. W takim stanie znajdował się też tabor tramwajowy. Udało się jednak zrekonstruować wagony tramwajowe z 1901 roku, które są znane jako Jaś i Małgosia (rys. 24.). Niżej prezentowane są wagony eksploatowane we Wrocławiu w latach 1907–1915 (rys. 25. i 26).



Rys. 25. Wagon silnikowy [24]



Rys. 26. Wagon silnikowy 1910–1915 [24]

Następnym polskim miastem, które uruchomiło tramwaje elektryczne był Lwów, a wydarzyło się to w roku 1894. Pozwalam sobie zacytować tutaj fragment z książki Jerzego Janickiego pt. „Ni ma jak Lwów”: Tramwaj za tramwajem. „Tramwaj Lwowski, zwany piśszczotliwie „balonem”, poród miał niebywale skomplikowany i ciężki i na długie lata dostarczył zajęcia adwokatom, jurystom i trybunałom, z haskimi i kolońskimi włącznie. Kursujący dotąd po mieście tramwaj, ciągnięty przez poczciwe szkapki, eksploatowany był przez triesteńskie towarzystwo „Socjeta Treština Tramway”, które w roku 1879 na przeciąg lat pięćdziesięciu zastrzegło sobie prawo eksploatacji tramwaju konnego. Komu wówczas mogło przyjść do głowy, kiedy podpisano z gminą Lwowa koncesję na „Budowę i Eksploatację”, że elektryczność tak zawrotną zrobi karierę i że wagon będzie się mógł poruszać bez konia. A właśnie firma „Siemens und Halske” zaproponowała miastu taki wynalazek. Skorzystać z oferty trzeba było natych-

miast, bo właśnie zbliżało się otwarcie Wystawy Krajowej, która udowodnić miała światu, że Lwów jest chorążym technicznego postępu. Triesteńczycy podnieśli wrzask na całą monarchię, bo w jednej chwili halerze za bilety wpadać zaczęły do torby konduktorów wynajętych przez „Siemensa”. Najwytrawniejsi kazuiści zaczęli interpretować pojęcie siły pociągowej, bo gmina broniła się przed zarzutem zerwania umowy przed upływem lat pięćdziesięciu, twierdząc, że funduje sobie zupełnie inny środek lokomocji. „Istotnym szczegółem – dowodzili radcy końskiego tramwaju – w urzędzeniu kolei żelaznej jest to, że przewóz odbywa się na szynach stale do gruntu przymocowanych, przez co tarcie, czyli opór, schodzi do minimum, a rodzaj siły pociągowej ma tu znaczenie drugorzędne.” Nie mówiąc o innym aspekcie, że „o wiele niebezpieczniejszą jest konkurencja kolei parowej lub elektrycznej aniżeli konnej, bo koń kopnąc jedynie jest zdolny, prąd zaś elektryczny powoduje nieodwracalne w swych skutkach oparzenia, a nawet i utratę życia.” Dawno już przybywający do Lwowa kupcy dojeżdżali z Dworca Głównego na Wystawę, a na wokandy kolońskiego trybunału wciąż jeszcze obrzucano się apelacjami zawierającymi różne argumenty techniczne i prawne. W końcu zapadł korzystny wyrok dla gminy Lwowa. Przez jakiś czas kursowały równocześnie tramwaje elektryczne i konne, a te ostatnie wycofano z ruchu w 1908 roku.”

Pierwsze tramwaje elektryczne wyruszyły na ulice Lwowa w maju 1894 roku, łącząc Dworzec Główny z ulicą św. Zofii, gdzie mieściły się tereny wystawowe.



Rys. 27. Tramwaj w centrum Lwowa w 1894 r. [25]



Rys. 28. Lwów pod koniec XIX w. Próby pługa odśnieżnego [25]

W listopadzie tegoż roku uruchomiono następną linię na trasie Hetmańska – Łyczaków. Ale i tam nie wszystko się udawało. Przy projektowaniu nowej trasy tramwaju hrabia namiestnik Badeni nie życzył sobie, aby tramwaje przejeżdżały pod samymi oknami Namiestnictwa. W związku z tym szyny ułożono w dwa karkołomne zakręty, o których Jerzy Janicki napisał: „Nie masz na świecie takiego jazgotu, by mógł dorównać skrzęcającym w tym miejscu lwowskim tramwajom. Odtąd zwano ten tramwajowy ślalom „wykrętem Badeniego”.

Kolejne linie tramwaju elektrycznego uruchamiały: Bielsko i Elbląg w 1895 roku, Bydgoszcz i Gdańsk w 1896 roku, Szczecin i Zgorzelec w 1897 roku, Górny Śląsk, Legnica, Łódź, Poznań,

Słubice i Wałbrzych w 1898 roku, Toruń, Gorzów i Grudziądz w 1899 roku oraz Kraków w 1901 roku, a Warszawa dopiero w 1908 roku.

## Tramwaje elektryczne w Łodzi

W Łodzi w 1895 roku grupa fabrykantów z J. Kunitzerem na czele podpisała wstępne porozumienie w sprawie uzyskania koncesji na wykonanie i eksploatację sieci tramwajowej, ustanawiając aktem notarialnym swym pełnomocnikiem Juliusza Kunitzera. Grupa założycielska, składająca się z 14 koncesjonariuszy, zakładała zebranie 60% kapitału od koncesjonariuszy, pozostałe 40% planowano pozyskać drogą subskrypcji rozpisanej wśród mieszkańców Łodzi. Po wielu staraniach w dniu 14 października 1896 roku car Mikołaj II podpisał wniosek Rady Ministrów o zezwolenie władzom Łodzi na zawarcie umowy koncesyjnej z grupą fabrykantów. Otrzymała ją nieco mniejsza grupa koncesjonariuszy: Juliusz Kunitzer, Zenon Anstadt, Alfred Biedermann, Emil Geyer, Juliusz Heinzel i Henryk Grohman, pozostali albo zmarli, albo zrezygnowali z tego przedsięwzięcia. W styczniu 1897 roku AEG przesłało do Łodzi wstępny kosztorys inwestycji, a umowę koncesyjną podpisano 13 lutego 1897 roku. Pierwsze prace budowlane rozpoczęto latem 1897 roku. AEG dostarczyło całe wyposażenie specjalistyczne oraz silnikowe wagony tramwajowe typu Herbrand VNB - 125. Były to wagony dwukierunkowe, wyposażone w dwa stanowiska kierowania wagonem, posiadające wejścia z obu stron. Podobnie budowane były wagony z późniejszych dostaw. Wagony doczepne dostarczyła fabryka AEG z Rygi.



Rys. 29. Wagon silnikowy Herbrand VNB-125 . Łódź, 1898 r. [31]



Rys. 30. Wagon silnikowy Herbrand VNB-125 z doczepką, 1898 r. [31]

W dniu 23 grudnia 1898 roku pierwsze tramwaje wyruszyły na ulice Łodzi na trasach: Tramwajowa – Dzielna (Narutowicza) – Piotrkowska – Nowy Rynek (Plac Wolności) – Średnia (Pomorska) – Aleja Północna – Helenów i Tramwajowa – Dzielna – Piotrkowska

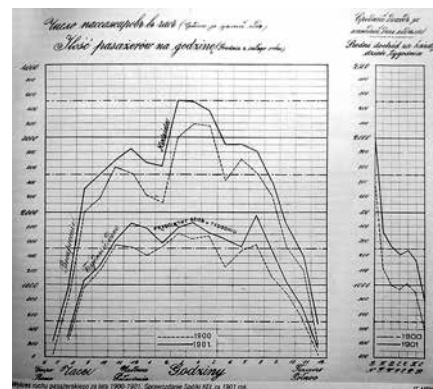


Rys. 31. Wagon doczepny z Rygi w Łodzi w 1899 r. [31]



Rys. 32. Wagon silnikowy Herbrand U – 107 C. Łódź, 1915 r. [31]

– Paradyż (obecnie okolice Piotrkowskiej 175). Pierwszy wypadek z udziałem tramwaju w Łodzi wydarzył się cztery dni później, dorożkarz nie ustąpił drogi tramwajowi, który uderzył w dorożkę i ją przewrócił. Pierwsze wypadki śmiertelne wydarzyły się już w I półroczu 1899 roku. Z tramwajami walczyli dorożkarze, którzy usiłowali przeszkadzać pasażerom zamierzającym wsiąść do tramwaju, wjeżdżając między tramwaj a przystanek. Dochodziło czasem do wypadków potrażeń pasażerów usiłujących wsiąść do tramwaju. Zdarzały się też przypadki podkładania na torach przeszkód, które miały spowodować wykolejenie tramwaju, ale to nie zahamowało rozbudowy sieci tramwajów. W 1899 roku przedsiębiorstwo Kolej Elektryczna Łódzka eksploatowała już tramwaje na czterech liniach miejskich.



Rys. 33. Wykres ruchu pasażerskiego za lata 1900-1901 [7]

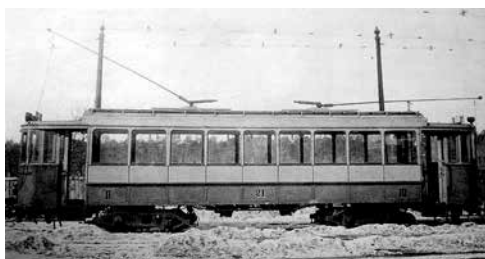
Należy zaznaczyć, że tramwaje nie były masowym środkiem komunikacji, ponieważ przeciętnego pasażera nie było stać na dojazdy do pracy tym środkiem lokomocji. W pierwszych latach eksploatacji szczyt przewozów, prawie dwa razy większy niż w dni powszednie, notowano w niedziele (rys. 33. – górne wykresy). W tym dniu dla niektórych pasażerów przejazd tramwajem był atrakcyjną rozrywką. Młodzi, którzy już zadomowili się w Łodzi, opisywali tramwaje w listach do rodzin, zapraszając do ich obejrzenia. Być może jedno z takich zaproszeń znalazło swoje odbicie

we fragmencie wiersza lub piosenki z tego okresu: „Tato, mamę przyjeżdża do Łodzi zobaczyta taki tramwaj, co bez kuni chodzi”. Do I wojny światowej tramwaje w Łodzi rozpoczynały kursowanie około 7:30, kończyły ok. 23:30, natomiast praca w fabrykach zaczynała się dużo wcześniej. Z uwagi na zasięg sieci tramwajowej nie wszyscy mieszkający na peryferiach mogli korzystać z tramwajów. Po ustaniu ruchu pasażerskiego, w nocy uruchamiano transport towarowy, specjalnymi wagonami przewożono w różne miejsca surowce i gotowe wyroby łódzkich fabryk.

W 1901 roku inna spółka - Łódzkie Wąskotorowe Elektryczne Koleje Dojazdowe uruchomiła tramwajowe linie podmiejskie: Plac Kościelny – Zgierz i Górny Rynek – Pabianice. Koncesjonariuszami byli ci sami fabrykanci z Kolei Elektrycznej Łódzkiej plus Edward Kremky i Karol Scheibler. W 1910 roku uruchomiono linie tramwajowe do Aleksandrowa i Konstantynowa.



Rys. 34. Wagon silnikowy GE – 58 ŁWEKD z 1901 r. [31]



Rys. 35. Wagon silnikowy U – 104 ŁWEKD 1910 r. [31]

W 1916 roku uruchomiono linię tramwaju parowego do Rzgowa i Tusznia, którą zelektryfikowano w 1927 roku. Podobnie wydłużenie linii ze Zgierza do Ozorkowa wykonano jako tramwaj parowy w 1922 roku, a zelektryfikowano w 1926 roku. Budowę linii do Lutomska ukończono w 1929 roku. Spółka ŁWEKD eksploatowała nieco inny tabor tramwajowy. Na ogół wagony linii podmiejskich były większe od taboru obsługującego miasto. Wagony silnikowe były dłuższe, miały dwa wózki dwuosiowe (rys. 34. i 35.), w sumie cztery osie, a wagon miejski miał na ogół dwie osie (rys. 29. i 32.). Do I wojny światowej głównym dostawcą



Rys. 36. Wagon silnikowy Lilpop II z 1929 r. [32]

taboru tramwajowego dla obu spółek były fabryki powiązane z koncernem AEG. W okresie międzywojennym władze spółki miejskiej zakupiły m.in., od firmy Lilpop – Rau i Loewenstein tramwaje typu Lilpop I (1928 – 20 szt.), Lilpop II (1928–1930 – 56 szt.), Lilpop III (1939 – 18 szt.) i od Fabryki Wagonów Zieleniewski wagony typu Sanok (1928 – 17 szt.). Kupowano też pojedyncze wagony silnikowe z innych firm. Uzupelniano też stan inwentarzowy wagonów doczepnych. Spółka podmiejska również uzupełniała stany inwentarzowe wagonów, ale w mniejszym zakresie. Po II wojnie światowej większość tych wagonów była nadal eksploatowana. Dopiero w latach 1950–1962 zakupiono 329 wagonów silnikowych 2N i 5N wyprodukowanych w Stoczni w Gdańsku (45 wagonów 2N) i w Konstalu Chorzów (103 wagony 2N i 181 wagonów 5N). W latach 1955–1961 zakupiono ok. 450 wagonów doczepnych 2ND i 5ND z Konstalu, Fabryki Wagonów w Świdniku i od innych przedsiębiorstw komunikacyjnych likwidujących tramwaje.



Rys. 37. Wagon silnikowy Lilpop III z 1939 r. [32]



Rys. 38. Wagon silnikowy 5N z 1961 r. [32]



Rys. 39. Wagon doczepny 5ND z 1961 r. [32]

## Rozwiązania techniczne stosowane w tramwajach

Historia tramwaju elektrycznego w Łodzi dość wiernie odzwierciedla rozwój technicznych rozwiązań konstrukcyjnych

w wagonach tramwajowych, dlatego na przykładzie naszego miasta można przedstawić, w dużym skrócie, jak wyglądał postęp techniczny w tej dziedzinie. Specyfiką łódzkiej sieci tramwajowej jest wąski prześwit torów – 1000 mm oraz ujemna biegunowość napięcia sieci w górnym przewodzie. Dostawa wagonów 5N kończyła etap eksploatacji wagonów dwukierunkowych z rozrzędem bezpośrednim. Motorniczy tego tramwaju regulował prędkość wagonu przestawiając korbę nastawnika na pozycję jazdy, wybiegu bądź hamowania. Na osi nastawnika znajdowały się krzywki, które naciskając na rolki styczników wyposażonych w cewki wydmuchowe i komory łukowe, bezpośrednio załączały bądź przerywały poszczególne elementy głównego obwodu tramwaju (starsze typy nastawników miały inną konstrukcję).

Pierwsze wagony tramwajowe dostarczone do Halle miały niezbyt skomplikowane obwody główne. Tramwaj napędzany dwa samoprzewietrzalne silniki szeregowe o mocy 14,8 kW każdy. Regulacja prędkości jazdy polegała na odpowiednich połączeniach elementów obwodu głównego, na równoległym połączeniu silników kończąc. Do hamowania i zatrzymania tramwaju służył wyłącznie hamulec ręczny. Oświetlenie wagonu zapewniały żarówki łączone szeregowo. W następnych latach wagony tramwajowe podlegały ciągłej modernizacji. Stopniowo zwiększano moc silników trakcyjnych, dodawano rezystory rozruchowe, które pracowały też jako opory hamowania, poprawiając płynność regulacji prędkości. Dla porównania, pierwsze łódzkie wagony Herbrand VNB – 125 z 1898 roku miały dwa silniki szeregowe o mocy 19 kW każdy. Wagony 5N z lat pięćdziesiątych XX wieku, zbudowane na bazie niemieckiego wagonu zaprojektowanego na warunki wojenne, posiadały dwa silniki samoprzewietrzalne o mocy 60 kW każdy. Zaczęto stosować układy hamowania elektrodynamicznego tramwaju, polegające na przelączaniu silników na pracę prądnicową. Silniki pracujące jako prądnice wytwarzają prąd, który na poszczególnych stopniach rezystorów zamienia energię kinetyczną tramwaju na ciepło. Podczas pracy prądnicowej moment hamujący na wałach silników zmniejsza prędkość tramwaju. Ponieważ hamulec elektrodynamiczny jest skuteczny do prędkości ok. 3–5 km/h, do umiejscowienia tramwaju stosowano hamulec ręczny. W wagonach doczepnych początkowo stosowano tylko hamulce ręczne, które obsługiwał konduktor. Później w tych wagonach zaczęto dodawać solenoidy hamulcowe, przejmujące część prądu powstałego podczas hamowania elektrodynamicznego. Rdzeń solenoidu poprzez system dźwigni dociskał klocki hamulcowe do obręczy kół, zwiększając siłę hamownia tramwaju.

Już w pierwszej dekadzie XX wieku niektórzy producenci rozpoczęli produkcję wagonów silnikowych z zabudowanym stanowiskiem motorniczego, co znacznie poprawiało warunki pracy motorniczego, zwłaszcza w okresie zimowym przy silnych mrozach. Przedsiębiorstwa eksploatujące tramwaje z odkrytym pomostem motorniczego wykonywały takie modernizacje we własnym zakresie. W latach dwudziestych ub. wieku na dachach niektórych wagonów silnikowych pojawiły się odbieraki prądu, działające na zasadzie mechanizmu pantografowego (nożykowego), nazwane pantografami (rys. 47.), które nie wymagały obracania przy zmianie kierunku jazdy.

Od połowy XX wieku wagony tramwajowe zaczęto przystosowywać do coraz trudniejszych warunków drogowych, wyposażając je w elektromagnetyczne hamulce szynowe zawieszane na sprężynach pod ramą wózka, w niewielkiej odległości od szyny torowiska. Podczas hamowania awaryjnego, po zasileniu prądem cewki hamulca szynowego, jego pole magnetyczne powoduje opadnięcie płóc hamulca na szynę, a siła tarcia płóc

o szynę zwiększa siłę hamowania tramwaju. Drzwi zamykane ręcznie zaczęto wyposażać w napędy, najczęściej elektryczne. W 1962 roku Konstal dostarczył do Łodzi ostatnią partię wagonów 5N. W następnych latach Konstal dostarczał tramwaje 13N na szeroki tor, głównie do Warszawy. W tej sytuacji MPK w Łodzi musiało, podczas remontów kapitalnych, rozpocząć modernizację wagonów, które miały poprawić bezpieczeństwo jazdy pasażerom i innym uczestnikom ruchu. Wagony zaczęto wyposażać w dodatkowe światła zewnętrzne, instalowano hamulce szynowe, napędy elektryczne drzwi (do tego czasu zamykane ręcznie), niektóre wagony dwukierunkowe przerabiano na jednokierunkowe. Wagony 5N nie miały źródła niskiego napięcia, a dodatkowe urządzenia były dostosowane do pracy przy napięciu 220, 140 V lub niższym, a jedyne dostępne napięcie z sieci trakcyjnej wynosiło 600 V. Aby umożliwić pracę tych urządzeń przy napięciu 600 V, łączono je szeregowo, stosowano dodatkowe rezystory itp. Warto tu przypomnieć, że do napędów drzwi w wagonach stosowano silniki do wiertarek ręcznych, zmieniono też konstrukcję drzwi.

Sieci tramwajowe rozwijały się dynamicznie do czasu II wojny światowej, chociaż w Stanach Zjednoczonych pierwsze oznaki spowolnienia tempa ich rozwoju pojawiły się wraz z rozwojem motoryzacji w latach trzydziestych XX wieku. Z tego względu powołano tam Electric Railway President's Conference Committee – ERPCC, skrócona nazwa PCC. Komitet miał opracować koncepcję umożliwiającą zwiększenie konkurencyjności połączeń tramwajowych w stosunku do autobusów i samochodów. Miał to być szybki i estetyczny pojazd tramwajowy, zapewniający większy komfort podróży. Koncepcja ruchu zakładała likwidację rzadko kursujących, długich składów pociągów na rzecz często kursujących pojedynczych wagonów, przez co miało się uzyskać skrócenie czasu postoju na przystanku i tym samym skrócenie czasu podróży.

Wagony budowane według koncepcji PCC miały cechować się dobrymi własnościami trakcyjnymi, równomiernym przyspieszaniem i hamowaniem oraz stylistycznym wyglądem. Według koncepcji PCC (potem nazwano to systemem PCC) w USA wyprodukowano do 1952 roku 4978 tramwajów. Po wojnie kilka firm europejskich zakupiło w USA licencję na produkcję tramwajów według systemu PCC, co znacznie opóźniło nadejście kryzysu dla komunikacji tramwajowej w Europie.

## Wagony tramwajowe 13 N

W drugiej połowie lat pięćdziesiątych ub. wieku Konstal w Chorzowie zaczął opracowywać konstrukcję tramwaju w oparciu o amerykańskie założenia specyfikacji tramwaju PCC.



Rys. 40. Wagon tramwajowy 13 N w Warszawie [28]

Producent nie zakupił oficjalnie licencji na jej wykorzystanie. Prototyp takiego tramwaju był wzorowany na czechosłowackim tramwaju Tatra T1, który zakupiono w celu skopiowania niektórych rozwiązań konstrukcyjnych. W tym czasie polski przemysł nie był jeszcze w stanie wyprodukować aparatury trakcyjnej do tego typu wagonów. Konstal zamówił kilkadziesiąt kompletów takiej aparatury w belgijskiej firmie ACEC. Pierwszy wagon 13N wyprodukowano w 1959 roku, z przeznaczeniem dla Warszawy. Wagon 13 N był wagonem jednokierunkowym, stanowisko motorniczego miał tylko z przodu wagonu i troje drzwi wejściowych z prawej strony.

Wagony 13N wyposażono w dwa wózki pędne, każdy wózek miał dwie osie i dwa silniki trakcyjne szeregowo prądu stałego na napięcie 300 V, o mocy 41,5 kW każdy, silniki były przewietrzane oddzielnymi wentylatorami. W sumie wagon napędzały cztery silniki połączone na stałe w dwie gałęzie równoległe, po dwa silniki łączone szeregowo. Łączna moc silników tego wagonu wynosiła 166 kW. Wagon miał rozrząd pośredni samoczynny. Prędkość jazdy regulował motorniczy wciskając pedał jazdy lub pedał hamowania, generując odpowiedni sygnał docierający do przekaźnika samoczynnego rozruchu, który sterował silnikiem rozrusznika, a ten dobierał odpowiednie stopnie rozruchu rezystorowego w zależności od głębokości wciśnięcia pedału, aż do jazdy bezoporowej. Rozrusznik miał 75 stopni rozruchu. Intensywność hamowania też zależała od głębokości wciśnięcia pedału hamowania, a tu były 93 stopnie hamowania. Taka liczba stopni zapewniała duże przyspieszenia rozruchu i hamowania, ale też płynną jazdę. Podczas jazdy motorniczy cały czas musiał naciskać trzeci pedał, zwany czuwakiem. Zdjęcie stopy z pedału czuwaka (np. przy zasłabnięciu motorniczego) powodowało awaryjne hamowanie tramwaju. Na każdym wózku zainstalowano po dwa hamulce szynowe, które zwiększały siłę hamowania awaryjnego.

Przetwornica maszynowa (wirująca) 600/40 V wytwarzała niskie napięcie do ładowania akumulatorów, zasilania urządzeń pomocniczych i sterowania. Na obu końcach wału przetwornicy zamontowano wentylatory chłodzące silniki trakcyjne i taśmy rezystorów rozrusznika. Drzwi wagonu napędzały silniki elektryczne. Wagony te nie miały hamulca postojowego, ręcznego. Jego rolę przejęły hamulce bębnowe, w których szczęki z okładzinami ciernymi siłą sprężyn dociskane były do bębnow hamulcowych umieszczonych na osiach silników trakcyjnych. Ten hamulec włączał się samoczynnie, kiedy prędkość tramwaju obniżyła się do ok. 3 km/h, przy której hamulec elektrodynamiczny już nie działa. Szczęki były zwalniane przez zwalniak (luzownik) elektromagnetyczny. Światła zewnętrzne wagonu zasilano z obwodu o napięciu 40 V, redukując rezystorami napięcie do 24 V, zaś oświetlenie wewnętrzne zapewniały szeregowo łączone żarówki zasilane napięciem 600 V. Instalacje wagonów przystosowano do jazdy ukrotnionej, montując z tyłu i przodu wagonu gniazda sterowania ukrotnionego, które umożliwiały łączenie składów dwu- i trójwagonowych.

Wagony 13N miały szereg wad, które skutkowały awariami powodującymi zakłócenia w funkcjonowaniu komunikacji miejskiej Warszawy, do czego przyczyniły się też opóźnienia w realizacji inwestycji układu zasilania tramwajów – sieci trakcyjnej i podstacji. Doszło do tego, że zwołano w tej sprawie specjalne posiedzenie centralnych władz partyjnych, z ówczesnym pierwszym sekretarzem KC Władysławem Gomułką na czele, na którym debatowano jak rozwiązać te problemy. W sumie wyprodukowano ok. 836 wagonów 13N. Wszystkie wagony 13N kierowano do Warszawy, do momentu przerwania ich produkcji w 1969 roku.

## Wagony tramwajowe przegubowe

W latach 1967–1969 Konstal produkował też wagony przegubowe 102N przeznaczone do eksploatacji na torach o prześwicie 1435 mm. Wagony przegubowe wywodzą się z generacji wagonów PCC, chociaż ich konstrukcje, zwłaszcza ich nadwozie zwane pudłem, znacznie się różnią. Wagony przegubowe produkowane w Konstalu składały się z dwóch członów połączonych przegubem. Wagon był dłuższy i zabierał 182 pasażerów, przy 125 pasażerach w 13N. Część przegubowa wagonu z czopem skrętnym była oparta na wózku tocznym, bez silników. Wózek toczny miał hamulec tarczowy solenoidowy, który był zasilany częścią prądu z obwodu hamowania elektrodynamicznego. Ponadto na wózku tocznym zawieszono dwa elektromagnetyczne hamulce szynowe, używane podczas hamowania awaryjnego. Podstawowe dwa człony wagonu były oparte na wózkach pędnych o konstrukcji, jak w tramwajach 13 N, moc silników taka sama – 41,5 kW, ale z nieco inną charakterystyką. Wagony te miały inną sylwetkę niż wagony 13N. Przednia szyba stanowiska motorniczego 102N miała ujemny kąt nachylenia, co przy nocnym oświetleniu wnętrza wagonu powodowało powstawanie na przedniej szybie odbłasków utrudniających pracę motorniczemu. Ponieważ to spotykało się z powszechną krytyką, przerwano ich produkcję i powrócono do przedniej sylwetki wagonu, jak w 13 N, a te wagony oznakowano jako 102 Na. W obwodzie głównym wagonów przegubowych zamiast rozrusznika zainstalowano rezystory rozruchu i hamowania. Wagony przegubowe miały rozrząd pośredni, w którym nastawnik jazdy i hamowania działa podobnie jak przy rozrządzie bezpośrednim. Podobnie jak tam jest wał kulakowy, ale o znacznie mniejszym gabarycie. Krzywki wału sterują przerywnikami, które przerywają lub załączają napięcie 40 V na cewki styczników obwodu głównego 600 V, a te swoimi stykami łączą odpowiednie elementy tego obwodu, w zależności od pozycji korby nastawnika wybranej przez



Rys. 41. Wagon przegubowy 802N z 1970 r. w Łodzi [31]



Rys. 42. Wagon przegubowy 102NaW z 1973 r. w Łodzi [31]

motorniczego. Nastawnik miał 19 pozycji jazdy i 22 pozycje hamowania. Te wagony pracowały też z nieprzełączalnym układem silników w fazie rozruchu.

Pozostałe wyposażenie elektryczne wagonu przegubowego było podobne jak w wagonie 13N.

W 1970 r. do Łodzi trafiło 5 wagonów przegubowych 802N (rys. 40.) o szerokości pudła 2200 mm, dostosowanych do jazdy po łódzkim, wąskim torze o prześwicie 1000 mm. Po jazdach próbnym na terenie Łodzi wagon dopuszczono do ruchu. Jedynym mankamentem była przednia szyba z ujemnym kątem nachylenia. Dwa wagony odsprzedano do innego przedsiębiorstwa.

W Łodzi podczas remontów torów rozsuwano osie torowisk, przy zachowaniu prześwitu torów 1000 mm, żeby umożliwić eksploatację wagonów z normalnie stosowanym pudłem o szerokości 2400 mm. Dzięki temu już na przełomie lat 1972/73 rozpoczęto dostawę do Łodzi 20 wagonów przegubowych 102NaW, ostatnia litera oznaczała wersję wąskotorową. W latach 1973–1974 dostarczono do Łodzi 141 wagonów przegubowych 803N o kształcie pudła podobnym do 102NaW. Była to wreszcie wersja z przełączalnym układem silników podczas rozruchu. W pierwszej fazie rozruchu rezystorowego wszystkie silniki są łączone w szereg i dopiero na dalszych stopniach rozruchu wracają do połączenia szeregowo-równoległego. Pozwala to zaoszczędzić w fazie rozruchu rezystorowego ok. 30% energii elektrycznej.

W 1974 roku Konstal zakończył produkcję wagonów przegubowych i wrócił do produkcji pojedynczych wagonów, dokonując pewnych modernizacji w konstrukcji wagonu 13N, które oznaczane są jako 105N. Ten wagon różni się od 13N kanciastym kształtem pudła, dodatkową parą drzwi (w sumie wagon miał 4 wejścia), większymi oknami i dodatkowymi małymi okienkami nad drzwiami i pod szybami kabiny motorniczego, z których w późniejszych wersjach zrezygnowano. Kabinę motorniczego oddzielono od przedziału pasażerskiego płytą z dykty umiesz-

czoną nad szafką z aparaturą elektryczną. Zrezygnowano z żarówkowego oświetlenia przedziału pasażerskiego, wprowadzając świetlówki, zasilane napięciem 40 V przez indywidualne dla każdej świetlówki stateczniki tranzystorowe. Wagony 105N były nadal produkowane z nieprzełączalnym układem silników trakcyjnych.

Do Łodzi dwa wagony 105NW w wersji wąskotorowej dotarły w 1977 roku, a następne 25 tych wagonów oznakowanych jako 805N dostarczono w 1978 roku. W 1979 roku rozpoczęły się dostawy wagonów 805Na, w których zastosowano przełączalny układ silników trakcyjnych. Do zasilania urządzeń elektrycznych na napięcie 24 V, jak wycieraczka, reflektory i inne światła zewnętrzne, dzwonki i sygnały itp., zastosowano przekształtnik tranzystorowy prądu stałego 40 V/24 V. Do 1990 roku dostarczono do Łodzi 439 wagonów 805Na i w latach 1989 – 1990 dodatkowo 10 wagonów 805Ns, w których zmodyfikowano obwód główny tramwaju według dokumentacji opracowanej w OBR MPK Łódź. 805Ns to tramwaj, w którym zamiast rozrusznika zastosowano styczniki obwodu głównego oraz sekcje rezystorów, podobnie jak w wagonach przegubowych. Styczniki przełączające rezystory rozruchowe i silniki tramwaju były sterowane elektronicznym mikroprocesorem, po uprzednim wybraniu przez motorniczego odpowiedniej pozycji nastawnikiem jazdy.

## Energoelektronika w tramwajach

W 1989 Konstal wyprodukował 10 wagonów 105NT, w których zastosowano tyrystorowy rozruch impulsowy (czoper). Wagon 105NT wyprodukowano w oparciu o prototyp opracowany przy współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, opierając się na konstrukcji wagonu 105N. Z uwagi na pewne mankamenty, wagony te wycofano z eksploatacji w połowie lat dziewięćdziesiątych. W Łodzi, podczas remontów kapitalnych wagonów, również instalowano tyrystorowe impulsowe układy rozruchowe, ale ograniczono się tylko do kilku wagonów. W Polsce pod koniec lat dziewięćdziesiątych przeważa koncepcja konstruowania napędów tramwajów w oparciu o asynchroniczne silniki prądu przemiennego W Łodzi na przełomie XX/XXI wieku, podczas remontów kapitalnych, zainstalowano takie układy w dwudziestu kilku wagonach. Dodatkowo w tych wagonach w miejsce przetwornic maszynowych instalowano przetwornice statyczne oraz osobne wentylatory do chłodzenia silników i aparatury elektronicznej.

W 2002 roku w Łodzi zakupiono tramwaje niskopodłogowe - 15 tramwajów Cityrunner firmy Bombardier, a w 2008 roku dokupiono 10 wagonów 122N firmy PESA. Te wagony mają po cztery silniki o mocy 100 kW/445 V (Cityrunner) i 105 kW/430 V (122N), łączna moc wagonu 400–420 kW, w zależności od typu. Oba tramwaje mają podobną ideę działania, różnią się pewnymi szczegółami. Przedstawiając krótką ich charakterystykę można się oprzeć na przykładzie wagonu 122N. Obwód główny takiego tramwaju jest wyposażony w falowniki, które są wykonywane w postaci mostka z sześcioma modułami tranzystorowymi IGBT. Motorniczy reguluje prędkość jazdy lub hamowania nastawnikiem dźwigienkowym, który w pozycji pionowej odpowiada stanowi parkowania lub jazdy z rozpędu (wybieg). Wychylenie do przodu to rozruch, do tyłu – hamowanie. Przyspieszenie jazdy lub intensywność hamowania zależą od kąta ustawienia dźwigienki nastawnika. W czasie jazdy motorniczy musi naciskać pedał czuwaka lub przycisk czuwaka znajdujący się na w/w nastawniku. Zwolnienie obu czuwaków w czasie jazdy spowoduje uruchomienie hamowania awaryjnego.



Rys 43. Wagon 105NW z 1977 r. [31]



Rys. 44. Wagon 805Na z 1979 r., zdjęcie z 2014 roku [33]





Rys. 45. Wagon Cityrunner z 2002 r. [33]



Rys. 46. Wagon 122N PESA z 2008 r. [33]

Rozruch i hamowanie tramwaju odbywa się w systemie rozrządu samoczynnego elektronicznego za pomocą mikroprocesorowego sterownika, realizującego wybrane przez motorniczego tryby jazdy lub hamowania. Cała elektronika ze sterownikami przyłączona jest do magistrali danych, przez którą przebiegają wszystkie procesy sterowania i sygnalizacji. Podczas jazdy falowniki przekształcają prąd sieci trakcyjnej o napięciu 600 V na trójfazowy prąd przemienny o regulowanej częstotliwości i napięciu od zera do 430 V, który pobierają silniki trakcyjne. Podczas hamowania silniki trakcyjne przechodzą do pracy prądnicowej (hamowanie elektrodynamiczne), oddając energię czynną do falowników. Jeżeli na tej sekcji sieci trakcyjnej znajduje się w tym samym czasie inny tramwaj, czerpiący energię, to energia hamowanego tramwaju może zostać zwrócona do sieci i zużyta przez ten pojazd. Mamy wtedy do czynienia z procesem rekuperacji energii. Jeżeli takiego tramwaju nie ma, energia powstała w procesie hamowania zostanie zamieniona na ciepło w rezystorach hamowania.

Tramwaj ma dwie prądnice statyczne, jedna – podstawowa - pracuje cały czas, a w razie jej awarii włącza się automatycznie przetwornica rezerwowa, umożliwiająca zjazd do zajezdni. Każda przetwornica ma dwa wyjścia – stałoprądowe o napięciu 24 V oraz trójfazowe prądu przemiennego 400 V 50 Hz. Napięciem 24 V zasilane są obwody sterowania, oświetlenia, sygnalizacji, hamulce szynowe i postojowe, bateria akumulatorów itp. Napięciem przemiennym zasilane są silniki wentylatorów, nagrzewnice i klimatyzacja. Wagon ma dwa wózki pędne i jeden wózek toczny. Na każdym wózku pędnym, po jego obu stronach zewnętrznych, zamontowane są silniki trakcyjne z przekładniami. Na zewnętrznych częściach osi zamontowane są tarczowe hamulce postojowe bierne, służące do zatrzymania tramwaju w ostatniej fazie hamowania elektrodynamicznego. Do odhamowania tych hamulców (w fazie ruszania i jazdy) na wózku jest zainstalowany

siłownik hydrauliczny. Na osiach wózka tocznego zamontowane są aktywne hamulce tarczowe, wspomagające hamowanie elektrodynamiczne. Podczas hamowania okładziny cierne tarcz hamulcowych są dociskane przez siłowniki hydrauliczne. Na każdym wózku pędnym i tocznym zainstalowane są po dwa hamulce szynowe. W przypadku awarii pantografu bądź braku napięcia w sieci trakcyjnej, istnieje możliwość krótkotrwałego zasilania falowników napędowych z baterii akumulatorów, co umożliwi jazdę ze skrzyżowania w trybie awaryjnym.

Czasem nam wydaje się, że tramwaje najwięcej zyskały na szybkim rozwoju elektrotechniki i elektroniki, ale należy też wspomnieć o dużym postępie, jaki notowano w konstruowaniu i produkcji pudeł wagonów oraz wózków. Pierwsze pudeł wagonów miały szkielety drewniane, a ostoje, czyli ramy nadwozia, na których ustawiano i mocowano szkielet, miały konstrukcje drewniano-metalowe. Do drewnianej konstrukcji szkieletu przykręcano blachy poszycia zewnętrznego, a całe wnętrze też wykładano drewnem, łącznie z ławkami, bądź siedziskami. Dach, najczęściej drewniany, był pokrywany jedną lub dwiema warstwami impregnowanego płótna żeglarskiego. W Brnie (Czechosłowacja) eksploatowano wagony, w których zewnętrzny, podokienny pas nadwozia był wykonany z drewnianych listew (rys. 47.). Ostatni taki wagon wyprodukowano dla Brna jeszcze po II wojnie światowej, w 1946 roku. Wyprodukowany w Polsce po II wojnie światowej wagon 5N miał już konstrukcję stalową, jedynie ławki, wyłożenie wnętrza i podłoga były drewniane. W latach następnych konstrukcje nośne wykonywano głównie z profili stalowych, na których mocowano stalowe blachy poszycia zewnętrznego. Pod koniec XX wieku konstruktorzy pudeł wagonowych dostali do dyspozycji profile aluminiowe, blachy aluminiowe, płyty z tworzyw sztucznych wzmocnianych włóknem szklanym oraz inne materiały kompozytowe. We wnętrzach wagonów coraz powszechniej też stosuje się różne tworzywa sztuczne. Chcąc zachęcić do podróżowania tramwajami jak największą liczbę pasażerów, konstruktorzy starają się poprawiać komfort i bezpieczeństwo jazdy.



Rys. 47. Brno, wagon silnikowy z 1926 r. [9]

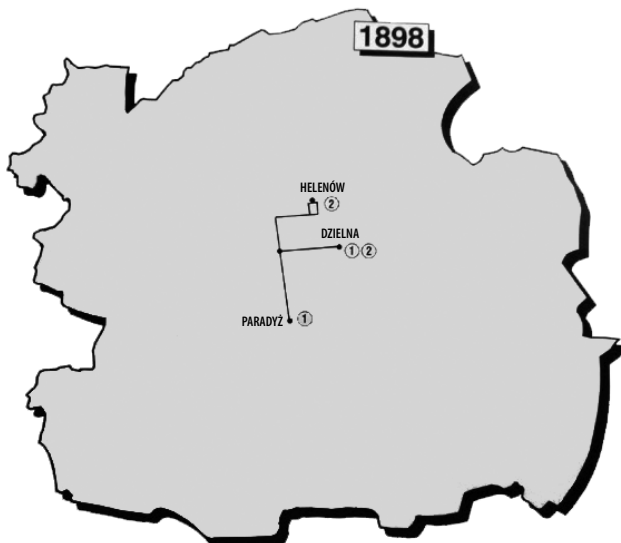
Pierwsze tramwaje składały się najczęściej z wagonu silnikowego i doczepnego. W następnym etapie pojawiły się wagony silnikowe (typu PCC, jak 13N lub 805N), które mogły jeździć pojedynczo lub w jeździe ukrotnionej, w składzie dwóch lub trzech wagonów sterowanych z pierwszego wagonu. Potem pojawiły się wagony przegubowe dwu-, trójczłonowe, a nawet pięcio- i siedmioczłonowe.

Duży postęp w budowie wózków zawdzięcza się odpowiednio dostosowanym silnikom asynchronicznym i przekładniom mechanicznym. Dzięki nim można konstruować wózki pędne, w których zarówno silniki, przekładnie, jak i hamulce mocuje się

na zewnątrz ramy wózka. To umożliwiło konstruowanie takich wózków, na których można instalować pudła wagonowe z obniżoną podłogą. W ten sposób powstawały zaczęły wagony ze stuprocentową niską podłogą, która w znacznym stopniu ułatwia wsiadanie do wagonu i wysiadanie, zwłaszcza osobom starszym.

Na tym etapie historia postępu technicznego w tramwajach na pewno się nie skończy, pojawią się następne usprawnienia poprawiające jakość funkcjonowania komunikacji miejskiej. Mam nadzieję, że ten artykuł przybliży historyczną wiedzę o tramwajach Czytelnikom, którym problematyka miejskiej trakcji elektrycznej jest mniej znana. Korzystałem z wielu materiałów źródłowych, stąd mogą się zdarzać pewne rozbieżności w datach lub danych liczbowych.

Ponieważ w tej historii wiele miejsca poświęcono Łodzi, na zakończenie warto pokazać, jak rozwijała się sieć komunikacji tramwajowej w aglomeracji łódzkiej. Przedstawiają to poniższe mapki, na których naniesiono układ torów tramwajowych. Na tle obecnych granic miasta widać, jak rozbudowano układ komunikacji tramwajowej w Łodzi. W międzyczasie zlikwidowano linie podmiejskie do Aleksandrowa i Tuszyńa oraz kilka odcinków tras miejskich.



Rys. 48. Pierwszy rok eksploatacji [7]



Rys. 49. Po stu latach [7]

## Bibliografia

- Nierychło A., Symbolem renesansu tramwaju jest budowa linii tramwajowej w Dolinie Krzemowej. Przegląd Tygodniowy 2/1990.
- Podoski J., Tramwaj szybki. W K i Ł. Warszawa 1983.
- Podoski R., Trakcja elektryczna. Warszawa 1954.
- Schmidt B.- L., 100 Jahre elektrisch durch Halle. Hallesche Verkhers – AG 1991.
- Janicki J., Ni ma jak Lwów. Oficyna literatów „Rój” 1990.
- Tarchow S.A., Istorija Lvivskogo Tramvaju. Feniks Ltd Lviv 1994.
- Łódzkie tramwaje 1898–1998. Praca zbiorowa pod ręką Jana Raczyńskiego. Emi – Press Łódź 1998:  
Źródłak W., Część historyczna lata 1898–1998  
Dębski W., Igielski T., Walczak D., Źródłak W., Tabor tramwajowy  
Dębski W., Hyży W., Trasy linii tramwajowych w latach 1898–1998
- Talar W., Budowa i działanie taboru tramwajowego. MPK Łódź 2009.
- Pospiszil O., Moravek J., Drbal M., Zbiór fotografii – Brnenske Tramvaje. Dopravni podnik mesta Brna 1989.
- Wojcieszak J., Dzieje komunikacji tramwajowej na świecie. Technika transportu Szynowego 1/1996.
- Materiały informacyjne opracowane na 120-lecie komunikacji miejskiej w Krakowie., MPK Kraków 1995.
- 100-Lecie komunikacji miejskiej w Poznaniu. Fot. F. Nowakowski - KAW.
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/James\\_Watt](https://pl.wikipedia.org/wiki/James_Watt).
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Rakieta\(parowoz\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Rakieta(parowoz)).
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaj\\_parowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaj_parowy).
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje\\_w\\_Saint-Etienne](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje_w_Saint-Etienne).
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ludwik\\_Mękowski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ludwik_Mękowski).
- [pneumatyka.com/sprężone-powietrze-pojazdy-o-napędzie-pneumatycznym](https://pneumatyka.com/sprężone-powietrze-pojazdy-o-napędzie-pneumatycznym).
- [https://wikipedia.org/wiki/Elektryczny\\_zespół\\_trakcyjny](https://wikipedia.org/wiki/Elektryczny_zespół_trakcyjny).
- [infotram.pl/Ryszard\\_Piech](https://infotram.pl/Ryszard_Piech). Tramwaje Siemens na przestrzeni dziejów. 2009.
- <https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaj>.
- [kwasnicki.prawo.uni.wroc.pl/pliki/Sikora](https://kwasnicki.prawo.uni.wroc.pl/pliki/Sikora) o Ernst Werner von Siemens.
- [pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje\\_we\\_Wrocławiu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje_we_Wrocławiu).
- [wroclaw.naszemiasto.pl/artykul/zdjęcia/stare\\_tramwaje\\_wroclaw/Fot.z\\_archiwum\\_inż.Janusza\\_Korzeniowskiego](https://wroclaw.naszemiasto.pl/artykul/zdjęcia/stare_tramwaje_wroclaw/Fot.z_archiwum_inż.Janusza_Korzeniowskiego).
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/tramwaje\\_we\\_Lwowie](https://pl.wikipedia.org/wiki/tramwaje_we_Lwowie).
- [m.infoship.pl/geneza-tramwajów-pcc](https://m.infoship.pl/geneza-tramwajów-pcc), Ryszard Piech 06.05.2008.
- [https://wikipedia.org/wiki/Konstal\\_13\\_N](https://wikipedia.org/wiki/Konstal_13_N).
- [tw.waw.pl](https://tw.waw.pl). Fot. Tramwaje warszawskie.
- [www.transportszynowy.pl/13n\\_budowa\\_php](https://www.transportszynowy.pl/13n_budowa_php).
- <https://wikipedia.org/wiki/Konstal-102N>.
- Izba Tradycji MPK–Łódź, Fotografie.
- Muzeum Komunikacji MPK–Łódź.
- Zdjęcia własne.

# Sprawozdanie Zarządu z działalności Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich z siedzibą w Łodzi za okres od 01.01.2015 r. do 31.12.2015 r.

## I. Wprowadzenie

Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich działał w 2015 roku w następującym składzie:

Prezes Zarządu	– Władysław Szymczyk
Wiceprezesa Zarządu	– Andrzej Gorzkiewicz
	– Jerzy Bogacz
	– Jerzy Powierza
	– Henryka Szumigaj
Sekretarz	– Jacek Kuczkowski
Członkowie Zarządu	– Sławomir Burmann
	– Sergiusz Górski
	– Janusz Jabłoński
	– Wojciech Łyżwa
	– Franciszek Mosiński
	– Marek Pawłowski
	– Ewa Potańska
	– Krystyna Sitek
	– Zdzisław Sobczak
	– Jan Wawrzko

W 2015 roku:

- Zarząd kadencji 2014 – 2018 spotkał się na posiedzeniach 5 razy i podjął 7 uchwał;
- Prezydium kadencji 2014 – 2018 spotkało się na posiedzeniach 10 razy i podjęło 2 uchwały.

### Zatrudnienie

Liczba zatrudnionych w dniu 31.12.2015 r. wynosiła 4 osoby. Średnia liczba etatów w roku 2015 – 4 etaty. Oprócz pracowników etatowych Oddział współpracował na podstawie umów zleceń i o dzieło z kilkudziesięcioma osobami, jako podwykonawcami umów i zleceń złożonych w OŁ SEP.

### Ważniejsze przedsięwzięcia gospodarcze

Na uzyskany w 2015 r. wynik z działalności gospodarczej złożyły się:

1. Znaczna liczba przeprowadzonych szkoleń (16,4 % przychodów ogółem).
2. Duża liczba przeprowadzonych egzaminów kwalifikacyjnych (76,6 % przychodów ogółem).
3. Zorganizowane w dniach 18–19 listopada 2015 r., wspólnie z Centrum Badawczym ABB w Krakowie, **Forum Transformatorowego**, w którym uczestniczyło około 60 pracowników ABB (2,9 % przychodów ogółem).
4. Sprzedaż usług technicznych/projekty innowacyjne, ekspertyzy, wyceny (2,4 % przychodów ogółem).
5. Racjonalizacja zarządzania finansami (0,9 % przychodów ogółem).

Przy Oddziale Łódzkim SEP działają trzy Komisje Kwalifikacyjne, w skład których wchodzi 38 osób. Komisje w roku 2015 przeprowadziły 10 364 egzaminy w trzech grupach, w zakresie eksploatacji i dozoru.

W 2015 roku przeprowadzono 129 kursów (1562 uczestników). Szkolenia i kursy z ramienia OŁ SEP prowadziło 13 osób.

Z Ośrodkiem Rzeczoznawstwa współpracowało w 2015 roku 5 rzeczoznawców i specjalistów SEP oraz 3 osoby, które nie mają statusu rzeczoznawcy ani specjalisty SEP, wykonując ekspertyzy, projekty, pomiary i inne usługi znajdujące się w ofercie Ośrodka. Koszty zatrudnienia na umowy cywilno-prawne obciążały bezpośrednio sprzedane usługi.

### Inwestycje Oddziału w 2015 roku

W minionym roku dokonano zakupu:

- rzutnika multimedialnego,
- komputera wraz z oprogramowaniem na stanowisko specjalisty ds. usług technicznych,
- kserokopiarki do pokoju 404.

## II. Realizacja Uchwały Nr 7/WZDO/2014 Walnego Zgromadzenia Delegatów Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich z dnia 28 lutego 2014 r.

Zarząd Oddziału na bieżąco monitoruje stan realizacji uchwały WZDO, odpowiedzialna jest za to Komisja ds. Realizacji Uchwał i Wniosków pod przewodnictwem kol. Andrzeja Boronia. Stan realizacji uchwały stanowi załącznik numer 1 do niniejszego sprawozdania.

## III. Działalność statutowa Oddziału

Obok działalności gospodarczej, Oddział prowadzi intensywną, określoną w Statucie SEP działalność, tzn. różne formy i płaszczyzny aktywności skierowane do członków Stowarzyszenia i środowisk naukowo-technicznych związanych z szeroko pojętym określeniem elektryki.

1. Wydawanie Biuletynu Techniczno-Informacyjnego Oddziału Łódzkiego SEP – w 2015 roku ukazały się 4 numery. Biuletyn przesyłany jest do członków OŁ SEP, ZG, wszystkich Oddziałów Stowarzyszenia oraz firm współpracujących. W 2015 redakcja przystąpiła do XXXIX edycji konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego, zgłaszając opublikowany w nr 1/2014 (64) Biuletynu artykuł *Wyznaczanie parametrów sieci trakcyjnej niezbędnych do minimalizacji strat przesyłowych w pojeździe z zasobnikiem superkondensatorowym* – autorzy: dr inż. Piotr Chudzik, dr inż. Andrzej Radecki i dr inż.

Rafał Nowak. Decyzją Jury Konkursu artykuł ten otrzymał III nagrodę.

2. Zorganizowanie i sfinansowanie konkursów:
  - na najlepszą dyplomową pracę magisterską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ;
  - na najlepszą dyplomową pracę inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ;
  - najlepsza praca modelowo-konstrukcyjna w szkołach elektrycznych i elektronicznych w roku szkolnym 2014 – 2015 w dwóch kategoriach: Pierwsze kroki i Profesjonalności;
  - na najatrakcyjniejsze obchody Światowego Dnia Elektryki;
  - Szkolna Liga Elektryki – rok szkolny 2014 / 2015;
  - Szkolna Liga Mechatroniki – rok szkolny 2014 / 2015.
3. Zorganizowano również:
  - Piknik z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryki w dniu 12 czerwca 2015 r., w którym uczestniczyło ponad 100 członków i sympatyków SEP.
  - Spotkanie Wigilijne w dniu 11 grudnia 2015 r., w którym uczestniczyło ponad 120 najaktywniejszych członków naszego Oddziału oraz zaproszonych gości;
4. Członkowie Oddziału brali udział m.in. w:
  - uroczystych obchodach Światowego Dnia Elektryki w szkołach ponadgimnazjalnych;
  - uroczystościach jubileuszowych, noworocznych i świątecznych organizowanych przez zaprzyjaźnione oddziały SEP i stowarzyszenia;
  - szkoleniach i konferencjach jednodniowych organizowanych przez agendy SEP;
  - w centralnych obchodach Międzynarodowego Dnia Elektryki w dniu 28 maja 2015 r. w Poznaniu podczas którego między innymi wręczono nagrody i dyplomy w konkursie „Na najaktywniejsze Koło SEP w 2014 roku”;
  - w I Dyskusyjnym Forum Kobiet „Rola kobiet w stowarzyszeniu”, w dniach 19–21 czerwca 2015 r., Wieliczka – Kraków;
  - w Jubileuszu 70-lecia Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej w dniu 23 czerwca 2015 r.
5. W 2015 roku Oddział Łódzki aktywnie włączył się w organizację XV Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki, który odbył się w dniach 20–27.04.2015 r. w Łodzi, organizując zwiedzanie łódzkich elektrociepłowni w dniach 21–23.04.2015 r. (10 grup – 133 osoby) oraz w dniach 23–24.04.2015 r. zajezdni tramwajowej (4 grupy – 100 osób).
6. W ramach współpracy ze szkołami ponadgimnazjalnymi Oddział zorganizował dla uczniów ostatnich klas bezpłatne szkolenia przygotowujące do egzaminu kwalifikacyjnego w Gr. 1 według Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. (Dz. U. nr 89, poz. 828 i nr 129 poz. 1184 oraz z 2005 r. nr 131 poz. 1189).
7. W dniach 30.04–06.05.2015 r. odbył się wyjazd do Paryża i zamków nad Loarą, któremu towarzyszyło VIII Seminarium pn.: „Energetyka odnawialna i jądrowa”.
8. W dniach 23 stycznia 2015 r. i 27 marca 2015 r., wspólnie z Łódzką Okręgową Izbą Inżynierów Budownictwa i PGE Dystrybucja S.A., zorganizowano seminarium, którego celem było zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi rozwoju energetyki oraz wymiana informacji i znalezienie wspólnych rozwiązań istotnych problemów w celu usprawnienia wzajemnej współpracy.
9. W dniu 27 czerwca 2015 r. Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich objął patronatem Zespół Szkół Ponad-

gimnazjalnych Nr 9 w Łodzi. Umowę podpisali: Władysław Szymczyk – prezes Oddziału, Henryka Szumigaj – wiceprezes Oddziału ds. młodzieży i Henryka Michalska – dyrektor ZSP Nr 9. Podpisaniu umowy towarzyszył konkurs wiedzy o BHP, współorganizowany przez ZSP Nr 9, Oddział Łódzki SEP i Państwową Inspekcję Pracy.

10. W minionym roku odbyły się dwie prezentacje Członka Wspierającego OŁ SEP firmy SONEL S.A. – prezentacje metod i przyrządów pomiarowych oraz płatne prezentacje firm EL-Q Sp. z o.o., SICAME Polska Sp. z o.o., ZPUE S.A. i Legrand.
11. W minionym roku Oddział Łódzki SEP wspólnie z firmą Lanster zorganizował w dniu 28 maja 2015 r. konferencję „ZETTLER SECURITY”.
12. Udzielono 6 zapomóg dla członków naszego Oddziału (członków Koła Seniorów) na łączną kwotę 9000,00 zł.
13. Przyznano pomoc finansową dla studentów – członków Studenckiego Koła SEP im. prof. Michała Jabłońskiego – 7 na łączną kwotę 2697,00 zł, zgodnie z regulaminem udzielania pomocy finansowej dla uczniów i studentów na podnoszenie kwalifikacji zawodowych, przyjętym na posiedzeniu Zarządu OŁ SEP w dniu 05.03.2007 r. – uchwała nr 2/Z/2007).

Ponadto:

1. W dniu 25 września 2015 r. odbył się audyt nadzoru (z wynikiem pozytywnym) Systemu Zarządzania Jakością według normy PN-EN ISO 9001:2009. Jest to potwierdzenie dobrej jakości wykonywanych przez Oddział usług w zakresie szkoleń, egzaminów, konferencji, działalności Ośrodka Rzecznawstwa, a także równie ważnej działalności stowarzyszeniowej.
2. W dniu 25 maja 2015 r. Oddział Łódzki SEP podpisał porozumienie o współpracy z Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego.
3. W dniu 15 czerwca 2015 r. Oddział Łódzki SEP otrzymał certyfikat nr 7/2015 Kreator Kompetencji Zawodowych przyznany przez Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego.
4. Oddział Łódzki SEP ma trzech członków wspierających (Veolia Energia Łódź S.A., SONEL S.A., ERBUD INDUSTRY Centrum Sp. z o.o.).
5. Przy Oddziale Łódzkim SEP działa 10 kół. W Konkursie o tytuł Najaktywniejszego Koła SEP w 2015 (za rok 2014) roku zostały wyróżnione 4 koła z Oddziału Łódzkiego:

#### **Grupa „S” – Koła szkolne i studenckie**

II miejsce – Międzyszkolne Koło Pedagogiczne przy Zarządzie Oddziału Łódzkiego SEP,

III miejsce – Studenckie Koło SEP przy PŁ im. prof. Michała Jabłońskiego;

#### **Grupa „E” – Koła seniorów i emerytów**

III miejsce – Koło Seniorów im. Zbigniewa Kopczyńskiego przy Zarządzie Oddziału Łódzkiego SEP;

#### **Grupa „C” – Koła zakładowe liczące ponad 61 członków**

IV miejsce – Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.

Koła prowadzą aktywną działalność organizując wyjazdy naukowo-techniczne, prelekcje, odczyty, zebrania plenarne i spotkania wigilijne. W ramach działań integracyjnych i wymiany wiedzy oraz doświadczeń zebrania i wyjazdy organizowane przez jedno koło są otwarte dla członków innych kół.

#### IV. Działalność w organach ogólnopolskich SEP, komisjach i sekcjach oraz NOT

**Oddział Łódzki SEP jest licznie reprezentowany w organach centralnych SEP (w kadencji 2014–2018):**

1. Kol. Władysław Szymczyk – Centralna Komisja ds. Współpracy Firm Przemysłu Elektrotechnicznego,
2. Kol. Jan Cichocki – Centralna Komisja ds. Współpracy z Polską Izbą Inżynierów Budownictwa,
3. Kol. Zdzisław Sobczak – Centralna Komisja Upoważnień Zawodowych i Specjalizacji Zawodowej Inżynierów,
4. Kol. Jerzy Bogacz – Centralna Komisja Organizacyjna,
5. Kol. Jerzy Powierza – Centralna Komisja Szkolnictwa Elektrycznego,
6. Kol. Wojciech Łyżwa – Centralna Komisja Młodzieży i Studentów,
7. Kol. Andrzej Gorzkiewicz – Centralna Komisja Odznaczeń i Wyróżnień,
8. Kol. Stefan Koszorek – Centralna Komisja Historyczna,
9. Kol. Tomasz Piotrowski – Centralna Komisja Współpracy z Zagranicą,
10. Kol. Jan Wawrzko – Centralna Komisja Norm i Przepisów Elektrycznych,
11. Kol. Edward Pilak – Rada Nadzorcza Agend SEP,
12. Kol. Mieczysław Balcerek – Główna Komisja Rewizyjna, Komisja Statutowa, Rada Programowa INPE,
13. Kol. Przemysław Tabaka – Rada Programowa INPE,
14. Kol. Andrzej Wędzik – Centralna Sekcja Energetyki Odnawialnej i Ochrony Środowiska.

**Reprezentanci Oddziału w działalności NOT:**

1. Kol. Krystyna Sitek – członek Zarządu Łódzkiej Rady Federacji Stowarzyszeń Naukowo – Technicznych NOT,
2. Kol. Artur Szczyński – Komisja Promocji Techniki,
3. Kol. Mieczysław Balcerek – Komisja ds. Nagród, Konkursów i Odznaczeń,
4. Kol. Czesław Maślanka – Komisja Seniorów i Historii Stowarzyszeń,
5. Kol. Andrzej Boroń – Komitet Organizacyjny Obchodów 70-lecia Łódzkiej Rady Federacji Stowarzyszeń Naukowo Technicznych NOT oraz 50-lecia Domu Technika w Łodzi, które odbędą się w 2016 roku.
6. Kol. Anna Grabiszewska – Komitet ds. Jakości.

#### V. Działalność Rad, Komisji i Sekcji

**Przy Oddziale Łódzkim SEP w 2015 r. działały następujące Rady, Komisje i Sekcje:**

1. Rada Ośrodka Rzeczoznawstwa – przewodniczący kol. Wiesław Kmin,
2. Oddziałowa Rada Nadzorcza ds. Komisji Kwalifikacyjnych – przewodniczący kol. Henryk Małasiński,
3. Komisja ds. Realizacji Uchwał i Wniosków – przewodniczący kol. Andrzej Boroń,
4. Komisja ds. Organizacyjnych Kół i Sekcji – przewodniczący kol. Marcin Rybicki,
5. Komisja ds. Młodzieży i Studentów – przewodniczący kol. Robert Bakalarski,
6. Komisja Odznaczeń – przewodniczący kol. Sergiusz Górski,

7. Komisja Pomocy Koleżeńskiej – przewodniczący kol. Zdzisław Sobczak,
8. Komisja ds. Informacji Stowarzyszeniowej i Kroniki – przewodniczący kol. Stefan Koszorek,
9. Komitet Redakcyjny Biuletynu Techniczno-Informacyjnego OŁ SEP – przewodniczący kol. Andrzej Dębowski,
10. Sekcja Instalacji i Urządzeń Elektrycznych – przewodniczący kol. Henryk Małasiński,
11. Sekcja Energetyki – przewodniczący kol. Sławomir Burmann.

#### VI. Program działalności na 2016 rok

##### I. Działalność gospodarcza

1. Organizacja kursów przygotowujących do egzaminów kwalifikacyjnych we wszystkich grupach.
2. Organizacja kursów pomiarowych.
3. Organizacja szkoleń specjalistycznych na zlecenie firm.
4. Opracowanie programu i organizacja kolejnego kursu specjalistycznego.
5. Organizacja egzaminów kwalifikacyjnych we wszystkich grupach.
6. Aktualizacja składów i zakresów uprawnień Komisji Kwalifikacyjnych.
7. Organizacja XI Forum Transformatorowego.
8. Wykonywanie prac w ramach Ośrodka Rzeczoznawstwa.
9. Organizacja prezentacji firm z branży elektrycznej.

##### II. Działalność stowarzyszeniowa

1. Organizacja spotkania Prezydium z prezesami zaprzyjaźnionych Oddziałów SEP w dniu 15 stycznia 2016 r.
2. Organizacja pikniku z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryki w dniu 3 czerwca 2016 r.
3. Rozpoczęcie procedury ustanowienia w SEP Roku 2017 Rokiem Profesora Władysława Pełczewskiego.
4. Organizacja zebrania delegatów i podsumowanie dwóch lat kadencji (04.03.2016 r.)
5. Organizacja spotkań projektantów z przedstawicielami PGE.
6. Aktualizacja regulaminów działających w Oddziale Komisji.
7. Pozyskanie nowych członków wspierających.
8. Rozwój Koła Studenckiego i Sekcji IEEE.
9. Kontynuacja współpracy ze szkołami i uczniami szkół ponadgimnazjalnych.
10. Wydanie czterech numerów Biuletynu Techniczno-Informacyjnego Oddziału Łódzkiego SEP.
11. Organizacja konkursów, jak do tej pory.
12. Współpraca z dotychczasowymi partnerami (Członkowie Wspierający, Politechnika Łódzka, Kuratorium Oświaty, Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa, Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, ościenne oddziały SEP, Koło SEP przy PGE EB, Naczelna Organizacja Techniczna).
13. Udział w konkursach szczebla centralnego.
14. Kontynuacja finansowego wspierania potrzebujących członków OŁ SEP (FPK).
15. Kontynuacja dbałości o groby zmarłych zasłużonych członków OŁ SEP.
16. Organizacja sympozjum wyjazdowego w dniach 7–17 maja 2016 r. do Włoch.
17. Organizacja Spotkania Wigilijnego 2016.

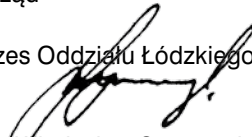
##### III. Inwestycje i inne działania

1. Utrzymanie certyfikatu ISO.

2. Doposażenie Oddziału w sprzęt pomiarowy i laboratoryjny dla celów szkoleniowych.
3. W miarę możliwości modernizacja bazy IT.
4. Podnoszenie kwalifikacji pracowników Biura ZOŁ SEP (udział w szkoleniach, konferencjach, ewentualnie studia podyplomowe).

Podpisał za Zarząd

Prezes Oddziału Łódzkiego SEP



Władysław Szymczyk

Niniejsze Sprawozdanie zostało zatwierdzone Uchwałą Zarządu nr 27/Z/2014-2018 z dnia 01 marca 2016 r.

Opracowała:  
Anna Grabiszewska  
kierownik Działu Organizacyjnego

Załącznik nr 1 do Sprawozdania Zarządu z działalności Oddziału Łódzkiego SEP w 2015 roku

## Stan realizacji na dzień 01.02.2016 r. Uchwały nr 7/WZDO/2014 Walnego Zgromadzenia Delegatów Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich z dnia 28 lutego 2014 r.

Walne Zgromadzenie Delegatów Oddziału Łódzkiego SEP w dniu 28 lutego 2014 r., zobowiązuje Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP kadencji 2014–2018 do realizacji następujących wniosków, umieszczonych przez Komisję Rewizyjną Oddziału w sprawozdaniu za kadencję 2010–2014 oraz zgłoszonych przez delegatów podczas WZDO:

### 1.

#### Utrzymać certyfikat Systemu Zarządzania Jakością według normy PN-EN 9001:2009

Wniosek został zrealizowany i będzie realizowany w przyszłości. W dniu 12 września 2014 r. odbył się audyt recertyfikacyjny (z wynikiem pozytywnym) Systemu Zarządzania Jakością według normy PN-EN ISO 9001:2009 i certyfikat został przedłużony na kolejne trzy lata i jest ważny do 5 października 2017 r. W dniu 25 września 2015 r. odbył się – z wynikiem pozytywnym – audyt nadzoru. Jest to potwierdzenie dobrej jakości wykonywanych przez Oddział usług w zakresie szkoleń, egzaminów, konferencji, działalności Ośrodka Rzeczoznawstwa, a także równie ważnej działalności stowarzyszeniowej.

### 2.

#### Zintensyfikować działania w kierunku zwiększenia efektywności opłacania składek członkowskich

Wniosek został zrealizowany i będzie realizowany w przyszłości. Wysyłane są do członków powiadomienia o zaległościach w opłaceniu składek członkowskich. W wyniku przeprowadzonej w 2014 roku akcji, zgodnie z § 11 pkt. 5 ust. 2 Statutu SEP, w związku z zaleganiem z opłatą składki członkowskiej przez 12 miesięcy, pomimo wcześniejszego udokumentowanego upomnienia, Zarząd Oddziału w dniu 30 grudnia 2014 r. podjął uchwałę nr 17/Z/2014-2018, skreślającą z listy członków Oddziału 526 osób. Poza prowadzeniem naboru nowych członków, Zarząd będzie pilnował dotrzymywania przez członków Stowarzyszenia tego podstawowego obowiązku, jakim jest płacenie składek.

### 3.

#### Kontynuować prowadzenie szkoleń zawodowych i kursów przygotowujących do egzaminów kwalifikacyjnych

Wniosek został zrealizowany i będzie realizowany w przyszłości. Oddział kontynuuje organizację szkoleń przygotowujących do egzaminu kwalifikacyjnego w zakresie Gr. 1, 2 i 3 według Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. (Dz. U. nr 89, poz. 828 i nr 129 poz. 1184 oraz z 2005 r. nr 131 poz. 1189). Szkolenia organizowane są w siedzibie Oddziału, jak również na zlecenie firm w zakresie dostosowanym do specyfiki danej firmy. Oddział zapewnia wykwalifikowaną kadrę wykładowców – specjalistów z udokumentowanym doświadczeniem zawodowym, wpisanych na listę zweryfikowanych wykładowców SEP, członków Komisji Kwalifikacyjnych powołanych przez Urząd Regulacji Energetyki. W zależności od potrzeb i wymagań, jest gotowy do opracowania programu i przeprowadzenia szkolenia zgodnie z zapotrzebowaniem zleceniodawcy.

### 4.

#### Kontynuować dbałość o merytoryczne przygotowanie egzaminatorów i właściwą formę przeprowadzania egzaminów kwalifikacyjnych

Wniosek został zrealizowany i będzie realizowany w przyszłości. Pracę egzaminatorów monitoruje Oddziałowa Rada Nadzorcza ds. Komisji Kwalifikacyjnych. Prowadzona jest systematyczna kontrola jakości i wartości merytorycznej egzaminów. Oddział zapewnia członkom Komisji Kwalifikacyjnych dostęp do aktualnych aktów prawnych dotyczących tematyki egzaminacyjnej.

### 5.

#### Kontynuować prowadzenie seminariów naukowo-technicznych oraz przedsięwzięć integracyjnych

Wniosek został zrealizowany i będzie realizowany w przyszłości. Organizacja seminariów naukowo-technicznych jest prowadzona w sposób ciągły. W 2014 odbyły się dwie konferencje organizowane wspólnie z firmą Lanster, bezpłatne dla członków Oddziału, w dniach 20.05.2014 r. i 09.09.2014 r. oraz jedna w 2015 r., w dniu 28 maja. Zorganizowano również wyjazd o charakterze technicznym do Berlina, podczas którego zwiedzono fabrykę SIEMENSA oraz wyjazd na 27 Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB, dla członków wszystkich kół. Targi Bielskie należą do najważniejszych, organizowanych przez energetykę w Polsce. Dlatego też wyjazd na targi był kontynuowany w 2015 roku i planowany jest na rok 2016. Spotkania o charakterze naukowo-technicznym, jak i integracyjnym są również organizowane przez poszczególne koła zarejestrowane w Oddziale.

W dniach 28–30 maja 2014 r. Oddział zorganizował wspólnie z Instytutem Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej Międzynarodową Konferencję „European Energy Market – EEM14”.

W dniach 23 stycznia 2015 r. i 27 marca 2015 r., wspólnie z Łódzką Okręgową Izbą Inżynierów Budownictwa i PGE Dystrybucja S.A., zorganizowano seminarium, którego celem było zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi rozwoju energetyki. Dokonano również wymiany istotnych informacji dotyczących problemów we współpracy pomiędzy PGE a kadrą inżynierską zajmującą się projektowaniem i nadzorem nad wykonawstwem.

W ramach przedsięwzięć integracyjnych zorganizowano w dniu 12 czerwca 2015 r. piknik z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryki oraz wyjazd naukowo-techniczny do Paryża, w dniach 30.04–06.05.2015 r. W ramach kontynuacji tej działalności w dniach 07–17.05.2016 r. odbędzie się wyjazd naukowo-techniczny do Włoch, a w dniu 3 czerwca 2016 r. piknik z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryki.

## 6.

### Przeprowadzić strukturalną reorganizację kół terenowych w jednostki o ukształtowanych profilach tematycznych (branżowych)

Wniosek jest realizowany w sposób ciągły. Komisja ds. Organizacyjnych Kół i Sekcji podejmuje działania zmierzające do integracji wszystkich kół i przepływu informacji o organizowanych przez dane koło spotkaniach, które są dostępne również dla członków innych kół. Nie przewiduje się „rozdrabniania” kół terenowych na „branżowe”, które już istnieją, jako koła zakładowe.

## 7.

### Wprowadzić dla członków SEP bonifikatę w opłatach za szkolenia specjalistyczne

Wniosek zrealizowano. Zarząd Oddziału na zebraniu w dniu 10 czerwca 2014 r. podjął uchwałę 10/Z/2014-2018 wprowadzającą 20% rabatu na organizowane przez Oddział szkolenia dla członków Oddziału Łódzkiego SEP z minimum rocznym stażem członkowskim i opłaconą składką członkowską.

## 8.

### W Biuletynie Techniczno-Informacyjnym Oddziału Łódzkiego SEP zwiększyć liczbę artykułów o tematyce praktycznej

Wniosek jest realizowany. Podejmowane są działania w celu nawiązania kontaktów z autorami, którzy podjęliby się napisania tekstów praktycznych. Pierwszy taki artykuł pt. „Rzetelnie i rozważnie o zamiennikach klasycznych żarówek”, którego autorem jest Przemysław Tabaka z Politechniki Łódzkiej, ukazał się w nr 1/2015 Biuletynu, druga część ukazała się w nr 2/2015. W 2016 roku zaplanowano przedruk artykułów „Odbiory techniczne w trakcie procesu

inwestycyjnego w branży elektrycznej”, które były opublikowane w Kwartalniku Łódzkim, wydawanym przez Łódzką Okręgową Izbę Inżynierów Budownictwa. Redakcja zaprasza czytelników do publikacji artykułów o charakterze praktycznym.

## 9.

### Wystąpić do Zarządu Głównego SEP o uaktualnienie Regulaminu na najaktywniejsze koło SEP w zakresie punktacji za działalność Koła. Wystąpić do Zarządu Głównego SEP o ujawnienie złożonych do konkursu wniosków oraz punktacji przyznawanej poszczególnym kołom

Wniosek zrealizowano. Prace nad zmianą Regulaminu zostały rozpoczęte przez Centralną Komisję Organizacyjną powołaną przez Zarząd Główny SEP na kadencję 2014–2018. Przedstawicielem Oddziału w Komisji jest wiceprezes Oddziału Jerzy Bogacz, który przekazał uwagi do Regulaminu zebrane od członków Zarządu Oddziału. Nowy Regulamin został zatwierdzony w dniu 25.04.2015 r. decyzją Zarządu Głównego SEP i będzie obowiązywał w edycji konkursu za 2016 rok, czyli w roku 2017.

## 10.

### Rozpropagować Łódzkie Targi Energetyczne w środowisku energetyków – członków Oddziału Łódzkiego SEP

Wniosek zrealizowano. Informacja na temat Targów Energetycznych została zamieszczona na stronie internetowej Oddziału Łódzkiego SEP ([www.seplodz.pl](http://www.seplodz.pl)). Jak wskazują nasze dotychczasowe doświadczenia, istnieje obawa, że targi łódzkie, kolejne w przeprowadzaniu imprez targowych energetycznych, nie będą cieszyły się taką popularnością, jak już działające (np. w Bielsku-Białej).

## 11.

### Wystąpić do Zarządu Głównego SEP z wnioskiem o przeanalizowanie nazwy i kompetencji Rady Nadzorczej ds. Komisji Kwalifikacyjnych. Rozszerzyć zakres działania o tematykę szkoleń i kursów

Wniosek nie został zrealizowany. Nie znalazł również wsparcia w innych oddziałach i ZG. Zebrani na posiedzeniu Komisji ds. Realizacji Uchwał i Wniosków uważają, że nazwa i zakres działania RN są prawidłowe. Tematyka szkoleń jest poruszana na spotkaniach RN. Omawiane są wnioski i doświadczenia z przeprowadzanych kursów oraz nowe propozycje szkoleń. Wnoszujemy o wyłączenie tego wniosku z grupy wniosków do realizacji.

## 12.

### Kontynuować działania w kierunku pełnego wykorzystania zysków z działalności gospodarczej oddziału na cele statutowe

Wniosek zrealizowano. Oddział kontynuuje działania i podejmuje się realizacji przedsięwzięć statutowych, na które przeznaczają zyski z działalności gospodarczej. Odbywa się to przy zachowaniu minimalnego poziomu rezerwy finansowej Oddziału określonej jako 150% rocznych kosztów ogólnego zarządu, przyjmując tę wartość jako maksymalną z trzech ostatnich lat działalności, w tym wartość planowaną w projekcie budżetu na rok następny. Zarządzanie rezerwą finansową powinno przynosić maksymalne korzyści przy najmniejszym ryzyku.

zebrała i opracowała: A. Grabiszewska

# Ocena działalności Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP za 2015 r. dokonana przez Komisję Rewizyjną Oddziału

Komisja Rewizyjna Oddziału Łódzkiego SEP w składzie:

1. Janusz Jaraczewski – przewodniczący
2. Ryszard Sadowski – wiceprzewodniczący
3. Urszula Kupis – sekretarz
4. Adam Pawełczyk – członek
5. Zbigniew Przybylski – członek

## Podstawy oceny

- wyniki działalności kontrolnych Komisji Rewizyjnej,
- bilans za 2015 rok,
- sprawozdanie z działalności Zarządu Oddziału za 2015 rok,
- znajomość bieżącej działalności Zarządu wynikająca z udziału przedstawicieli Komisji Rewizyjnej w zebraniach Zarządu i Prezydium.

## Wyniki działań kontrolnych Komisji

1. Komisja zapoznała się, podobnie jak w ubiegłym roku, z fakturami i wyciągami bankowymi z listopada 2015 roku. Dokonała analizy i oceny zasadności wydatków oraz prawidłowości raportów pod względem formalnym. Komisja nie ma żadnych uwag co do celowości wydatków. Faktury są akceptowane przez dwie osoby. Dokumentacja jest prowadzona prawidłowo i przejrzysto.  
Komisja oceniła pozytywnie lokowanie środków pieniężnych równocześnie w kilku bankach oraz racjonalny podział kwot na rachunkach bieżących i lokatach. Zaleca jednocześnie dążenie do lokowania pieniędzy tak, aby uzyskiwać maksymalny zysk z oprocentowania.
2. Komisja zapoznała się z organizacją oraz stroną merytoryczną kursów szkoleniowych i usług technicznych. Od początku roku do dnia kontroli odbyło się 118 kursów, w których uczestniczyło 1393 osoby. Kursy były prowadzone przez szesnastu wykładowców – wszyscy członkowie SEP. Rozliczenie finansowe wykładowców z OŁ SEP odbywało się na podstawie zawartych umów o dzieło.  
Łączny przychód ze szkoleń do dnia kontroli wyniósł 329 756 zł. W zakresie usług technicznych zrealizowano 11 tematów zamówionych przez podmioty gospodarcze na kwotę 49 424 zł.

## Ocena działalności finansowej Zarządu Oddziału za 2015 rok

Praktycznie wszystkie wskaźniki finansowe zostały wykonane na poziomie wyższym od planowanego.

Na uwagę zasługuje bardzo duży wzrost (o ponad 50%) przychodu z działalności gospodarczej. Jest to wynik długoletniej polityki polegającej na oferowaniu wysokiej jakości usług i dbałości o klienta. Generalnie Komisja ocenia bardzo wysoko wyniki finansowe osiągnięte w 2015 roku.

## Ocena działalności statutowej Zarządu Oddziału za 2015 rok

Pozytywnie również ocenia się działania Zarządu w zakresie wypełniania funkcji statutowych i poczynąń organizacyjnych.

Oprócz dotychczasowych form integracyjnych: seminaria naukowo-techniczne, wycieczki, wigilia, po raz pierwszy zorganizowano piknik z możliwością udziału wszystkich członków SEP.

Nadano też rangę sposobu przyjęcia nowych członków SEP – uroczyste wręczenie legitymacji członkowskiej. Nastąpiło uaktywnienie się Kół – wycieczka do Warszawy, do Bielska, do Bełchatowa, spotkanie z PGE, spotkania promocyjne z firmami elektrycznymi.

Na podkreślenie zasługuje bardzo aktywna działalność Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych.

Optymistycznym akcentem jest przyrost nowych członków SEP, nie licząc uczniów wyniósł on 26 osób.

Komisja ocenia pozytywnie fakt przedstawienia stanu realizacji wniosków z Uchwały nr 7/WZDO/2014 z dnia 28.02.2014 r. Utrzymuje się dobrą ocenę pracy Biura Oddziału.

## Postulaty

1. Komisja Rewizyjna ponownie postuluje przeanalizować zasadność dalszego kumulowania zysku na kapitał zapasowy, biorąc pod uwagę punkt 12 Uchwały nr 7/WZDO/2014 z dnia 28.02.2014 r. Proponuje się przedyskutowanie tematu wykorzystania nadwyżki finansowej, gdyż dotychczasowe działania nie rozwiązują docelowo problemu.
2. Postuluje utrzymanie wysokiego standardu organizowanych imprez integracyjnych.
3. Kontynuować dalszą współpracę Zarządu z Kołami młodzieżowymi – Akademickim i Szkolnymi.

Podsumowując – Oddział Łódzki SEP ma się dobrze.

Podpisy członków komisji:

1. Janusz Jaraczewski
2. Ryszard Sadowski
3. Urszula Kupis
4. Adam Pawełczyk
5. Zbigniew Przybylski

Łódź, dn. 01.03.2016 r.



## Spotkanie Delegatów w dniu 4 marca 2016 r.

W dniu 4 marca 2016 roku w sali kongresowej Domu Technika w Łodzi odbyło się spotkanie delegatów na Walne Zgromadzenie Delegatów Oddziału Łódzkiego w kadencji 2014–2018. Celem spotkania było podsumowanie minionych dwóch lat kadencji oraz przedstawienie planów na przyszłość.

Spotkanie otworzył prezes Oddziału, kol. Władysław Szymczyk, który omówił, w imieniu Zarządu Oddziału, dotychczasową działalność i zrealizowane w ciągu minionych dwóch lat zadania i przedsięwzięcia. W podsumowaniu stwierdził, że Oddział jest w dobrej kondycji finansowej i z powodzeniem realizuje zadania statutowe i gospodarcze. Przedstawił również propozycje organizacji imprez i przedsięwzięć na drugą część kadencji. Wystąpieniu towarzyszyła bogato ilustrowana prezentacja multimedialna.

Miłym akcentem było wręczenie rekomendacji SEP firmie P.U.H Elektro-Instal ANGO-POL, którą odebrał właściciel (i jednocześnie wiceprezes Oddziału) kol. Andrzej Gorzkiewicz oraz wręczenie Srebrnej Odznaki Honorowej SEP kol. Zbigniewowi Rutkowskiemu z Koła SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.

W dalszej części spotkania kol. Andrzej Boroń – przewodniczący Komisji ds. Realizacji Uchwał i Wniosków przedstawił stan realizacji wniosków zawartych w uchwale nr 7/WZDO/2014 z dnia 28 lutego 2014 roku. Omówione zostały wszystkie wnioski zawarte w uchwale. W podsumowaniu kol. Andrzej Boroń stwierdził, że poza jednym, dotyczącym zmiany nazwy Rady Nadzorczej ds. Komisji Kwalifikacyjnych, zgłoszone wnioski są zrealizowane bądź w trakcie realizacji.

W dyskusji głos zabrali:

- kol. Jan Wawrzko – przedstawiciel Oddziału w Centralnej Komisji Norm i Przepisów Elektrycznych SEP, który omówił działalność Komisji w minionych dwóch latach;
- kol. Stefan Koszorek – przedstawiciel Oddziału w Centralnej Komisji Historycznej SEP, który omówił swoją działalność w Komisji oraz najważniejsze przedsięwzięcia związane ze zbliżającym się jubileuszem 100-lecia SEP, organizowane na szczeblu centralnym;
- kol. Henryk Małasiński – przewodniczący Oddziałowej Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych SEP, który, poza przedstawieniem działalności Sekcji, którą reprezentował, odniósł się do niedostatecznej informacji na stronach internetowych dotyczących działalności Zarządu Głównego SEP;
- kol. Janusz Jabłoński – członek Zarządu Oddziału i Komisji ds. Organizacyjnych Kół i Sekcji, który przekazał informację dotyczącą działalności członków naszego Oddziału w komisjach i sekcjach oddziałowych.



Prezes Władysław Szymczyk wręcza Andrzejowi Gorzkiewiczowi rekomendację SEP



Zbigniew Rutkowski (z lewej) odbiera Srebrną Odznakę Honorową SEP



Zarówno sprawozdanie Zarządu Oddziału, jak i informację o realizacji wniosków z Walnego Zebrania Delegatów Oddziału przyjęto bez uwag. Kol. Andrzej Boroń poddał pod głosowanie wycofanie wniosku dotyczącego zmiany nazwy Rady Nadzorczej, jako niezasadnego. Przy dwóch głosach wstrzymujących się wniosek został przyjęty.

Spotkanie to było doskonałą okazją do zapoznania delegatów kół, a za ich pośrednictwem przekazania pozostałym członkom,

informacji związanych z bieżącą działalnością Oddziału oraz z planami na przyszłość. Był też czas, przy kawie i drobnym poczęstunku, na koleżeńskie rozmowy w kularach, dyskusje i wymianę informacji dotyczące bieżących zadań podejmowanych przez poszczególne koła.

*Opracowała: Anna Grabiszewska*

## Kolejny sukces łodzian w Konkursie im. prof. Mieczysława Pożaryskiego

W dniu 24 listopada 2015 r. jury w składzie:

- prof. dr hab. inż. Andrzej Wac-Włodarczyk – przewodniczący,
- dr inż. Przemysław Balcerek,
- prof. dr hab. Andrzej Dąbrowski,
- dr Marek Florkowski,
- prof. dr hab. inż. Grzegorz Maślowski,
- prof. dr hab. inż. Krzysztof Perlicki,
- prof. dr inż. Tadeusz Pałko,
- prof. dr hab. inż. Aleksandra Rakowska

rozstrzygnęło XXXIX Konkurs im. profesora Mieczysława Pożaryskiego na najlepsze prace opublikowane w czasopiśmie naukowo-technicznych Stowarzyszenia Elektryków Polskich w 2014 r.

Celem konkursu jest podkreślenie potrzeby rozwijania twórczości wydawniczej elektryków, propagowanie osiągnięć naukowych i technicznych oraz upamiętnienie działalności autorskiej i wydawniczej prof. Mieczysława Pożaryskiego – wieloletniego redaktora naczelnego „Przeglądu Elektrotechnicznego” i „Wiadomości Elektrotechnicznych”, autora licznych książek i podręczników, artykułów i referatów.

Laureatem konkursu może zostać autor (autorzy) artykułu podstawowego (głównego) z dowolnej gałęzi elektryki, elektroniki, energetyki, telekomunikacji, informatyki i dziedzin pokrewnych, wyróżniającego się wartością merytoryczną, tj. nowością tematu, oryginalnością ujęcia oraz jego znaczeniem dla rozwoju elektryki polskiej.

Do XXXIX edycji konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego nominowano łącznie 31 artykułów, w tym kilka wieloczęściowych, zgłoszonych przez redakcje następujących czasopism:

- Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego SEP (1),
- Biuletyn Techniczny Oddziału Krakowskiego SEP (2),
- Elektronika (4),
- Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych (3),
- Podręcznik INPE dla elektryków (2),
- Przegląd Elektrotechniczny (5),
- Przegląd Telekomunikacyjny – Wiadomości Telekomunikacyjne (5),
- Śląskie Wiadomości Elektryczne (2),
- Wiadomości Elektrotechniczne (7).

Jury jednomyślnie przyznało jedną nagrodę I stopnia, dwie nagrody II stopnia i trzy nagrody III stopnia.

1. Pierwszą nagrodę otrzymał artykuł pt.: „Kwantowe lasery kaskadowe – 20 lat historii i stan obecny” opublikowany w nu-



*Od lewej: Piotr Szymczak, Piotr Chudzik, Rafał Nowak i Andrzej Wac-Włodarczyk*

merze 11/2014 Elektroniki. Autorami są: prof. dr hab. Maciej Bugajski oraz dr Anna Wójcik-Jedlińska z Instytutu Technologii Elektronowej - Centrum Nanofotoniki w Warszawie.

2. Dwie drugimi równorzędnymi nagrodami wyróżniono:

- Artykuł pt. „Nowe rozwiązania pomiaru impedancji pętli zwarciowej przy odkształceniu krzywej napięcia w miejscu badania” opublikowany w Zeszytach Podręcznika INPE dla Elektryków nr 50, autorstwa dr hab. inż. Ryszarda Roskosza z Politechniki Gdańskiej.
- Cykl artykułów opublikowanych w numerze 3/2014 Przeglądu Elektrotechnicznego pt.: „Wykorzystanie niekonwencjonalnych technik decyzyjnych do poprawy działania zabezpieczenia odległościowego linii napowietrznej WN o zmiennych w szerokich granicach zdolnościach przesyłowych” (cz. I i II). Autorami są: prof. dr hab. inż. Adrian Halinka i dr inż. Marcin Niedopytański z Instytutu Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej.

3. Trzema równorzędnymi nagrodami trzecimi wyróżniono:

- **Artykuł pt.:** „Wyznaczanie parametrów sieci trakcyjnej niezbędnych do minimalizacji strat przesyłowych w pojeździe z zasobnikiem superkondensatorowym”, opublikowany w Nr 1/2014 Biuletynu Techniczno-Informa-

cyjnego Oddziału Łódzkiego SEP, autorstwa dr inż. Piotra Chudzika, dr inż. Andrzeja Radeckiego i mgr inż. Rafała Nowaka z Instytutu Automatyki Politechniki Łódzkiej.

- Artykuł pt.: „Współczesne rozwiązania zabezpieczeń ziemnozwarciowych w sieciach średnich napięć o nieskutecznie uziemionym punkcie neutralnym”, opublikowany w Biuletynie Technicznym Oddziału Krakowskiego SEP nr 1/2014, którego autorem jest doc. dr inż. Witold Hoppel, emerytowany pracownik Politechniki Poznańskiej.
- Artykuł „System pomiarowy do rejestracji drżeń parkinsonowskich” opublikowany w nr 5/2014 Przeglądu Elektrotechnicznego. Jego autorami są: inż. Tomasz Ćwik i inż. Cezary Cianciara z Akademii Górniczo-Hutniczej

Interdyscyplinarne Koło Naukowe „BioMetr” przy Katedrze Metrologii i Elektroniki, dr inż. Piotr Piwowar z Katedry Metrologii i Elektroniki AGH.

Wręczenie dyplomów miało miejsce w dniu 16 grudnia 2015 r. w Domu Technika w Warszawie, podczas spotkania świąteczno-noworocznego przyjaciół i sympatyków SEP.

Już kolejny raz nagrodzono artykuł opublikowany w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym Oddziału Łódzkiego SEP. To duże wyróżnienie dla autorów, ale także dla Oddziału i Komitetu Redakcyjnego, który starannie przygotowuje każdy numer, dbając o wysoki poziom merytoryczny czasopisma.

Opracowała: Anna Grabiszewska

Źródło: strona internetowa SEP [www.sep.com.pl](http://www.sep.com.pl)

## Spotkanie zaprzyjaźnionych Oddziałów SEP

W dniu 15 stycznia 2016 r. Oddział Łódzki SEP gościł prezesów wraz z osobami towarzyszącymi z zaprzyjaźnionych Oddziałów i Kół SEP. W spotkaniu wzięli udział: Jan Musiał – prezes Oddziału Piotrkowskiego SEP, Zenon Zgarda – prezes Oddziału Kaliskiego SEP, Zbigniew Krasieński – prezes Oddziału Skierniewickiego SEP, Wiesław Michalski – prezes Oddziału Radomskiego SEP, Waldemar Stefański – prezes Oddziału Konińskiego SEP, Jerzy Antczak – przedstawiciel Koła SEP przy Elektrowni Bełchatów. Ze strony Oddziału Łódzkiego SEP w spotkaniu uczestniczyli: Władysław Szymczyk – prezes Oddziału, byli prezesi Oddziału: Andrzej Boroń i Franciszek Mosiński, Andrzej Gorzkiewicz – wiceprezes ds. finansowych, Jerzy Bogacz – wiceprezes ds. organizacyjnych, Jerzy Powierza – wiceprezes ds. naukowo-technicznych, Henryka Szumigaj – wiceprezes ds. młodzieży, Jacek Kuczkowski – sekretarz, Janusz Jaraczewski – przewodniczący Komisji Rewizyjnej, Mieczysław Balcerek – dyrektor Biura OŁ SEP i niżej podpisana.

Program spotkania obejmował:

1. informacje na temat działalności Oddziałów;



Od lewej: Franciszek Mosiński, Wiesław Michalski, Jacek Kuczkowski, Waldemar Stefański, Janusz Jaraczewski, Zenon Zgarda

2. wymianę doświadczeń w zakresie działalności szkoleniowej, egzaminacyjnej, wydawniczej i rzeczoznawczej;
3. działalność na rzecz młodych członków SEP;
4. omówienie form współpracy między oddziałami. Sprawy różne.

Spotkanie otworzył prezes Oddziału Łódzkiego Władysław Szymczyk. Przypomniał, że jest to kolejne, tradycyjnie organizowane od kilku kadencji spotkanie, umożliwiającym bliższą współpracę pomiędzy zaprzyjaźnionymi oddziałami. Historia spotkań wywodzi się z czasów, kiedy, w związku z nowym podziałem administracyjnym kraju, z Oddziału Łódzkiego wyłoniły się nowe, dawniej będące kołami w Oddziale Łódzkim. Do ich grona dołączyły oddziały, z którymi Oddział Łódzki bliżej współpracuje. Jest to bardzo miła tradycja, którą warto kontynuować.

Następnie prezes Władysław Szymczyk omówił działalność oddziału, na pierwszy plan wyróżniając zagadnienia, które były wcześniej zaawizowane w zaproszeniu, a dotyczące szkoleń, egzaminów i pracy z młodzieżą. Następnie każdy uczestnik krótko przedstawił działalność swojego Oddziału. Prezesi przekazali najważniejsze tematy i problemy związane z działalnością



Od lewej: Jerzy Powierza, Jan Musiał, Andrzej Boroń, Henryka Szumigaj, Władysław Szymczyk, Jerzy Bogacz, Franciszek Mosiński, Wiesław Michalski, Jacek Kuczkowski, Waldemar Stefański

oddziałów. Wywiązała się dyskusja, wymieniano doświadczenia. Oczywiście, w związku z tym, że oddziały są bardzo różne, jeśli chodzi o wielkość, środowisko techniczne i najważniejsze problemy je nurtujące, nie wszystkie doświadczenia można wykorzystać. Ale uznano, że praca z młodzieżą jest podstawowym priorytetem dla naszego Stowarzyszenia i tu nastąpiła wymiana poglądów, jak można młodych adeptów techników i politechnik pozyskać dla SEP.

Spotkanie zostało zakłócone awarią zasilania śródmieścia Łodzi. Wyłączone zostało zasilanie dużego rejonu, obejmującego m.in. budynek NOT-u, w którym obradowaliśmy. Stały również windy w budynku, a w nich zostały uwięzione trzy panie – uczestniczki spotkania. Po trzech kwadransach panie „uwolniono” i nastrój zebranych się poprawił. Organizatorzy zapalili w sali obrad kilkanaście świec.

W czasie obrad, dla osób towarzyszących zorganizowano wycieczkę z przewodnikiem do muzeum znajdującego się

w zabytkowym pałacyku jednego z większych przedwojennych fabrykantów łódzkich – Herbst. Jak na ironię losu, duża awaria zasilania, która odcięła od prądu centrum Łodzi, wyłączyła również zasilanie pałacyku i wejście do muzeum nie było możliwe. Sytuację uratował przewodnik z PTTK, który w sposób bardzo interesujący i zajmujący przedstawił paniom nasze miasto podczas objazdu busem.

Dalsza część spotkania przebiegła już bez zakłóceń i po wspólnym obiedzie udaliśmy się do Teatru Wielkiego na operę Don Giovanni.

Zebrani stwierdzili, że wzajemna wymiana doświadczeń z działalności Oddziałów jest bardzo cenna i tradycję spotkań warto kontynuować.

Opracowała: Anna Grabiszewska

Foto. Archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

## Rozstrzygnięcie Konkursu na najlepszą pracę dyplomową magisterską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ

Do tradycyjnego konkursu na najlepszą pracę dyplomową magisterską w roku akademickim 2014/2015, organizowanego przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP i Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej zgłoszono 8 prac dyplomowych ocenionych przez Komisję Konkursową w składzie: dr hab. inż. Andrzej Kanicki (przewodniczący), dr hab. inż. Szymon Grabowski prof. nadzw., dr hab. inż. Ryszard Pawlak prof. nadzw., dr hab. inż. Franciszek Wójcik, dr hab. inż. Maciej Sibiński, dr inż. Witold Marańda, dr inż. Krzysztof

Tomalczyk, dr inż. Tomasz Sobieraj wraz z przedstawicielem Koła Zakładowego SEP przy PŁ – dr inż. Jerzym Powierzą. Przy ocenie prac Komisja brała pod uwagę: nowoczesność tematyki, użyteczność uzyskanych wyników badań, pracochłonność, poprawność językową, stronę graficzną oraz deklarowaną i wykorzystaną w czasie wykonywania pracy literaturę polską i obcojęzyczną.

Po przeprowadzonej analizie i dyskusji Komisja ustaliła podany niżej podział nagród:

Rodzaj nagrody	Autor	Tytuł	Promotor	Instytut lub Katedra
I nagroda	Jakub Jurek	Zastosowanie uczenia maszyn w wykrywaniu raka prostaty z użyciem multiparametrycznych obrazów rezonansu magnetycznego	prof. dr hab. inż. Andrzej Materka dr Are Losnegård dr Arvid Lundervold	Instytut Elektroniki
II nagroda	Robert Kawecki	System radiowy wspomagający lokalizację ludzi w budynkach	dr inż. Łukasz Januskiewicz	Instytut Elektroniki
III nagroda	Adam Rojewski	Wykorzystanie DGA w diagnostyce podobciążeniowego przełącznika zaczeptów	dr hab. inż. Tomasz Piotrowski	Instytut Elektroenergetyki
1 wyróżnienie	Paweł Oleksy	Uprozczone modele ciała człowieka do badania anten nasobnych	dr inż. Łukasz Januskiewicz	Instytut Elektroniki
2 wyróżnienie	Karol Tatar	Bezprzewodowy rejestrator sygnałów biomedycznych	dr inż. Piotr Chudzik	Instytut Automatyki
3 wyróżnienie	Izabela Musiał	Rynki zdolności wytwórczych	prof. dr hab. inż. Władysław Mielczarski	Instytut Elektroenergetyki

Wręczenie dyplomów i nagród odbyło się w dniu 11 grudnia 2015 r. podczas spotkania wigilijnego Oddziału Łódzkiego SEP.

W dalszej części biuletynu zamieszczamy streszczenia prac laureatów trzech pierwszych miejsc oraz osób wyróżnionych.

Na podstawie protokołu Komisji Konkursowej (AG)

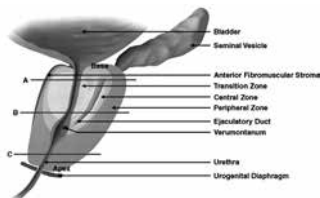
Jakub Jurek



## Zastosowanie uczenia maszyn w wykrywaniu raka prostaty z użyciem multiparametrycznych obrazów rezonansu magnetycznego

### Motywacja/Wstęp

Rak prostaty jest jednym z najczęściej wykrywanych nowotworów u mężczyzn w skali świata. W Polsce również jest to znaczący problem. Liczba wykrywanych nowotworów prostaty rośnie nawet o 5% rocznie, a 40% pacjentów dotkniętych chorobą umiera. Leżąca na pograniczu wielu dziedzin inżynieria biomedyczna polega na stosowaniu znanych metod inżynierskich w problemach medycznych. Takim problemem jest m.in. wykrywanie schorzeń z użyciem uczenia maszynowego – jednej z dziedzin nauki o sztucznej inteligencji. Wykorzystanie komputerów w medycynie pozwala po pierwsze uzyskać obraz z wnętrza ciała pacjenta w procesie akwizycji, a po drugie wydobyć z niego informacje czytelne dla użytkownika.

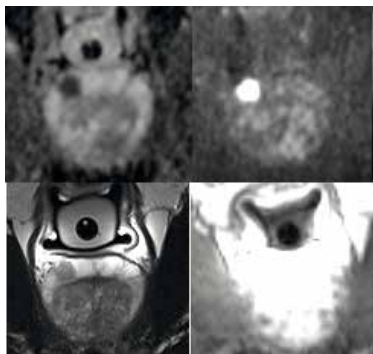


Rys. 1. Budowa gruczoły krokowego (prostaty)

Cel ten został osiągnięty w pracy magisterskiej poprzez kombinację tomografii rezonansu magnetycznego i technik nienadzorowanego uczenia maszynowego.

### Materiały

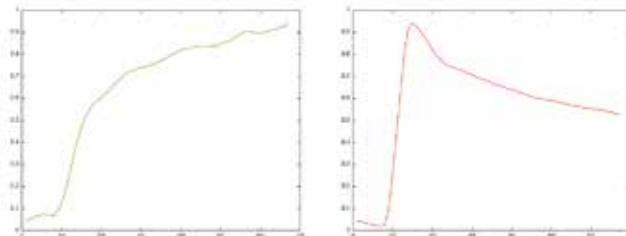
Obrazy multi- czy inaczej wieloparametryczne rezonansu magnetycznego są to skany tomograficzne przedstawiające ten sam obiekt fizyczny (np. prostatę chorego), pochodzące jednak z różnych modalności obrazowania. Do stworzenia systemu diagnostycznego opisanego w pracy wykorzystano 4 modalności: obrazowanie T2-zależne (T2W), obrazowanie dynamiczne z kontrastem (DCE), obrazowanie zależne od dyfuzji (DWI) oraz mapy współczynników dyfuzji (ADC) (rys. 2.). Modalności te pozwalają zaobserwować różne cechy badanego narządu. Obrazy T2W ujawniają strukturę prostaty, DWI właściwości dyfuzyjne tkanek z pewną domieszką struktury, mapy ADC czyste właściwości dyfuzyjne, a obrazy DCE właściwości perfuzyjne, czyli związane



Rys. 2. Prostate uwidocznioma na obrazach ADC, DWI, T2W i DCE

z przepływem przez tkanki środka kontrastującego aplikowanego do układu krwionośnego.

W pracy przychylnono się do hipotezy, która mówi że analiza krzywych farmakokinetycznych (otrzymywanych z obrazów DCE) pozwala ocenić, jakie jest prawdopodobieństwo, że dany element obrazu zawiera tkankę nowotworową (rys. 3.). W badaniach wykorzystano obrazy 6 pacjentów o potwierdzonej obecności nowotworu.



Rys. 3. Normalna (lewa) i zmieniona nowotworowo (prawa) krzywa farmakokinetyczna

### Metody

Pierwszym krokiem, który wykonuje opisywany w pracy system diagnostyczny, jest wyliczenie charakterystycznych wielkości, zwanych cechami, przypisanych do każdego elementu obrazu (woksela). Wyliczono cechy związane z jasnością, teksturą, kształtem, symetrią i zachowaniem farmakokinetycznym obrazowanych struktur (tabela). Z pomocą skalowania wielowymiarowego dokonano selekcji cech, wyłaniając 7 z nich do ostatecznej wersji algorytmu.

#### Podsumowanie wyliczonych cech obrazów

Feature type	Feature name	Note
Intensity	Intensity Value [2]	Intensity of T2W, DWI, ADC
Anatomical	Relative position [2]	Position in X, Y and Z directions
	Relative distance [2]	Relative distance to prostate boundary
Symmetry	Symmetry [2]	Symmetry in the transversal plane in ADC and DWI
Shape	Blobness [3]	Blobness maps in DWI and ADC at scales of 4, 6, 8 and 10 mm
Statistical	Percentiles [3]	25th percentile T2 and ADC, 75th percentile DWI
Texture	GLCM properties	T2W, DWI, ADC
Pharmacokinetic	$K_{trans}$ [3]	Model-based, DCE
	$V_e$ [3]	Model-based, DCE
	$k_{ep}$ [3]	Model-based, DCE
	Time-to-peak [4]	Model-free, DCE
	Initial gradient [4]	Model-free, DCE
	Maximum Intensity [4]	Model-free, DCE
	Onset time [4]	Model-free, DCE
	Mean gradient [4]	Model-free, DCE
	Wash-out gradient [4]	Model-free, DCE
	AUGC [5]	Model-free, DCE
	Slope	Model-free, DCE

W kolejnym kroku wyliczone dane poddano analizie skupień w celu wyłonienia grup wokseli o podobnych cechach. W tym celu zastosowano metodę  $k$ -średnich.

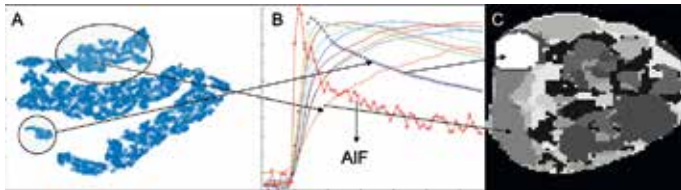
Dla każdej grupy wokseli wyliczono średnią krzywą farmakokinetyczną, którą następnie porównano z odniesieniem w postaci krzywej farmakokinetycznej tętnicy udowej. Miarą podobieństwa był współczynnik korelacji.

Na podstawie podobieństwa krzywych, współczynników korelacji oraz odległości próbek od środka ciężkości grupy o największym prawdopodobieństwie nowotworowym wyliczono mapę prawdopodobieństwa dla całego organu.



Rys. 4. Schemat podstawowych poziomów systemu CAD

Schemat systemu przedstawiono na rys. 4., a pośrednie wyniki kilku kroków na rys. 5. Wyliczoną dla obrazu testowego mapę prawdopodobieństwa przedstawiono na rys. 6.



Rys. 5. A – przestrzeń cech, B – krzywe farmakokinetyczne, C – grupy próbek mapowane na prostatę

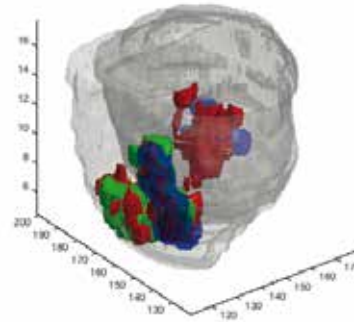


Rys. 6. Obraz T2 (lewy) oraz mapa prawdopodobieństwa nałożona na ten obraz (prawy)

## Ewaluacja

System został poddany ocenie jakościowej. W 5 na 6 przypadków system został oceniony pozytywnie za pomocą wzrokowej analizy obrazów dokonanej przez doświadczonego

radiologa. W jednym z przypadków dostępne były dane histopatologiczne zgromadzone po wycięciu organu, których analiza pozwoliła wnioskować, iż system może wykryć więcej ognisk choroby od radiologa. W omawianym przypadku system wykrył 3 duże guzy, przy tej samej liczbie guzów w danych histopatologicznych i 1 guzie wykrytym przez radiologa (rys. 7.).



Rys. 7. Wizualizacja wyniku. Zielony-radiolog, niebieski-histopatolog, czerwony-system CAD

## Wnioski

Systemy nienadzorowanego uczenia maszynowego mogą znaleźć zastosowanie w detekcji nowotworów. Z przeglądu literatury wynika, że zastosowane podejście jest jedyną do tej pory wykonaną próbą użycia uczenia nienadzorowanego w dziedzinie komputerowej detekcji raka prostaty. Potwierdzono przydatność danych farmakokinetycznych do rozróżniania tkanek zdrowych i nowotworowych. Pozytywna ewaluacja systemu rodzi nadzieje na podobny wynik dalszych testów. W planach autora jest publikacja zgromadzonych wyników wraz z nowymi otrzymanymi przez autora po napisaniu pracy.

## Podziękowania

Streszczona praca powstała podczas pobytu w Norwegii w ramach programu Erasmus+. Zarówno rodzimy promotor, prof. dr. hab. inż. Andrzej Materka, jak i opiekunowie zagraniczni z Uniwersytetu w Bergen i Szpitala Uniwersyteckiego Haukeland, Arvid Lundervold, PhD, MD oraz Are Losnegård, PhD, przyczynili się znacząco do pomyślnego wykonania zadania, jakim było przeprowadzenie badań i napisanie dysertacji, za co autor składa podziękowania.

Robert Kawecki

## System radiowy wspomagający lokalizację ludzi w budynkach

Tematyka związana z lokalizacją ludzi i przedmiotów jest obecnie bardzo intensywnie rozwijającą się gałęzią nowoczesnych technologii. Oprócz metod stosowanych do określania położenia wykorzystujących sygnał GPS i pozwalających na wyznaczanie lokalizacji na zewnątrz budynków, tworzone są nowe rozwiązania umożliwiające nawigację ludzi wewnątrz pomieszczeń.

Celem pracy dyplomowej jest projekt i realizacja systemu wspomagającego lokalizację ludzi w budynkach, bez konieczności wykorzystywania sygnału GPS, którego zasięg jest ograniczony w pomieszczeniach zamkniętych. Składa się on z trzech podstawowych komponentów: elektro-

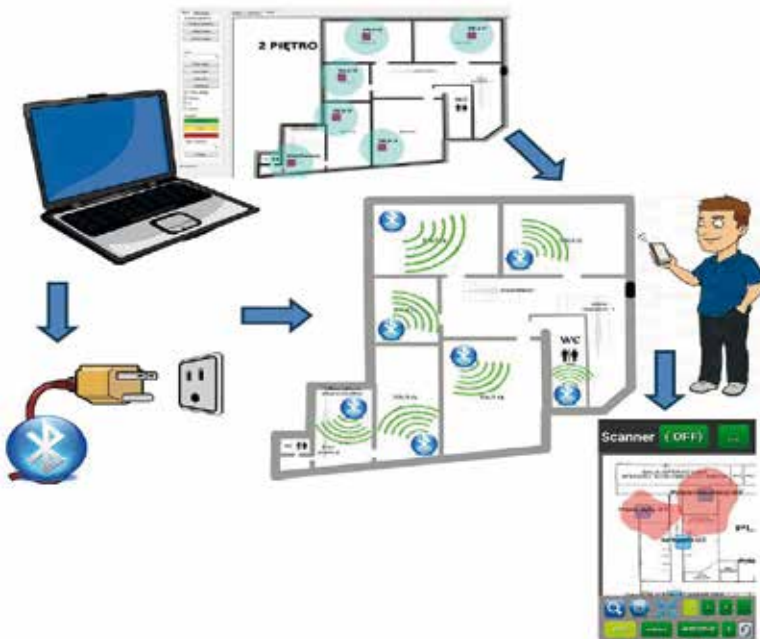


nicznych nadajników pracujących analogicznie do systemów wykorzystujących tzw. radiolatarnie, aplikacji mobilnej zainstalowanej na telefonie użytkownika, pozwalającej na wyznaczenie kierunku, w którym znajduje się poszukiwana lokalizacja lub obiekt oraz programu komputerowego wykorzystywanego do zaprojektowania rozmieszczenia zestawu nadajników na obszarze budynku.

Zadaniem systemu jest umożliwienie użytkownikowi łatwego wyszukania interesującej go lokalizacji wewnątrz budynku, wyznaczenie optymalnej drogi do miejsca docelowego. Ze względu na ogromną popularność urządzeń typu smartfon, interfejs użytkownika stanowi aplikacja mobilna. Program może być instalowany na urządzenia posiadające możliwość komunikacji Bluetooth oraz komunikację z Internetem.

Nadajnik Bluetooth wykorzystywany jest do wspomaganie lokalizacji wewnątrz budynku poprzez skanowanie aktualnie dostępnych nadajników znajdujących się w obrębie pozycji użytkownika. Aplikacja mobilna umożliwia użytkownikowi podgląd planów budynku, po którym się porusza oraz połączenia węzłów Bluetooth znajdujących się w ich najbliższej odległości. W związku z tym aplikacja posiada wbudowany mechanizm transmisji danych za pomocą komunikacji typu klient-serwer z programem komputerowym w celu pobrania ustawień pozwalających na korzystanie z funkcjonalności aplikacji w danym budynku.

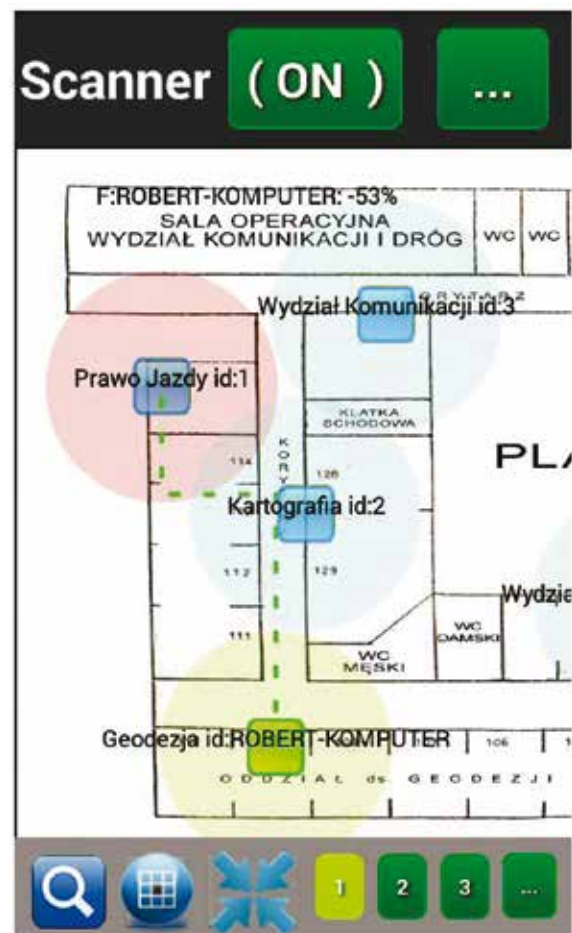
Podstawowym elementem systemu umożliwiającym lokalizację jest nadajnik Bluetooth. Celem było zrealizowanie urządzenia, tak by umożliwiało ono instalowanie go w istniejących już budynkach, bez konieczności dodawania dodatkowej infrastruktury kablowej. W tym celu węzeł Bluetooth ma postać zasilacza bezpośrednio podłączanego do gniazda sieciowego z wbudowanym nadajnikiem sygnału. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość instalowania nadajnika w każdym pomieszczeniu, w którym znajduje się gniazdko sieciowe.



Rys. 1. Graficzny schemat blokowy radiowego systemu wspomaganie lokalizacji wewnątrz budynku

Precyzja działania systemu wspomagającego lokalizację zależy od prawidłowego rozmieszczenia nadajników, tak by zasięgiem swojego sygnału obejmowały obszary pomieszczeń docelowych oraz węzły komunikacyjne (korytarze, schody)

wokół nich, tak aby terminal mobilny znajdujący się w pobliżu nadajników wykrył sygnał nadajnika oraz przetworzył go na aktualną lokalizację. W tym celu zrealizowano aplikację komputerową umożliwiającą modelowanie rozmieszczenia nadajników w budynku. Program pozwala na wczytanie mapy budynków, naniesienia na nie nadajników, tak by swoim zasięgiem precyzyjnie objęły obszar, którego lokalizację wskazują. Aplikacja umożliwia ustawienie unikalnych identyfikatorów dla nadajników zarówno bezpośrednio do węzłów, jak i rozmieszczenie ich na mapie budynku. Następnie możliwe jest przetestowanie poprawności rozmieszczenia nadajników poprzez przeprowadzenie symulacji typu Multi-Wall. Program komputerowy umożliwia komunikację klient-serwer pomiędzy urządzeniem mobilnym w celu wysłania ustawień lokalizacji nadajników dla danego budynku. Ponadto, wykorzystując komunikację RS-232, możliwe jest nadanie unikalnego identyfikatora węzła Bluetooth.



Rys. 2. Wizualizacja funkcji umożliwiającej doprowadzenie użytkownika do lokalizacji docelowej za pomocą urządzenia mobilnego

System funkcjonuje zgodnie z następującym scenariuszem:

1. Nadajniki Bluetooth wysyłają sygnał rozgłoszeniowy definiujący ich unikalny identyfikator.
2. Aplikacja mobilna podczas trybu skanowania otoczenia wyszukuje aktualnie dostępne węzły nadawcze, rejestrując ich unikalne numery identyfikacyjne wraz oraz moc sygnału odebranego RSSI.
3. Aplikacja przedstawia użytkownikowi identyfikator węzła nadawczego w postaci strefy na planie pomieszczenia, do której został on przypisany.

Adam Rojewski

## Wykorzystanie DGA w diagnostyce podobciążeniowego przetwornika zaczepów



Pracę rozpoczyna krótka charakterystyka PPZ wraz z opisem najważniejszych rozwiązań konstrukcyjnych.

Następnie dokonano przeglądu najważniejszych aspektów związanych z ich diagnostyką, w zdecydowanej większości poświęcając się opisaniu zastosowania DGA w PPZ oraz sporządzeniu szczegółowego przeglądu stworzonych na przestrzeni lat metod DGA.

W dalszej kolejności dokonano implementacji opisanych metod w arkuszu stworzonym w programie Matlab oraz sporządzono instrukcję obsługi dedykowaną przyszłym użytkownikom. Stworzenie programu umożliwiło przeprowadzenie testów, dzięki którym pokazano zalety i wady poszczególnych metod, zwrócono uwagę na kluczowe aspekty zastosowania DGA w PPZ i wskazano możliwe kierunki dalszego rozwoju.

Paweł Oleksy

## Uprozczone modele ciała człowieka do badania anten nasobnych

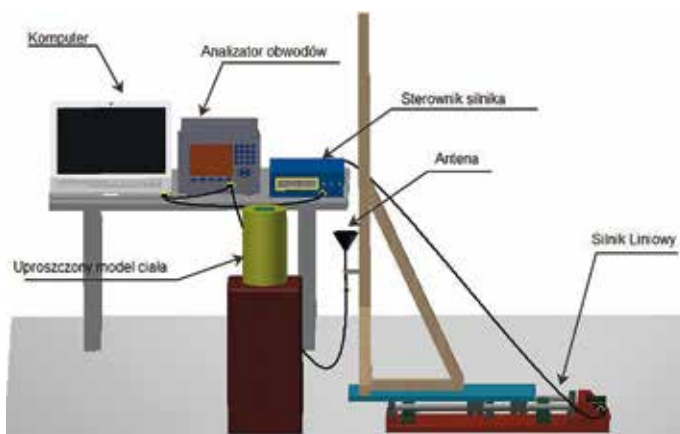


W ostatnich latach można zaobserwować wyraźny wzrost zainteresowania systemami typu WBAN (ang. *Wireless Body Area Network*). Pozwalają one m.in. na długotrwałe monitorowanie parametrów życiowych i ocenę kondycji fizycznej człowieka w sposób, który w minimalnym stopniu ogranicza wygodę użytkownika. Projektowanie tego typu systemów wiąże się z koniecznością wykonania symulacji komputerowych oddziaływania fal radiowych z ciałem człowieka oraz przeprowadzenia pomiarów mających na celu ich weryfikację. W tym procesie wykorzystywane są modele ciała człowieka pozwalające ocenić jego wpływ na parametry anteny i łącza radiowego. Ze względu na

duży koszt dostępnych modeli fizycznych oraz problem z dobraniem idealnego odpowiednika numerycznego, dąży się do ich zastąpienia uproszczonymi strukturami odwzorowującymi uśrednione parametry elektryczne ciała.

Opracowanie modeli uproszczonych wymaga przyjęcia pewnych założeń geometrycznych wynikających z obserwacji ciała człowieka czy też informacji zawartych w literaturze. Cenną wskazówką jest również przeprowadzenie symulacji z wykorzystaniem dostępnych numerycznych modeli heterogenicznych odwzorowujących poszczególne tkanki ciała człowieka. Proces projektowania modelu polega na wyborze uproszczonej geometrii odwzorowującej budowę wybranego fragmentu ciała, dzieląc je na warstwy w zależności od ich parametrów elektrycznych.

W pracy przedstawiony został projekt dwuwarstwowych, uproszczonych modeli ciała człowieka do pomiaru impedancji wejściowej anten nasobnych. Przykładowy model uda człowieka został przedstawiony na rysunku. Do badań oraz weryfikacji zaproponowanych konstrukcji wybrano antenę dipolową dopasowaną do pracy na częstotliwości 2,45 GHz. Fizyczny odpowiednik zaproponowanego modelu numerycznego składa się z dwuwarstwowego cienkościennego naczynia, do którego nalewane są płyny o parametrach elektrycznych zbliżonych do poszczególnych tkanek ciała człowieka. W pracy do tego celu wykorzystano wodę, glicerynę 99,6%, skażony alkohol etylowy oraz olej spożywczy roślinny.



Projekt stanowiska do pomiaru odstrojenia impedancyjnego anten (wykorzystany sprzęt oraz jego schematyczne podłączenie)



Weryfikację otrzymanych w symulacji wyników przeprowadzono z wykorzystaniem zaprojektowanego stanowiska do pomiaru impedancji wejściowej anteny umieszczonej w pobliżu modelu lub ciała człowieka (rysunek). W tym celu wykonane zostało urządzenie pozwalające na zmianę położenia anteny względem modelu z dokładnością co najmniej 0,5 mm. Do obsługi procesu pomiarowego napisana została aplikacja komputerowa w języku C#, odpowiadająca za sterowanie zarówno położeniem anteny, jak i analizatorem obwodów ZVB14 firmy Rohde & Schwarz. Umożliwia ona zapis odstrojenia impedancyjnego anteny (WFS) na dysku komputera dla zdefiniowanego przedziału częstotliwości oraz odległości anteny od modelu.

W celu porównania otrzymanych wyników, napisany został skrypt w języku Matlab wykreślający zależność odstrojenia impedancyjnego anteny od jej odległości.

Otrzymane w pracy wyniki pozwalają pozytywnie ocenić zaproponowane modele uproszczonego ciała człowieka zarówno numeryczne, jak i fizyczne. Ich właściwości umożliwiają znaczne skrócenie symulacji, dając wyniki porównywalne z dokładnym modelem tkankowym. Zastosowane materiały pozwoliły znacznie zmniejszyć koszt związany z zakupem dedykowanych płynów, o parametrach elektrycznych zbliżonych do wartości uśrednionych dla tkanek ciała człowieka.

Karol Tatar

## Bezprzewodowy rejestrator sygnałów biomedycznych



Celem pracy pt. „Bezprzewodowy rejestrator sygnałów biomedycznych”, napisanej pod

opieką dr. inż. Piotra Chudzika oraz mgr. inż. Grzegorza Lisowskiego było zaprojektowanie bezprzewodowego układu akwizycji sygnałów elektrycznych pochodzących z ludzkich mięśni, wyposażonego w moduł do ich elektrostymulacji. Sterowanie, jak i akwizycja sygnałów miała odbywać się zdalnie z wykorzystaniem technologii Bluetooth.

Inspiracją do podjęcia takiego tematu badań było zapotrzebowanie na wyrób medyczny, który dzięki swoim funkcjom mógł pomóc w terapii ludzi żyjących z trwałą lub nabytą jednostką chorobową polegającą na nietrzymaniu moczu, przy jednoczesnym zachowaniu niskiej ceny będącej przeszkodą w przypadku produktów tej klasy.

Powstałemu projektowi postawiono szereg wymagań sprzętowych, do których należały:

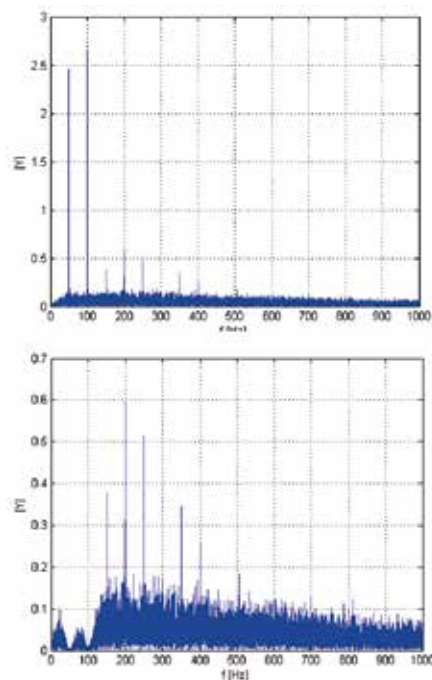
- zasilanie bateryjne,
- niskie zapotrzebowanie energetyczne umożliwiające długotrwałą pracę bez wymiany ogniwa bateryjnego,
- dwa kanały pomiarowe,
- sprzętowy moduł realizujący proces elektrostymulacji,
- cyfrowe wejście dedykowane do podłączenia czujnika zmożenia pieluchy,

- bezprzewodowy moduł bluetooth pozwalający na komunikację z urządzeniem nadrzędnym typu komputer PC, telefon, tablet,
- kompaktowe wymiary zapewniające pełną mobilność pacjenta używającego produktu.

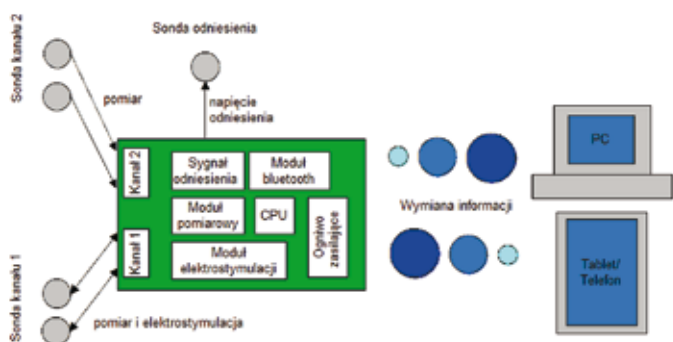
Schemat powstałego rozwiązania projektowego prezentuje rysunek 1.

Urządzenie oprogramowano w sposób umożliwiający pracę w jednym z trzech trybów:

- pomiar EMG (Elektromiografia), w którym urządzenie przesyła przefiltrowane dane do jednostki nadrzędnej,
- pomiar EMG z elektrostymulacją, w którym funkcjonalność urządzenia rozszerza się o możliwość wystąpienia impulsów stymulujących mięśnie,



Rys. 2. Widma amplitudowe sygnałów EMG przed i po filtracji



Rys. 1. Schemat powstałego urządzenia pomiarowego

- trybu budzik, w którym urządzenie rejestruje markery czasowe w odpowiedzi na konkretne zdarzenia.

Głównym problemem, z jakim zmierzył się autor podczas pracy nad projektem, były zakłócenia pomiarowe wynikające z obecności sieci 230 V. Podczas gdy docelowy zakres pomiarowy sygnału EMG znajdował się w granicach 0..100  $\mu$ V, zakłócenia emitowane przez sieć prądu przemiennego wprowadzały sygnał, którego wartość RMS (z ang. *Real Mean Square*) często była kilkakrotnie większa. Uniemożliwiało to pracę urządzenia w okolicach wszystkich urządzeń elektrycznych, czym ograniczało mobilność pacjenta korzystającego z niego.

W celu znacznej redukcji zakłóceń wynikających z dryftu temperaturowego samego przetwornika oraz szumów pochodzących z sieci 230 V, opracowano metodę składającą się z filtru NOI (Nieskończonej Odpowiedzi Impulsowej) oraz algorytmu LMS (z ang. *Least Mean Square*). Pierwszy człon metody po-

zwał na skuteczną redukcję składowych w zakresie 0..10 Hz, w zależności od zaprogramowanego współczynnika filtru. Drugi człon analizował dostarczoną transzę próbek sygnału EMG pod kątem obecności składowych 50 i 100 Hz. W wyniku tej operacji obliczane były amplitudy tych składowych, które były następnie odejmowane od wejściowej transzy próbek sygnału EMG. Widma amplitudowe sygnałów przed i po filtracji prezentuje rysunek 2.

Metoda filtracji opisana powyżej stała się jednym z tematów artykułu „Zastosowanie uśredniania wielkości sinusoidalnych metodą najmniejszych kwadratów w algorytmach sterowania i redukcji zakłóceń” zaprezentowanego na konferencji SENE 2015.

Dalszy rozwój projektu zakłada wyposażenie urządzenia w moduł Bluetooth klasy 4.0 tak, aby mogło ono współpracować z najnowszymi telefonami lub tabletami oraz poszerzenie funkcjonalności urządzenia poprzez oprogramowanie nowych trybów pracy.

Izabela Musiał

## Rynki zdolności wytwórczych



W niniejszej pracy magisterskiej przedstawione zostały możliwe struktury rynków energii i mechanizmów zapewnienia zdolności wytwórczych, które zostały wdrożone w różnych krajach na całym świecie. Zostało wyjaśnione, dlaczego w rynkach tylko-energii (*energy only markets*) pojawia się problem „brakujących przychodów” (*missing money*) i „brakujących zdolności wytwórczych” (*missing capacity*) oraz, jak wprowadzenie rynku mocy może ten problem ograniczyć.

Następnie przedstawiono wybrane systemy rynkowe (PJM, Nowa Anglia, Wielka Brytania, Hiszpania i Szwecja), które mają wprowadzone dodatkowe płatności za zapewnione zdolności wytwórcze.

Obszerniej jest opisany również Polski system elektroenergetyczny z rezerwą operacyjną i interwencyjną rezerwą zimną. Na końcu zaproponowano mechanizmy mocowe, które po wprowadzeniu mogłyby poprawić niezawodność systemu oraz zapewnić dywersyfikację miksu energetycznego Polski (scentralizowany rynek mocy, zdecentralizowany rynek mocy i kontrakty różnicowe).

## Zawodowiec – promujemy kształcenie zawodowe wśród gimnazjalistów

W dniu 5 lutego 2016 w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 przy ul. Wareckiej 41 w Łodzi odbyła się uroczystość wręczenia uczniom szkół gimnazjalnych nagród w VI edycji konkursu ZAWODOWIEC. W gronie znamienitych gości z łódzkim kuratorem oświaty Janem Kamińskim na czele byli również przedstawiciele patronującego szkole Oddziału Łódzkiego SEP: prezes Władysław Szymczyk oraz wiceprezes ds. młodzieży Henryka Szumigaj.

Konkurs ZAWODOWIEC cieszy się dużym zainteresowaniem młodzieży gimnazjalnej. W tegorocznej edycji wpłynęło 258





prac z 52 szkół regionu łódzkiego. Wręczenie nagród jest doskonałą okazją do popularyzacji zawodów, w których zaczyna brakować specjalistów. Przy tej okazji prezentujemy firmy, które patronują naszej szkole lub ściśle z nią współpracują w obszarze kształcenia zawodowego. W tym roku swoją ofertę przedstawiły: ABB Sp. z o.o., F&F Filipowski Sp. j., Super Drob S.A., Wifama-Prexer Sp. z o.o. oraz Galmet Poland. Każda z tych firm potrzebuje pracowników

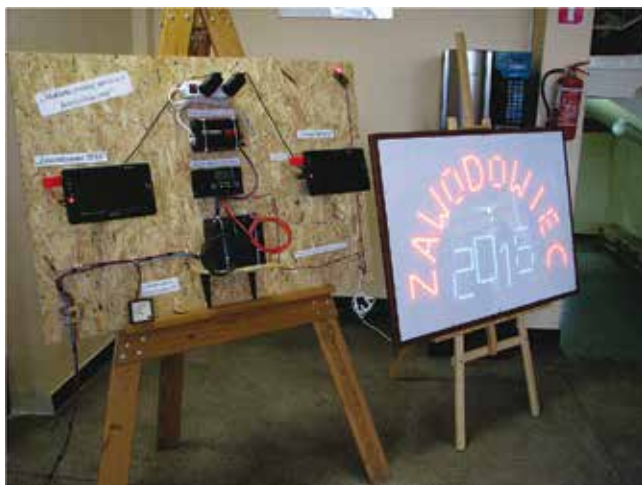
w zawodach oferowanych w ZSP nr 20 – techników elektryków, mechatroników, mechaników, informatyków oraz techników urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.

Niestety, szkoła nie jest w stanie sprostać zapotrzebowaniu rynku pracy w wymienionych dziedzinach. Przyczyn tego upatrujemy w zbyt słabej znajomości specyfiki pracy w tych zawodach. Gimnazjaliści nie spotykają się na co dzień z mechatroniką, mechaniką, elektryką i w większości nie potrafią wyobrazić sobie obowiązków zawodowych oraz przyszłych zarobków. Podobnie jest z informatyką, którą znają jedynie jako użytkownicy komputera domowego lub smartfona.

Przypuszczenie takie znajduje potwierdzenie w tematyce prac przygotowanych przez uczestników konkursu. Tylko jedna praca dotyczyła zawodu elektryka, widzianego zresztą przez pryzmat

byłego prezydenta RP. Pozostałe z wymienionych zawodów nie pojawiły się wcale. Podobnie było w latach ubiegłych. Dlatego przy okazji wręczenia nagród prezentowane są również elementy związane z kształceniem w naszej szkole.

W tym roku pokazywaliśmy panel fotowoltaiczny wraz z aparaturą pozwalającą na jego pracę w systemie energetyki odnawialnej. Zaaranżowana na potrzeby konkursu makieta zasilana tablicę świetlną, z okolicznościową informacją. Zestaw został przygotowany przez uczniów w zawodzie technik urządzeń i systemów energetyki odnawialnej i pochodził z wyposażenia dydaktycznego pracowni energetyki odnawialnej.



Liczymy, że w przyszłorocznym konkursie pojawią się prace dotyczące zawodów prezentowanych podczas uroczystości, ponieważ w gronie nagrodzonych przeważali uczniowie pierwszych klas gimnazjalnych.

*Małgorzata Höfner*  
Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20  
Foto: ZSP nr 20

## Seminarium Młodych Inżynierów

Seminarium Młodych Inżynierów było miejscem spotkania młodych naukowców oraz pracowników nauki. Podczas tego wydarzenia wyniki swoich prac przedstawili młodzi naukowcy Politechniki Łódzkiej oraz przedstawiciel IEEE z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Była to pierwsza edycja tego typu spotkania, w którym mogliśmy obserwować rozwój naukowy naszych kolegów oraz przyszłość, jaka jest związana z energetyką w naszym kraju. Podczas seminarium zaprezentowano nam referaty pt:

- *Systemy finansowego wspomaganie zdolności wytwórczych* – Izabela Musiał
- *Idea Lokalnych Obszarów Bilansowania w systemie elektroenergetycznym* – Rafał Dzikowski
- *Optymalizacja miksu energetycznego* – Wojciech Łyżwa



*Sluchacze podczas Seminarium Młodych Inżynierów*

- *Alokacja odnawialnych źródeł energii w systemach dystrybucyjnych. Obciążenie netto w Polskim Systemie Elektroenergetycznym* – Mateusz Andrychowicz
- *Zastosowanie transformaty falkowej do analizy przebiegów napięć zasilających napędy z częstotliwościową regulacją prędkości obrotowej* – Ivan Taranenko

- *Tekstronika odzież monitorującą procesy życiowe człowieka* – Marcin Witkowski

W dalszej części prezentujemy kilka krótkich referatów, które zaprezentowano podczas Seminarium Młodych Inżynierów.

Marcin Rybicki

## Alokacja odnawialnych źródeł energii w systemach dystrybucyjnych. Obciążenie netto w Polskim Systemie Elektroenergetycznym

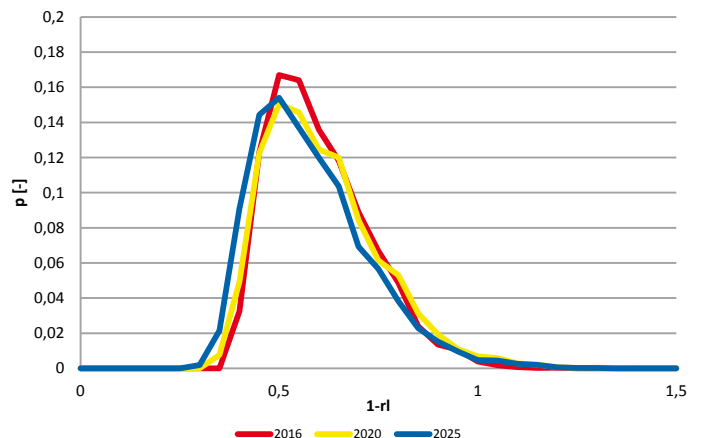
Zgodnie z dyrektywami UE, Polska jest zobowiązana do produkcji 15% całkowitej energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku. W celu spełnienia tych dyrektyw montowane są w kraju głównie instalacje wiatrowe, fotowoltaiczne oraz biogazownie. Większość z nich powstaje w sieciach dystrybucyjnych. Wytyczne dotyczące lokalizacji źródeł odnawialnych są źle sformułowane, co powoduje, iż potencjał sieci nie jest wykorzystany (ograniczenia przepustowości, warunki napięciowe). Odpowiednia alokacja źródeł odnawialnych pozwoli na wypełnienie postanowień UE, bez konieczności rozbudowy sieci oraz bez naruszania warunków technicznych jej funkcjonowania.

Funkcją celu jest maksymalizacja produkcji energii ze źródeł odnawialnych. System dystrybucyjny, dla którego liczona jest wyprodukowana energia, składa się z węzłów, do których przyłączone są odbiory oraz, w których instalowane są owe źródła odnawialne. Energia wyprodukowana w całym systemie jest więc liczona jako suma energii wyprodukowanej w każdym węźle osobno. W jednym węźle może być zainstalowanych kilka technologii wytwarzających energię, tak więc energia wyprodukowana w jednym węźle jest to suma energii wyprodukowanych z każdej technologii osobno. Energia dla każdej technologii jest liczona jako iloczyn mocy zainstalowanej oraz czasu wykorzystania tej mocy w ciągu roku.

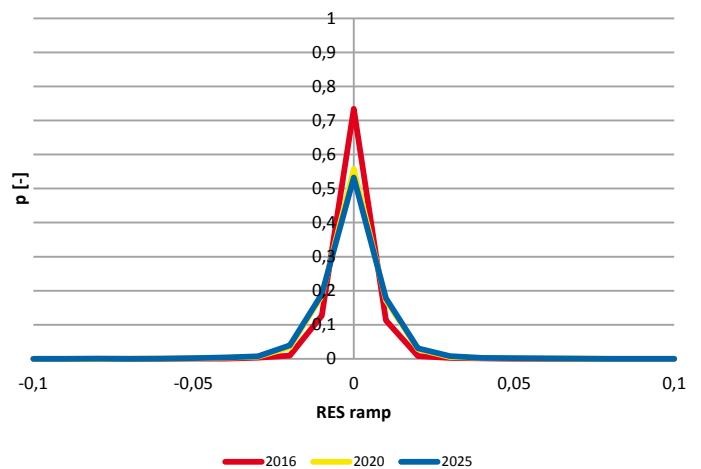
Po sformułowaniu celu oraz założeń, które będą realizowane, kolejnym ważnym krokiem jest określenie warunków technicznych sieci (konfiguracja, przepustowość linii, poziomy odbiorów w poszczególnych węzłach, moc transformatorów) oraz odbiory (moc, typ odbioru). Na podstawie różnicy pomiędzy generacją a zapotrzebowaniem oraz konfiguracji sieci, wykonując kolejne iteracje, można określić takie rozlokowanie źródeł odnawialnych oraz ich moc i typ, aby suma generacji energii w ciągu dnia była największa.

Innym ważnym czynnikiem, który jest analizowany jest elastyczność Polskiego Systemu Elektroenergetycznego. Jest ona wyznaczana za pomocą dwóch współczynników: obciążenie netto (ang. *residua load* (RL) lub *net load*) i godzinowe rampy Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) (ang. *hourly RES ramps*). Obciążenie netto jest to wskaźnik pokazujący wartość zapotrzebowania pomniejszoną o generację OZE, nJWCD – jednostek wytwórczych, które nie są centralnie dysponowane przez operatora systemu przesyłowego (OSP) oraz *must-run*, czyli duże jednostki wytwórcze, których praca jest konieczna do utrzymania stabilnych warunków pracy systemu elektroenergetycznego.

Godzinowe rampy OZE pokazują natomiast godzinowe zmiany produkcji energii z OZE. Oba wskaźniki wyrażone są w jednostkach względnych odniesionych do chwilowego zapotrzebowania. Wskaźniki też obrazowane są za pomocą wykresów na rys. 1. i 2. Na ich podstawie można zaobserwować, iż wraz ze wzrostem udziału OZE w systemie elektroenergetycznym wzrasta liczba godzin, kiedy suma generacji energii z OZE oraz *must-run* przekracza całkowite krajowe zapotrzebowanie oraz godzinowe zmiany generacji OZE odniesione do zapotrzebowania osiągają większe wartości.



Rys. 1. Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia penetracji OZE



Rys. 2. Rozkład prawdopodobieństwa godzinowych ramp OZE z uwzględnieniem *must-run*

Rys. 1. i rys. 2. przedstawiają kolejno: rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia penetracji OZE z uwzględnieniem *must-run* oraz rozkład prawdopodobieństwa godzinowych ramp OZE dla lat 2016, 2020 oraz 2025. Pierwszy rozkład przedstawia, z jakim prawdopodobieństwem występuje każde ze zdarzeń, tzn. pokry-

cie zapotrzebowania przez OZE oraz *must-run*. Rozkład drugi przedstawia godzinowe zmiany generacji OZE odniesione do zapotrzebowania krajowego. Produkcja energii z OZE wzrasta w tempie 1,5% rocznie.

Mateusz Andrychowicz

## Optymalizacja miksu energetycznego

Miks energetyczny, w kontekście sektora elektroenergetycznego, to struktura mocy zainstalowanej oraz produkcja energii elektrycznej z elektrowni z podziałem na technologie, a w szczególności rodzaj wykorzystywanego paliwa pierwotnego. Optymalizacja miksu polega na wyznaczeniu zasobów wytwórczych w systemie energetycznym, przy zapewnieniu bilansów mocy i energii oraz przy jak najniższym, całkowitym koszcie budowy i pracy jednostek wytwórczych. Wyznaczenie właściwego dla danego systemu miksu energetycznego jest kluczowe w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Jest to jednak zadanie uzależnione od wielu czynników: (a) technicznych – parametry techniczne jednostek, (b) ekonomicznych – koszty jednostek oraz (c) decyzji politycznych. Naturalną metodą do rozwiązania tak złożonego zadania jest optymalizacja.

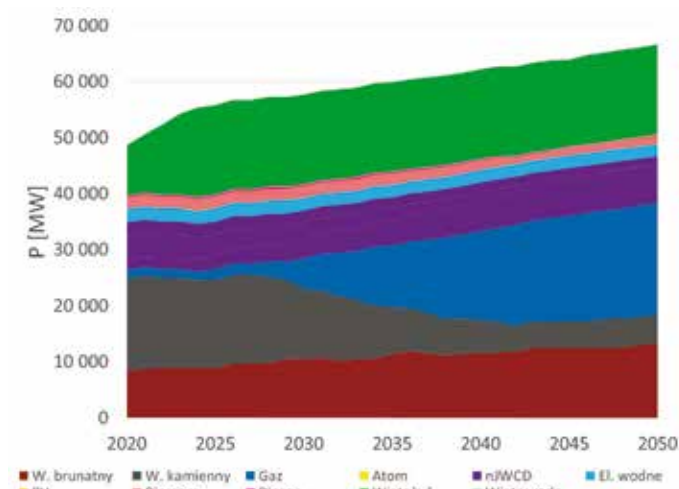
W Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej rozwijany jest model optymalizacyjny – *eMix* – służący do wyznaczenia optymalnego miksu energetycznego w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) w horyzoncie czasowym 2020–2050. Rozpatrywanie tak długiego horyzontu czasowego jest konieczne ze względu na: (a) okres przygotowania inwestycji i budowy nowych mocy wytwórczych w sektorze energetycznym, który może trwać od jednego roku (w przypadku odnawialnych źródeł energii (OZE) takich jak farmy wiatrowe lub fotowoltaiczne) do nawet 7–10 lat dla energetyki atomowej; (b) czas życia jednostek, który może wynosić od 15 lat (instalacje fotowoltaiczne) do 60 lat (elektrownie atomowe). Jednocześnie istotny jest dobór odpowiedniego kroku optymalizacji, który w modelu *eMix* wynosi jeden rok. Zbyt długi krok powodowałby utratę istotnych informacji dotyczących pracy systemu elektroenergetycznego, np. produkcja energii elektrycznej w poszczególnych latach. Zbyt długi krok powodowałby długie czasy obliczeń modelu. Model uwzględnia następujące technologie jednostek: (a) jednostki wytwórcze centralnie dysponowane (JWCD) spalające węgiel brunatny, węgiel kamienny, gaz, biomasę oraz jednostki atomowe i wodne; (b) odnawialne źródła energii: wiatrowe (na lądzie i na morzu), fotowoltaiczne, wodne, spalające biomasę i biogaz; (c) pozostałe jednostki (nJWCD): elektrociepłownie (spalające węgiel i gaz), elektrownie przemysłowe.

Funkcją celu jest minimalizacja całkowitych kosztów budowy nowych elektrowni (powstałych po roku 2020) oraz pracy jednostek nowych i istniejących. Podstawowe ograniczenia to: (a) bilans mocy – zapewnienie odpowiedniej mocy dyspozycyjnej w systemie, która będzie w stanie pokryć prognozowane zapotrzebowanie szczytowe w każdym roku oraz (b) bilans energii elektrycznej – zapewnienie odpowiedniej ilości produkcji energii elektrycznej, która będzie w stanie pokryć prognozowane, roczne

zapotrzebowanie na energię elektryczną w systemie. Zmiennymi są decyzje o budowie poszczególnych jednostek (zmiennie binarne/całkowitoliczbowe) oraz produkcja energii z tych jednostek (zmiennie ciągłe). Zastosowane w modelu programowanie binarno-liniowe (ang. *mixed-integer linear programming – MILP*) pozwala na indywidualne uwzględnienie każdej dużej jednostki JWCD wraz z ich typowymi parametrami technicznymi, w szczególności mocą znamionową, np. elektrownia opalana węglem kamiennym o mocy 900 MW.

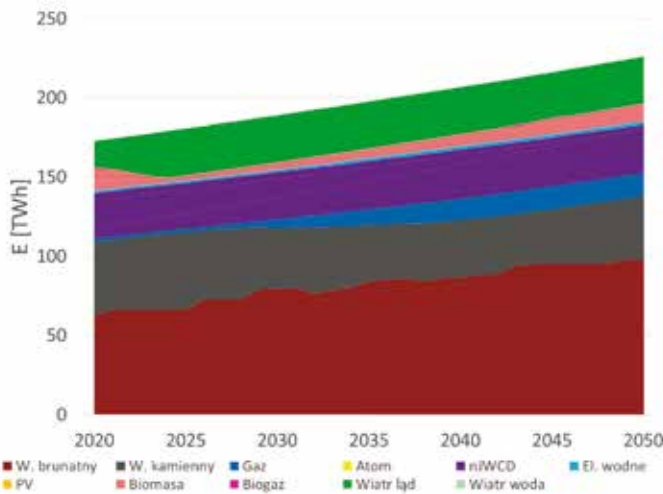
Należy zwrócić uwagę, że model *eMix* jest modelem scenariuszowym. W związku z tym nie można powiedzieć, że jest to narzędzie, które może służyć do „przewidywania przyszłości” KSE. Istnieje zbyt wiele zmiennych, których wartość w długim horyzoncie czasowym jest nieznaną, np. ceny paliw pierwotnych lub ceny uprawnień za emisję CO<sub>2</sub>. Zadaniem modelu *eMix* jest określenie kształtu systemu elektroenergetycznego przy określonych warunkach brzegowych wyznaczonych przez dane wejściowe. Dopiero analiza kilku lub kilkunastu scenariuszy może być wskazówką dla organów decyzyjnych na temat planowania przyszłości systemu elektroenergetycznego.

Ze względu na charakterystykę KSE (znaczący udział elektrowni węglowych, import gazu ziemnego) oraz sytuację w europejskim sektorze energetycznym (dekarbonizacja i wzrost penetracji z OZE), szczególnie istotnymi danymi wejściowymi są ceny uprawnień za emisję CO<sub>2</sub>, wymagany poziom produkcji energii z OZE oraz ceny gazu ziemnego. Rysunki 1. i 2. przedstawiają przykładowe wyniki obliczeń modelu dla scenariusza, w którym przyjęto dla całego horyzontu 2020–2050 cenę upraw-



Rys. 1. Moc zainstalowana w MW w horyzoncie 2020-2050

nień za emisję CO<sub>2</sub> na poziomie 25 €/tCO<sub>2</sub>; cenę gazu ziemnego 400 \$/1000 m<sup>3</sup> oraz wymagany poziom produkcji energii z OZE na poziomie 19% całkowitej produkcji energii w systemie.



Rys. 2. Produkcja energii w TWh w horyzoncie 2020-2050

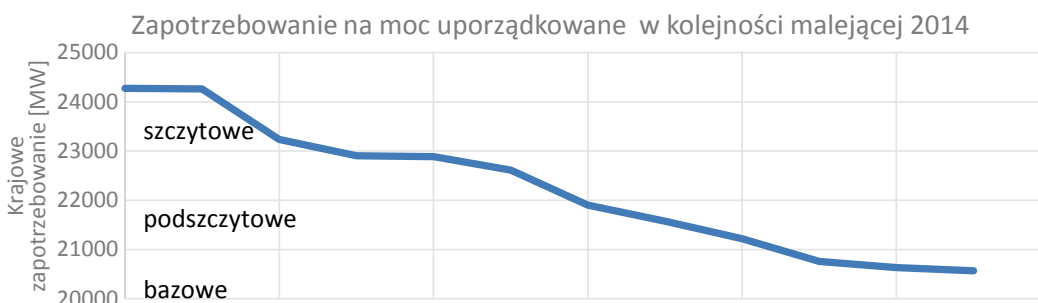
Rysunek 1., przedstawiający moc zainstalowaną, obrazuje dominację jednostek węglowych w pierwszej dekadzie horyzontu optymalizacji. Wynika to ze znacznego udziału jednostek istnie-

jących (wybudowanych przed rokiem 2020). Wraz z upływem lat, stare jednostki ulegają zamknięciu i są zastępowane przez nowe technologie. Wyniki pokazują, że jednostki węglowe są zastępowane przez nowe jednostki gazowe. W roku 2050 występuje też ok 10 GW nowych mocy zainstalowanych w jednostkach opalanych węglem brunatnym. Jeżeli chodzi o odnawialne źródła energii, występuje tutaj dominacja farm wiatrowych budowanych na lądzie (ponad 15 GW niemal w całym horyzoncie czasowym), które stają się najbardziej opłacalną technologią wśród OZE. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że znaczny udział turbin wiatrowych w mocy zainstalowanej nie przekłada się na tak znaczny udział w produkcji energii. Wynika to z dyspozycyjności jednostek wiatrowych, których generacja jest uzależniona od warunków zewnętrznych. Trzeba również zwrócić uwagę, że jednostki gazowe pozostają w rezerwie, produkując niewielką część energii w porównaniu do ich mocy zainstalowanej. Wynika to ze struktury kosztów tych jednostek, które charakteryzują się stosunkowo niskimi kosztami stałymi (koszty budowy), a przyjęta cena gazu powoduje wysokie koszty zmienne (koszty związane z produkcją energii). Dla przyjętego scenariusza największy udział w produkcji energii mają elektrownie opalane węglem brunatnym. Oznacza to, że cena pozwoleń na emisję CO<sub>2</sub> na poziomie 25 €/tCO<sub>2</sub> nie jest wystarczająca, aby nastąpiło przejście do technologii niskoemisyjnych.

Wojciech Łyżwa

## Systemy finansowego wspomaganie zdolności wytwórczych

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w każdym systemie elektroenergetycznym zmienia się w ciągu roku. W Polsce zimą zużywa się średnio około 15% energii więcej niż w okresie letnim, ze względu na zwiększone zapotrzebowanie na oświetlenie i ogrzewanie. Moc zainstalowana w systemie jednak nie podlega porom roku i jest mniej więcej niezmienna. Dlatego, gdyby uporządkować malejąco zapotrzebowanie na energię elektryczną okaże się, że podczas gdy część jednostek pracuje jako jednostki bazowe przez większą część w roku, część jednostek ma możliwość sprzedaży energii elektrycznej tylko w okresach szczytowych. W niektórych przypadkach jest to nawet mniej niż 20% czasu w roku.



Ze względu na rosnący udział odnawialnych źródeł, które mają priorytet w dostarczaniu energii do systemu oraz sposób

organizacji rynku energii, gdzie zawsze wybierane są oferty najtańszych jednostek, jako jednostki szczytowe często muszą pracować jednostki, które są do tego technicznie nieprzystosowane. Oznacza to, że nie dość, że jednostki te mają zmniejszone przychody ze sprzedaży energii, to mają jeszcze zwiększone koszty operacyjne, jako że muszą pracować w warunkach do których nie zostały zaprojektowane. Ograniczenia cenowe (ang. *price-cap*) nie pozwalają na pokrycie kosztów z szczytowych wysokich cen energii na rynku. Dlatego też niektóre elektrownie konwencjonalne nie są w stanie pokryć wszystkich kosztów stałych i zmiennych z przychodów z rynków tylko energii i decydują się na zaprzestanie działalności. Niepewność przychodów

odstrasza też potencjalnych inwestorów, co może doprowadzić do sytuacji, w której np. w Polsce już w 2016 roku zacznie brakować mocy wytwórczych, a problem ten będzie się pogłębiał z czasem.

Aby uniknąć problemu brakujących zdolności wytwórczych, wiele krajów już zdecydowało się na wprowadzenie mechanizmów wynagradzania za moc dyspozycyjną, podczas gdy wiele następnym rozważa takie wprowadzenie. W Instytucie Elektroenergetyki na

rozważa takie wprowadzenie. W Instytucie Elektroenergetyki na

Politechnice Łódzkiej prowadzone są badania dotyczące oceny istniejących i potencjalnych systemów wspomagania zdolności wytwórczych takich jak: rezerwa strategiczna, opłaty za moc, opcje niezawodnościowe, zobowiązania mocowe (zdecentralizowany rynek mocy) oraz aukcje mocowe (scentralizowany rynek mocy). W tym celu stworzony zostanie model reprezentujący

zarówno techniczne aspekty funkcjonowania krajowego systemu elektroenergetycznego, jak i ekonomiczne aspekty pracy jednostek, który będzie mógł docelowo pozwalać na analizę wpływu wprowadzenia ww. mechanizmów na system i jednostki w nim pracujące.

*Izabela Musiał*

## Idea Lokalnych Obszarów Bilansowania w systemie elektroenergetycznym

W wyniku dążenia krajów europejskich do uzyskania gospodarki wytwarzania energii elektrycznej o jak najmniejszym stopniu emisyjności, w krajowym systemie elektroenergetycznym, jak i w całej Europie pojawia się coraz więcej Odnawialnych Źródeł Energii (OZE). Wydana przez Unię Europejską „Propozycja polityki klimatycznej i energetycznej na lata 2020–2030” sugeruje, że proces ten będzie postępował, a co za tym idzie, będzie coraz większy udział OZE w ogólnym bilansie produkcji energii elektrycznej w horyzoncie najbliższych kilkunastu lat. W celu spełniania stawianych wymogów, kraje europejskie nadają priorytet energii pochodzącej z tych źródeł, pozwalając wprowadzać do systemu każdą wyprodukowaną przez nie ilość energii. Zmienna wietrzność i zmienne zachmurzenie nieba powoduje jednak, że produkcja energii z wiatru i słońca jest bardzo niestabilna, co stwarza nowe, znaczące problemy w systemach elektroenergetycznych.

Jednocześnie, obecnie obserwowane jest odejście od sztywnego schematu produkcji energii elektrycznej wyłącznie z bloków wielkiej mocy. W europejskich systemach elektroenergetycznych pojawiają się coraz liczniejsze rozproszone jednostki sterowalne o mocach do kilku MW, wykorzystujące do produkcji energii elektrycznej m.in.: gaz, biogaz, biomasę, odpady. Dodatkowo można do nich zaliczyć lokalne elektrociepłownie, generatory z silnikami diesla, ogniwa paliwowe. Choć ich pojedyncze zdolności są niewystarczające do wspierania całego systemu elektroenergetycznego w technicznym bilansowaniu chwilowego zapotrzebowania z produkcją, to zagregowanie ich możliwości stwarza taką sposobność.

W rezultacie, Lokalne Obszary Bilansowania (LOB) mogłyby brać udział w rynku bilansującym, składając oferty bilansujące na tych samych zasadach, co duże jednostki centralnie dysponowane (JWCD). Co więcej, zaistniałaby możliwość oferowania usług systemowych, które do tej pory świadczyły tylko duże elektrownie. Uwzględnienie w strukturach Lokalnych Obszarów Bilansowania konsumentów energii elektrycznej pozwala na pokrycie ich zapotrzebowania przez zasoby wytwórcze zawarte w takiej grupie. Dzięki temu systemy dystrybucyjne, w których pojawienie się LOB jest najbardziej uzasadnione, mogłyby cechować się bardziej wygładzonym dobowym profilem zapotrzebowania na energię elektryczną. Wpłynęłoby to na pracę JWCD, których obecna praca, często przerywana, z dużą zmiennością generacji powoduje szybsze zużywanie ich elementów.

Istnienie Lokalnych Obszarów Bilansowania wymaga jednak nowego, odpowiedzialnego podejścia do produkcji energii elektrycznej, szczególnie z względem matych wytwórców OZE, którzy na obecną chwilę sterują swoimi jednostkami maksymalizując produkcję i zyski, nie biorąc przy tym pod uwagę faktycznego, chwilowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Bazując na wystarczająco dokładnych krótkoterminowych prognozach wietrzności oraz przy wdrożeniu odpowiedniego mechanizmu rynkowego sterowania produkcją „w dół” względem chwilowych możliwości produkcyjnych, elektrownie wiatrowe i słoneczne mogłyby realizować politykę odpowiedzialnej produkcji, która przyczyniła by się do stworzenia Lokalnych Obszar

*Rafał Dzikowski*

## 40. Gdańskie Dni Elektryki

W dniach 5–7 listopada 2015 roku Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Gdański oraz Politechnika Gdańska zorganizowały czterdzieste Gdańskie Dni Elektryki, które miały miejsce na terenie Politechniki Gdańskiej. Impreza ta dała okazję do spotkania czołowych przedstawicieli branży elektrycznej i energetycznej, wybitnych specjalistów z uczelni technicznych z całej Polski, studentów oraz osób zainteresowanych elektryką.

Pierwszy dzień Gdańskich Dni Elektryki organizatorzy przeznaczili na szkolenia o tematyce branżowej. Przygotowana została szeroka oferta dostępnych szkoleń skierowanych zarówno dla studentów, jak i osób spoza środowiska akademickiego. Uczestnicy szkoleń mieli okazję poznać działanie nowoczesnych przyrządów pomiarowych oraz oprogramowania stosowanego w energetyce, elektronice oraz automatyce.

Dzień drugi Gdańskich Dni Elektryki był dniem najważniejszym. Tego dnia odbyły się konferencje naukowe, prezentacje firm, targi branżowe oraz zawody konstruktorów. Tematem przewodnim konferencji naukowych były *Nowoczesne systemy wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej*. Specjaliści z uczelni technicznych z całej Polski oraz przedstawiciele firm związanych z poruszanym tematem, wygłosili wykłady, które zgromadziły szerokie grono słuchaczy. Pomiędzy wykładami naukowymi swoje prezentacje miały wybrane firmy, które miały szansę przedstawić swoją ofertę, jak również osiągnięcia na rynku. W tym samym czasie odbywały się targi, które zgromadziły czelowe firmy z branży elektrycznej i energetycznej. Targi te pozwalały zapoznać się z dokładną ofertą produktów danej firmy, poszerzyć wiedzę na tematy związane z elektryką, jak również umożliwiały nawiązywanie kontaktów z przedstawicielami branży. Kolejnym elementem GDE był *Konkurs Robotów skierowany do młodych konstruktorów*. Zmagali się oni w trzech konkurencjach, a dla najlepszych przewidziane były atrakcyjne nagrody.

Uczestnicy konferencji mieli również możliwość wzięcia udziału w zwiedzaniu kampusu Politechniki Gdańskiej zarówno pod kątem historii uczelni, jak i rozwoju nowych technologii. Dzień drugi został zwieńczony oficjalnym bankietem dla zaproszonych gości.

Ostatniego dnia GDE zorganizowany został wyjazd techniczny dla wybranych uczestników konferencji do obiektów energetycznych znajdujących się na terenie Gdańska.

Przedstawiciele Studenckiego Koła SEP im. prof. Michała Jabłońskiego wzięli udział w drugim, najważniejszym dniu wydarzenia. Rozpoczęto od konferencji naukowo-technicznej oraz wysłuchano następujących wykładów: *Integracja rozproszonych źródeł energii z systemem elektroenergetycznym*, prowadzony przez profesor Irenę Wasiak z Politechniki Łódzkiej; *Mikroinstalacje w sieciach elektrycznych niskiego napięcia* profesora Cieślika z Uniwersytetu Technologicznego w Bydgoszczy oraz *Ograniczenie strat w sieci przy wykorzystaniu informacji z inteligentnych liczników*, prowadzonego przez



Laboratorium Linte ^ 2

przedstawiciela firmy ENERGA S.A. Równocześnie odbywały się targi branżowe. Stały się one doskonałą okazją do rozmów z przedstawicielami firm na temat nowych technologii wprowadzanych na rynek, a także oferty szkoleniowej poszczególnych przedsiębiorstw.

Dzień zakończono zwiedzaniem Laboratorium Innowacyjnych Technologii Elektroenergetycznych i Integracji Odnawialnych Źródeł Energii – LINTE ^ 2. Obiekt otwarty w ramach Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej jest ośrodkiem naukowym przeznaczonym przede wszystkim do analizy wpływu odnawialnych źródeł energii na pracę systemu elektroenergetycznego. Układ sieci symuluje ponad 40-półowa rozdzielnica niskiego napięcia z przyłączonymi m.in. panelami fotowoltaicznymi, wirującym zasobnikiem energii, agregatem diesla czy stacjami ładowania pojazdów EV. Obiekt przeznaczony jest w głównej mierze do współpracy z przemysłem, w celu rozwoju rozproszonych źródeł energii, oferując szeroką gamę usług projektowych, pomiarowych oraz szkoleniowych. Przez studentów wykorzystywany będzie najczęściej w ramach prac dyplomowych.

Udział w imprezach tego typu to ogromna szansa dla studentów. Podczas specjalistycznych szkoleń mogą zdobyć umiejętności, które wykorzystają w przyszłości w pracy. Wykłady na ciekawe, aktualne tematy pozwalają na poszerzenie swojej wiedzy. Cenną nauką dla studentów są również rozmowy z przedstawicielami firm. Nie tylko prezentują swoje produkty, ale chętnie dzielą się swoimi doświadczeniami związanymi z pracą w branży elektrycznej. Można dzięki temu nawiązać kontakty, które mogą przydać się w przyszłej pracy. Oczywiście udział w takiej imprezie to też okazja do spotkania studentów innych uczelni, wymiany doświadczeń i ewentualnie nawiązania współpracy w przyszłości.

Rafał Cybulski  
Studenckie Koło SEP  
im. prof. Michała Jabłońskiego



Konferencja naukowa



## Zjazd Student Branch IEEE Polskiej Sekcji

W dniach 13–14 listopada 2015 r. w Łodzi odbyło się drugie ogólnopolskie zebranie Student Branch IEEE Polskiej Sekcji.

Spotkanie to zostało zorganizowane przez Student Branch IEEE at Lodz University of Technology przy współpracy z zaprzyjaźnionym Studenckim Kołem SEP im prof. Michała Jabłońskiego. Spotkanie odbyło się na Wydziale Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

Ogólnopolskie spotkania Students Branches IEEE Polskiej Sekcji po raz pierwszy odbyło się na Politechnice Warszawskiej i miało na celu stworzenie jednolitej grupy podtrzymującej „żywołność” kół w Polskiej Sekcji. Głównym celem listopadowego spotkania w Łodzi było wypracowanie wspólnego modelu działania Student Branch. Funkcjonalność tego modelu ma pozwolić na bezproblemowe przekazywanie prowadzenia koła innym ambitnym osobom oraz ma na celu zachęcać nowych członków do wstępowania w strukturę IEEE. Model, nad którym trwają prace, będzie wypracowywany na kilka lat do przodu. Naszym założeniem jest wspólny model na 2020 rok.

W tym spotkaniu uczestniczyli przedstawiciele działających w Polsce pięciu „branchy”:

- Student Branch IEEE przy Akademii Górniczo-Hutniczej,
- Student Branch IEEE przy Politechnice Warszawskiej,
- Student Branch IEEE przy Politechnice Opolskiej,
- Student Branch IEEE przy Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym,
- Student Branch IEEE przy Politechnice Łódzkiej.

Ogólnopolskie zebranie Students Branches IEEE rozpoczęła przewodniczący Student Branch IEEE at Lodz University of Technology Marcin Rybicki. Powitał zaproszonych gości i przybyłych uczestników. Swą obecnością zaszczylił nas prodziekan ds. studiów doktoranckich i promocji WEEIA prof. dr hab. inż. Adam Pelikant, który w krótkim wystąpieniu przywitał uczestników i życzył sukcesów podczas dzisiejszego spotkania. Następnie do zgromadzonych członków IEEE przemówił mentor SB IEEE at LUT dr hab. inż. Jacek Kabziński, prof. PŁ, który podziękował uczestnikom za przybycie, w skrócie przedstawił program zarządu Polskiej Sekcji IEEE, w którym sekcja będzie wspierała pracę z kołami. Po wystąpieniach zaproszonych gości kol. Katarzyna Fijałkowska ze Szczecina przekazała pozdrowienia od prezesa SEP Piotra Szymczaka, który życzył owocnych obrad i zachęcał wszystkich do współpracy na linii SEP i IEEE. Po uroczystym rozpoczęciu, przedstawiciele różnych środowisk zaprezentowali swoje działalności, z których mogliśmy dowie-

zieć się o wydarzeniach organizowanych przez najaktywniejsze branże.



Uczestnicy zebrania Student Branch IEEE\_Polskiej Sekcji

Przedstawiciele IEEE mieli przyjemność również uczestniczyć w Seminarium Młodych Inżynierów, które zorganizowało Studenckie Koło SEP im prof. Michała Jabłońskiego. W tym seminarium zaprezentowali się młodzi naukowcy, którzy przedstawili wyniki swoich badań. Wystąpienia odbyły się w języku angielskim, dzięki czemu mieliśmy okazję poczuć się jak podczas seminarium międzynarodowego.

Poniżej prezentujemy tematy wystąpień w oryginalnych tytułach:

- *Allocation of the RES in distributed systems. Residual load in Polish power system* – Mateusz Andrychowicz
- *Optimization of Energy Mix* – Wojciech Łyżwa
- *Incentives for the Development of Power Generating Assets* – Izabela Musiał
- *The idea of Local Balancing Areas in a power system* – Rafał Dzikowski
- *Application of wavelet transform to analyze the waveform of voltage supplied drives with frequency speed control* – Ivan Taranenko

Podczas wieczornej kolacji dla rozluźnienia naszych umysłów mieliśmy przyjemność doświadczyć pokazów iluzji, które przygotował dla nas iluzjonista pan Damian Spętany. Pokaz trwał godzinę, a wszyscy niedowierzali własnym oczom i zachwycali się pokazem.

W kolejnym dniu naszego zebrania, uczestnicy mieli przyjemność wysłuchać szkolenia dotyczącego wyróżnień oraz nagród,

które przeprowadził w ramach wideokonferencji przedstawiciel Chorwackiej Sekcji IEEE Dinko Jakovljevic. Po przeprowadzonym szkoleniu nasze obrady zakończył Student Section Representative Konrad Markowski. Podziękował uczestnikom za przybycie oraz organizatorom za przygotowanie zebrania Students Branches IEEE Polskiej Sekcji.

Spotkanie Students Branches IEEE Polskiej Sekcji miało na celu propagowanie działalności w IEEE, oraz rozwój członkostwa, które w Polsce jest słabo rozwinięte. Bardzo ważnym elementem jest podtrzymanie działalności kół. Nie mniej jednak zawsze istnieje obawa, że gdy odejdą osoby, które podtrzymują koła, to koło nie będzie miało godnych następców i może zawiesić swoją działalność. Do rozwiązywania takich problemów została powołana grupa osób, która spotyka się w ramach naszych

zjazdów. Możemy wtedy rozwiązywać wspólnie wiele problemów oraz dowiedzieć się wielu nowych rzeczy od starszych kolegów, którzy bardzo dużo osiągnęli w swej działalności w IEEE.

Serdeczne podziękowania przekazujemy Prezydium Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, które wsparło nas finansowo w organizacji spotkania. Jednocześnie podziękowania kierujemy do władz Wydziału EEIA, władz Politechniki Łódzkiej oraz prelegentów, którzy wystąpili podczas seminarium.

Marcin Rybicki  
przewodniczący

Student Branch IEEE at Lodz University of Technology

foto: Maciej Matusiak

## Akademia Młodego Inżyniera

W dniu 16 grudnia 2015 roku koledzy: Emilia Koziarska, Wojciech Łyżwa, Marcin Rybicki, Łukasz Gnych i Kacper Rembowski wzięli udział w seminarium naukowo-technicznym Akademia Młodego Inżyniera. Organizatorem był Zarząd Główny SEP.

Spotkanie miało miejsce w sali konferencyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie. Seminarium rozpoczął wykład *Kryptologia – historia a dzisiaj* wygłoszony przez Kamila Kaczyńskiego z Instytutu Matematyki i Kryptologii Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. Przedstawiono w nim m.in. historię szyfrowania, najpopularniejsze szyfry oraz współczesne metody szyfrowania i przesyłania danych. W wystąpieniu znalazło się miejsce do omówienia rozwikłania zagadki enigmaty zarówno z udziałem polskich matematyków (Marian Rajewski, Henryk Zygalski i Jerzy Różycki), jak i brytyjskiego uczonego (Alan Turing). W dyskusji po wykładzie poruszono problem bezpieczeństwa przesyłanych danych oraz możliwości inwigilacji obywateli przez służby specjalne.

Kolejny wykład *Optymalizacja miksu energetycznego* wygłosił kol. Wojciech Łyżwa z SK SEP przy Politechnice Łódzkiej, doktorant w Instytucie Elektroenergetyki Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Poruszono w nim temat pracy zespołu do optymalizacji emiksu, czyli scenariuszy elektroenergetycznych dla Polski. Wojciech Łyżwa zaprezentował wyniki prac, rozpatrując trzy scenariusze taniego gazu, niskich kosztów emisji CO<sub>2</sub> i wysokich kosztów emisji CO<sub>2</sub>. Omówiono także problem, jakim jest brak skutecznych metod magazynowania energii elektrycznej. Autor prezentacji może się pochwalić praktycznym zastosowaniem planu przez Ministerstwo Energetyki.

Podczas profesjonalnie przygotowanej przerwy uczestnicy seminarium mogli się ze sobą poznać, wymienić uwagi na temat wystąpień czy porozmawiać z autorami referatów.

Ostatni punkt seminarium *Sztuka prezentacji* zaprezentował Kamil Kozieł z firmy „PrezART”. Zwrócono uwagę na najczęściej popełniane błędy przy tworzeniu prezentacji, a także na dobre nawyki i zwyczaje, jakie powinien wyrobić sobie prelegent podczas wystąpień publicznych. Przy wystąpieniu jako pozytywny przykład przywoływano wielokrotnie konferencję TED (*Technology, Entertainment and Design*). Po prezentacji wywiązała się dyskusja na temat zastosowania omówionych praktyk przy prezentacjach naukowych.

Seminarium w ramach Akademii Młodego Inżyniera SEP pokazuje zaangażowanie młodych członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich w rozwój nauki, a także własny rozwój naukowy. Było też doskonałą okazją do integracji i wymiany doświadczeń dla młodych inżynierów.

Łukasz Gnych, Kacper Rembowski





Zarząd Oddziału Łódzkiego  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich  
serdecznie zaprasza  
Koleżanki i Kolegów



na

# PIKNIK

**z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryki  
ustanowionego w rocznicę śmierci (10 czerwca 1836 r.)  
francuskiego uczonego André Marie Ampère'a**

który odbędzie się  
na terenie Centrum Szkoleniowo-Konferencyjnego Uniwersytetu Łódzkiego  
przy ul. Rogowskiej 26

**3 czerwca 2016 r. (piątek)**

w godzinach 17:00 – 21:00



Zapewniamy miły nastrój i spotkanie koleżeńskie przy muzyce i poczęstunku.

Zapisy oraz opłatę organizacyjną w kwocie 15 zł od osoby przyjmuje  
kol. Anna Grabiszewska w Biurze Oddziału Łódzkiego SEP  
(pl. Komuny Paryskiej 5a, Dom Technika pok. 404) od poniedziałku do piątku  
w godzinach 8:00 – 16:00  
w terminie do **6 maja 2016 r.**

# 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 obsług 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**