



# BIULETYN

# TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 2/2014 (65)

ISSN 2082-7377

Czerwiec 2014



**WSPÓLNE DZIAŁANIE  
GWARANCJĄ ROZWOJU ELEKTRYKI**



**XXXVI Walny Zjazd Delegatów  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich**

**Szczecin, 5-8 czerwca 2014**

# Ramowy porządek obrad XXXVI WZD SEP w Szczecinie, w dniach 5-8.06.2014 r.



5.06.2014 r. (czwartek)

1. **Otwarcie wystawy firm przemysłu elektrotechnicznego i informatycznego**  
godz. 9:30 – 10:00; WE ZUT w Szczecinie, ul. 26 Kwietnia 10;
2. **Konferencja ogólnopolska „Inteligentne specjalizacje szansą rozwoju gospodarki”**  
godz. 10:00 – 15:00; Sala Audytoryjna WE ZUT w Szczecinie, ul. 26 Kwietnia 10;
3. **Konferencja prasowa z okazji XXXVI WZD SEP**  
godz. 10:30 – 11:00; sala WE ZUT w Szczecinie, ul. 26 Kwietnia 10;
4. **Obiad dla uczestników konferencji**  
godz. 15:00 – 16:00, catering - sala WE ZUT w Szczecinie, ul. 26 Kwietnia 10;
5. **Otwarcie wystawy „Kazimierz Szpotański - pionier polskiego przemysłu elektrotechnicznego i współtwórca SEP”**  
godz. 16:15 – 16:45; Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT w Szczecinie, al. Piastów 45;
6. **Odświeżenie Tablicy pamiątkowej poświęconej K. Szpotańskiemu**  
godz. 17:00 – 17:30; Enea Operator - Oddział Dystrybucji Szczecin, ul. Malczewskiego 5/7;
7. **Msza św. w intencji elektryków,**  
godz. 18:00 – 19:00; Bazylika św. Jakuba w Szczecinie, ul. Kar. S. Wyszyńskiego 19;
8. **Złożenie kwiatów pod Pomnikiem Czynu Polaków**  
godz. 19:30 – 20:00; Park Kasprowicza w Szczecinie;
9. **Spotkanie koleżeńskie władz statutowych połączone z uroczystą kolacją**  
godz. 20:00 – 22:00; "Ambasador" Centrum Bankietowo-Konferencyjne, al. Wojska Polskiego 67;

6.06.2014 r. (piątek)

1. **Pierwszy dzień obrad XXXVI WZD SEP w Szczecinie** (wg oddzielnego programu)  
godz. 8:00 – 16:30; Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT w Szczecinie, al. Piastów 45;
  - Rejestracja uczestników - godz. 8:00 – 9:00
  - Część I, organizacyjna - godz. 9:00 – 11:00
  - Przerwa kawowa - godz. 11:00 – 11:30
  - Część II, oficjalna - godz. 11:00 – 13:00
2. **Przejazd na Wały Chrobrego 3 - pamiątkowa fotografia delegatów i gości XXXVI WZD SEP w Szczecinie**  
godz. 13:15 – 13:45, ul. Wały Chrobrego 3;
3. **Pierwszy dzień obrad XXXVI WZD SEP w Szczecinie, cd.**  
Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT w Szczecinie, al. Piastów 45;
  - Część III, robocza cd. Godz. 15:30 – 16:30;
4. **Wybór Dziekana Rady Prezesów SEP**  
w trakcie obrad pierwszego dnia; Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT, al. Piastów 45;
5. **Program rozrywkowy „Podwieczorek przy mikrofonie”**  
godz. 17:30 – 18:45; Teatr Polski, ul. Swarozycza 5;
6. **Uroczysta kolacja o charakterze morskim**  
godz. 19:00 – 20:30;

7.06.2014 r. (sobota)

1. **Drugi dzień obrad XXXVI WZD SEP w Szczecinie,** (wg oddzielnego programu)  
godz. 8:00 – 15:30; Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT w Szczecinie, al. Piastów 45;
  - Część I, robocza – godz. 8:00 – 11:00;
  - Przerwa kawowa – 11:00 – 11:30;
  - Część II, programowa – godz. 11:30 – 14:00;
  - Część III, oficjalna – zamknięcie obrad – godz. 14:30 – 15:30;
2. **Zebranie konstytucyjne ZG SEP**  
godz. 15:30 – 16:30; Centrum Dydaktyczno-Badawcze Nanotechnologii ZUT, al. Piastów 45;
3. **Koncert Zjazdowy z okazji 95-lecia SEP i Roku K. Szpotańskiego - współtwórcy Stowarzyszenia: George Gershwin „Porgy and Bess”**  
godz. 18:00 – 19:30; Filharmonia Szczecińska, pl. Armii Krajowej 1;
4. **Spotkanie koleżeńskie delegatów XXXVI WZD SEP oraz przyjaciół Stowarzyszenia**  
godz. 20:00 – 24:00; Radisson Blu Hotel, pl. Rodła 10;

## Wycieczki miejskie

- „Spacerkiem po Szczecinie” (9:00 - 15:00)
- „Uroki Szczecina” (9:00 - 15:00)
- „Szczecińskie zabytki techniki” (9:00 - 15:00)

## Wycieczki terenowe

- „Śladami Oręża Polskiego” (8:00 - 16:00)
- „Szlakiem Wikiników” (8:00 - 16:00)
- „Poznajemy metropolię sąsiadów - Berlin” (ok. 7:00 - 17:30)

8.06.2014 r. (niedziela)

Wydawca:

**Zarząd Oddziału Łódzkiego  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich**

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

UWAGA: nowe adresy:

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

Spis treści:

**Pomiary impedancji pętli zwarciowej w obwodach chronionych  
wyłącznikami różnicowoprądowymi – S. Czapp ..... 2**

Przedstawiono teoretyczne podstawy pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach i instalacjach niskiego napięcia. Omówiono czynniki wpływające na dokładność pomiaru. Szczególną uwagę zwrócono na pomiary impedancji pętli zwarciowej w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi. Przedstawiono wyniki badań wybranych mierników impedancji pętli zwarciowej i praktyczne wnioski odnośnie do ich stosowania w obwodach z tymi wyłącznikami. Omówiono zachowanie się wybranych wyłączników różnicowoprądowych przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej oraz specjalne metody pomiarowe, przeznaczone do obwodów z wyłącznikami różnicowoprądowymi.

**Rozwój wylądowań elektrycznych w estrze syntetycznym pod  
wpływem uderzenia napięciowego piorunowego biegunowości  
dodatniej – P. Różga ..... 12**

W artykule przedstawione zostały zagadnienia wylądowań elektrycznych rozwijających w estrze syntetycznym w układzie elektrod ostrze- płyta pod wpływem napięcia uderzeniowego piorunowego biegunowości dodatniej. Na bazie własnych badań eksperymentalnych pokazane zostały zależności zmiany prędkości propagacji wylądowań od wartości szczytowej napięcia uderzeniowego. Przy rozważaniach przyjęto krotności napięcia pobierczego w stosunku do wyznaczonego statystycznie napięcia inicjacji. Najważniejszym wnioskiem z przeprowadzonych prac badawczych jest wyraźny wzrost prędkości propagacji wylądowań po przekroczeniu granicznej wartości krotności napięcia inicjacji. Takie zjawisko dla estru syntetycznego ma miejsce przy znacznie niższym napięciu niż w przypadku oleju mineralnego. Świadczy to o niższej zdolności estrów do ochrony przed przepięciami natury uderzeniowej.

**Inteligentne stacje transformatorowe w nowoczesnych sieciach  
średniego napięcia jako element „Inteligentnych Sieci  
Elektroenergetycznych – Smart Grid”**

– H. Spack, B. Schupferling, J. Riemenschneider, M. Schelte ..... 15  
Wydajniejsze wykorzystanie systemów zasilania i zmienny przepływ obciążenia spowodowany zdecentralizowanym wytwarzaniem energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii i coraz bardziej restrykcyjne wymogi organów nadzorujących, wymuszają coraz wyższe standardy wykrywania awarii i wprowadzanie systemów operacyjnych gromadzących dane. Ponadto zdalne zasygnalizowanie wraz ze zdalnym sterowaniem może znacznie zmniejszyć przerwę w dostawach, a także zredukować koszty wynikające z awarii

oraz zapewnić szybsze dostosowanie do zmiennych warunków obciążenia.

W związku z tym w przyszłości zapotrzebowanie na inteligentne stacje transformatorowe wzrośnie. Ale gdzie leżą granice użytecznej i rentownej eksploatacji energii? Znajdują się one gdzieś pomiędzy klasyczną, nieautomatyzowaną stacją, a pełną automatyzacją. Wraz z rozdzielnicą z izolacją gazową średniego napięcia typu 8DJH, Siemens oferuje podstawowe elementy aplikacji w inteligentnych stacjach transformatorowych. Opcjonalnie rozdzielnica wyposażona jest również w zmotoryzowany mechanizm działania; wskaźniki zwarciowe i systemy służące do wykrywania obecności napięcia, a także szereg innych czujników. Podłączona do jednostki ze zdalnym terminalem (Remote Terminal Unit - RTU) w osobnej, montowanej na ścianie szafie, rozdzielnica 8DJH spełnia wszystkie warunki do przyłączenia w infrastrukturę sieci inteligentnych. Niniejszy artykuł przedstawia różną poziomą inteligencji, możliwe rodzaje połączeń z systemem telekontroli, a także wyróżnia niezbędne składniki i wymogi.

**XI Ogólnopolska Konferencja Techniczna „Pomiary ochronne  
oraz diagnostyka instalacji i urządzeń elektrycznych” ..... 20****VIII Konferencja Naukowo-Techniczna Innowacyjne  
Materiały i Technologie w Elektrotechnice „Innowacje  
kierunkiem rozwoju elektrotechniki XXI w.” – E. Cadler ..... 21****Prezes Oddziału Łódzkiego SEP – J. Kuczkowski ..... 25****Nasza rekomendacja – J. Kuczkowski ..... 26****XVII Rada Prezesów SEP Poznań-Baranowo ..... 27****Jerzy Lorens (1920 – 2014) ..... 28****Rozstrzygnięcie Konkursu  
im. prof. Mieczysława Pożaryskiego ..... 29****Rozstrzygnięcie konkursu na najaktywniejsze  
koło SEP 2014 rok (za 2013 rok) ..... 30****XIV Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki – J. Kuczkowski ..... 32****XI Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka – M. Rybicki ..... 33****IV seminarium „Bezpieczeństwo w inżynierii procesowej”  
– J. Bruszewski i K. Rembowski ..... 35****XII Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu Instalacje  
elektryczne wysokiego, średniego i niskiego napięcia  
n.t. „Rozdzielnice w izolacji gazowej” – M. Rybicki ..... 36**

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



Komitet Redakcyjny:

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

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński

mgr inż. Krystyna Sitek  
dr inż. Józef Wiśniewski  
prof. dr hab. inż. Jerzy Zieliński

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść  
ogłoszeń. Zastrzegamy sobie prawo dokonywa-  
nia 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: 500 egz.  
ISSN 2082-7377

Stanisław Czapp

# Pomiary impedancji pętli zwarciowej w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi<sup>1</sup>

## 1. Wstęp

Pomiary impedancji lub rezystancji pętli zwarciowej w sieciach i instalacjach niskiego napięcia najczęściej wykonuje się dla oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania. Najbardziej rozpowszechniony jest sposób pomiaru wykorzystujący tzw. sztuczne zwarcie poprzez impedancję (rezystancję) pomiarową [1–5, 9, 10, 12–17, 22–30]. Najprostszymi przyrządami do pomiaru impedancji pętli zwarciowej są: woltomierz, amperomierz oraz rezystor, przez który dokonuje się sztucznego zwarcia. W praktyce wykorzystuje się profesjonalne mierniki impedancji, które przed wykonaniem właściwego pomiaru m.in. dokonują kontroli ciągłości przewodu ochronnego.

Na rysunku 1. przedstawiono przepływ prądu pomiarowego  $I_M$  przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej. Jeżeli pomiar jest wykonywany w układzie TN (rys. 1a), to prąd  $I_M$  płynie w pętli metalicznej. Im bliżej źródła zasilania jest wykonywany pomiar, tym z reguły większy jest udział reaktancji w mierzonej impedancji pętli, a to, w niektórych przypadkach, może być przyczyną znacznych błędów pomiaru. Warunek skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN jest określony zależnością:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad (1)$$

gdzie:

- $I_a$  – prąd wyłączający zabezpieczenia [A],
- $U_o$  – napięcie znamionowe względem ziemi [V],
- $Z_s$  – impedancja pętli zwarciowej [ $\Omega$ ].

Zgodnie z normą [20], jeżeli w układzie TT samoczynne wyłączenie zasilania ma zapewnić zabezpieczenie nadprądowe, to warunek skuteczności ochrony jest taki sam, jak w układzie TN. Inny jest jednak przebieg zjawisk przy pomiarze – w układzie TT prąd pomiarowy płynie przez ziemię. Najistotniejszą rolę w ograniczaniu tego prądu pełni rezystancja uziemienia roboczego  $R_B$  i rezystancja uziemienia ochronnego  $R_A$ . Zatem w praktyce można przyjąć, że impedancja pętli zwarciowej jest równa rezystancji pętli zwarciowej i to niezależnie od tego, czy pomiar jest wykonywany w pobliżu źródła zasilania, czy w miejscu od niego najbardziej oddalonym. Można więc stosować prostsze i tańsze mierniki.

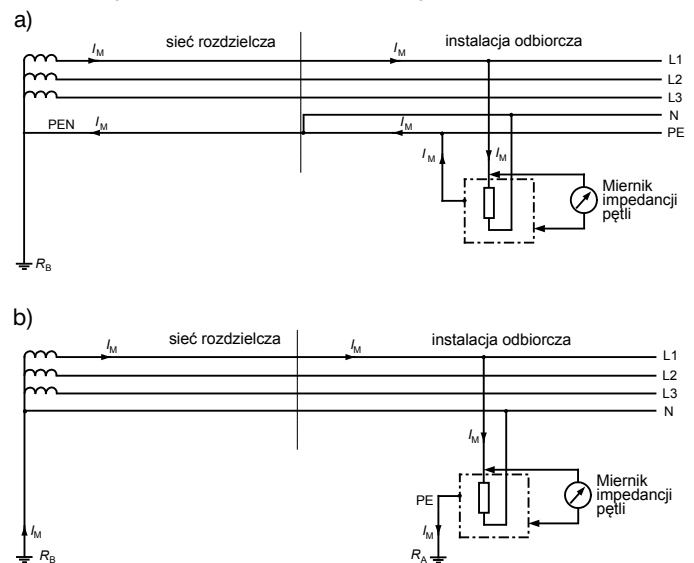
Jeżeli w układzie TT samoczynne wyłączenie zasilania ma zapewnić zabezpieczenie różnicowoprądowe, to warunek skuteczności ochrony jest następujący:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_a} \quad (2)$$

gdzie:

- $I_a$  – prąd wyłączający zabezpieczenia [A],
- $U_L$  – napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwałe [V],
- $R_A$  – rezystancja uziemienia przewodu ochronnego [ $\Omega$ ].

Do oceny skuteczności ochrony również może być wykorzystany pomiar impedancji pętli zwarciowej, co pozwala uniknąć bardziej pracochłonnych pomiarów rezystancji uziemienia. Zmierzona wartość to praktycznie suma szukanej wartości rezystancji uziemienia i rezystancji uziemienia roboczego ( $R_B + R_A$ ). Jeżeli tak uzyskana wartość nie przekracza wartości dopuszczalnej, to ochronę można uznać za skuteczną.



Rys. 1. Przepływ prądu pomiarowego  $I_M$  podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej w układzie: a) TN, b) TT

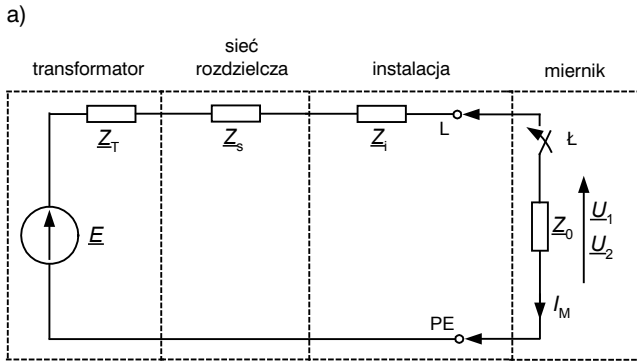
Dobierając miernik do danych warunków pomiaru, należy uwzględnić w szczególności dokładność pomiaru oraz możliwość jego wykonania bez pobudzania wyłączników różnicowoprądowych. Trzeba więc pogodzić dwa sprzeczne kryteria – wykorzystanie stosunkowo dużego prądu pomiarowego, zapewniającego wymaganą dokładność pomiaru oraz brak wyzwalania wyłączników różnicowoprądowych podczas pomiaru.

## 2. Teoretyczne podstawy pomiaru

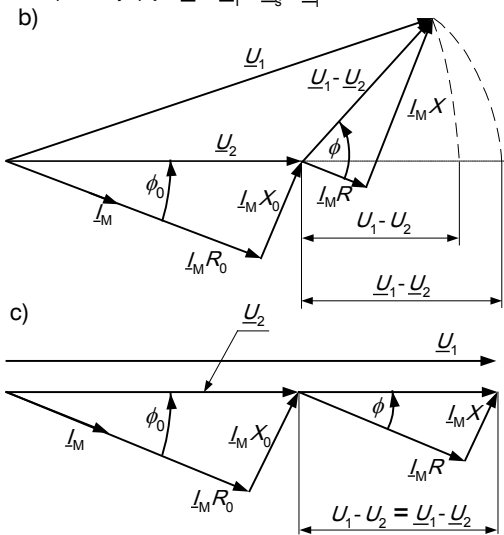
Obwód badany przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej wykorzystującym sztuczne zwarcie można przedstawić, jak na rys. 2. W przypadku pomiaru w instalacji odbiorczej, na impedancję mierzoną  $Z$  składa się: impedancja transformatora  $Z_T$ ,

<sup>1</sup> Referat prezentowany na XI Konferencji „Pomiary ochronne oraz diagnostyka instalacji i urządzeń elektrycznych”, Kudowa Zdrój, 7 – 9 maja 2014, organizowanej przez firmę SONEL.

impedancja sieci rozdzielczej  $Z_s$  oraz impedancja obwodów instalacji  $Z_i$ . Miernik impedancji pętli charakteryzuje się impedancją obciążenia pomiarowego  $Z_0$ .



impedancja pętli  $Z = Z_T + Z_s + Z_i$



Rys. 2. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarciowej: a) schemat zastępczy badanego obwodu, b) wykres fazorowy – przypadek ogólny, c) wykres fazorowy – przypadek szczególny (równość argumentów  $\phi_0 = \phi$ )

Impedancję pętli zwarciowej  $Z$ , jej argument  $\phi$  oraz składowe ortogonalne rezystancję  $R$  i reaktancję  $X$ , przedstawiają następujące zależności:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \phi = \arctg \frac{X}{R} \quad (3)$$

$$R = Z \cdot \cos \phi \quad (4)$$

$$X = Z \cdot \sin \phi \quad (5)$$

natomiast impedancja obciążenia pomiarowego  $Z_0$  scharakteryzowana jest przez argument  $\phi_0$ , rezystancję  $R_0$  i reaktancję  $X_0$ :

$$Z_0 = \sqrt{R_0^2 + X_0^2} \quad \phi_0 = \arctg \frac{X_0}{R_0} \quad (6)$$

$$R_0 = Z_0 \cdot \cos \phi_0 \quad (7)$$

$$X_0 = Z_0 \cdot \sin \phi_0 \quad (8)$$

Impedancję  $Z$  wyznacza się na podstawie pomiaru napięcia  $U_1 = \underline{E}$  przy otwartym łączniku  $L$  oraz napięcia  $U_2$  przy zamkniętym łączniku  $L$ , i określa ją zależność wektorowa:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_0 \frac{U_1 - U_2}{U_2} = \underline{Z}_0 \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \quad (9)$$

W praktyce impedancję dość często wyznacza się na podstawie pomiar modułów napięć  $U_1$  i  $U_2$ :

$$Z_m = Z_0 \frac{U_1 - U_2}{U_2} = Z_0 \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \quad (10)$$

Stosunek napięcia  $U_1$  do napięcia  $U_2$  można przedstawić zależnością:

$$\frac{U_1}{U_2} = \sqrt{1 + \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^2 + 2 \left( \frac{Z}{Z_0} \right) \cos(\phi - \phi_0)} \quad (11)$$

Uzyskany w ten sposób stosunek napięć można wstawić do zależności (10) i przyjmuje ona wtedy postać następującą:

$$Z_m = Z_0 \left( \sqrt{1 + \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^2 + 2 \left( \frac{Z}{Z_0} \right) \cos(\phi - \phi_0)} - 1 \right) \quad (12)$$

Uproszczenie polegające na pomiarze modułów napięć zamiast wektorów prowadzi do błędu pomiaru:

$$\delta Z = \frac{Z_m - Z}{Z} = \frac{\sqrt{1 + \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^2 + 2 \frac{Z}{Z_0} \cos(\phi - \phi_0)} - 1}{\frac{Z}{Z_0}} - 1 \quad (13)$$

Zgodnie z [19] błąd pomiaru impedancji pętli zwarciowej nie powinien przekraczać 30%.

### 3. Czynniki wpływające na błąd pomiaru

#### 3.1. Wprowadzenie

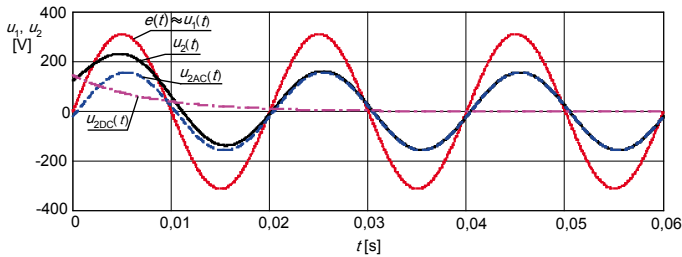
Istnieje wiele czynników, które wpływają na błąd pomiaru impedancji pętli zwarciowej [1–4, 9, 10, 12, 16, 17, 23, 24, 28–30], z których główne to:

- stany przejściowe wywołane załączeniem i odłączeniem obciążenia pomiarowego,
- różnica argumentu impedancji pętli i argumentu obciążenia pomiarowego,
- odkształcenie napięcia,
- wartość prądu pomiarowego,
- pracujące w pobliżu miejsca pomiaru odbiorniki.

Wartość impedancji pętli zwarciowej zależy od miejsca przeprowadzania pomiaru. W pobliżu transformatora może wynosić kilkanaście miliomów przy stosunku  $X/R \geq 5,5$  ( $\phi \geq 80^\circ$ ), natomiast przy końcu rozległej instalacji odbiorczej jej wartość może dochodzić do kilku omów i przeważa w niej składowa rezystancyjna ( $X/R \leq 0,25$ ;  $\phi \leq 15^\circ$ ). Do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w pobliżu transformatora nie nadaje się przyrząd mierzący tylko rezystancję. Ponadto, należy umiejętnie dobrać przyrząd ze względu na wartość prądu pomiarowego. Z jednej strony powinien być on jak największy – zbliżony do rzeczywistego prądu zwarciowego w danym punkcie sieci, z drugiej jednak strony nie powinien pobudzać zabezpieczeń nadprądowych i/lub różnicowoprądowych.

#### 3.2. Stany przejściowe

Stan przejściowy spowodowany załączeniem obciążenia pomiarowego zależy od stosunku  $X/R$  sieci oraz  $X_0/R_0$  obciążenia pomiarowego. Na rys. 3. przedstawiono przebiegi charakterystycznych napięć. Napięcie  $u_2(t)$  zawiera składawą nieokresową. Wynik pomiaru może być obarczony znacznym błędem w szczególności wtedy, gdy impedancja pętli zwarciowej jest wyznaczana na podstawie wartości szczytowej napięcia  $u_2(t)$ .



Rys. 3. Przebiegi charakterystycznych napięć podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej:  $u_1(t)$  – przed załączeniu obciążenia pomiarowego,  $u_2(t)$  – po załączeniu obciążenia pomiarowego,  $u_{2AC}(t)$  – składowa okresowa napięcia po załączeniu obciążenia pomiarowego,  $u_{2DC}(t)$  – składowa nieokresowa napięcia po załączeniu obciążenia pomiarowego

Przebieg napięcia po załączeniu obciążenia pomiarowego wyraża się zależnością:

$$u_2(t) = \frac{Z_0}{Z} \cdot \sqrt{2} \cdot U_1 \cdot \sin(\omega t + \phi_z - \phi_c + \phi_0) - \sin(\phi_z - \phi_c) \cdot e^{-\left(\frac{t}{T}\right)} \quad (14)$$

Błąd pomiaru przyjmuje wartość zero w następujących przypadkach:

- kąt fazowy załączenia obciążenia pomiarowego  $\phi_z$  jest równy argumentowi impedancji obwodu badanego (wypadkowa impedancja mierzonej pętli i obciążenia pomiarowego)

$$\phi_c = \arctg \frac{X + X_0}{R + R_0},$$

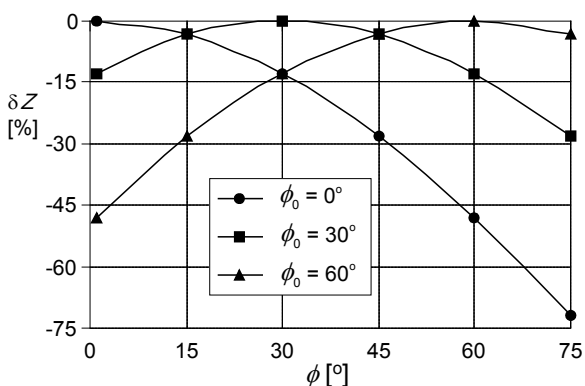
- występuje równość argumentów mierzonej impedancji pętli i impedancji obciążenia pomiarowego  $\phi = \phi_0$ .

Czas trwania stanów przejściowych w rzeczywistych warunkach nie przekracza jednego okresu. Efektywnym sposobem eliminacji błędu pomiaru impedancji spowodowanego stanami przejściowymi jest zastosowanie opóźnienia w pomiarze napięcia po załączeniu obciążenia pomiarowego. Należy zadbać, by prąd pomiarowy płynął w czasie dłuższym niż jeden półokres.

### 3.3. Różnica argumentu impedancji pętli i argumentu obciążenia pomiarowego

Pomiar impedancji pętli jest przeprowadzany w różnych miejscach sieci elektroenergetycznej, począwszy od stacji transformatorowej, poprzez linię rozdzielczą niskiego napięcia, aż do instalacji odbiorczej. Każdy punkt sieci elektroenergetycznej scharakteryzowany jest innym argumentem impedancji  $\phi$  (innym stosunkiem  $X/R$ ).

Błąd pomiaru, wynikający z różnicy argumentu mierzonej impedancji  $\phi$  i argumentu impedancji obciążenia pomiarowego  $\phi_0$ , można określić na podstawie zależności (13). Na rys. 4. przedstawiono wyniki obliczeń błędu pomiaru.



Rys. 4. Błędy pomiaru  $\delta Z$  przy sinusoidalnej krzywej napięcia dla:  $Z = 1 \Omega$ ,  $Z_0 = 20 \Omega$   
 $\phi_0 = 0^\circ$ ,  $\phi_0 = 30^\circ$ ,  $\phi_0 = 60^\circ$

Z wykresu widać, że błąd pomiaru może przekraczać wartość 70% przy stosowaniu miernika z rezystancyjnym obciążeniem pomiarowym ( $\phi_0 = 0$ ), natomiast przy równości argumentów ( $\phi = \phi_0$ ) błąd pomiaru przyjmuje wartość zero. Nie wszystkie mierniki umożliwiają płynne nastawianie kąta  $\phi$  ze względu na trudności wykonania takiego impedora obciążeniowego. Należy więc unikać stosowania mierników z rezystancyjnym obciążeniem pomiarowym (poza specjalnymi konstrukcjami) w miejscach, w których  $X/R > 1$ .

### 3.4. Odształcenie napięcia

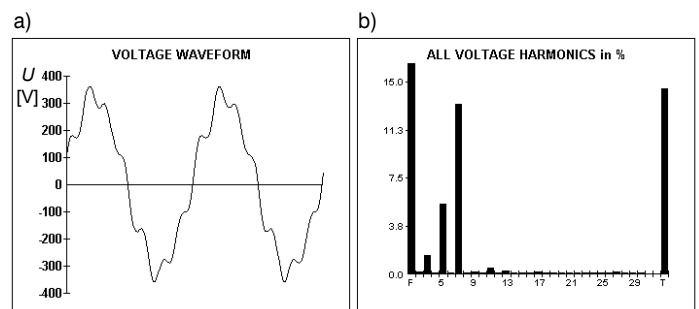
Pobierane przez odbiorniki nieliniowe odształcone prądy wywołują na impedancji sieci odształcone spadki napięcia, co powoduje, że przebieg napięcia w miejscu pomiaru impedancji jest odształcony. Stopień odształcenia napięcia zależy od względnego udziału odbiorników nieliniowych w obciążeniu roboczym sieci oraz od wartości impedancji pętli w miejscu pomiaru. Na rys. 5. przedstawiono przykładowy przebieg napięcia odształconego, zarejestrowanego w instalacji zasilającej dużą grupę lamp wyładowczych [11].

Dla poprawnej oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej należy wyznaczać impedancję pętli zwarciowej  $Z$  odniesioną do składowych podstawowych prądu i napięcia. Na rys. 6. przedstawiono wykresy błędów:

- $\delta Z_{mx} = f(\phi)$  – wyznaczanie impedancji na podstawie wartości szczytowej napięć,
- $\delta Z_{sk} = f(\phi)$  – wyznaczanie impedancji na podstawie wartości skutecznej napięć,
- $\delta Z_{sr} = f(\phi)$  – wyznaczanie impedancji na podstawie wartości średniej napięć,

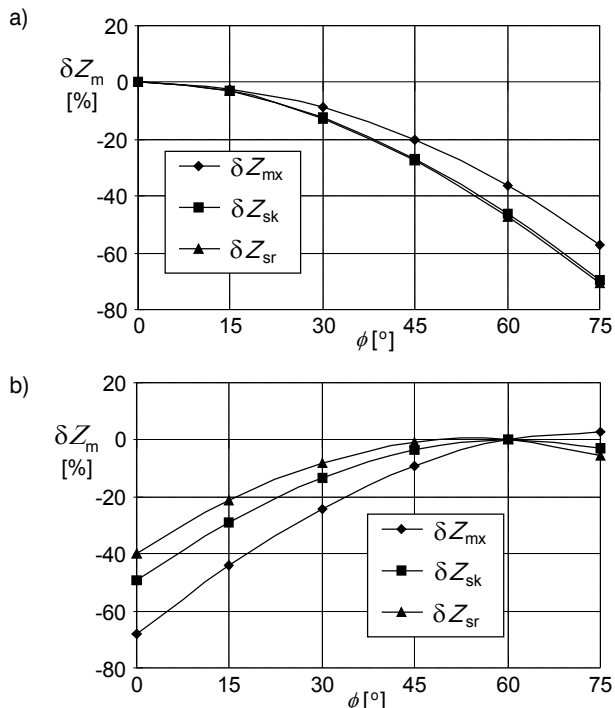
które charakteryzują różne typy mierników impedancji wykorzystujące średni prąd pomiarowy –  $Z_0 = 20 \Omega$ . Zmienia się natomiast skokowo argument impedancji obciążenia pomiarowego. Przyjęto:  $\phi_0 = 0^\circ$  – miernik z rezystancyjnym obciążeniem,  $\phi_0 = 60^\circ$  – miernik o regulowanym argumentem obciążenia.

Największe wartości błędu  $\delta Z_{mx} = f(\phi)$  uzyskuje się przy stosowaniu miernika z rezystancyjnym obciążeniem pomiarowym (rys. 6a); błąd pomiaru przekracza tu wartość 70% dla argumentu impedancji pętli równego  $75^\circ$ , czyli w miejscu pomiaru charakteryzującym się dużą reaktancją.

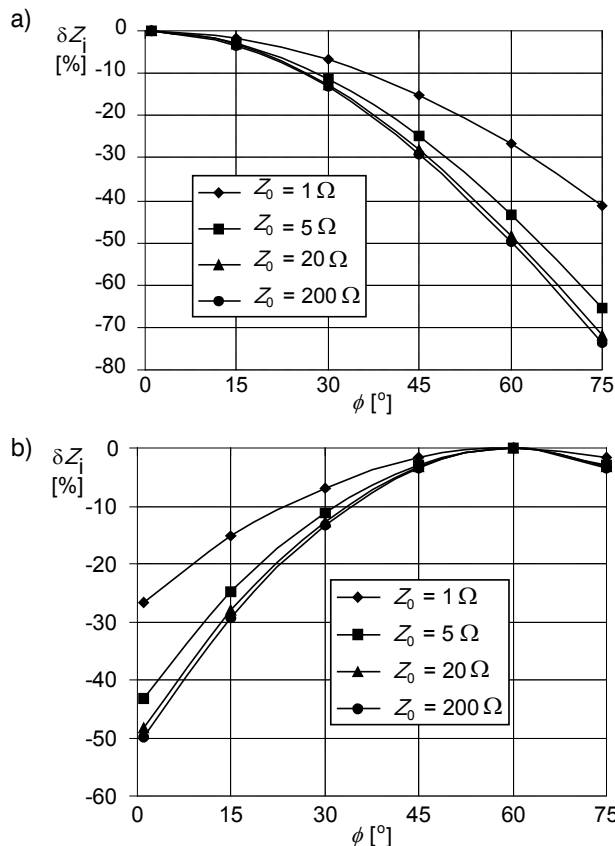


Rys. 5. Przebieg napięcia fazowego w instalacji z lampami wyładowczymi (a) oraz widmo amplitudowe harmonicznych i stopień odształcenia THD (b)

Widać, że wartość błędu pomiaru zależy od przyjętego sposobu pomiaru napięć (wartości szczytowe, skuteczne, średnie). Z przedstawionych na rys. 6. wykresów błędów wynika, że dla równości argumentów impedancji pętli i impedancji obciążenia pomiarowego  $\phi = \phi_0$ , błędy pomiaru  $\delta Z_{mx}$ ,  $\delta Z_{sk}$ ,  $\delta Z_{sr}$  przyjmują wartość zero. Stosując miernik charakteryzujący się argumentem impedancji obciążenia pomiarowego  $\phi_0$  zbliżonym do argumentu impedancji pętli zwarciowej można wyeliminować wpływ wyższych harmonicznych na dokładność pomiaru impedancji pętli.



Rys. 6. Błędy pomiaru  $\delta Z_{mx} = f(\phi)$ ,  $\delta Z_{sk} = f(\phi)$ ,  $\delta Z_{sr} = f(\phi)$  dla krzywej odkształconej (z rys. 5.). Obliczenia wykonano dla:  $Z = 1 \Omega$ ,  $Z_0 = 20 \Omega$ ; a)  $\delta Z_{mx}$ ,  $\delta Z_{sk}$ ,  $\delta Z_{sr}$  dla  $\phi_0 = 0^\circ$  (rezystancyjne obciążenie pomiarowe), b)  $\delta Z_{mx}$ ,  $\delta Z_{sk}$ ,  $\delta Z_{sr}$  dla  $\phi_0 = 60^\circ$



Rys. 7. Błędy pomiaru  $\delta Z_i = f(\phi)$  przy sinusoidalnym przebiegu napięcia dla różnych wartości prądu pomiarowego,  $Z = 1 \Omega$ ; a)  $\phi_0 = 0^\circ$ , b)  $\phi_0 = 60^\circ$

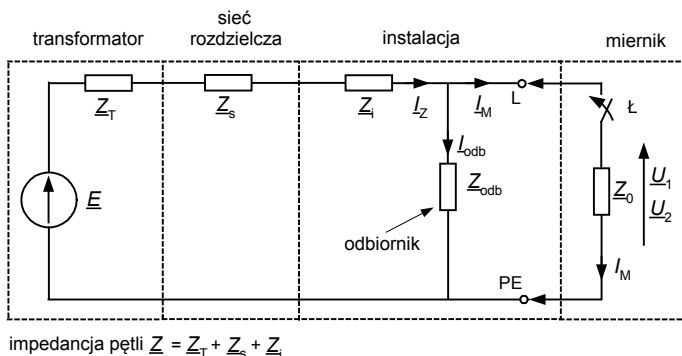
**3.5. Wartość prądu pomiarowego**

We współczesnych miernikach impedancji pętli zwarciowej stosuje się prąd pomiarowy od kilkunastu miliamperów do setek amperów. Przebieg prądu pomiarowego może być przemienny lub półfalowy. Stosowanie dużego prądu pomiarowego jest korzystne, bo przybliży warunki pomiaru do zwarcia rzeczywistych, zwiększa dokładność pomiaru. Impedancja zwarciowa obwodów elektroenergetycznych nie jest liniowa i zależy od wartości przepływającego prądu. Na tę nieliniowość ma wpływ grupa połączeń transformatora i sposób ułożenia przewodów elektroenergetycznych. Ponadto, duży prąd pomiarowy pozwala wykryć luźne połączenia stykowe. Z drugiej strony zbyt duża wartość prądu pomiarowego może spowodować zbędne zadziałanie zabezpieczeń w badanym obwodzie. Coraz częściej w instalacjach elektrycznych pojawiają się wyłączniki różnicowoprądowe, które wręcz wymuszają, aby w tych obwodach stosować bardzo małe prądy pomiarowe rzędu 10 mA, lub stosować inne środki zaradcze w celu wyeliminowania działania wyłączników różnicowoprądowych podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej.

Na rys. 7. przedstawiono wykresy błędu  $\delta Z_i = f(\phi)$  dla czterech wartości prądu pomiarowego (impedancja obciążenia pomiarowego równa odpowiednio  $Z_0 = 1 \Omega$ ,  $5 \Omega$ ,  $20 \Omega$  i  $200 \Omega$ ) oraz trzech wartości argumentu impedancji obciążenia pomiarowego  $\phi_0 = 0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ . Największe wartości błędu pomiaru  $\delta Z_i = f(\phi)$  występują dla najmniejszej wartości prądu pomiarowego ( $Z_0 = 200 \Omega$ ), natomiast wartości najmniejsze osiąga błąd dla największego prądu pomiarowego ( $Z_0 = 1 \Omega$ ). Błąd pomiaru  $\delta Z_i = f(\phi)$  przyjmuje wartość równą zero dla równości argumentów  $\phi = \phi_0$  niezależnie od zastosowanej wartości prądu pomiarowego.

**3.6. Pracujące w pobliżu miejsca pomiaru odbiorniki**

Jeżeli w pobliżu miejsca pomiaru impedancji pętli zwarciowej pracuje odbiornik (odbiorniki), to obwód badany podczas tego pomiaru można przedstawić jak na rys. 8.



Rys. 8. Schemat zastępczy obwodu przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej w sieci z pracującymi odbiornikami

Podobnie jak w sieci bez pracujących odbiorników, impedancję pętli zwarciowej wyznacza się na podstawie pomiaru napięcia  $U_1$  (łącznik  $\text{Ł}$  otwarty) i napięcia  $U_2$  (łącznik  $\text{Ł}$  zamknięty). Napięcie przy otwartym łączniku  $\text{Ł}$  nie jest jednak napięciem źródła zasilania sieci  $U_1 \neq E$  i można je określić następująco:

$$U_1 = E \frac{Z_{odb}}{Z + Z_{odb}} = \frac{E}{1 + \frac{Z}{Z_{odb}}} \tag{15}$$

Przy zamkniętym łączniku  $\text{Ł}$  mierzone jest napięcie  $U_2$  wyrażone zależnością:

$$U_2 = E \frac{\frac{Z_{odb} \cdot Z_0}{Z_{odb} + Z_0}}{Z + \frac{Z_{odb} \cdot Z_0}{Z_{odb} + Z_0}} = \frac{E}{1 + \frac{Z}{Z_0} + \frac{Z}{Z_{odb}}} \tag{16}$$

Stosunek modułu napięcia  $U_1$  do modułu napięcia  $U_2$ , który wykorzystuje się w praktyce do wyznaczenia impedancji pętli zwarciowej, wynosi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \left| 1 + \frac{Z \cdot Z_{\text{oddb}}}{Z_0 \cdot (Z_{\text{oddb}} + Z)} \right| \quad (17)$$

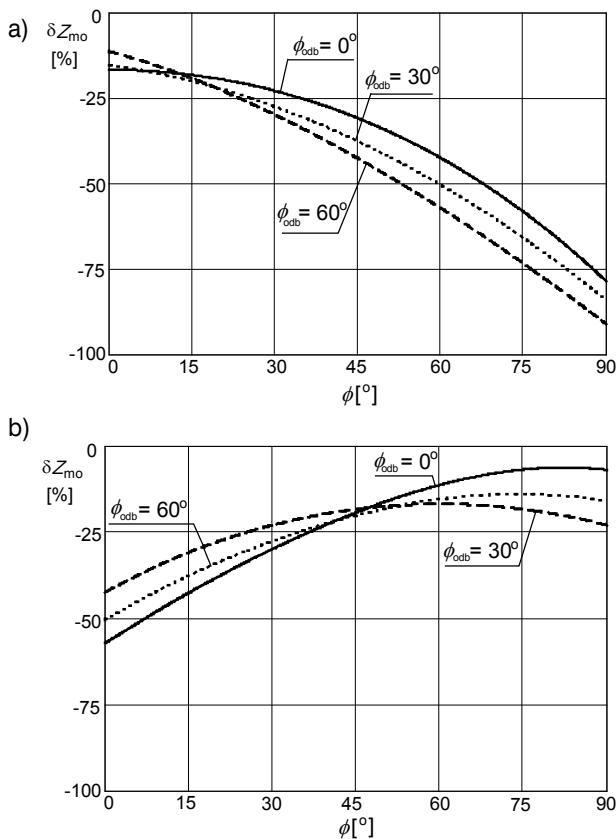
Impedancję pętli zwarciowej  $Z_{\text{mo}}$  mierzoną w pobliżu pracującego odbiornika można przedstawić następująco:

$$Z_{\text{mo}} = \frac{U_1 - U_2}{I_M} = Z_0 \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) = Z_0 \left( \left| 1 + \frac{Z \cdot Z_{\text{oddb}}}{Z_0 \cdot (Z_{\text{oddb}} + Z)} \right| - 1 \right) \quad (18)$$

Błąd pomiaru można wyznaczyć z następującej zależności:

$$\delta Z = \frac{Z_{\text{mo}} - Z}{Z} \quad (19)$$

Analizę błęd pomiaru (rys. 9.) wykonano przy założeniu, że rzeczywista wartość impedancji pętli wynosi  $Z = 1 \Omega$  (argument zmienia się w zakresie  $\phi = 0 \div 90^\circ$ ), a wartość impedancji pracującego odbiornika wynosi  $Z_{\text{oddb}} = 5 \Omega$  (argument przyjmuje wartości kolejno  $\phi_{\text{oddb}} = 0^\circ, 30^\circ$  i  $60^\circ$ ). Jak wynika z wykresów na rys. 9., błędy mogą przyjmować bardzo duże wartości i mają znak ujemny, a więc jest to niebezpieczne. Największe wartości błęd uzyskuje się, gdy wykorzystywany jest miernik o rezystancyjnym obciążeniu pomiarowym ( $\phi_0 = 0^\circ$ ).



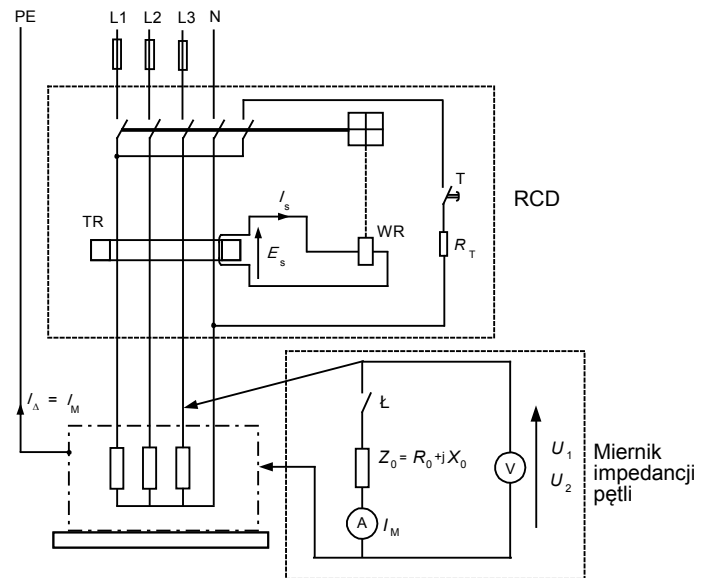
Rys. 9. Błędy pomiaru impedancji pętli  $\delta Z_{\text{mo}} = f(\phi)$  w sieci z pracującym odbiornikiem:  $Z = 1 \Omega$ ,  $Z_{\text{oddb}} = 5 \Omega$ ,  $Z_0 = 20 \Omega$ ; a)  $\phi_0 = 0^\circ$ , b)  $\phi_0 = 60^\circ$

## 4. Pomiar w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi

### 4.1. Wprowadzenie

W instalacjach z wyłącznikami różnicowoprądowymi pomiar impedancji pętli zwarciowej dla oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej bywa kłopotliwy, ponieważ stosunkowo dużej wartości prąd pomiarowy  $I_M$  płynący w obwodzie, jak na

rys. 10., może wywołać zbędne zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego, co uniemożliwia prawidłowe wykonanie pomiaru.



Rys. 10. Pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodzie chronionym wyłącznikiem różnicowoprądowym (RCD)

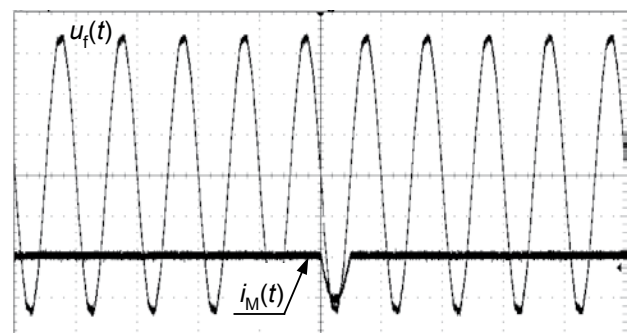
Okazuje się, że pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi bez ich zbędnego wyzwalania jest w niektórych przypadkach możliwy, o ile rozpoznana się wartość i czas przepływu prądu pomiarowego. Ważne jest też to, jaki zainstalowano wyłącznik różnicowoprądowy: typu AC, czy typu A, bezwłocznym, krótkozwłocznym, czy selektywnym.

W pewnych przypadkach trzeba korzystać z metod pomiaru specjalnie opracowanych do obwodów chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi.

### 4.2. Badania mierników impedancji pętli zwarciowej

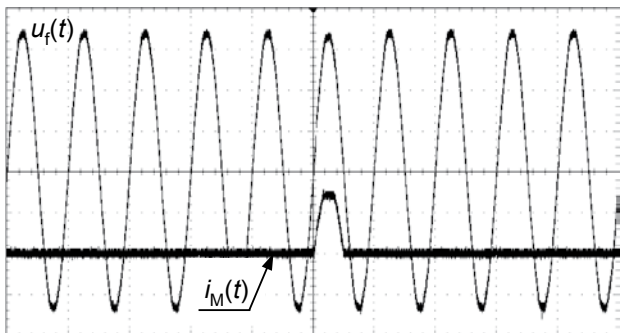
Z punktu widzenia możliwości zastosowania danego miernika impedancji pętli zwarciowej w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi, bardzo istotny jest czas przepływu prądu pomiarowego. Na rys. od 11. do 14. przedstawiono oscylogramy prądu pomiarowego wybranych mierników impedancji pętli zwarciowej.

Mierniki o przebiegach z rys. 11. i 12. wymuszają prąd pomiarowy półfalowy i mierzą rezystancję pętli zwarciowej. Wielofunkcyjny miernik, który według deklaracji producenta umożliwia pomiar również tylko rezystancji pętli zwarciowej (rys. 13.), wymusza prąd pomiarowy pełnofalowy w sposób narastający, z przedziałami bezprądowymi. Miernik impedancji pętli zwarciowej o przebiegu z rys. 14. wymusza prąd pomiarowy w czasie  $3/2$  okresu.



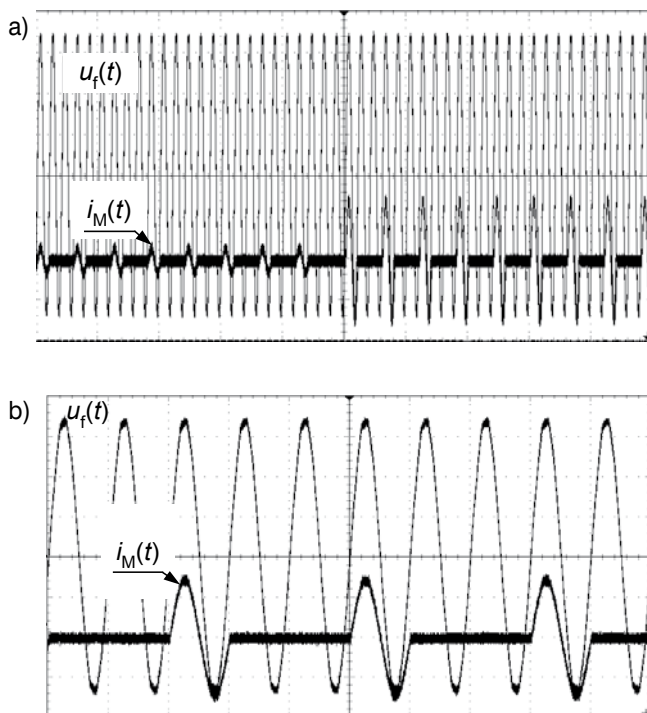
Rys. 11. Przebieg prądu pomiarowego  $i_M(t)$  miernika MZC-2; skala: czas 20 ms/dz, napięcie 100 V/dz, prąd 20 A/dz,  $u_\phi(t)$  – napięcie fazowe





Rys. 12. Przebieg prądu pomiarowego  $i_M(t)$  miernika MIE-500 (miernik wielofunkcyjny); skala: czas 20 ms/dz, napięcie 100 V/dz, prąd 20 A/dz,  $u_f(t)$  – napięcie fazowe

Wartość szczytowa prądu pomiarowego miernika MRP-200 (rys. 13.) nie przekracza jednego ampera, natomiast w przypadku pozostałych badanych mierników wartości tego prądu są znacznie większe i osiągają 20 ÷ 30 amperów.



Rys. 13. Przebieg prądu pomiarowego  $i_M(t)$  miernika MRP-200 (miernik zabezpieczeń różnicowoprądowych z funkcją orientacyjnego pomiaru rezystancji pętli zwarciowej); skala:  
a) czas 100 ms/dz, napięcie 100 V/dz, prąd 0,5 A/dz,  
b) czas 20 ms/dz, napięcie 100 V/dz, prąd 0,5 A/dz,  $u_f(t)$  – napięcie fazowe

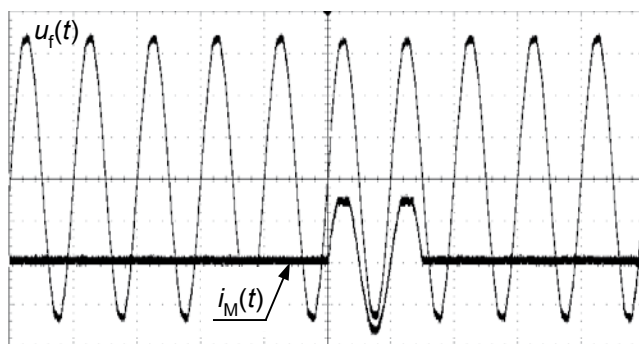
Analizując czas przepływu prądu pomiarowego nasuwają się następujące wnioski. W przypadku mierników wymuszających prąd półfalowy, bez kłopotów można wykonać pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi krótkozwłocznymi lub selektywnymi. Należy pamiętać, że ze względu na opóźnienie wyzwalań wyróżnia się następujące wyłączniki różnicowoprądowe [8, 18]:

- bezzwłoczne – bez określonego czasu przetrzymywania i bez dodatkowych oznaczeń,
- krótkozwłoczne – o gwarantowanym czasie przetrzymywania co najmniej 10 ms; nadające się do obwodów odbiorczych o dużym przejściowym prądzie różnicowym, w zależności od producenta oznaczane  $\boxed{G}$ , VSK, KV, KVP, Hpi, HI,

- zwłoczne (selektywne) – o gwarantowanym czasie przetrzymywania co najmniej 40 ms; zapewniające wybiórczość działania z wyłącznikami bezzwłocznymi bądź krótkozwłocznymi, oznaczane  $\boxed{S}$ ,
- przekaźniki różnicowoprądowe – współpracujące z wyłącznikami nadprądowymi, w których można nastawiać zwłokę zadziałania, np. 0,06 – 0,1 – 0,3 – 1 – 5 s.

Skoro gwarantowany czas przetrzymywania wyłączników krótkozwłocznych wynosi 10 ms, a selektywnych 40 ms, to prąd pomiarowy półfalowy (10 ms) nie spowoduje ich wyzwolenia niezależnie od tego, czy jest to wyłącznik typu AC, czy typu A. Podobnie jest w przypadku przekaźników różnicowoprądowych o nastawianej zwłoce zadziałania.

Zbędne zadziałanie nie powinno też następować stosując miernik o przebiegu prądu pomiarowego z rys. 14, gdy obwód jest chroniony wyłącznikiem selektywnym bądź przekaźnikiem o nastawianej zwłoce zadziałania. Czas przepływu prądu pomiarowego to 30 ms, a gwarantowany czas przetrzymywania tych zabezpieczeń to co najmniej 40 ms.



Rys. 14. Przebieg prądu pomiarowego  $i_M(t)$  miernika MZC-303E; skala: czas 20 ms/dz, napięcie 100 V/dz, prąd 20 A/dz,  $u_f(t)$  – napięcie fazowe

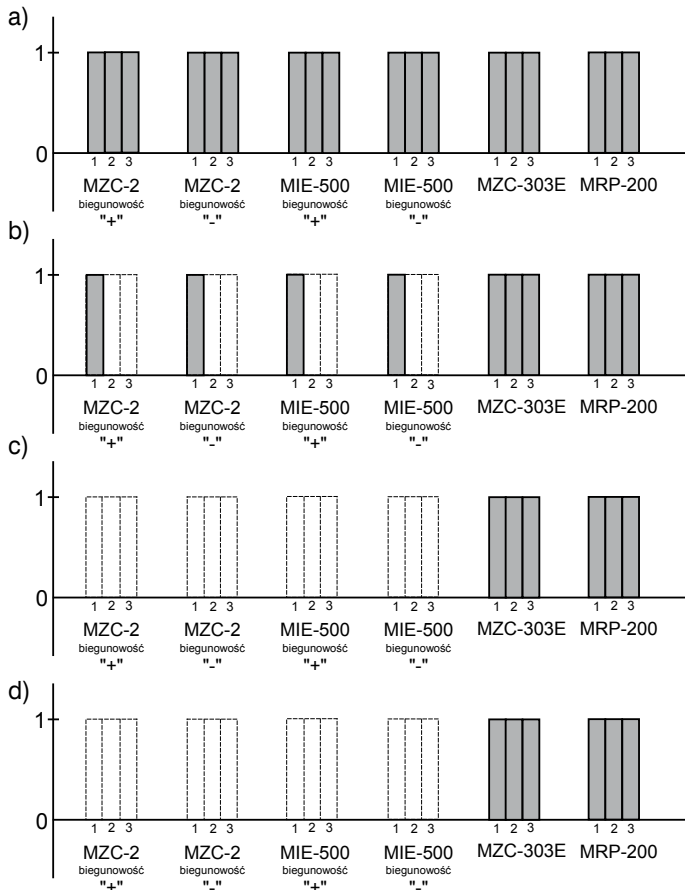
W pozostałych przypadkach nie ma pewności, czy wyłącznik różnicowoprądowy przetrzyma, czy zbędnie zadziała podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej.

#### 4.3. Wyniki badań w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi

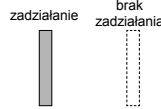
W instalacji laboratoryjnej mierzono impedancję pętli zwarciowej i sprawdzano zachowanie się różnych typów wyłączników różnicowoprądowych. Instalowano wyłączniki różnicowoprądowe o  $I_{\Delta n} = 30$  mA i  $I_{\Delta n} = 300$  mA, typu AC oraz typu A. Wśród wyłączników były wyłączniki bezzwłoczne, krótkozwłoczne i selektywne. Po zainstalowaniu określonego wyłącznika pomiar impedancji pętli zwarciowej wybranym miernikiem wykonywano trzykrotnie (pomiar za pomiarem w odstępie kilku sekund). Pomiar wykonywano miernikami o przebiegach prądu pomiarowego podanych na rys. 11., 12., 13., 14.

W przypadku mierników wymuszających prąd półfalowy, pomiar był wykonywany trzykrotnie dla każdej biegunowości (kierunku przepływu prądu przez przekładnik sumujący). Wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono na rys. 15. i 17. Szare prostokąty oznaczają, że wyłącznik w danej próbie zadziałał, a białe prostokąty narysowane linią przerywaną oznaczają, że wyłącznik nie reagował na prąd pomiarowy.

Zdarzało się też tak, że wyłącznik różnicowoprądowy zadziałał po kilku sekundach od rozpoczęcia pomiaru, co opatrzone odpowiednim komentarzem na rys. 17. Takie zachowanie się wyłączników miało miejsce tylko przy pomiarze miernikiem MRP-200, którego prąd pomiarowy zwiększa wartość w trakcie pomiaru.



Rys. 15. Pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi o  $I_{\Delta n} = 30$  mA; a) RCD1: typu A, bezzwłoczny, b) RCD2: typu AC, bezzwłoczny, c) RCD3: typu AC, krótkozwłoczny, d) RCD4: typu A, krótkozwłoczny

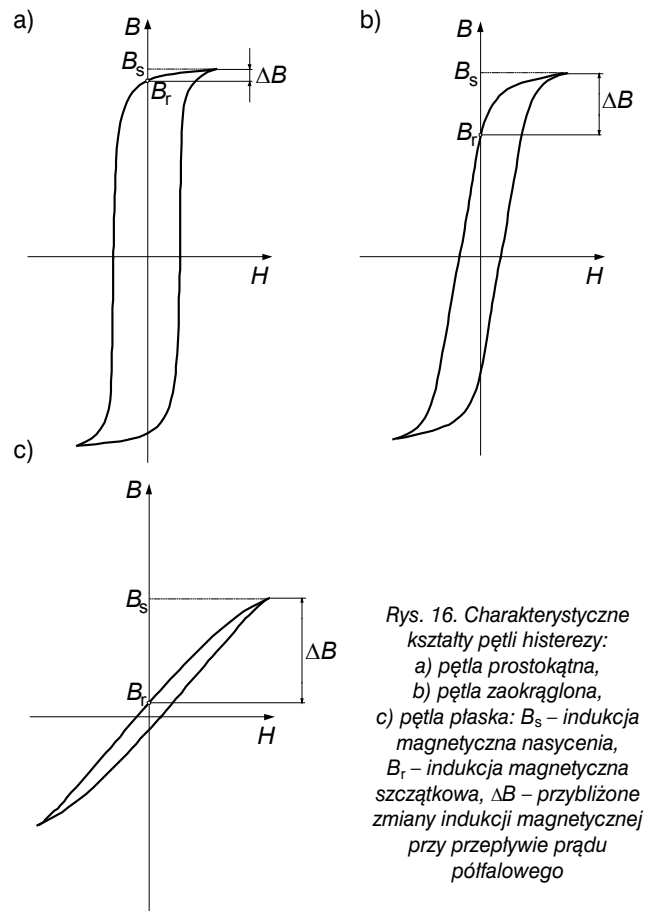


W przypadku wyłącznika RCD1 ( $I_{\Delta n} = 30$  mA, typu A, bezzwłoczny) zadziałanie podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej nastąpiło przy każdej próbie (rys. 15a). Należało się tego spodziewać, ponieważ jest to wyłącznik bezzwłoczny, bez gwarantowanego czasu przetrzymywania i w dodatku typu A, który powinien reagować na prąd stały pulsujący. Z dużym prawdopodobieństwem będzie reagował na pojedynczą półfalę prądu różnicowego (pomiarowego).

Interesujące wyniki (rys. 15b) otrzymano podczas badań wyłącznika RCD2 ( $I_{\Delta n} = 30$  mA, typu AC, bezzwłoczny) prądem półfalowym (mierniki MZC-2, MIE-500). W przypadku badań prądem półfalowym, wyłącznik ten zadziałał tylko przy pierwszej próbie. Podczas pozostałych dwóch prób nie zareagował i prawidłowy pomiar impedancji pętli zwarciowej był możliwy. Takie zachowanie się wyłącznika jest związane z własnościami rdzenia przekładnika sumującego. Przekładniki wyłączników typu AC mają z reguły pętlę histerezę zbliżoną do prostokątnej. To sprawia, że po wykonaniu pomiaru prądem półfalowym indukcja magnetyczna w rdzeniu przyjmuje wartość indukcji szczytkowej  $B_r$ , która jest niewiele mniejsza od indukcji nasycenia  $B_s$  (rys. 16a). Rdzeń przekładnika jest w stanie zbliżonym do nasycenia, a więc następny pomiar prądem półfalowym wywołuje zbyt małe zmiany indukcji ( $\Delta B = B_s - B_r$ ), aby zadziałał wyzwalacz różnicowy wyłącznika. Wyłącznik wyzwała tylko przy pierwszym pomiarze, ponieważ przed tym pomiarem indukcja w rdzeniu jest zbliżona do zera. Wyłącznik podobnie zachowuje się po odwróceniu biegunowości prądu pomiarowego. Gdyby rdzeń przekładnika wyłącznika charakteryzował się płaską pętlą histerezę (rys. 16c) tak, jak jest to w przypadku wyłączników typu

A, to zadziałanie podczas pomiaru może nastąpić przy każdej próbie. Tak zachowuje się wyłącznik, którego wyniki badań przedstawiono na rys. 15a.

Pomiary prądem przemiennym (mierniki MZC-303E i MRP-200) spowodowały zadziałanie wyłącznika RCD2 przy każdej próbie.

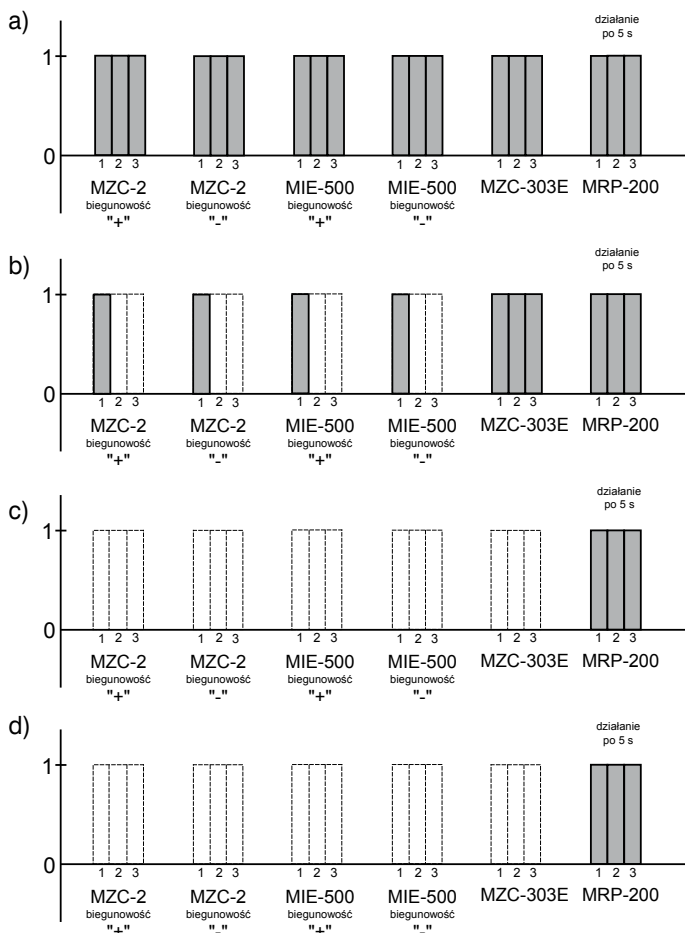


Rys. 16. Charakterystyczne kształty pętli histerezy: a) pętla prostokątna, b) pętla zaokrąglona, c) pętla płaska:  $B_s$  – indukcja magnetyczna nasycenia,  $B_r$  – indukcja magnetyczna szczytkowa,  $\Delta B$  – przybliżone zmiany indukcji magnetycznej przy przepływie prądu półfalowego

Brak zadziałania wyłączników różnicowoprądowych odnotowano przy pomiarze miernikami wymuszającymi prąd półfalowy (mierniki MZC-2, MIE-500) w obwodach chronionych wyłącznikami RCD3 ( $I_{\Delta n} = 30$  mA, typu AC, krótkozwłoczny) i RCD4 ( $I_{\Delta n} = 30$  mA, typu A, krótkozwłoczny). Są to wyłączniki krótkozwłoczne, a więc pomiar ten powinny przetrzymać w stanie zamkniętym. Zadziałanie, zgodnie z oczekiwaniem, nastąpiło przy pomiarze prądem przemiennym (mierniki MZC-303E i MRP-200), którego czas przepływu jest wyraźnie dłuższy niż 10 ms.

Badania laboratoryjne wyłączników różnicowoprądowych o  $I_{\Delta n} = 300$  mA (rys. 17) potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenia. Wyłącznik RCD5 ( $I_{\Delta n} = 300$  mA, typu A, bezzwłoczny) zadziałał przy każdej próbie (rys. 17a). Wyłącznik RCD6 ( $I_{\Delta n} = 300$  mA, typu AC, bezzwłoczny) przy prądzie półfalowym zadziałał tylko przy pierwszej próbie (rys. 17b). Wyłączniki selektywne RCD7 (rys. 17c) i RCD8 (rys. 17d) nie reagowały na prąd półfalowy (mierniki MZC-2, MIE-500). Jest to wynik gwarantowanego czasu przetrzymywania na poziomie 40 ms, który zapewnia brak reakcji na prąd pomiarowy półfalowy (10 ms) niezależnie od tego, czy jest to wyłącznik typu AC, czy typu A. Wspomniany gwarantowany czas przetrzymywania (40 ms) pozwala również na pomiar prądem przemiennym miernikiem MZC-303E (30 ms). Wyłączniki selektywne nie reagują.

W odróżnieniu od wyłączników różnicowoprądowych o  $I_{\Delta n} = 30$  mA wyłączniki o  $I_{\Delta n} = 300$  mA przy pomiarze miernikiem MRP-200 wyzwały po czasie równym około 5 s. Jest to spowodowane zwiększaniem się wartości prądu pomiarowego w trakcie



Rys. 17. Pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodach z wyłącznikami różnicowoprądowymi o  $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ ; a) RCD5: typu A, bezzwłoczny, b) RCD6: typu AC, bezzwłoczny, c) RCD7: typu AC, selektywny, d) RCD8: typu A, selektywny

wykonywania pomiaru (rys. 13). Do zadziałania wyłączników o  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  wystarcza wartość prądu pomiarowego, która płynie w początkowej fazie pomiaru, natomiast w przypadku wyłączników o  $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$  wartość konieczna do zadziałania jest większa. Wartość ta jest osiągana po stosunkowo długim czasie od rozpoczęcia pomiaru.

Okazuje się więc, że w przypadku obwodów z niektórymi typami wyłączników różnicowoprądowych pomiar impedancji pętli zwarciowej jest możliwy przy użyciu mierników, które charakteryzują się dość dużą wartością prądu pomiarowego i są wykorzystywane przede wszystkim w obwodach, w których wyłączników różnicowoprądowych nie ma. Trudności pojawiają się w obwodach, które są chronione wyłącznikami bezzwłocznymi typu A. Wtedy może zachodzić konieczność zastosowania specjalnych metod pomiarowych

#### 4.4. Metody pomiarowe bez wyzwiania wyłączników różnicowoprądowych

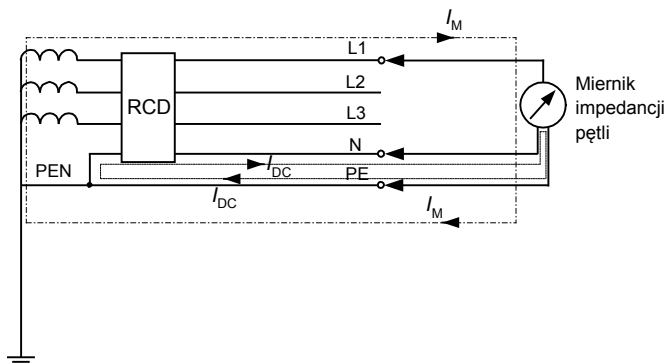
##### 4.4.1. Zastosowanie małej wartości prądu pomiarowego

Zbędne działanie wyłączników różnicowoprądowych przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej skłania do opracowywania nowych metod pomiarowych. Istnieją mierniki, w których prąd pomiarowy jest na tyle mały ( $< 15 \text{ mA}$ ), że nie powoduje zadziałania wyłączników nawet o  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ . W przypadku takich mierników należy jednak zwracać baczną uwagę na zakres wartości impedancji pętli zwarciowej, który jest poprawnie mierzony. Niektóre mierniki mają rozdzielczość równą  $1 \Omega$ , co eliminuje je do zastosowań w układzie TN, w którym pętla zwarciowa jest

metaliczna. Pojawiły się już mierniki, których rozdzielczość jest rzędu  $0,01 \Omega$ , ale niestety najmniejsza wartość impedancji pętli, która jest poprawnie mierzona wynosi około  $0,5 \Omega$ , co w przypadku układu TN również jest niewystarczające.

##### 4.4.2. Nasycenie rdzenia przekładnika sumującego

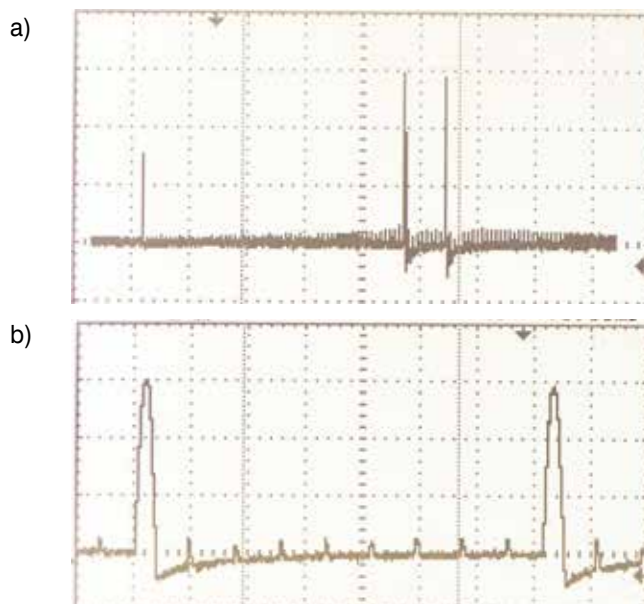
Impedancję pętli zwarciowej w obwodzie chronionym wyłącznikiem różnicowoprądowym można zmierzyć wykorzystując pewne właściwości przekładnika sumującego. Chodzi o nasycenie magnetyczne rdzenia przekładnika prądem stałym. Przykładem tego jest sposób pomiaru według patentu [7], co w uproszczony sposób przedstawiono na rys. 18.



Rys. 18. Idea pomiaru impedancji pętli zwarciowej z nasyceniem rdzenia przekładnika sumującego;  $I_M$  – prąd pomiarowy,  $I_{DC}$  – prąd nasycający

Zanim nastąpi wymuszenie właściwego prądu pomiarowego, układ miernika stopniowo wymusza prąd jednokierunkowy (w pętli N-PE) nasycający rdzeń przekładnika sumującego. Pojawiający się następnie prąd pomiarowy jest tak dobrany, że napięcie indukowane ( $E_s$  na rys. 10.) w uzwojeniu wtórnym przekładnika sumującego jest pomijalne. Pomijalny jest też prąd  $I_s$  płynący przez wyzwalacz różnicowy (WR na rys. 10.) i nie dojdzie do zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego.

Podobne rozwiązanie zastosowano w mierniku opisanym w [6]. Zanim zostanie wykonany właściwy pomiar impedancji pętli zwarciowej, płynie prąd impulsowy (rys. 19.) o wartości szczytowej równej około  $15 \text{ A}$  powodujący nasycenie magne-

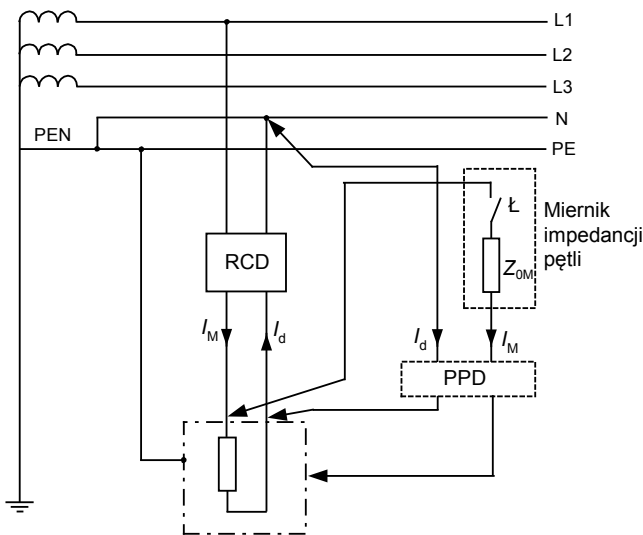


Rys. 19. Pomiar impedancji pętli zwarciowej z nasyceniem rdzenia przekładnika wyłącznika różnicowoprądowego; skala czasu: a)  $250 \text{ ms/dz}$ , b)  $25 \text{ ms/dz}$  [6]

tyczne rdzenia przekładnika sumującego. Następnie pojawiają się dwie półfale prądu w odstępie 200 ms o wartości szczytowej około 28 A, które są właściwym prądem pomiarowym. Nie powodują zadziałania wyłącznika dzięki wcześniejszemu nasyceniu rdzenia przekładnika sumującego.

#### 4.4.3. Układ z wymuszaniem prądu dopełniającego

Prace nad nowymi metodami pomiaru impedancji pętli zwarciowej są aktualnie prowadzone na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. Przykładem nowej metody pomiaru, która nie powoduje zadziałania wyłączników różnicowoprądowych, jest metoda z zastosowaniem prądu dopełniającego [27]. Schemat układu pomiarowego tej metody przedstawiono na rys. 20.



Rys. 20. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarciowej z wymuszaniem prądu dopełniającego;  $I_M$  – prąd pomiarowy,  $I_d$  – prąd dopełniający, PPD – przetwornik prądu dopełniającego,  $Z_{0M}$  – impedancja obciążenia pomiarowego miernika

Podobnie, jak w klasycznych metodach pomiaru, impedancję pętli zwarciowej wyznacza się na podstawie napięcia  $U_1$  przed załączeniem obciążenia pomiarowego i napięcia  $U_2$  po załączeniu tego obciążenia. W przypadku tej metody, obciążenie pomiarowe  $Z_0$  to szeregowe połączenie impedancji obciążenia pomiarowego miernika  $Z_{0M}$  i impedancji wejściowej przetwornika prądu dopełniającego  $Z_{PPD}$  ( $Z_0 = Z_{0M} + Z_{PPD}$ ). Po zamknięciu łącznika  $\mathcal{L}$ , w przewodzie fazowym przechodzącym przez przekładnik sumujący wyłącznika różnicowoprądowego płynie prąd pomiarowy  $I_M$ , a w przewodzie neutralnym przeciwnie skierowany prąd dopełniający  $I_d$ . Jeżeli te prądy są sobie równe, to wyłącznik różnicowoprądowy z pewnością nie zadziała. W rzeczywistości będą się one nieco różnić, a wartość tej różnicy zależy od klasy dokładności przetwornika PPD (może on być zintegrowany z miernikiem lub stanowić odrębne urządzenie). Jako przetwornik można wykorzystać przekładnik prądowy o przekładni 1:1. Największa dopuszczalna różnica wartości prądów  $I_M$  i  $I_d$  wynosi  $0,5 I_{\Delta n}$ , gdzie  $I_{\Delta n}$  jest prądem znamionowym różnicowym zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego. Jeżeli miernik ma umożliwiać pomiar w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi o  $I_{\Delta n} = 30$  mA, to  $I_M - I_d \leq 15$  mA. W praktyce lepiej zachować różnicę wyraźnie mniejszą niż 15 mA. Wykonano już prototypowy miernik o następujących danych:

- napięcie znamionowe: 230 V, 50 Hz,
- zakres pomiaru rezystancji: do 50  $\Omega$ ,
- prąd pomiarowy: 4 A/40 ms.

#### 4.4.4. Pomiar ciągłości przewodów ochronnych

Zgodnie z postanowieniami normy [21], aby ocenić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej, pomiar impedancji pętli zwarciowej nie zawsze jest konieczny. Z pomiaru tego można zrezygnować w szczególności w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi o  $I_{\Delta n} \leq 500$  mA. Wystarczające jest wtedy sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych.

Prąd wyłączający ( $I_a$  w zależnościach (1) i (2)) zależy od typu wyłącznika różnicowoprądowego i określonego przez normę [20] największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania (tabela 1.).

Tabela 1. Prąd wyłączający  $I_a$  wyłączników różnicowoprądowych w zależności od największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania podanego w normie [20]

Czas wyłączenia [s]	Prąd wyłączający $I_a$ wyłączników różnicowoprądowych					
	bezwłocznym i krótkozwłocznym			selektywnym		
	AC	A (30 mA)	B	AC	A	B
0,2	$2I_{\Delta n}$	$4I_{\Delta n}$	$4I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$2,8I_{\Delta n}$	$4I_{\Delta n}$
0,4	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$2,8I_{\Delta n}$	$4I_{\Delta n}$
5	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	$1,4I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$

Jeżeli przyjąć, że największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania jest równy 0,4 s, a napięcie  $U_o = 230$  V, to dla przykładowych wyłączników typu AC dopuszcza się wartości impedancji pętli zwarciowej podane w tabeli 2.

Zatem największa dopuszczalna impedancja pętli zwarciowej jest rzędu setek, a dla najpowszechniej stosowanych wyłączników różnicowoprądowych o  $I_{\Delta n} = 30$  mA nawet tysięcy omów. Jeżeli jest zachowana ciągłość przewodów, to impedancja pętli zwarciowej nie przekracza kilku omów. Zachowanie ciągłości przewodów w obwodzie chronionym wyłącznikiem różnicowoprądowym o  $I_{\Delta n} \leq 500$  mA zapewnia samoczynne wyłączenie zasilania przy zwarciu doziemnym. Nie ma konieczności wykonywania pomiaru impedancji pętli zwarciowej, ponieważ nieistotne jest to, czy impedancja ta ma wartość ułamka oma, czy kilku omów. Jeżeli zatem obwód jest chroniony wyłącznikiem różnicowoprądowym o  $I_{\Delta n} \leq 500$  mA, to wystarczający jest pomiar ciągłości przewodów ochronnych. Nie jest też konieczne wykonywanie obliczeń impedancji pętli zwarciowej lub rezystancji przewodów ochronnych, ani sprawdzanie długości i przekrojów przewodów.

Tabela 2. Największa dopuszczalna wartość impedancji pętli zwarciowej w układzie TN w zależności od prądu znamionowego różnicowego zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego typu AC. Czas wyłączenia  $t \leq 0,4$  s

Wyłącznik różnicowoprądowy typu AC o $I_{\Delta n}$	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA
	bezwłocznym i krótkozwłocznym			
Największa dopuszczalna impedancja pętli zwarciowej $Z_s$	7666 $\Omega$	2300 $\Omega$	766 $\Omega$	460 $\Omega$
	zwłocznym			
Największa dopuszczalna impedancja pętli zwarciowej $Z_s$	– *	1150 $\Omega$	383 $\Omega$	230 $\Omega$

\* Nie ma wyłączników różnicowoprądowych zwłocznym o  $I_{\Delta n} = 30$  mA.

Z pomiaru impedancji pętli zwarciowej można zrezygnować w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi nawet o  $I_{\Delta n} > 500$  mA oraz w obwodach bez wyłączników różnicowoprądowych. Dopuszcza się to wtedy, gdy są dostępne

obliczenia impedancji pętli zwarciowej lub rezystancji przewodów ochronnych, a sposób wykonania instalacji umożliwi sprawdzenie długości i przekroju przewodów.

## 5. Podsumowanie

Pomiar impedancji pętli zwarciowej w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi w niektórych przypadkach jest możliwy przy użyciu zwykłych mierników impedancji pętli zwarciowej. Z punktu widzenia pomiaru impedancji pętli zwarciowej najkorzystniejszą jest, gdy obwód chroni wyłącznik różnicowoprądowy selektywny. Ze względu na gwarantowany czas przetrzymywania na poziomie 40 ms, nawet stosowanie prądu pomiarowego przemiennego ( $t \leq 40$  ms) o dużej wartości nie powoduje zbędnego zadziałania takich wyłączników. W przypadku wyłączników krótkozwłocznych (czas przetrzymywania co najmniej 10 ms) zbędne zadziałanie nie następuje, gdy prąd pomiarowy jest półfalowy. Pomiar w obwodach z wyłącznikami bezzwłocznymi, w szczególności typu A, często powoduje wyzolenie wyłącznika. Wyjątkiem są wyłączniki typu AC (ale nie wszystkie), w przypadku których wyzolenie następuje tylko przy pierwszej próbie, a w kolejnych próbach pomiar jest już możliwy.

Istnieją też metody pomiaru impedancji pętli zwarciowej, opracowane z myślą o obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi. Niektóre z nich są już wykorzystywane w powszechnie dostępnych miernikach. Nie są natomiast godne polecenia praktyki, które polegają na „zwieraniu” wyłącznika różnicowoprądowego na czas pomiaru. Łatwo spowodować zwarcie, które może być niebezpieczne dla wykonującego pomiaru i/lub uszkodzić aparaturę.

## 6. Bibliografia

1. Czapp S., Roskosz R., Skiba A.: *Pomiar impedancji pętli zwarciowej w sieci z obciążeniami roboczymi*. Krajowy Kongres Metrologii – Nowe Wyzwania i Wizje Metrologii. Tom III. Politechnika Gdańska, Gdańsk, 15–18.09.1998, s. 328–335.
2. Czapp S., Roskosz R.: *Analiza dokładności pomiaru impedancji pętli zwarciowej z rezystancyjnym obciążeniem pomiarowym*. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej nr 17. Gdańsk 2001, s. 11–18.
3. Czapp S.: *Wpływ odkształcenia napięcia na dokładność pomiaru impedancji pętli zwarciowej metodami klasycznymi*. W: XIV Konferencja Naukowo-Techniczna *Bezpieczeństwo Elektryczne i IV Szkoła Ochrony Przeciwporażeniowej ELSAF 2003*. Wrocław, 10–12 września 2003, s. 151–158.
4. Czapp S.: *Metoda wektorowa pomiaru impedancji pętli zwarciowej w obecności zakłóceń*. Archiwum Energetyki, 2003, t. 32, nr 1–2, s. 43–62.
5. Danzer P.: *Impedance measurement in low voltage systems*. Proc. 5<sup>th</sup> International Symposium on Short Circuit, vol. 1, Warszawa, 1992.
6. *Funkcja D-LOK do pomiaru pętli zwarcia bez wyzwiania wyłączników różnicowoprądowych (RCD) w mierniku KEW4120A. Ocena wyników pomiarów impedancji pętli*. Materiały katalogowe firmy KYORITSU.
7. Harris D. R., Litherland M. B., Flowerday A. L.: *Circuit testing*, European patent nr 295800, 1988.
8. IEC TR 60755:2008 *General requirements for residual current operated protective devices*. 2<sup>nd</sup> edition.
9. Masny J.: *Krytyczna ocena metod pomiaru impedancji pętli zwarciowych*. Prace Naukowe Instytutu Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej nr 28. Wrocław 1975, s. 59–75.
10. Masny J.: *Pomiary impedancji pętli zwarciowej*. Gospodarka Paliwami i Energią, 1987, nr 10, s. 16–21.
11. Musiał E., Czapp S.: *Opinia w sprawie zakłóceń wywołanych prądami wyższych harmonicznych w instalacji elektrycznej supermarketu OBI w Gdyni Cisowej*. Opracowanie niepublikowane, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1999.
12. Nawrocki Z.: *Analiza błędów metody przy pomiarach skuteczności zerowania układem różnicowym o łączniku sterowanym cyklicznie*. Przegląd Elektrotechniczny, 1983, nr 5.
13. Nawrocki Z.: *Urządzenie do pomiaru impedancji pętli zwarciowej*. Patent nr 128417, 1985.
14. Nawrocki Z.: *Urządzenie do pomiaru impedancji obwodu zwarciowego*. Patent nr 174078, 1998.
15. Nawrocki Z., Stafiniak A.: *Miernik impedancji pętli zwarcia realizujący metodę różnicową z podstawieniem*. Krajowy Kongres Metrologii – Nowe Wyzwania i Wizje Metrologii. Tom III. Politechnika Gdańska, Gdańsk, 15–18.09.1998, s. 182–188.
16. Nawrocki Z., Stafiniak A.: *Określenie parametrów metrologicznych mierników impedancji i rezystancji obwodu zwarciowego*. XIV Konferencja Naukowo-Techniczna ELSAF 2003, Wrocław, 10–12 września 2003, s. 159–164.
17. Nawrocki Z., Stafiniak A.: *Analiza metrologiczna analogowego i cyfrowego miernika impedancji pętli obwodu zwarciowego*, Przegląd Elektrotechniczny, 1999, nr 10, s. 241–244.
18. PN-EN 61008-1:2013E *Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB) – Część 1: Postanowienia ogólne*.
19. PN-EN 61557-3:2007E *Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemienionych do 1000 V i stałych do 1500 V. Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych. Część 3: Impedancja pętli zwarcia*.
20. PN-HD 60364-4-41:2009P *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.
21. PN-HD 60364-6:2008P *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie*.
22. Roskosz R.: *Sposób i urządzenie do bezpośredniego pomiaru rezystancji lub impedancji pętli zwarciowej*. Patent nr 132086, 1978.
23. Roskosz R.: *Przyrządy typu MR do pomiaru impedancji pętli zwarciowej*. Przegląd Elektrotechniczny, 1990, nr 6, s. 125–127.
24. Roskosz R.: *Nowe rozwiązania pomiaru impedancji pętli zwarciowej przy odkształceniu krzywej napięcia w miejscu pomiaru*. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Elektryka, nr 79, Gdańsk 1995.
25. Roskosz R., Iwicki M., Sawicki J.: *Sposób bezpośredniego pomiaru impedancji pętli zwarciowej w niskonapięciowych urządzeniach elektroenergetycznych i urządzenie do stosowania tego sposobu*. Patent nr 75168, 1972.
26. Roskosz R., Iwicki M.: *Urządzenie do bezpośredniego pomiaru rezystancji pętli zwarciowej w elektrycznych instalacjach niskiego napięcia*. Patent nr 75219, 1972.
27. Roskosz R., Jakubiuk K., Swędrowski L., Świsulski D., Wołoszyk M., Ziółko M.: *Sposób i układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach z wyłącznikami różnicowoprądowymi*. Zgł. pat. nr P397935, 2011.
28. Roskosz R., Referowski L., Czapp S.: *Main error sources in earth loop impedance measurements*. Proc. 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference ELEKTRO'99, Žilina, Slovak Republic, May 25–26, 1999, s. 91–96.
29. Roskosz R., Swędrowski L., Lewandowski J.: *Nowa metoda pomiaru rezystancji pętli zwarciowej w urządzeniach elektrycznych*. Przegląd Elektrotechniczny, 1973, nr 5, s. 201–204.
30. Roskosz R., Ziółko M.: *Measurement accuracy of short-circuit loop impedance in power systems*. Proc. 17<sup>th</sup> IMEKO World Congress, Dubrovnik, June 22–27, 2003, s. 903–907.

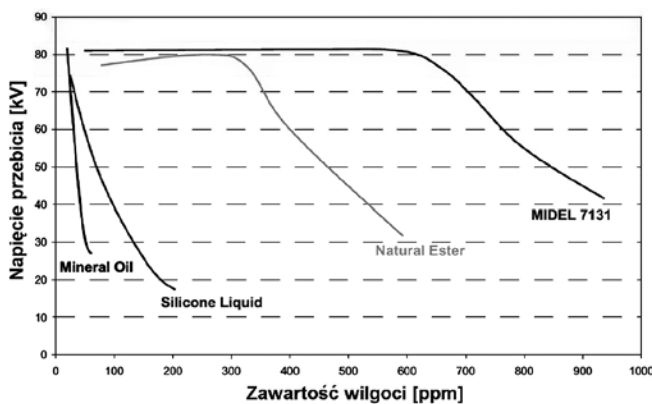
**Dr hab. inż. Stanisław Czapp**  
Politechnika Gdańska  
Wydział Elektrotechniki i Automatyki

Paweł Rózga

## Rozwój wyładowań elektrycznych w estrze syntetycznym pod wpływem udaru napięciowego piorunowego biegunowości dodatniej

### Wprowadzenie

Tendencje proekologiczne w przemyśle elektroenergetycznym mają swoje odzwierciedlenie także w odniesieniu do płynów izolacyjnych wykorzystywanych w olejowych transformatorach energetycznych. Powszechnie stosowany jako medium izolacyjno-chłodzące olej mineralny charakteryzujący się bowiem niskim stopniem biodegradowalności (około 10%) oraz niezbyt wysoką temperaturą zapłonu (około 150 °C) co powoduje, że nie jest płynem przyjaznym środowisku i w sytuacjach niezamierzonego uwolnienia do środowiska może stanowić dla niego potencjalne zagrożenie. Poszukiwane są zatem produkty, które mogłyby stanowić alternatywę dla oleju mineralnego, szczególnie w przypadkach gdy transformator ma być zainstalowany w miejscach o wysoce restrykcyjnych przepisach pożarowych i związanych z ochroną środowiska. Szczególnie obszary otaczające parki narodowe i krajobrazowe, a także miejsca dużych skupisk ludności (np. centra miast czy centra handlowe) są miejscami gdzie minimalizacja zagrożeń środowiskowych i pożarowych jest wskazana. Jednym z produktów mogącym zastąpić olej mineralny w transformatorach jest specjalnie produkowane w tym celu ester syntetyczny, którego biodegradowalność sięga 90%, a temperatura zapłonu przekracza 300 °C [1-5]. Ester syntetyczny, obok doskonałych właściwości przyjaznych środowisku, posiada także szereg pozytywnych cech związanych z jego właściwościami dielektrycznymi. W zakresie wytrzymałości elektrycznej przy napięciu przemiennym szczególnie istotny jest wyraźnie widoczny brak wpływu zawartości wody (nawet do 600 ppm) na przemienną napięcie przebicia [1, 3–6]. Zależność tę, zaczerpniętą z [5], pokazuje rysunek 1, gdzie porównane zostały cztery różne ciecze dielektryczne: olej mineralny, olej silikonowy, ester naturalny oraz komercyjny ester syntetyczny Midel 7131. Estrы doskonale zachowują się także we współpracy z izolacją stałą dzięki zdolnościom absorpcji wilgoci z papieru, a także dzięki wyższej niż olej mineralny przenikalności elektrycznej [2, 7].

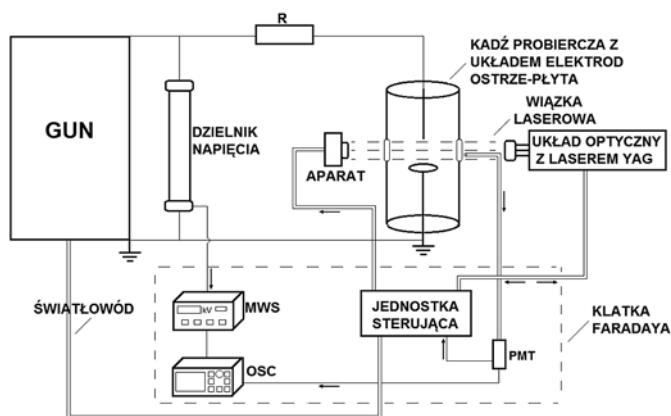


Rys. 1. Zależność napięcia przebicia od zawartości wilgoci dla różnych cieczy dielektrycznych [5]

Negatywne własności estrów zostały natomiast zaobserwowane podczas badań ich wytrzymałości elektrycznej przy napięciu udarowym piorunowym [8–10]. Wyniki autorskich badań w tym zakresie, odniesione do dodatniej biegunowości udaru, zostały opisane w niniejszym artykule w aspekcie pomierzonych szybkości propagacji wyładowań dla 20 mm przerwy elektrodowej układu ostrze–płyta, a więc układu charakteryzującego się silnie nierównomiernym rozkładem pola elektrycznego.

### Metodologia badań eksperymentalnych

Badania przeprowadzone zostały w laboratorium składającym się z dwóch niezależnie pracujących układów eksperymentalnych, które wspólnie dają możliwość śledzenia rozwoju czasowo-przestrzennego wyładowań elektrycznych w dowolnej cieczy dielektrycznej [6, 11, 12]. Elementy składowe laboratorium, wraz z zastosowanymi pomiędzy poszczególnymi członami wykonawczymi połączeniami, zaprezentowane zostały schematycznie na rysunku 2.



Rys. 2. Układ laboratoryjny wykorzystany w badaniach: GUN – generator udarów napięciowych piorunowych, PMT – zestaw fotopowielaczy, R – rezystor ograniczający, MWS – miernik wartości szczytowej, OSC – oscyloskop cyfrowy

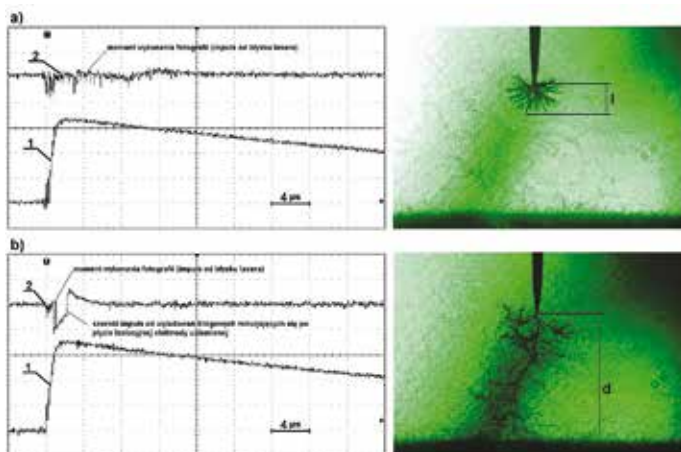
Źródłem napięcia w układzie był 6-stopniowy generator udarów napięciowych Marxa wytwarzający znormalizowany udar napięciowy piorunowy 1,2/50  $\mu$ s. Pomiar wartości szczytowej udaru realizowany był z użyciem rezystancyjnego dzielnika napięciowego i miernika wartości szczytowej. Każdorazowo sygnał napięciowy był też rejestrowany przez oscyloskop cyfrowy. W skład układów eksperymentalnych wchodziły natomiast:

- laserowy układ do rejestracji fotografii cieniowych wyładowań (z laserm impulsowym Nd:YAG jako lampą błyskową), który umożliwiał fotografowanie tworów wyładowczych w dowolnej chwili od momentu inicjacji wyładowania;

- układ do pomiaru światła emitowanego przez kanały wyładowcze wykorzystujący fotopowielacz jako detektor tego światła oraz oscyloskop o pamięci cyfrowej rejestrujący otrzymane przebiegi [11].

Obok obserwacji rozwoju czasowo-przestrzennego na podstawie wykonanych fotografii i zebranych oscylogramów światła oszacowano na podstawie tych obserwacji prędkości propagacji wyładowań, która w aspekcie niniejszego referatu została poddana szczegółowej analizie. Prędkość ta, jako jeden z najistotniejszych parametrów charakteryzujących wyładowania elektryczne w cieczach, szacowana była jako współczynnik kierunkowy prostej regresji w układzie współrzędnych  $l = f(t)$ . Zmienna „ $l$ ” to zasięg kanału mierzony na podstawie wykonanej fotografii zaś „ $t$ ” to moment jej wykonania [6, 11]. W przypadku, gdy w układzie rozwijało się wyładowanie sięgające płyty izolacyjnej ułożonej na elektrodzie uziemionej, oszacowanie tej prędkości było możliwe dzięki ustaleniu stosunku odległości międzyelektrodowej „ $d$ ” do czasu „ $t$ ”, po którym wyładowanie osiągnęło płytę. Czas rozwoju wyładowania do momentu osiągnięcia elektrody uziemionej wyraźnie można zaobserwować na oscylogramie emitowanego światła, na którym pojawia się szeroki impuls świetlny powstający w wyniku dojścia do płyty izolacyjnej kanałów pierwotnych. Kanały te rozlewają się po płycie izolacyjnej w postaci wyładowań ślizgowych, a po uzyskaniu sprzężenia pojemnościowego z uziemioną elektrodą następuje wstępująca jonizacja kanału [11].

Przykład szacowania prędkości propagacji na bazie obu wymienionych wyżej sposobów, z jednoczesną prezentacją kształtów form wyładowczych rozwijających się w estrze syntetycznym, pokazano na rysunku 3.



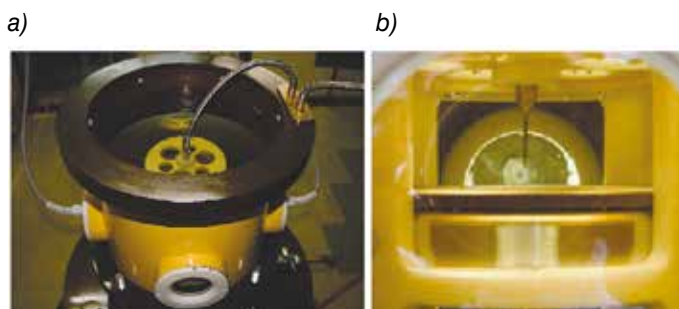
Rys. 3. Szacowanie prędkości propagacji pojedynczego wyładowań w estrze syntetycznym na podstawie jego fotografii oraz oscylogramu światła emitowanego przez wyładowanie; 1 – sygnał napięciowy (20 kV/dz), 2 – emisja światła (jednostki względne), a)  $d = 20$  mm,  $t = 1,5$   $\mu$ s (moment błysku lasera), b)  $d = 20$  mm,  $t = 0,5$   $\mu$ s (moment dotarcia wyładowania do elektrody uziemionej)

Badania przeprowadzono w komercyjnym estrze syntetycznym Midel 7131 dla przerwy elektrodowej  $d = 20$  mm. Wartość szczytową udaru napięciowego zwiększano od wcześniej określonego napięcia inicjacji  $U_i$  z krokiem  $0,2 U_i$  aż do wartości  $2,4 U_i$ . Tę samą procedurę zastosowano dla oleju mineralnego Shell Diala celem porównania otrzymanych wyników. Wartości napięcia inicjacji  $U_i$  zostały oszacowane statystycznie we wcześniejszej fazie badań i wynosiły odpowiednio:

- dla estru syntetycznego  $U_i = 64,6$  kV,
- dla oleju mineralnego  $U_i = 63,5$  kV [12].

Dla ujednoczenia pomiarów dla obu przypadków wartość wyjściową  $U_i$  określono na 65 kV.

W obu przypadkach płynami wypełniono każdą probierczą o objętości 26 litrów wyposażoną w cztery, symetrycznie rozłożone okienka boczne. W kadzi umieszczono układ elektrod ostrze-płyta z ustaloną przerwą elektrodową  $d = 20$  mm. Rzeczywisty wygląd kadzi oraz układu elektrod pokazany został na rysunku 4.



Rys. 4. Rzeczywisty wygląd kadzi probierczej (a) oraz układu elektrod (b)

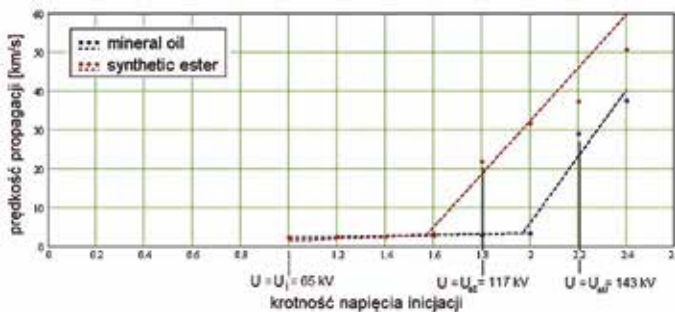
Przed przystąpieniem do badań określono podstawowe parametry obu cieczy, które zestawiono w tabeli 1. [13]. W nawiasie podano normy, zgodnie z którymi parametry te zostały wyznaczone.

Parametry badanych cieczy	Ester syntetyczny	Olej mineralny
Gęstość w 20 °C [kg/dm <sup>3</sup> ] (ISO 3675)	0,98	0,87
Lepkość kinematyczna w 40 °C [mm <sup>2</sup> /s] (ISO 3104)	28	9
Temperatura zapłonu [°C] (ISO 2719)	258	146
Temperatura palenia [°C] (ISO 2592)	> 300	168
Napięcie przebicia [kV] (IEC 60156)	68	64
tg $\delta$ przy 90 °C i 50 Hz (IEC 60247)	0,0108	0,0016
Przenikalność elektryczna w 20 °C (IEC 60247)	3,2	2,2
Ciepło właściwe [J/kgK]	1880	1860

## Wyniki

Doskonałym sposobem prezentacji różnic i podobieństw w rozwoju wyładowań elektrycznych w cieczach dielektrycznych jest, jak już wyżej wspomniano, przedstawienie zależności prędkości propagacji wyładowań rozwijających się w danej cieczy od krotności napięcia probierczego w stosunku do napięcia inicjacji wyładowań [8–11, 14]. Na rysunku 5. umieszczone zostały wyniki uzyskane dla badanego estru syntetycznego oraz porównawczo dla oleju mineralnego. Każdy z punktów reprezentuje grupę wyników, dla której określono współczynnik kierunkowy prostej regresji zgodnie z opisem przedstawionym w rozdziale poprzednim. Niebieska krzywa jest natomiast prostą regresji opisującą otrzymane wartości współczynnika stanowiącego prędkość propagacji przy danej krotności napięcia.

Jak wyraźnie widać, zarówno w przypadku estru jak i oleju mineralnego istnieje pewna progowa wartość krotności napięcia



Rys. 5. Zależność prędkości propagacji wyładowań elektrycznych od krotności napięcia probierczego w stosunku do napięcia inicjacji  $U_i$  dla odległości  $d = 20 \text{ mm}$ : a) ester syntetyczny, b) olej mineralny;  $U_{aE}$  – napięcie progowe przyspieszenia dla estru syntetycznego,  $U_{aM}$  – napięcie progowe przyspieszenia dla oleju mineralnego

inicjacji powyżej której następuje gwałtowny wzrost prędkości propagacji wyładowań dodatnich od wartości kilku km/s do kilkunastu, czy kilkudziesięciu km/s. W literaturze taka wartość progowa nazywana jest „acceleration voltage” oznaczając próg, przy którym rozwijające się wyładowania istotnie przyspieszają. Zgodnie z teorią wyładowań w cieczach [11, 14] oznacza to, że powyżej tego progu następuje zmiana sposobu rozwoju wyładowań z jonizacji w fazie gazowej na jonizację w fazie ciekłej. Rozwój wyładowań wskutek jonizacji w fazie ciekłej jest niepożądany ze względu na bardziej energetyczną naturę kanałów wyładowczych, które tworzą się w wyniku tego procesu. To z kolei w sposób negatywny oddziałuje na izolację papierową układu izolacyjnego transformatora.

Porównując więc wyniki pomiędzy rozpatrywanymi cieczami można wnioskować, że estry syntetyczne zachowują się nieco gorzej przy narażeniach udarowych piorunowych. Dla widocznego na rysunku 5 przypadku przerwy olejowej równej 20 mm, rozwój silnie energetycznych wyładowań o prędkościach rzędu kilkunastu i kilkudziesięciu km/s następuje w estrze przy niższej wartości krotności napięcia inicjacji (1,8) niż w oleju mineralnym (2,2). Niebezpieczeństwo uszkodzenia izolacji stałej w transformatorze, poprzez silnie energetycznie wyładowanie elektryczne w przypadku pojawienia się przepięcia, jest więc bardziej prawdopodobne, gdy izolacją ciekłą będzie ester syntetyczny.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych można sformułować następujące wnioski:

- 1) Ester syntetyczny ze względu na jego właściwości przyjazne środowisku oraz bardzo dobrą wytrzymałość przy napięciu przemiennym mogą stanowić alternatywę dla klasycznie stosowanego w transformatorach energetycznych oleju mineralnego.
- 2) Pomiar zależności prędkości propagacji wyładowań dodatnich od krotności napięcia inicjacji przy napięciu udarowym piorunowym wskazują jednak na nieco gorsze właściwości estru w zakresie wytrzymałości na przepięcia natury udarowej. Szybkie, silnie zjonizowane wyładowania, pojawiają się w estrze syntetycznym przy niższej krotności napięcia w stosunku do napięcia inicjacji, niż ma to miejsce w oleju mineralnym. Tak więc estry wykazują niższą zdolność do ochrony przed przepięciami natury udarowej.

Prace zaprezentowane w niniejszym artykule są finansowane w ramach projektu badawczego NCN ST8/03549.

## Bibliografia

1. Borsi H., Gockenbach E.: *Properties of ester liquid Midel 7131 as an alternative liquid to mineral oil for transformers*, 2005 IEEE Intern. Conf. Dielect. Liquids, pp. 377–380.
2. Hosier I. L., Vaughan A. S., Montjen F. A.: *Ageing of biodegradable oils for high voltage insulation systems*, 2006 Annual Report Conf. Electr. Insul. Dielect. Phenom., pp. 481–484.
3. Puckel G. et al.: *Environmental friendly insulating liquids – a challenge for power transformers*, 6<sup>th</sup> Cigre Southern Africa Regional Conf., Paper P510, 2009.
4. Perrier C., Beroual A.: *Experimental investigations on insulating liquids for power transformers: mineral, ester and silicone oils*, IEEE Electr. Insul. Mag., vol. 25, pp. 6–13, 2009.
5. Midel 7131 Transformer Fluid – Technical Data Sheets, www.midel.com, 2010.
6. Rózga P.: *Wytrzymałość elektryczna transformatorowych płynów izolacyjnych na bazie estrów syntetycznych i naturalnych*, Przegląd Elektrotechniczny, nr 1/2014, s. 245–247.
7. Dai J., Wang Z. D.: *A comparison of the impregnation of cellulose insulation by ester and mineral oil*, IEEE Trans. Dielect. Insul., vol. 15, pp. 1582–1594, 2008.
8. Viet-Hung Dang, Beroual A., Perrier C.: *Comparative study of streamer phenomena in mineral, synthetic and natural ester oils under lightning impulse voltage*, 2010 Intern. Conf. High Voltage Eng. and Appl., Shanghai, China, pp. 560–563.
9. Liu Q., Wang Z. D.: *Streamer characteristic and breakdown in synthetic and natural ester transformer liquids under standard lightning impulse*. IEEE Trans. Dielect. Electr. Insul., vol. 18, pp. 285–294, 2011.
10. Viet-Hung Dang, Beroual A., Perrier C.: *Investigations of streamers in mineral, synthetic and natural ester oils under lightning impulse voltage*. IEEE Trans. Dielect. Electr. Insul., vol. 19, pp. 1521–1527, 2012.
11. Rózga P.: *The influence of paper insulation on the prebreakdown phenomena in mineral oil under lightning impulse*. IEEE Trans. Dielect. Electr. Insul., vol. 11, pp. 720–727, 2011.
12. Rózga P., Stanek M., Cieślinski D.: *Comparison of properties of electrical discharges developing in natural and synthetic ester at inception voltage*. 2013 Annual Report Conf. Electr. Insul. Dielect. Phenom., Shenzhen, China, pp. 891–894.
13. Rózga P., Skowron A.: *Wpływ skoncentrowanego strumienia cieplnego na właściwości estrów syntetycznych*. Wiadomości Elektrotechniczne 2'2013, s. 30–34.
14. Lesaint O., Massala G.: *Positive streamer propagation in large oil gaps: Experimental characterization of propagation mode*. IEEE Trans. Dielect. Electr. Insul., vol. 5, pp. 360–370, 1998.

**Paweł Rózga, dr inż.**

Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki  
e-mail: pawel.rozga@p.lodz.pl



Helmut Spack, Bernd Schupferling,  
Jurgen Riemenschneider, Meinolf Schelte

## Inteligentne stacje transformatorowe w nowoczesnych sieciach średniego napięcia jako element „Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych – Smart Grid”

### 1. Wstęp

We współczesnym świecie, w każdym miejscu i o każdej porze energia elektryczna jest niezbędna, musi to jednak być energia elektryczna wysokiej jakości. Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną – zwłaszcza w krajach rozwijających się – i obawy co do globalnego ocieplenia przyczyniają się do tego, że coraz więcej państw korzysta z odnawialnych źródeł energii. Ponadto, wszędzie tam, gdzie jest to możliwe dokłada się wszelkich starań, aby zminimalizować straty energii. Odnawialne źródła energii, takie jak energia wiatrowa czy fotowoltaiczna, są prawnie egzekwowalne w wielu krajach. Przykładem może być prawo stanowiące o odnawialnych źródłach energii EEG („Erneuerbare-Energien-Gesetz”) w Niemczech. Wzrost energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych przyczynia się również do zmiany struktury sieci.

Z drugiej strony, z uwagi na przerwy w dostawach energii, w wielu krajach nalicza się tzw. „opłaty sieciowe” lub kary.

W przeszłości wyznawano tylko jedną zasadę: wytwarzana energia podąża za obciążeniem, stąd istniał tylko jeden kierunek przepływu energii: z elektrowni do odbiorcy. W dzisiejszych czasach wiele się zmieniło. Odnawialne źródła energii są zlokalizowane w sposób zdecentralizowany w korzystnych środowiskowo miejscach. Zwykle, energia transportowana jest do sieci średniego lub niskiego napięcia; w niektórych przypadkach nawet bezpośrednio do sieci wysokiego napięcia. Zasadniczą cechą odnawialnych źródeł energii, takich jak energia wiatrowa i fotowoltaiczna jest ich losowa dostępność. Ma to duży wpływ na kontrolę sieci w istniejącym systemie dystrybucji.

Poza tym można wyróżnić inne konsekwencje, takie jak:

- zmienny kierunek przepływu energii,
- zmienne obciążenie,
- wyższe prądy zwarciove,
- więcej problemów z jakością energii,
- dodatkowe zapotrzebowanie na bilansowanie energii w sieci,
- zmienione wymogi dotyczące koncepcji zabezpieczeń.

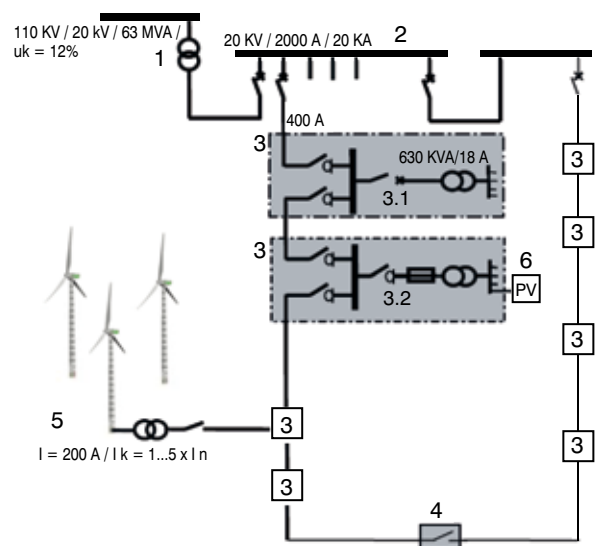
W przyszłości zużycie będzie musiało nadążyć za generowaniem energii, a nie na odwrót. Przykład stanowią samochody elektryczne, których akumulatory mogą zostać ładowane w porach nocnych, lub korzystając z taniej energii wiatrowej. Oznacza to zmianę kierunku paradygmatu: pozostawiając jednokierunkowy przepływ energii i komunikacji na poczet dwukierunkowego przepływu energii. W związku z tym nowe, inteligentne i elastyczne rozwiązania muszą zostać jak najszybciej zdefiniowane i rozwinięte.

Jednym z elementów przyszłej inteligentnej sieci dystrybucyjnej jest inteligentna stacja transformatorowa, która umożliwia automatyczną i szybką naprawę awarii, tym samym przyczynia-

jąc się do aktywnego zarządzania przepływem obciążenia we wtórnych systemach dystrybucji.

### 2. System wtórnej dystrybucji energii ze zdecentralizowanymi źródłami energii

Rysunek 1. przedstawia schemat typowych systemów o średnim napięciu dla poziomu wtórnej dystrybucji w Europie Środkowej, w tym zdecentralizowane źródła energii po stronie średniego oraz niskiego napięcia.



Rys. 1. Sieć wtórnego rozdziału energii elektrycznej ze zdecentralizowanymi źródłami energii: 1 – transformator mocy, 2 – rozdzielnica SN na poziomie pierwotnej dystrybucji energii, 3 – stacja transformatorowa wtórnego rozdziału energii z rozdzielnicą SN, 3.1 – rozdzielnica wtórnego rozdziału energii z polem wyłącznikowym, 3.2 – rozdzielnica wtórnego rozdziału energii z polem transformatorowym z bezpiecznikami, 4 – stacja wtórnego rozdziału energii ze sprzęgłem normalnie otwartym, 5 – zdecentralizowane źródło energii – farma wiatrowa, 6 – zdecentralizowane źródło energii – ognia fotowoltaiczna

Kluczowe dane dla rozdzielnic pierwotnego poziomu dystrybucji i systemu dystrybucji opierają się na danych pobranych z transformatora mocy. Obecnie, rozdzielnice pierwotnego poziomu dystrybucji energii elektrycznej są w pełni zautomatyzowane i zintegrowane z systemem automatyki i sterowania GPZ.

Jeśli chodzi o dystrybucję energii na poziomie wtórnym, średniego napięcia, najczęściej używa się kompaktowych stacji z rozdzielnicami o średnim i niskim napięciu, tak jak pokazano na rysunku 2. Obecnie, w większości przypadków, wtórne stacje transformatorowe nie znajdują się w tzw. „zautomatyzowanym systemie stacji” i dlatego nie mogą być monitorowane lub

telekontrolowane. System dystrybucji energii jest głównie obsługiwany jako oczkowy otwarty, to jest, z otwartym sprzęgłem w jednej ze stacji transformatorowych.

Oprócz rozdzielnic z polem transformatorowym (IEC 62271-105) lub polem wyłącznikowym, stacje wyposażone są w transformator dystrybucyjny i rozdzielnicę niskiego napięcia ze skrzynką bezpiecznikową lub wyłączniki.



Rys. 2. Typowa stacja SN/Inn: 1 – rozdzielnica SN 8DJH, 2 – transformator dystrybucyjny, 3 – rozdzielnica niskiego napięcia

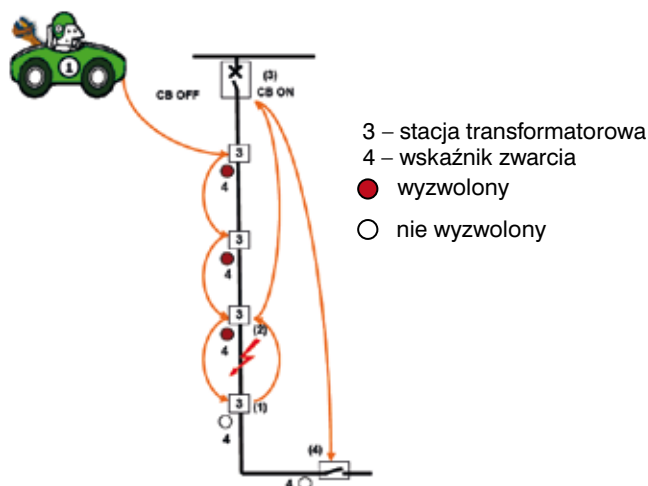
Statystyki pochodzące z zakładów energetycznych, odnoszące się do przerw w dostawach energii elektrycznej wśród klientów końcowych, pokazują, że np., w Niemczech około 80% przerw w dostawach energii spowodowanych jest przez awarie powstałe w układach średniego napięcia. Wskaźnik Czasowy Średniej Przerwy w dostawach opisuje łączną długość trwania wszystkich przerw w dostawach dla klientów, podzieloną przez liczbę klientów. Typowe wartości dla niemieckich, miejskich okręgów wynoszą 10 minut w przeliczeniu na jednego klienta, w skali rocznej. W innych miejscach na świecie łączny czas przerwy w dostawach energii wynosi od godziny po kilka dni. Jednakże konsumenci wymagają maksymalnej dostępności zaopatrzenia w energię elektryczną.

### Manualna lokalizacja awarii – stan obecny

Stacje transformatorowe wtórnego rozdziału energii nie są zwykle wyposażone w łącza komunikacyjne pozostające w kontakcie z punktami nadzoru sieci, monitorowanie błędów, a więc zdalne sterowanie staje się niemożliwe. Może to spowodować długie przestoje w dostawach, tym samym w dużym stopniu ograniczając poziom niezawodności i bezpieczeństwa zaopatrzenia w energię elektryczną. Wykrywanie usterek jest również utrudnione w związku ze znacznymi odległościami między stacjami wtórnego rozdziału energii, co może prowadzić do wydłużenia się przerw w dostawach energii.

Zakres czynności w trakcie usuwania usterek (rys. 3.) został przedstawiony poniżej:

- Gdy wystąpi zwarcie w systemie dystrybucyjnym, wyłącznik (CB) w stacji transformatorowej zostaje uwolniony (CB OFF), przez co wszystkie stacje, aż do otwartego sprzęgła, pozostają bez zasilania.
- W tym momencie rozpoczyna się czasochłonny i dogłębny proces wykrywania zwarcia/awarii. Pracownik zmuszony jest do udania się do stacji wtórnego rozdziału energii i odczytania stanu wskaźników zwarć i zwarć doziemnych. Po odczytach pracownik otwiera obwód w stacji, w której nie stwierdzono zadziałania wskaźnika zwarć (1). Robi to samo w stacji (2), gdzie stwierdzono zadziałanie wskaźnika. W ten sposób usterka zostaje odizolowana od sieci i może zostać usunięta w późniejszym terminie.



Rys. 3. Manualne wykrywanie usterek

- Następnie wyłącznik może zostać zamknięty ((3) – CB ON).
- Ostatecznie sprzęgło zostanie zamknięte (4).

Wrz z zakończeniem tej procedury cały obwód jest ponownie zasilany, a wadliwy fragment może zostać naprawiony.

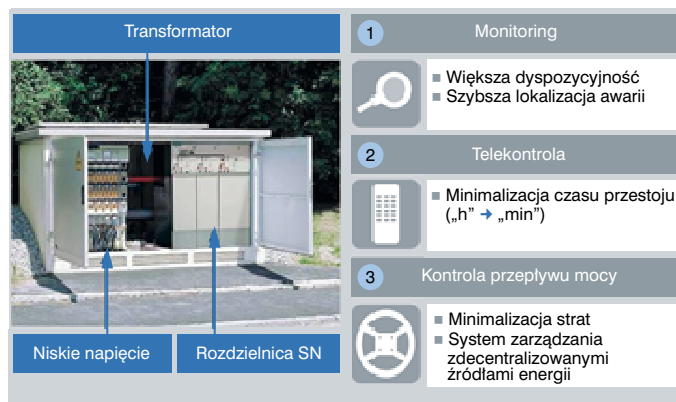
Opisane procedury stosowane przy usuwaniu usterek pochłaniają dużo czasu i wymagają dużej liczby pracowników. Ekspert udzielający fachowej pomocy technicznej musi osobiście udać się do stacji transformatorowej w celu rozpoznania awarii przed ponownym dostarczeniem zasilania do wszystkich klientów. To powoduje straty finansowe związane z niedostarczeniem energii do gospodarstw domowych i firm. W związku z tym istnieje coraz większe zapotrzebowanie na inteligentne i zautomatyzowane rozwiązania.

### 3. Inteligentne stacje transformatorowe

Obecnie temat „Inteligentnych Podstacji Transformatorowych” bardzo często pojawia się na wielu konferencjach branżowych i wśród grona ekspertów.

Wyróżniamy 3 poziomy Inteligentnych Stacji Transformatorowych:

- poziom 1: monitorowanie
  - większa dostępność dzięki szybszemu zlokalizowaniu usterki
- poziom 2: monitorowanie + telekontrola
  - minimalizacja czasu trwania awarii
- poziom 3: monitorowanie + telekontrola + kontrola przepływu mocy
  - minimalizuje straty
  - zarządza zdecentralizowanymi dostawami energii

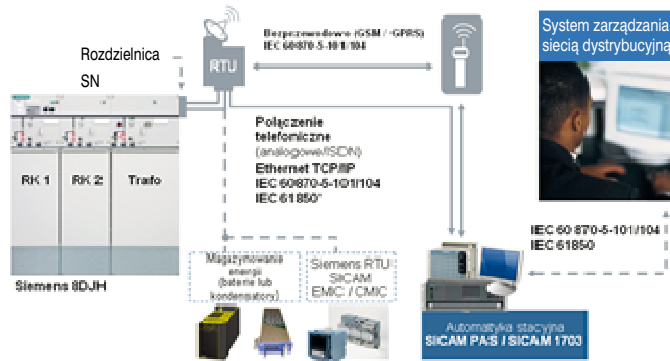


Rys. 4. Poziomy Inteligentnych Stacji Transformatorowych

## Inteligentne Stacje Transformatorowe – komunikacja za pomocą terminala zdalnego RTU

Dwie możliwości budowy dla inteligentnych stacji transformatorowych:

- 1) RTU zabudowane w rozdzielni
- 2) RTU w osobnej skrzynce „RTU-Box”



Rys. 5. Stacje transformatorowe – RTU – możliwości komunikacyjne

Rys. 5. przedstawia podstawową strukturę inteligentnych stacji transformatorowych wraz z możliwym połączeniem do centrum kontroli sieci za pośrednictwem terminala zdalnego RTU.

Stacje transformatorowe z rozdzielnicami SN ze wskaźnikami i stykami pomocniczymi:

Rozdzielnice SN wtórnego rozdziału energii ze stykami pomocniczymi, wskaźnikami i czujnikami są podstawą inteligentnych stacji transformatorowych. W zależności od potrzeb, różne elementy są wykorzystywane do monitorowania i kontroli, zgodnie z rysunkiem 6.:

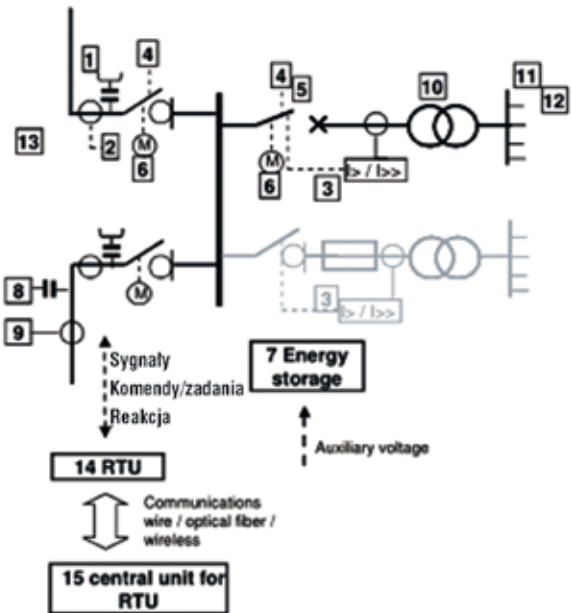
- system detekcji napięcia (1) informuje, czy pola są zasilane,
- wskaźniki zwarcia i zwarcia doziemnego (2) sygnalizują o danym zajściu zgodnie z progowymi wartościami granicznymi. W zależności od struktury sieci i kierunku przepływu energii może być koniecznym użycie wskaźnika odpowiedzialnego za wykrywanie kierunku przepływu, co wymaga podania dodatkowych informacji dotyczących napięcia,
- systemy zabezpieczenia nadprądowego (3) ze stykami pomocniczymi do ochrony transformatora,
- dodatkowe styki pomocnicze (4) dostępne, np. dla: wskaźnika położenia łączników, blokad, zwolnień, ciśnienia gazu,
- napędy ręczne łączników z cewkami (5) oraz napędy silnikowe (6) są dostępne w celu zdalnego zamykania i otwierania.

Detekcja napięcia i natężenia prądu (8/9) w celu kontroli przepływu obciążenia. Sygnały pobierane z tradycyjnych przekładników lub nowoczesnych czujników.

Nowy typ rozdzielnic z izolacją gazową średniego napięcia 8DJH wyposażony został we wszystkie funkcje niezbędne do zastosowania w inteligentnych stacjach i spełnia wszystkie warunki integracji w infrastrukturze sieci inteligentnych. Późniejsza modernizacja elementów składowych zdalnego sterowania może zostać przeprowadzona bardzo szybko i sprawnie.

Dodatkowe elementy, wg rysunku 6., są dostępne w stacjach transformatorowych, aby zapewnić:

- monitoring transformatora (10) wraz z czujnikami temperatury, poziomu oleju i ciśnienia,
- monitoring dystrybucji niskiego napięcia (11),
- jeśli to konieczne, dane od odbiorcy mogą zostać również zintegrowane z systemem sterowania (12),



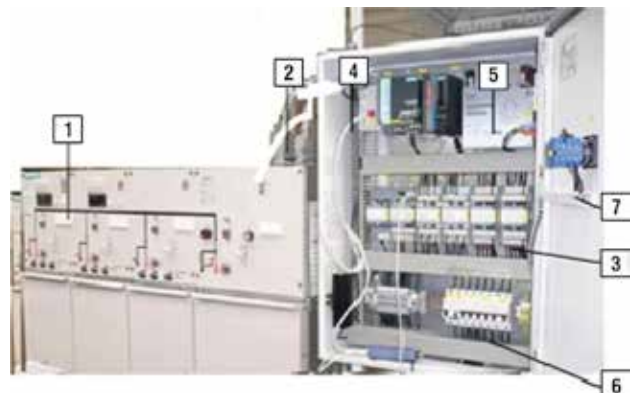
Rys. 6. Części składowe Monitoringu i Kontroli: 1 – system detekcji obecności napięcia, 2 – wskaźniki zwarcia/zwarcia doziemnego, 3 – zabezpieczenia nadprądowe dla transformatora dystrybucyjnego, 4 – styki pomocnicze, 5 – napędy łączników/cewki, 6 – napędy łączników silnikowe, 7 – UPS, 8/9 – monitoring napięcia/prądu, 10 – monitoring transformatora, 11/12 – monitoring dystrybucji po stronie niskiego napięcia, 13 – monitoring stacji SN/nn, 14 – RTU – terminal zdalny, 15 – jednostka centralna / poziom sterujący

- monitoring samej rozdzielnic (np. blokady drzwi, temperatura) lub obiektu (13).

### Terminal zdalny (RTU)

Istnieją dwa główne zadania jednostki terminalu zdalnego (14). Z jednej strony dostarczanie sygnałów i zmierzonych wartości lub informacji od stacji transformatorowych w celu komunikacji z węzłem telekontroli lub centrum zarządzania sieciami. Z drugiej strony przekazywanie odpowiednich poleceń urządzeniom znajdującym się w stacji transformatorowej.

Rysunek 7 przedstawia rzeczywiste zastosowanie elementu RTU (**Remote Terminal Unit – RTU**) z kompletną skrzynką, która została dostarczona do jednego z zakładów energetycznych w Niemczech.



Rys. 7. Rozdzielnicza 8DJH z terminalem zdalnym RTU: 1 – 8DJH – rozdzielnicza SN, 2 – złącze interfejsowe, 3 – RTU SICAM TM 1703, 4 – modem do komunikacji bezprzewodowej, 5 – UPS + akumulator, 6 – wyłącznik nadprądowy, 7 – przelącznik zdalny/lokalny

Złącze interfejsowe pomiędzy rozdzielnicą a skrzynką RTU wymagane jest przez wielu klientów z kilku powodów:

- łatwy montaż skrzynki w stacjach,
- wykorzystanie skrzynki w nowych i starych stacjach,
- łatwa wymiana zarówno w przypadku pojawienia się nowych zaawansowanych technologii, jak i w przypadku awarii,
- skrzynka RTU jest zaprojektowana i wyprodukowana przez producenta rozdzielnic lub przez zakład energetyczny.

Główne elementy skrzynki znajdujące się na rysunku 7 to:

- podstawowy moduł RTU – z modułami rozszerzenia, jeśli to konieczne, np. Siemens SICAM TM 1703 emic,
- moduł komunikacyjny,
- przechowywanie energii (akumulator lub kondensator),
- urządzenia o niskim napięciu, takie jak wyłącznik nadprądowy i przełączniki zdalne/lokalne.

Nowoczesne skrzynki RTU mogą być rozbudowywane modularnie. Są one wyposażone w kilka interfejsów komunikacyjnych i są zaprojektowane i przetestowane pod kątem trudnych warunków środowiskowych, w których zlokalizowane są stacje transformatorowe.

### Gromadzenie energii

Elementy inteligentnych stacji transformatorowych wymagają niezawodnego zasilania obwodów wtórnych. Jeżeli zawodzi tzw. napięcie pomocnicze, nagromadzona energia zasila części składowe, od kilku minut do dwóch godzin.

Ilość energii zapasowej wynika głównie z zapotrzebowania energetycznego koniecznego do podtrzymania działania RTU i modułów komunikacyjnych.

W porównaniu do tego, zużycie energii w trakcie ZAMKNIĘCIA i OTWARCIA rozłączniko-uziemnika napędem silnikowym jest bardzo niskie.

Tradycyjne akumulatory i kondensatory lub ich połączenie są używane głównie jako magazyny energii. Dostępne są również specjalne akumulatory, które są odporne na ekstremalne warunki atmosferyczne.

### Komunikacja – poziom kontroli

Jak pokazano na rysunku 5, połączenie z RTU / stacją transformatorową do centrum kontroli sieci może odbywać się w różny sposób. Za pomocą przewodu (np. sieci Ethernet TCP/IP), światłowodów lub bezprzewodowo (np. GSM/ GPRS). To właśnie tam informacje zostają przetwarzane, a operacje kontrolne przekazywane są z powrotem do RTU, jeśli zachodzi taka konieczność. W przyszłości komunikacja za pośrednictwem WiMAX lub BBPL (komunikacja elektroenergetyczną siecią rozdzielczą) stanie się dużo bardziej istotna.

Protokoły komunikacyjne są zgodne z normami IEC 60870-5-101 i -104. W przyszłości wraz z infrastrukturą komunikacyjną WiMAX lub BBPL, standardy komunikacyjne według IEC 61850, mogą również być wykorzystane. Wykorzystanie tych protokołów zapewnia współpracę między urządzeniami pochodzącymi od różnych producentów.

Następujące punkty, które również są brane pod uwagę przy wyborze mediów komunikacyjnych, są szeroko omawiane są w kręgach ekspertów:

- dostępność i niezawodność kanałów komunikacyjnych Czy redundancja jest konieczna?
- zarządzanie przepływem danych
- szyfrowanie/bezpieczeństwo danych. Ochrona przed atakami hakerów

- koszty inwestycyjne i operacyjne koszty bieżące. Ryzyko „starzenia się technologii” ze względu na szybki rozwój obszaru IT.

## 4. Inne tematy w dyskusji dotyczącej kontroli przepływu obciążenia

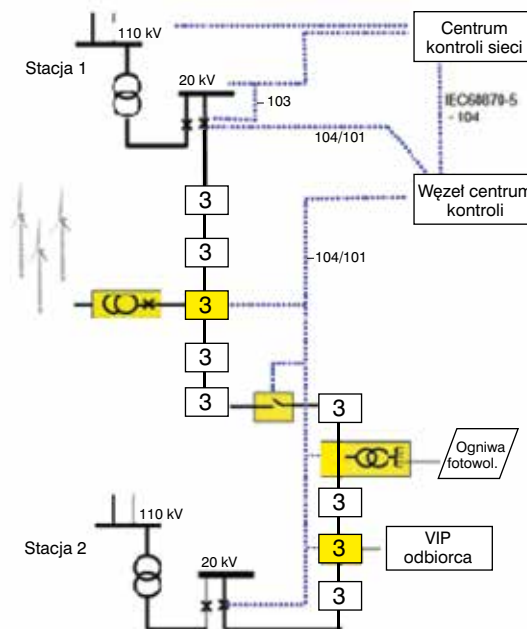
Naszym celem staje się: zmniejszenie strat sieciowych, mocy przesyłowych i poprawa stabilności sieci. Tematy poddawane dyskusji to:

- kompensacja energii biernej i harmonicznych prądu wskutek obecności energii wiatrowej i fotowoltaicznej w sieci,
- jakie mechanizmy bilansowania energii są optymalne do minimalizacji strat i stabilizacji sieci,
- czy transformatory dystrybucyjne z automatycznie sterowanymi zaczeplami są konieczne,
- jak transformatory dystrybucyjne mogą być kontrolowane podczas szczytowego obciążenia i przeciążenia,
- czy te działania przyczynią się do uniknięcia lub przełożenia w czasie procesu rozszerzenia sieci?

Siemens posiada wieloletnie doświadczenie w zakresie planowania sieci i w ten sposób jest w stanie opracować zoptymalizowane rozwiązania zgodnie z różnymi wymogami i w ramach istniejących wymagań sieciowych, we współpracy z klientem.

### Inteligentna 3-poziomowa automatyzacja

Szacunkowe koszty i korzyści zachęcają wiele zakładów energetycznych do kompromisu, a nie do całkowitej automatyzacji systemu dystrybucji. Wiele z tych zakładów obsługuje tylko wybrane ważniejsze stacje transformatorowe wtórnego rozdziału energii w ramach 3-punktowej automatyzacji, jak przykładowo pokazano na rysunku 8. Automatykę stacyjną można zainstalować i dostosować do rozdzielnic pochodzących od różnych producentów.



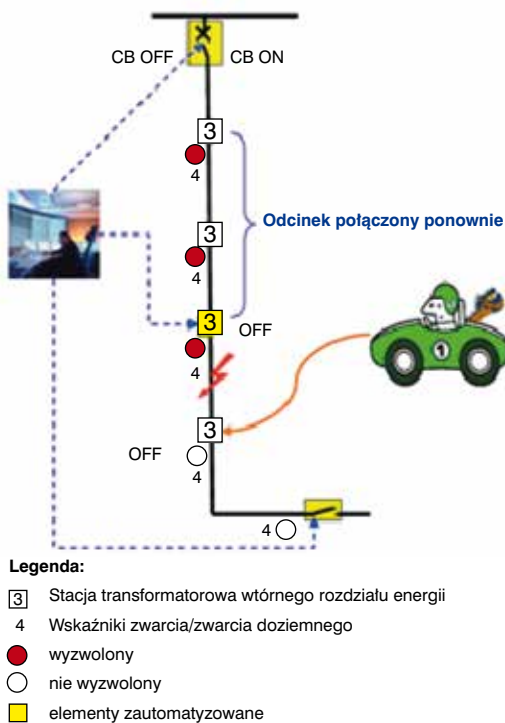
- Legenda:**
- ③ Stacja SN/nn
  - nie zaautomatyzowana
  - zaautomatyzowana

Rys. 8. Zasada 3-poziomowej automatyzacji

## 5. Usuwanie usterek z 3-punktową automatyzacją

W przypadku pojawienia się usterki technicznej w systemie 3-punktowej automatyzacji z reguły postępuje się w sposób opisany poniżej.

- usterka w systemie rozdziału energii uwalnia wyłącznik w stacji transformatorowej pierwotnego rozdziału energii; w ten sposób wszystkie podstacje do otwartego sprzęgła pozostają bez zasilania. Usterka następnie jest lokalizowana za pośrednictwem wskaźników zwarcia w automatycznych stacjach, po czym informacja zostaje wysłana do centrum kontroli sieci/nastawni.
- w automatycznych stacjach transformatorowych odpowiednie łączniki zostają otwarte za pomocą telesterowania w obrębie zwarcia,
- ostatnim etapem jest pojawienie się serwisanta, który analizuje fragment sieci w miejscu wystąpienia usterki i dokonuje wszelkich niezbędnych przełączeń, aby zapewnić ponowną dostawę energii do wszystkich odbiorców. Odcinek natomiast może zostać naprawiony.



Rys. 9. Procedura usuwania usterki – automatyka 3-poziomowa

Zalety tego systemu są już wykorzystywane przez niektóre firmy dostarczające energię w Niemczech. Do korzyści zaliczyć można znacznie krótsze przerwy w dostawie energii, jak również mniejsze koszty poniesione na personel techniczny zajmujący się wykrywaniem awarii. Niezwykle istotny jest fakt, że energia jest dostarczana ponownie do odbiorców zaledwie w ciągu kilku minut.

## 6. Podsumowanie

Rosnące zapotrzebowanie na niezawodną energię elektryczną i coraz większa świadomość dotycząca ochrony środowiska przyczyniają się do promocji odnawianych źródeł energii wraz ze źródłami zasilania na poziomach średniego i niskiego napięcia.

Utrzymanie niezbędnej jakości zasilania i stabilność sieci wymagają aktywnego systemu rozdziału energii opartego na Inteligentnych Stacjach Transformatorowych.

Istnieje wiele rozwiązań, od zwykłego monitorowania za pomocą kontroli zdalnej, aż do kontroli planowanego przepływu mocy.

Zarówno różne firmy, jak i różne państwa stosują różnorodne metody i normy. Można wyróżnić poszczególne poziomy, od tzw. poziomu zero, aż do pełnej, zdalnej kontroli stacji transformatorowej wtórnego rozdziału energii. Przede wszystkim do ich wdrażania motywuje zminimalizowany czas przerwy w dostawie energii i gwarancja napięcia o odpowiedniej jakości. Obecnie wykrywanie usterek za pośrednictwem monitoringu i zdalna kontrola, w ramach której dokonuje się przełączeń za pomocą sprzęgła i aparatury łączeniowej, są nadal zaliczane do metod stosowanych najczęściej.

Wykorzystanie falowników w elektrowniach wiatrowych i systemach fotowoltaicznych zagwarantuje, że jakość dostarczanej w przyszłości energii wzrośnie. Ponadto transformatory rozdzielcze z zaczepami będą używane w punktach krytycznych dystrybucji wtórnej.

Poza tym istnieje możliwość zminimalizowania strat w sieci, jak i opcja monitorowania urządzeń, nawet w stanie przeciążenia.

Korzyści wynikające ze zdalnej kontroli i zarządzania przepływem mocy:

- szybsze zlokalizowanie usterki/ awarii,
- krótszy czas przerwy w zasilaniu,
- pomiar/sygnalizacja danych operacyjnych,
- zredukowane straty w sieci,
- możliwość kompensacji mocy biernej/ harmonicznych,
- monitorowanie pracy transformatora w trakcie przeciążenia,
- większa moc przesyłowa, odłożenie w czasie rozbudowy sieci.

Dla powyższych zadań Siemens opracował spójną koncepcję i odpowiedni sprzęt:

- rozdzielnicę 8DJH średniego napięcia wyposażoną w niezbędne wskaźniki, styki i sprzęt pomocniczy,
- system telekontroli – terminal RTU wraz z SICAM TM 1703,
- łączność za pośrednictwem protokołów IEC 60870-5-101/104 lub IEC 61850, zazwyczaj za pośrednictwem przewodów, fal radiowych lub w przyszłości za pośrednictwem WiMAX lub BBDL,
- węzeł telekontroli / systemu automatyzacji stacji SICAM PAS lub SINAUT Power CC,
- przegląd możliwości i zastosowania, dostępny za pośrednictwem działu „planowania sieci”.

Odpowiedź na pytanie „Inteligentne stacje transformatorowe potrzeba czy luksus?” jest proste. Inteligentne stacje transformatorowe są niezbędne, aby sprostać wyzwaniom, które stawia przed nami przyszłość. Celem firmy Siemens jest dalszy rozwój inteligentnych rozwiązań dedykowanym systemom dystrybucji wtórnej, w ten sposób przyczyniając się do efektywnych i niezawodnych dostaw energii.

Artykuł zaprezentowany podczas VIII Konferencji Naukowo-Technicznej – i-MITEL 2014 przez Pawła Stojanowskiego.

**Helmut Spack**  
**Bernd Schupferling**  
**Jürgen Riemenschneider**  
**Meinolf Schelte**  
 Siemens AG

## XI Ogólnopolska Konferencja Techniczna „Pomiary ochronne oraz diagnostyka instalacji i urządzeń elektrycznych”

W dniach 7 – 9.05.2014 r. odbyła się w Kudowie Zdrój XI Konferencja Techniczna firmy SONEL S.A., w której uczestniczyło około 130 osób z całej Polski.

Wykłady związane były m.in. z zagadnieniami ochrony przeciwporażeniowej w zakresie wykonywania pomiarów, jak i obowiązujących aktów prawnych. Pośród wygłoszonych referatów znajdowały się również zagadnienia związane z analizą jakości zasilania, a także została przedstawiona rola i zadania norm zharmonizowanych w świetle obowiązującego prawa.



Wśród wykładów konferencji znaleźli się między innymi: dr inż. Stanisław Czapp z Politechniki Gdańskiej, dr inż. Witold Jabłoński z Politechniki Wrocławskiej oraz mgr inż. Sławomir Wilczyński z Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Czas wolny poza wykładami uczestnicy konferencji mogli spędzić podziwiając uroki okolicy, korzystając z oferty hotelu Verde Montana, jak też uczestnicząc w wieczornym spotkaniu integracyjnym z udziałem satyryka – Krzysztofa Daukszewicza.



Uczestnicy konferencji żegnali się z organizatorami w dobrych nastrojach, zapewniając jednocześnie o uczestnictwie w jej przyszłorocznej edycji.

Na podstawie materiałów SONEL S.A.

## VIII Konferencja Naukowo-Techniczna Innowacyjne Materiały i Technologie w Elektrotechnice „Innowacje kierunkiem rozwoju elektrotechniki XXI w.” Konferencja wpisana w kalendarz II Kongresu Elektryki Polskiej

W dniach 9 – 11 kwietnia 2014 roku, po raz ósmy Konferencję MITEL organizował Oddział Gorzowski Stowarzyszenia Elektryków Polskich wspólnie z Instytutem Inżynierii Elektrycznej Uniwersytetu Zielonogórskiego i Wydziału Elektrycznego Zachodniopomorskiego Uniwersytetu

Technologicznego w Szczecinie oraz przy współpracy Instytutu Elektrotechniki, Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej Oddział w Szczecinie i Zielonej Górze, Wydziału Telekomunikacji, Informatyki Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Polskiej Izby Gospodarczej Elektrotechniki i Zachodniej Izby Gospodarczo-Handlowej. Partnerem głównym konferencji była ENEA Operator Sp. z o.o.

Konferencja odbyła się w Lubniewicach k.Gorzowa Wlkp. pod patronatem honorowym Ministra Gospodarki, Wojewody Lubuskiego, Wojewody Wielkopolskiego i Wojewody Zachodniopomorskiego oraz Marszałka Województwa Lubuskiego i Prezesa SEP. Patronat naukowy sprawował Komitet Elektrotechniki PAN i Komisja Nauk Elektrycznych PAN Oddział w Poznaniu.

Do pięknie położonego Hotelu Woiński SPA\*\*\*\* nad jeziorem Lubąż w Lubniewicach na otwarcie Konferencji przybyli: wicewojewoda lubuski Jan Świrępo, wicewojewoda zachodniopomorski Ryszard Mićko, radny Sejmiku Województwa Lubuskiego dr Bogusław Andrzejczak, przewodniczący Rady Miasta Gorzów Wlkp. Jerzy Sobolewski, radna Rady Miasta Gorzów Wlkp. Grażyna Wojciechowska, zastępca dyrektora Departamentu Infrastruktury i Komunikacji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubuskiego Danuta Wesołowska-Wujaszek, Honorowy Przewodniczący Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk i Honorowy Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji prof. dr hab., dr h.c. Kazimierz Zakrzewski, przewodniczący Komitetu Elektrotechniki PAN prof. Andrzej Demenko, dziekan Wydziału Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy dr hab. inż. Jan Mućko, prof. UTP, dziekan Wydziału Elektrycznego Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie prof. Stefan Domek, prodziekan Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej dr inż. Adam Gubański, dyrektor Zespołu Szkół Elektrycznych w Gorzowie Wlkp. Stanisław Jodko, prezes Polskiej Izby Gospodarczej Elektrotechniki Janusz Nowastowski oraz prezesi, dyrektorzy i właściciele firm z branży elektroenergetycznej współpracujący z Oddziałem Gorzowskim SEP i Konferencją MITEL.

Przewodniczący Komitetu Naukowego prof. Ryszard Strzelecki przedstawił gościom i uczestnikom genezę i tematykę konferencji, która obejmuje całokształt zagadnień związanych z innowacyjnymi materiałami i technologiami elektrotechnicznymi, w tym również z jakością zasilania urządzeń elektroenerge-



tycznych, przetwarzaniem i przesyłaniem energii elektrycznej, inteligentnymi sieciami elektroenergetycznymi oraz efektywnym wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii elektrycznej i czystego środowiska naturalnego.



Przewodniczący Komitetu Naukowego prof. Ryszard Strzelecki w czasie otwarcia Konferencji i-MITEL 2014

Następnie przewodniczący Komitetu Organizacyjnego kol. Edward Cadler powitał gości i naukowców z dziesięciu ośrodków akademickich, czterech instytutów i dwudziestu ośmiu firm.



Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego kol. Edward Cadler wita gości i naukowców

Minutą ciszy uczczono pamięć zmarłego członka Komitetu Naukowego Konferencji profesora Andrzeja Sowy i Członka Honorowego SEP kolegi Jerzego Szmyta. Po przekazaniu przez władze samorządowe województwa lubuskiego i zachodniopomorskiego oraz Gorzowa Wlkp. ciepłych i sympatycznych słów pod adresem Komitetu Naukowego i Organizacyjnego oraz życzeń owocnych obrad, prezes Oddziału Gorzowskiego SEP kol. Eugeniusz Kaczmarek dokonał otwarcia Konferencji i-MITEL 2014.



Prezes Oddziału Gorzowskiego SEP kol. Eugeniusz Kaczmarek otwiera Konferencję i-MITEL 2014

Honorowy Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji MITEL prof. Kazimierz Zakrzewski przedstawił aktualną sytuację polskiej nauki i organizacji naukowych w zmieniających się strukturach organizacyjnych państwa.



Wystąpienie Honorowego Przewodniczącego Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk i Honorowego Przewodniczącego Komitetu Naukowego Konferencji prof. dr hab., dr h.c. Kazimierza Zakrzewskiego



Wystąpienie przewodniczącego Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk prof. dr hab. inż. Andrzeja Demenko

Zarząd Główny SEP w uznaniu dużego zaangażowania w organizowanie i rozwój Konferencji Naukowo-Technicznej MITEL wyróżnił Złotą Odznaką Honorową SEP prof. Ryszarda Kacprzyka i dyr. Krzysztofa Kobylińskiego. W podziękowaniu za długoletnią i ofiarną współpracę z Komitetem Naukowym i Organizacyjnym



Wystąpienie wicewojewody zachodniopomorskiego Ryszarda Mićko



Wystąpienie przewodniczącego Rady Miasta Gorzowa Wlkp. Jerzego Sobolewskiego

Konferencji oraz za propagowanie i rozwój dotychczasowych edycji Konferencji Naukowo-Technicznej MITEL Zarząd Główny SEP wyróżnił Medalem im. prof. Stanisława Fryzego:

1. Wydział Elektryczny Politechniki Poznańskiej,
2. Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej,
3. Wydział Elektryczny Politechniki Wrocławskiej,
4. Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy,
5. Wydział Elektryczny Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie,
6. Wydział Elektrotechniki Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego.



Wręczenie Medalu im. prof. Stanisława Fryzego dziekanom i przedstawicielom wydziałów wyróżnionych uczelni, od lewej: prof. Kazimierz Zakrzewski, prof. Aleksandra Rakowska, prof. Jan Mućko, prof. Stefan Domek, dr inż. Adam Gubański przez członków Zarządu Głównego SEP Eugeniusza Kaczmarka, dr inż. Piotra Szymczaka i dr inż. Krzysztofa Wolińskiego



Zarząd Główny SEP za wieloletnie organizowanie Konferencji i prace w Komitecie Naukowym i Organizacyjnym oraz aktywną realizację zadań statutowych SEP wyróżnił Medalem im. prof. Stanisława Fryzego:

1. przewodniczącego Komitetu Naukowego prof. Ryszarda Strzeleckiego,
2. z-cę przewodniczącego Komitetu Naukowego Konferencji prof. Grzegorza Benyska,
3. przyjaciela i inspiratora działań naukowo-organizacyjnych dr. inż. Piotra Szymczaka,
4. współtwórcę idei powołania Konferencji i przewodniczącego dwóch pierwszych edycji Konferencji MITEL mgr. inż. Eugeniusza Kaczmarka,
5. przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego pozostałych edycji Konferencji MITEL mgr. inż. Edwarda Cadlera.



Wyróżnieni Medalem im. prof. Stanisława Fryzego, od lewej: prof. Ryszard Strzelecki, prof. Grzegorz Benysek dr inż. Piotr Szymczak, mgr inż. Edward Cadler, mgr inż. Eugeniusz Kaczmarek i członek Zarządu Głównego SEP dr inż. Krzysztof Woliński

Na wniosek Zarządu Oddziału Gorzowskiego SEP, w podziękowaniu za długoletnią aktywną współpracę z Komitecie Naukowym i Organizacyjnym Konferencji, Zarząd Główny SEP wyróżnił Medalem im. prof. Mieczysława Pożaryskiego:

1. dr. inż. Jana Bursę,
2. dr. Janusza Michalskiego (współtwórcę i aktywnego uczestnika wszystkich edycji konferencji),
3. prof. Jana Mućko,
4. dr. inż. Krzysztofa Wolińskiego.



Wyróżnieni Medalem im. prof. Mieczysława Pożaryskiego, od lewej: prof. Jan Mućko, dr inż. Jan Bursa, dr inż. Krzysztof Woliński

Sesji technicznej firmy Siemens przewodniczył prof. Ryszard Strzelecki.



Dr hab. inż. Piotr Biczel w czasie dyskusji po referacie mgr inż. Dariusza Obarskiego „Uwarunkowania techniczne inwestycji Budowa nowego Bloku Gazowo-Parowego w PGE GiEK SA Oddział Gorzów”

Następnym punktem konferencji były sesje audytoryjne. Komitet Naukowy zakwalifikował do prezentacji 57 referatów. Referaty przedstawiono w 8 sesjach naukowo-technicznych, sesji posterowej oraz w sesji promocyjnej firm. Zgodnie z programem, sesjom przewodniczyli: dr hab. inż. Michał Zeńczak, prof. ZUT, dr hab. inż. Piotr Mysiak, prof. AM, dr hab. inż. Grzegorz Benysek, prof. UZ, dr hab. inż. Michał Gwóźdź, dr hab. inż. Piotr Biczel, dr hab. inż. Wojciech Jarzyna, prof. PL, prof. Aleksandra Rakowska, dr hab. inż. Adam Kempski, prof. UZ, dr inż. Piotr Szymczak, dr hab. inż. Zenon Tartakowski, prof. ZUT.



Uczestnicy Konferencji i-MITEL 2014

Na zakończenie napiętego programu pierwszego dnia obrad, z inicjatywy przewodniczącego Komitetu Naukowego Konferencji prof. Ryszarda Strzeleckiego, odbyła się tradycyjna uroczystość wręczenia wyróżnień w kategorii Młody Pracownik Nauki. Jednymyślnym werdyktem jury przyznało trzy wyróżnienia honorujące wysoką wartość merytoryczną referatów. Otrzymali je: inż. Beata Antosiewicz (Politechnika Warszawska) za referat pt. „Symulacja pracy hybrydowej linii elektroenergetycznej”, mgr inż. Jacek Barański (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) za referat pt. „Badanie hybrydowego systemu zasilania znaków nawigacyjnych” (nagroda redakcji Wiadomości Elektrotechnicznych – roczna prenumerata), mgr inż. Szymon Wermiński (Uniwersytet Zielonogórski) za referat pt. „Redukcja zapotrzebowania na energię pierwotną w elektrycznych systemach budynkowych”.



Wyróżnienie przewodniczącego Komitetu Naukowego Konferencji prof. Ryszarda Strzeleckiego inż. Beacie Antosiewicz (Politechnika Warszawska) za referat pt. „Symulacja pracy hybrydowej linii elektroenergetycznej”

W Konkursie „Najlepszy innowacyjny produkt lub technologia elektrotechniczna” wyróżnienia otrzymali:

1. wyróżnienie wicewojewody lubuskiego – firma Jean Mueller Polska Sp. z o.o. za „Ogranicznik przepięć typu 1+2+3 (B+C+D), DS250VG-300”,
2. wyróżnienie wicewojewody zachodniopomorskiego – Instytut Energetyki Zakład Doświadczalny w Białymstoku za „Technologia wykonania styków głównych i pomocniczych rozłączników, z uwzględnieniem zjawiska korozji elektrochemicznej ”,
3. wyróżnienie prezesa Stowarzyszenia Elektryków Polskich prof. Jerzego Barglika – SONEL SA za „Miernik rezystancji izolacji MIC-10k1”,
4. wyróżnienie sekretarza Polskiej Izby Gospodarczej Elektrotechniki mgr inż. Janusza Nowastowskiego – firma ZUP EMITER Sp. J. za „Oprogramowanie EDS”,
5. wyróżnienie dziekana Rady Prezesów SEP prof. Franciszka Mosińskiego – firma DEHN Polska Sp. z o.o. za „Rodzina ograniczników przepięć do ochrony systemów PV”,
6. wyróżnienie prezesa FSNT NOT Szczecin – firma EATON Electric Sp. z o.o. za „Małogabarytowa rozdzielnica średniego napięcia typu Xiria”,
7. wyróżnienie prezesa Oddziału Krakowskiego SEP – firma ABB Sp. z o.o. Oddział w Przasnyszu za „Przekładnik prądowy napowietrzny”,
8. wyróżnienie prezesa Oddziału Łódzkiego SEP – firma SEBA Polska Sp. z o.o. za „MFM 10-System lokalizacji uszkodzeń powłok kabli energetycznych z dwubiegunową metodą spadków napięć”,
9. wyróżnienie prezesa Oddziału Poznańskiego SEP – firma WSE AKTYWIZACJA Spółdzielnia Pracy za „Detektor przemiennego pola elektrycznego DPPE-1”,
10. wyróżnienie prezesa Oddziału Szczecińskiego SEP – firma uesa Polska Sp. z o.o. za „Drzwi i kraty wentylacyjne do stacji transformatorowych”,
11. wyróżnienie prezesa Oddziału Gorzowskiego SEP – Fabryka Przewodów Energetycznych SA w Będzinie za „Zastosowanie miedzi beztlenowej CU-OFE do produkcji metodą Konform, szyn miedzianych i przewodów wykorzystywanych w systemach rozpraszania energii elektrycznej”.

Wicewojewoda lubuski wyróżnił statuetką honorową Konferencję MITEL za popularyzację nauki i techniki na ziemi lubuskiej, a Edwarda Cadlera za duży wkład w organizację i rozwój Konferencji.

Prezes Oddziału Gorzowskiego SEP z przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego Konferencji MITEL 2014, w podziękowaniu za pomoc w organizowaniu i popularyzowaniu Konferencji, z nadzieją na dalszą owocną współpracę wyróżnił:

1. przewodniczącego Komitetu Naukowego Konferencji i-MITEL prof. Ryszarda Strzeleckiego,
2. Krzysztofa Kobylińskiego,
3. Krzysztofa Wincencika,
4. dr. inż. Krzysztofa Wolińskiego.

Dobrą i sprawdzoną tradycją jest, że nieformalne podsumowanie pierwszego dnia Konferencji odbywa się w czasie trwania kolacji towarzyskiej.



Toast za zdrowie uczestników, pomyslność Konferencji i-MITEL 2014 i przyszłe spotkania wznosi przewodniczący Komitetu Naukowego

Ożywione pokoleniowe dyskusje naukowo-techniczne przybrały innego wymiaru po zakończonej prezentacji regionalnych produktów winnicy „KINGA”.



Finałiści konkursów winiarskich Winnicy KINGA

Konferencji towarzyszyła wystawa firm. Do bardzo interesujących należy zaliczyć ekspozycje: ABB, Aktywizacja, DEHN, EATON, Elektroporcelana, EMITER, Fabryka Przewodów Energetycznych w Będzinie, Haufftechnik, HUBIX, Jean Mueller, Instytut Energetyki Zakład Doświadczalny Białystok, Nexans, SIBA, SONEL, Seba KMT, Tavrída, uesa, Zircon.

W konferencji wzięło udział blisko 150 osób.



Ekspozycje Firm uczestniczących w Konferencji i-MITEL 2014

Prezentowane referaty zamieszczono w materiałach konferencyjnych nakładem Oficyny Wydawniczej Uniwersytetu Zielonogórskiego i na nośniku CD (ISBN 978-83-937216-4-1). Rekomendowane przez Komitet Naukowy referaty publikowane będą w czasopiśmie naukowo-technicznych i zeszytach naukowych. Patronat medialny sprawowały czasopisma: „Przegląd Elektrotechniczny” i „Wiadomości Elektrotechniczne”.

Kulminacyjnym punktem drugiego dnia było podsumowanie Konferencji i-MITEL 2014.

Podsumowując dyskusje VIII edycji Konferencji i-MITEL „Innowacje kierunkiem rozwoju elektrotechniki XXI w.”, przewodniczący Komitetu Naukowego podkreślił, że konferencja wpisała się na stałe w kalendarz wydarzeń naukowo-technicznych regionów środkowo-zachodniej Polski.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, dziękując członkom Komitetu Naukowego i Komitetu Organizacyjnego, zwrócił uwagę, że zorganizowanie poszczególnych edycji Konferencji MITEL było możliwe przy bardzo dobrej współpracy i ogromnym zaangażowaniu wielu osób. Konferencja istnieje i rozwija się dynamicznie dzięki dużemu zaangażowaniu jej uczestników. Dokładamy wszelkich starań, by potwierdzić opinię, że jest ona największą konferencją regionów środkowo-zachodniej Polski. Staramy się sprostać wyzwaniom, by każdą kolejną edycję konferencji zamienić w sukces organizatorów i uczestników. Podobnie, jak na poprzednich edycjach konferencji, również i w przyszłości organizatorzy proponują uczestnikom otwarte forum dyskusyjne, łączące problemy naukowo-badawcze i techniczne oraz integrujące środowiska teoretyków i praktyków w szerokim obszarze elektrotechniki teoretycznej i stosowanej. Jeszcze raz dziękując uczestnikom konferencji za udział, przewodniczący Komitetów Naukowego i Organizacyjnego zaprosili na Konferencję i-MITEL 2016. Miejsce konferencji sprzyja merytorycznym rozważaniom i pozyskiwaniu energii do dalszej wyłożonej pracy, a wypracowane wnioski oraz rejsy tramwajem wodnym pozostaną w pamięci do następnej edycji konferencji, już w 2016 roku.

**MITEL to więcej niż Konferencja**

Opracował:

Edward Cadler

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego  
Konferencji i-MITEL 2014

## Prezes Oddziału Łódzkiego SEP

**Postanowiłem przedstawić Koleżankom i Kolegom kol. Władysława Szymczyka, prezesa Oddziału Łódzkiego SEP, wybranego na ostatnim WZDO w dniu 28 lutego 2014 r., a także kandydata zgłoszonego przez Oddział Łódzki do Zarządu Głównego Stowarzyszenia Elektryków Polskich.**

Przedstawiam sylwetkę kolegi Władysława Szymczyka, nowego prezesa Oddziału, wybranego na WZDO w Łodzi 28 lutego 2014 r. Do zaprezentowania sylwetki kolegi Władysława skłoniło mnie przypuszczenie, że nie jest on znany na szerokim forum naszego Stowarzyszenia. Jego działalność dotyczyła właściwie środowiska łódzkiego i Płocka, w którym spędził część swego życia zawodowego.

Kol. Władysław Szymczyk wywodzi się z Koła SEP przy Dalkii Łódź S.A, a członkiem Stowarzyszenia został jeszcze jako student w 1973 roku (Wydział Elektryczny Politechniki Łódzkiej). Po zakończeniu studiów rozpoczął pracę w Zespole Elektrociepłowni w Łodzi (1975). W Zespole EC rozpoczął pracę jako stażysta, następnie pracował na stanowisku mistrza elektryka, dyżurne-

go inżyniera ruchu, kierownika wydziału nawęglania i dyrektora elektrociepłowni (EC 2). W latach 2003 – 2008 pracował na stanowiskach głównego specjalisty ds. obrotu energią i doradcy prezesa ds. energetyki w największym polskim koncernie – PKN Orlen S.A. w Płocku. W 2008 r. (z przyczyn rodzinnych) wrócił do Łodzi, do Dalkii Łódź SA, gdzie pracował do czasu uzyskania uprawnień emerytalnych.

Kolega Władysław Szymczyk dodatkowo uzupełniał swoje wykształcenie. Zaliczył kurs i zdał egzamin dla kandydatów na członków rad nadzorczych w Spółkach Skarbu Państwa (1997). W 1999 roku ukończył studia podyplomowe na Politechnice Warszawskiej na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa,



a następnie studia podyplomowe na Uniwersytecie Łódzkim na Wydziale Zarządzania w zakresie informatyki stosowanej. Jako ostatnie ukończył studia podyplomowe Bezpieczeństwo i Higiena Pracy na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej.

W całym okresie pracy zawodowej utrzymywał kontakt z Oddziałem Łódzkim Stowarzyszenia jako rzeczoznawca SEP w działach „Elektrownie, Elektrociepłownie i Ciepłownie” oraz „Ekonomika, Zarządzanie i Organizacja Pracy”. Pracował jako członek Rady Ośrodka Rzeczoznawstwa Oddziału Łódzkiego SEP (1992 – 1994), a następnie jakoprzewodniczący Sekcji Energetycznej (1994 – 1998).

Za swoją działalność społeczną i zawodową został odznaczony Srebrną Odznaką Honorową SEP (1997) i medalem im prof. Mieczysława Pożaryskiego (1999).

Kolega Władysław Szymczyk posiada także bogate doświadczenie organizacyjne w zakresie działalności społecznej w żeglarskim, wcześniej w harcerstwie, a już podczas pracy zawodowej, jako komandor kilkunastu rejsów (w tym ogólnopolskich rejsów żeglarskich energetyków). Posiada uprawnienia jachtowego sternika morskiego i instruktora żeglarskiego. Za tę pracę został odznaczony Srebrną Odznaką AZS (1982) i Srebrną Odznaką „Zasłużonego Działacza Turystyki” (1988).

Jacek Kuczkowski

## Nasza rekomendacja

**W związku ze zbliżającymi się wyborami do władz naczelnych Stowarzyszenia Elektryków Polskich, chciałbym przedstawić Państwu kolegę Andrzeja Boroń, rekomendowanego przez Oddział Łódzki kandydata na stanowisko prezesa SEP.**

Kolega Andrzej Boroń urodził się 3 stycznia 1947 r. w Łodzi. Po ukończeniu studiów na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej w 1971 roku, rozpoczął pracę w Zespole Elektrociepłowni w Łodzi (obecnie Dalkia), w której przepracował ponad 40 lat, od stażysty, poprzez inspektora nadzoru, kierownika nadzoru, głównego energetyka, do dyrektora elektrociepłowni EC1 i EC3. Funkcję dyrektora pełnił przez 23 lata. Bezpośrednio z Dalkii Łódź SA przeszedł do pracy na stanowisko sekretarza generalnego SEP.

Kolega Andrzej Boroń posiada bogate doświadczenie zawodowe, jest ekspertem w dziedzinie energetyki, a w szczególności podsektora elektrociepłowniczego i autorem wielu publikacji o tematyce techniczno-ekonomicznej oraz przekształceń własnościowych w polskiej energetyce. Jest czynnym wykładawcą na szkoleniach i kursach, gdzie bardzo przydaje się jego znajomość technologii w elektrociepłowniach i elektrowniach o różnych poziomach techniki, jak również wiedza o organizacji służb eksploatacyjnych, remontowych i inwestycyjnych.

Posiada kilkadziesiąt wniosków racjonalizatorskich zgłoszonych i zrealizowanych w polskich elektrociepłowniach w latach 1971 – 1988 oraz zgłoszenia patentowe. Od 1991 roku był członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrociepłowni Zawodowych.

Był jednym z założycieli Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i od początku jej powstania, w 2002 roku, jest członkiem Rady Izby. Posiada uprawnienia budowlane w zakresie projektowania, nadzoru i samodzielnego prowadzenia prac w branży elektrycznej.

Oprócz pracy zawodowej jego drugą pasją stała się działalność stowarzyszeniowa. Członkiem Oddziału Łódzkiego SEP został w 1986 roku.

Na bogate doświadczenie, jakie posiada także w pracy stowarzyszeniowej, składa się szereg funkcji, które pełnił. Od prezesa Koła (1989 – 1998), prezesa Oddziału (1998 – 2006), przewodniczącego Zespołu ds. Finansowych Rady Prezesów (2002 – 2006), wiceprezesa ds. finansowych – skarbnika Oddzia-

łu Łódzkiego, (2006 – 2010) do wiceprezesa SEP – skarbnika (2006 – 16.12.2010). Pełni także funkcje członka Komisji Statutowej SEP (od 2006), a w latach 2011 – 2013 był przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego Światowego Dania Telekomunikacji i Społeczeństwa Informacyjnego. W 2006 r. był przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego XXXIII WZD SEP. W 2011 r. został sekretarzem generalnym SEP. Obecnie prowadzi

działania związane z organizacją II Kongresu Elektryki Polskiej, a także jest kierownikiem (Project managerem) projektu ELEVET. Jest to projekt unijny *Electrical engineers vocational education transparency* (Przejrzystość kształcenia zawodowego inżynierów elektryków) przygotowany i koordynowany przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich, który znalazł się na liście 37 zaakceptowanych projektów międzynarodowych dofinansowanych przez „Leonardo da Vinci Selected Multilateral Project”. Efektem końcowym ma być zaproponowanie europejskiego certyfikatu dla elektryków ubiegających się o stanowiska inżynierskie, wydawanego według ujednoczonych wymagań opracowanych w ramach projektu ELEVET.

Kol. Andrzej Boroń stale doskonali swoją wiedzę i umiejętności, kończąc kolejne studia: ekonomiczne, organizacji i zarządzania, w zakresie zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Zdał egzamin na członka rad nadzorczych w spółkach Skarbu Państwa. Jest rzeczoznawcą SEP w specjalnościach: 03 – „Ekonomika, Organizacja i BHP” – 1999 r., 22 – „Eksploatacja Systemów Energetycznych, Elektrotechnicznych, Elektronicznych i Informatycznych” – 1999 r., 11 – „Elektrownie, Elektrociepłownie i Ciepłownie” – 2005 r.

Jest niezwykle zaangażowany w działalność stowarzyszeniową, szukając nowych dróg rozwoju stowarzyszenia i dostosowania do zmieniających się warunków otaczającej rzeczywistości. Nie boi się stawianych przed nim wyzwań i realizuje nowe



przedsięwzięcia, ale także nie zapomina o historii i tradycji, kontynuując cykliczne imprezy i spotkania, bo ważna jest dla niego zarówno teraźniejszość, jak i przyszłość, ale oparta na bogatej, 95-letniej historii stowarzyszenia. Należy do osób lubianych i dostępnych, praktycznie o każdej porze. Odwiedzając zakłady, w których pracował jest witany serdecznie. Do tej pory koledzy z Dalkii zwracają się do niego z prośbą o poradę w dziedzinie zawodowej i nigdy nie odmawia odpowiedzi.

Za swoją działalność zawodową i społeczną został uhonorowany Złotym, Srebrnym i Brązowym Krzyżem Zasługi oraz wieloma odznaczeniami resortowymi i stowarzyszeniowymi.

**Jacek Kuczkowski**

prezes Koła SEP przy Dalkii Łódź SA  
sekretarz Oddziału Łódzkiego SEP

## XVII Rada Prezesów SEP

Poznań-Baranowo, Hotel Edison, 8 – 11 maja 2014 roku

W dniach 8 – 11 maja br., w hotelu Edison, w Baranowie pod Poznaniem (fot. 1), odbyło się siedemnaste w kadencji zebranie Rady Prezesów, zorganizowane staraniem Oddziału Poznańskiego SEP. Obrady prowadzili: prezes SEP Jerzy Barglik oraz dziekan Rady Prezesów Franciszek Mosiński. Była to ostatnia w kadencji Rada dla prezesów, którzy kadencję zakończyli i pierwsza dla prezesów, którzy kadencję zaczęli. Ogółem w Radzie Prezesów wzięło udział – wraz z osobami towarzyszącymi – osiemdziesiąt pięć osób. Oddział Poznański SEP połączył Radę Prezesów z obchodami 95-lecia Oddziału.



Fot. 1. Hotel Edison

Część merytoryczna obrad Rady Prezesów – w głównym nurcie – była wypełniona ożywioną dyskusją nad:

1. informacją o aktualnym stanie bazy danych członków stowarzyszenia, przedstawioną przez kolegę Krzysztofa Ziębę z Oddziału Nowohuckiego;
2. informacjami na temat przygotowań do WZD w Szczecinie, podanymi przez przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego kolegę dr. Piotra Szymczaka i kol. Lecha Bożentowicza, przewodniczącego Komisji Wyborczej;
3. informacjami na temat przygotowań do II Kongresu Elektryki Polskiej, przedstawionymi przez kolegów: Franciszka Mosińskiego i Andrzeja Boronia – sekretarza generalnego SEP;
4. pośmiertnym przyznaniem członkostwa honorowego SEP Lechowi Grzelakowi z Oddz. Łódzkiego i prof. Stanisławowi Szporowi z Oddz. Gdańskiego.



Organizatorki spotkania, panie Ewa Materska kierownik sekretariatu Prezesa SEP i Grażyna Bogacka wiceprezes Oddziału Poznańskiego SEP

Kończącym akcentem Rady Prezesów były wystąpienia kandydatów na stanowisko prezesa SEP w kadencji 2014–2018, kolegów: Andrzeja Boronia i Piotra Szymczaka.

Wieczorem odbyły się uroczystości 95-lecia Oddziału Poznańskiego SEP z udziałem wojewody wielkopolskiego Piotra



Uczestnicy Rady w Muzeum Państwowości Polskiej

Florka, wicemarszałka województwa wielkopolskiego Wojciecha Jankowika, rektora Politechniki Poznańskiej prof. dr hab. inż. Tomasza Łodygowskiego i dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej dr. hab. inż. Zbigniewa Nadolnego, prof. PP. Prezes Oddziału Poznańskiego SEP kol. Kazimierz Pawlicki przedstawił historię Oddziału. Później były odznaczenia państwowe, odznaczenia stowarzyszeniowe, gratulacje, występ Eleni z zespołem i bankiet.

Obrodom merytorycznym towarzyszył ciekawy program turystyczno-integracyjny. W piątek osoby towarzyszące zwiedziły Poznań, a w sobotę odbyła się wycieczka szlakiem piastowskim, ze zwiedzaniem Gniezna i muzeum miniatur zamków wielkopolskich w Pobiedziskach.

*Zdjęcia i tekst FM*

#### Literatura

1. <http://www.hoteledison.com.pl/galeria.html> (12.05.2014)
2. Infosepik\_2014\_815(c)



Zdjęcie zbiorowe uczestników nad Jeziorem Lednickim

## Jerzy Lorens (1920 – 2014)

Jerzy Lorens urodził się 21 września 1920 r. w Łodzi. Od drugiego roku życia jego matka – łódzka robotnica – wychowywała go samotnie. W wieku 14 lat podjął pracę w firmie budowlanej Oskara Heinzla, a później praktyczną naukę zawodu ślusarza – frezera w Fabryce Maszyn i Narzędzi „Oidakowski & Neumark”. Jednocześnie uczęszczał do wieczorowej szkoły zawodowej.

Po wybuchu drugiej wojny światowej Jerzy Lorens pracował w Fabryce Maszyn „Drzewiński & spółka”. W tym czasie związał się z konspiracyjną Gwardią Ludową i wstąpił do Polskiej Partii Robotniczej.

W lipcu 1943 r. został aresztowany przez gestapo i wywieziony do hitlerowskiego obozu koncentracyjnego Mauthausen – Gusen w Górnej Austrii. Obóz ten należał do najcięższych w III Rzeszy. Panowały tam warunki bytowe gorsze niż w Auschwitz, ponadto więźniowie zgrupowani w kilkudziesięciu podobozach wykorzystywani byli do niewolniczej pracy na rzecz szeregu firm, głównie zbrojeniowych. Jerzy Lorens pracował w fabryce samolotów Heinkel und Messerschmitt. Udało mu się przeżyć do wyzwolenia obozu przez wojska amerykańskie, co nastąpiło 5 maja 1945 r.

Niezwłocznie po zakończeniu wojny wrócił do rodzinnej Łodzi, gdzie ponownie podjął pracę w znacjonalizowanej już

fabryce Drzewińskich. Jesienią 1945 r. równolegle rozpoczął naukę w Państwowym Technikum w Bytomiu.

Po ukończeniu technikum został zatrudniony na stanowisku zastępcy szefa produkcji w Łódzkich Zakładach Przemysłu Maszynowego.

W latach 1949 – 1955 Jerzy Lorens studiował na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, podejmując pod koniec studiów pracę na rodzimej uczelni. W czasie studiów pełnił funkcję przewodniczącego Federacji Organizacji Studenckich, a następnie Zrzeszenia Studentów Polskich na Politechnice Łódzkiej.

W latach 1955 – 1958 pracował jako starszy inspektor nadzoru na budowie Elektorciepłowni EC – 2 przy al. Politechniki.

W roku 1958 rozpoczął się 20-letni okres udziału Jerzego Lorensa we władzach miasta. W lutym tego roku objął funkcję



wiceprzewodniczącego Prezydium Rady Narodowej Miasta Łodzi, która była odpowiednikiem obecnej funkcji wiceprezydenta miasta. Jerzy Lorens był odpowiedzialny za resort budownictwa, infrastruktury i gospodarki komunalnej.

Były to lata niełatwe ale i pasjonujące. Prawie od podstaw rozpoczęto w tamtym czasie budowę w Łodzi sieci kanalizacyjnej, systemu zaopatrzenia w wodę, energię elektryczną i ciepło. Wobec masowego napływu ludzi do pracy w łódzkim przemyśle, rozpoczęto budowę nowych osiedli mieszkaniowych, przy czym Łódź, jako jedyne z dużych miast w Polsce, oparła się naciskom wprowadzania oszczędności typu „ślepe” kuchnie czy wspólne sanitariaty, zalecanych przez władze centralne.

Powstało szereg obiektów służących nauce i kulturze, jak np. Akademia Sztuk Pięknych, Biblioteka Uniwersytecka czy Teatr Wielki oraz obiektów infrastruktury, np. pierwszy w Łodzi wiadukt przy ul. Kopcińskiego.

Jednocześnie trzeba pamiętać, że ówczesny rozwój Łodzi odbywał się w warunkach gospodarki scentralizowanej, a władze miasta często musiały długo zabiegać u władz centralnych o zezwolenie na podjęcie inwestycji strategicznych dla miasta i przyznanie funduszy na ich realizację.

Oczywiście skok cywilizacyjny, który dokonywał się w Łodzi, był zasługą wielu osób – zarówno rodowitych łodzian, jak również ludzi, których rzuciły do Łodzi wojenne losy, a także wielu specjalistów, których władze Łodzi starały się pozyskać, stwarzając im tutaj dogodne warunki do życia i działania.

W roku 1971 Jerzy Lorens został przewodniczącym Prezydium Rady Narodowej Miasta Łodzi, zastępując na tym stanowisku przechodzącego na emeryturę Edwarda Kaźmierczaka. W wyniku przywrócenia dawnych funkcji wojewodów i prezydentów, dnia 17 grudnia 1973 r. objął urząd prezydenta Miasta Łodzi, który sprawował do września 1978 r., przy czym od czerwca 1975 r., w wyniku zmian podziału administracyjnego kraju, równocześnie pełnił funkcję wojewody.

W latach 1972 – 1976 Jerzy Lorens był także posłem na Sejm PRL VI Kadencji.

Lata 70. to okres intensywnej modernizacji tradycyjnego dla Łodzi przemysłu włókienniczego, ale także tworzenie zakładów przemysłowych innych branż, ze względu na dostrzeganą konieczność stopniowego przełamania monokultury przemysłowej Łodzi. Nadal szybko rozwijało się budownictwo mieszkaniowe. Podejmowano także inne działania, np. w tamtym okresie powstała trasa W-Z, Ogród Botaniczny, druga nitka rurociągu Piłica – Łódź zasilającego Łódź w wodę z Zalewu Sulejowskiego.

Podpis Jerzego Lorensa widnieje także na decyzjach dotyczących rozpoczęcia budowy: Grupy Oczyszczalni Ścieków, Centrum Kliniczno-Dydaktycznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi oraz utworzenia Muzeum Miasta Łodzi na terenie Pałacu Poznańskiego i wielu innych.

Wspomnienie o człowieku zmieniło się w opowieść o mieście, ale jest to naturalne w przypadku Jerzego Lorensa, dla którego możliwość współdecydowania i współtworzenia oblicza miasta była nie tylko pracą, ale sensem życia.

Za swoje zasługi na rzecz miasta i regionu Jerzy Lorens był wielokrotnie odznaczany, m.in.: Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski i Orderem Sztandaru Pracy II klasy.

Sprawy miasta były dla Niego najważniejsze, interesował się nimi do swoich ostatnich chwil.

Jerzy Lorens uczestniczył też w działalności społecznej. Był członkiem Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz wielu innych organizacji. Szczególnie bliskie były mu sprawy kombatantów. Był członkiem Związku Inwalidów Wojennych RP oraz członkiem Związku Kombatantów Rzeczypospolitej Polskiej i Byłych Więźniów Politycznych (dawniej ZBOWiD), gdzie w latach 1974 – 1989 był prezesem Zarządu Łódzkiego tej organizacji.

Zmarły miał oddane grono przyjaciół. Z niektórymi z nich związał się jeszcze w czasie studiów, z innymi w trakcie pracy zawodowej i społecznej.

Ostatnich kilkanaście lat życia Jerzy Lorens poświęcił opiece nad ciężko chorą żoną Heleną.

Zmarł 1 maja 2014 r.

*opracowała: Anna Glonek*

## Rozstrzygnięcie Konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego

Rozstrzygnięto XXXVIII Konkurs im. profesora Mieczysława Pożaryskiego na najlepsze prace opublikowane w czasopiśmie naukowo-technicznych Stowarzyszenia Elektryków Polskich w 2013 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 XXXVIII edycji konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego nominowano łącznie 35 artykułów, w tym kilka wieloczęściowych, zgłoszonych przez redakcje następujących czasopism:

- Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego SEP (3),
- Elektronika (1),
- Energetyka (5),
- Przegląd Elektrotechniczny (6),
- Przegląd Telekomunikacyjny – Wiadomości Telekomunikacyjne (5),
- Spektrum (3),
- Śląskie Wiadomości Elektryczne (2),
- Wiadomości Elektrotechniczne (10).

Artykuły te rozpatrywało Jury Konkursu w składzie:

- prof. dr hab. Mieczysław Hering - przewodniczący,
- dr inż. Przemysław Balcerek

- prof. dr hab. Stanisław Bolkowski,
- mgr inż. Andrzej Boroń,
- prof. dr hab. Andrzej Dąbrowski,
- dr Marek Florkowski,
- prof. dr hab. Franciszek Mosiński,
- prof. dr inż. Tadeusz Pałko,
- prof. dr hab. Aleksandra Rakowska.

## Wyniki Konkursu

Jury w dniu 26 kwietnia 2014 r. pod przewodnictwem prof. Mieczysława Heringa, jednomyślnie przyznało jedną nagrodę I stopnia, dwie nagrody II stopnia i trzy nagrody III stopnia.

– Pierwsze miejsce zajął artykuł pt. „**Tranzystory z grafenu epitaksjalnego**”, opublikowany w numerze 11 „Elektroniki”. Autorami są: prof. dr hab. Lech Dobrzański z Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie, współpracownicy z ITME – mgr Rafał Stankiewicz, dr Włodzimierz Strusiński, mgr Krzysztof Góra, mgr Beata Stańczyk, a także mgr Sylwia Gierałtowska z Instytutu Fizyki PAN w Warszawie i dr Marta Borysiewicz z Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

Dwoma drugimi równorzędnymi nagrodami wyróżniono:

– artykuł pt. „**Problem diagnostyki izolacji transformatorów energetycznych**”, opublikowany w Nr 2 „Biuletynu Techniczno-Informacyjnego Oddziału Łódzkiego SEP”. Autorem artykułu jest Franciszek Mosiński z Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej;

– cykl artykułów pt.: „**Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa dla sieci średniego napięcia z elektrowniami lokalnymi**”, opublikowanych w numerach 6 i 9 „Wiadomości Elektrotechnicznych”. Autorami są: doc. dr inż. Witold Hoppel, emerytowany pracownik Politechniki Poznańskiej i Bartosz Olejnik z Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej.

Trzema równorzędnymi nagrodami trzecimi wyróżniono:

– artykuł pt. „**Energetyka wiatrowa. Aktualne trendy rozwoju w Polsce**” opublikowany w numerze 5 „Energetyki”. Autorem artykułu jest prof. dr hab. inż. Krzysztof Badyda z Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej;

– dwuczęściowy cykl artykułów pt.: „**Prototyp bezałogowego pojazdu podwodnego – konstrukcja mechaniczna, panel operatora**” oraz „**Prototyp bezałogowego pojazdu podwodnego – układ stabilizacji i utrzymania zadanego kursu**”, opublikowanych w numerach 8 i 9 „Przeglądu Elektrotechnicznego”. Autorami są: Marcin Sroka, Piotr Ściegienka, Artur Babiarz, Krzysztof Jaskot, wszyscy z Instytutu Automatyki Politechniki Śląskiej;

– artykuł pt. „**Koncepcja systemu monitorowania rodzin pszczelich**” opublikowany w nr 9 „Przeglądu Elektrotechnicznego”. Autorami są: Grzegorz Krzywoszyja, Przemysław Binder i Grzegorz Andrzejewski, wszyscy z Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Uroczyste wręczenie nagród w konkursie odbędzie się w dniu 10 czerwca 2014 r., a relację z tej uroczystości opublikujemy w numerze wrześniowym naszego Biuletynu.

*Informacja pochodzi ze strony internetowej SEP  
www.sep.com.pl*

# Rozstrzygnięcie konkursu na najaktywniejsze koło SEP 2014 rok (za 2013 rok)

Rozstrzygnięty został konkurs o tytuł najaktywniejszego koła SEP za 2013 rok. Komisja konkursowa obradowała na terenie Oddziału Zagłębia Węglowego SEP, przewodniczył jej Andrzej Klaczkowski.

Poniższe wyniki Konkursu opracowano na podstawie „Sprawozdania Komisji Konkursowej Kół z weryfikacji „Konkursu o tytuł najaktywniejszego Koła SEP” za rok 2013”.

## Skład komisji konkursowej

- Kazimierz Chabowski, Oddział Wrocławski,
- Cezary Dębiec, Oddział Piotrkowski,
- Sławomir Gawęda, Oddział Nowohucki.
- Andrzej Klaczkowski, Oddział Zagłębia Węglowego – przewodniczący komisji.

## Struktura kół zgłoszonych do konkursu

W konkursie uczestniczyło 36 Kół z 14 oddziałów:

- Oddział Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji, Warszawa – 3 koła,
- Oddział Gdański – 1 koło,
- Oddział Kielecki – 2 koła,
- Oddział Krakowski – 2 koła,
- Oddział Łódzki – 4 koła,
- Oddział Lubelski – 1 koło,
- Oddział Nowa Huta – 2 koła,
- Oddział Opolski – 3 koła,
- Oddział Piotrkowski – 2 koła,
- Oddział Poznański – 3 koła,
- Oddział Radomski – 1 koło,
- Oddział Warszawski – 1 koło,
- Oddział Wrocławski – 8 kół,
- Oddział Zagłębia Węglowego – 3 koła.



## Wyniki konkursu

Tabela 1. Grupa „A” (koła do 30 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP nr 10 przy Zespole Szkół nr 2 we Wrocławiu (Arkadiusz Kowalski)	Wrocławski	I
Koło SEP nr 16 przy AGH w Krakowie – Wydział EAIiE (Władysław Łoziak)	Krakowski	II
Koło SEP nr 52 przy Instytucie. Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki (I-28) Politechniki Wrocławskiej (Tadeusz Gudra)	Wrocławski	III
Koło SEP nr 32 przy PSG i OPG Gaz System (Marian Cebula)	Wrocławski	IV
Koło SEP przy PUP SKAMER - ACM Sp. z o.o. w Krakowie (Bogdan Niżnik)	Nowohucki	V
Koło SEP nr 17 przy URS Polska (Robert Grypczyński)	Poznański	VI

Tabela 2. Grupa „B” (koła zakładowe od 31 do 60 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP przy WAT (Stanisław Konatowski)	EIT – Warszawa	I
Koło SEP nr 70 przy Politechnice Wrocławskiej (Jerzy Leszczyński)	Wrocławski	II
Koło SEP nr 1 przy Instytucie Elektrotechniki O. Wrocławski (Krzysztof Kogut)	Wrocławski	III
Koło SEP nr 1 przy PSE Południe (Andrzej Czajkowski)	Zagł. Węgl.	IV
Koło SEP przy RWN Kielce (Zygmunt Maj)	Kielecki	V
Koło SEP nr 26 przy PGE Elektrownia Opole (Rafał Kurzywiłk)	Opolski	VI
Koło SEP przy EMITEL Sp. z o.o. (Józef Borowiak)	Poznański	VII
Koło SEP nr 24 Region Strzelecko-Kędzierzyńsko-Kozielski przy Turon Dystrybucja S.A. (Andrzej Bonkosch)	Opolski	VIII

Tabela 3. Grupa „C” (koła zakładowe liczące ponad 61 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP nr 1 przy PGE GiEK Oddział Elektrownia Bełchatów S.A. (Jan Musiał)	Piotrkowski	I
Koło SEP nr 60 przy EDF SA (Przemysław Godzwoń)	Krakowski	II
Koło SEP nr 4 przy TAURON WYTWARZANIE Oddział Elektrownia Łaziska SA (Barbara Szyndzielorz)	Zagł. Węgl.	III
Koło SEP nr 18 przy TAURON Dystrybucja SA Oddział we Wrocławiu (Jacek Floryn)	Wrocławski	IV
Koło SEP przy Dalkia Łódź SA (Jacek Kuczowski)	Łódzki	V
Koło SEP nr 9 przy ENEA Operator Poznań (Wiesław Pieprzyk)	Poznański	VI
Koło SEP Ziemi Nyskiej nr 26 (Marian Osipuk)	Opolski	VII

Tabela 4. Grupa „T” (koła terenowe)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło Terenowe nr 43 przy Zarządzie O. Wrocławskiego SEP (Czesław Ratajczak)	Wrocławski	I
Koło Terenowe nr 26 Katowice (Stanisław Walczak)	Zagł. Węgl.	II
Koło Terenowe SEP nr 26 OPT Tomaszów Mazowiecki (Zenon Nowak)	Piotrkowski	III
Koło Terenowe SEP przy Rejonowym Zakładzie Energetycznym Busko Zdrój (Andrzej Wadowski)	Kielecki	IV
Koło Terenowe SEP nr 536 Warszawa (Andrzej Kieliszek)	Warszawski	V

Tabela 5. Grupa „S” (koła szkolne i studenckie)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Akademickie Koło SEP nr 4 przy Politechnice Wrocławskiej (Piotr Nowak)	Wrocławski	I
Międzyszkolne Koło Pedagogiczne SEP (Henryka Szumigaj)	Łódzki	II
Studenckie Koło SEP Politechniki Gdańskiej nr 116 (Mateusz Bulwan)	Gdańskie	III
Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej (Marian Rybicki)	Łódzki	IV
Studenckie Koło SEP przy WAT (Joanna Worek)	EIT – Warszawa	V

Tabela 6. Grupa „E” (koła seniorów i emerytów)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło Seniorów SEP w Nowej Hucie (Jerzy Morawski)	Nowohucki	I
Koło Seniorów przy Oddziale EIT w Warszawie (Krzysztof Mangel)	EIT – Warszawa	II
Koło Seniorów SEP im. inż. Zbigniewa Kopczyńskiego – Łódź (Jędrzej Lelonkiewicz)	Łódzki	III
Koło Seniorów SEP przy Oddziale Radomskim (Tadeusz Łapa)	Radomski	IV
Koło Seniorów SEP w Lublinie (Józef Sadurski)	Lubelski	V

Uroczyste wręczenie proporców prezesom kół – laureatów konkursu w poszczególnych grupach, a także nagród i dyplomów finalistom konkursu przez prezesa SEP nastąpi w dniu 12 czerwca 2014 roku, podczas uroczystości centralnych Międzynarodowego Dnia Elektryki 2014 w Krakowie. Relacja z uroczystości ukaże się we wrześniowym numerze Biuletynu.

Informacja pochodzi ze strony internetowej SEP  
www.sep.com.pl

## XIV Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki

W ramach XIV Festiwalu Nauki Techniki i Sztuki, Oddział Łódzki SEP zorganizował zwiedzanie zajezdni tramwajowej i łódzkich elektrociepłowni.

W dniu 15 kwietnia 2014 r. w Domu Technika odbyło spotkanie festiwalowe „Odkrywamy Świat”, podczas którego podsumowano kolejną już edycję Festiwalu, wręczono dyplomy z podziękowaniem dla osób odpowiedzialnych za organizację poszczególnych imprez festiwalowych oraz dyskutowano nad planami i pomysłami na przyszłoroczny Festiwal.

Podczas tego spotkania miała również miejsce niezwykle miła uroczystość wręczenia małżonce profesora Michała Jabłońskiego, pani Małgorzacie Galickiej-Jabłońskiej dyplomu nadającego Profesorowi tytuł Zasłużonego Technika Naczelnej Organizacji Technicznej w Łodzi. Z wnioskiem o wpis Profesora do Księgi Zasłużonych Techników Naczelnej Organizacji Technicznej w Łodzi wystąpił Oddział Łódzki SEP w 2012 roku. (uchwała Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP z dnia 28 września 2012 r.).

### Festiwal w Dalkii

W XIV Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki Dalkia Łódź S.A. zaoferowała 18 grup zwiedzających w okresie 3 dni. W porównaniu z rokiem poprzednim niemałym zaskoczeniem było zgłoszenie 16 grup i udział 322 uczestników.

Wszyscy oni (w tym także 6 osób zgłoszonych indywidualnie) pod opieką pracowników Dyrekcji Produkcji zapoznali się z procesem produkcji



energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu. Wiele uwagi i informacji przekazano o efektach ekologicznych spalania biomasy. Przedstawicielom najliczniej reprezentowanego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 3 w Łodzi wręczono okolicznościowy dyplom w uznaniu dużego zaangażowania w praktyczne poznawanie procesu technologicznego.

Na ręce dyrektora ds. produkcji Sławomira Burmana składam podziękowania wszystkim pracownikom Dalkii Łódź S.A., którzy swoim zaangażowaniem, mimo dużej ilości obowiązków, przyczynili się do dobrej prezentacji firmy.

*Jacek Kuczkowski*



## XI Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka

W dniu 1 kwietnia 2014 roku na Wydziale Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej odbyły się XI Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka, które zostały zorganizowane przez Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego znajdujące się przy Politechnice Łódzkiej wraz ze Student Branch IEEE Lodz University of Technology.

Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka są imprezą cykliczną i odbywają się co roku w okresie wiosennym. Po raz pierwszy WDME zostały objęte patronatem medialnym programu „Młodzi w Łodzi”. Są one skierowane do uczniów szkół ponadgimnazjalnych o profilu elektrycznym. Celem WDME jest propagowanie wiedzy na temat szeroko pojętej elektrotechniki oraz uświadomienie uczestnikom, że kształcenie się w kierunkach technicznych jest bardzo dobrą inwestycją na przyszłość, która może przynieść wiele korzyści. Taki dzień jest znakomitą okazją do zaprezentowania Wydziału EEIA od strony zaplecza badawczego, jaki i oferty dydaktycznej. W tegorocznej imprezie wzięło udział 7 szkół ponadgimnazjalnych z województwa łódzkiego:

- Zgierski Zespół szkół Ponadgimnazjalnych im. Jana Pawła II w Zgierzu,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 1 im. Pułku Piechoty w Łowiczu,
- Zespół Szkół nr 2 im prof. Janusza Groszkowskiego w Pabianicach,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 im. Marszałka Józefa Piłsudskiego w Łodzi,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 1 im. Tadeusza Kościuszki w Tomaszowie Mazowieckim,
- Technikum Energetyczne w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 3 im. L. Czyżewskiego w Bełchatowie,



*Ogłoszenie wyników. Od lewej: wiceprezes ds. naukowo-technicznych Oddziału Łódzkiego SEP Jerzy Powierza, Małgorzata Golicka-Jabłońska żona patrona SK SEP, sekretarz Oddziału Łódzkiego SEP Jacek Kuczkowski, prezes SK SEP Marcin Rybicki*

- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej w Łodzi.

Impreza rozpoczęła się od powitania zaproszonych gości przez kolegę Marcina Rybickiego, który jest prezesem Studenckiego Koła SEP im. prof. Michała Jabłońskiego znajdującego się przy Politechnice Łódzkiej. Wśród zaproszonych gości znajdowali się: władze Wydziału EEIA, przedstawiciele Oddziału Łódzkiego SEP, nauczyciele akademicy oraz delegaci szkół technicznych. We wstępie została krótko scharakteryzowana i przedstawiona działalność SK SEP. Prodziekan ds. studiów doktoranckich i promocji Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, dr hab. inż. Adam Pelikant, prof. nadzw. zaprezentował strukturę naszego wydziału, kierunki, w jakich kształcą się studenci oraz różne formy działalności, które mają miejsce na naszej uczelni. W kolejnej części naszego spotkania przedstawiciel zarządu Oddziału Łódzkiego SEP, wiceprezes ds. naukowo-technicznych dr inż. Jerzy Powierza, który jest jednocześnie opiekunem dydaktycznym SK SEP na Politechnice Łódzkiej, wygłosił prezentację na temat OŁ SEP. Następnie została przedstawiona prezentacja dotycząca działalności Studenckiego Koła SEP przy Politechnice Łódzkiej im prof. Michała Jabłońskiego oraz Student Branch IEEE Lodz University of Technology, którą wygłosił kolega Rafał Sadowski. Opowiedział o sprawach bieżących i zrealizowanych projektach przez członków SK SEP.

W dalszej części nadszedł czas na zwiedzanie przez uczniów jednostek dydaktycznych Wydziału EEliA. W jednostkach naukowych goście zostali zapoznani ze zmodernizowanymi pracowniami laboratoryjnymi, specjalnie przygotowanymi stanowiskami, nowościami technicznymi, nad którymi pracują aktualnie pracownicy Politechniki Łódzkiej. Goście zobaczyli między innymi:

- Instytutu Elektroenergetyki, w którym prowadzący zapoznali uczestników z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi odnawialnych źródeł energii oraz z metodami pomiaru światła,
- Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych, laboratoria w tym instytucie były nowością podczas XI WDME. Mogliśmy zaobserwować w nim komorę wibroakustyczną oraz urządzenie do analizy widma dźwięku,
- Instytut Elektroniki, którego laboratoria znajdują się w „Budynku Trzech Wydziałów”. Gościom zostały przedstawione projekty badawcze oraz Laboratorium Techniki Termowizyjnych,



Zwiedzanie laboratoriów

- Instytut Automatyki, który cieszył się popularnością ze względu na Laboratorium Robotyki, w którym zostały przedstawione nowoczesne technologie oraz metody sterowania robotami przemysłowymi.

Kolejną częścią był test z wiedzy teoretycznej oraz praktycznej, podczas którego mogliśmy sprawdzić umiejętności naszych gości. Test teoretyczny składał się z 30 pytań zamkniętych jednokrotnego wyboru. Natomiast test praktyczny polegał na połączeniu łączników świecznikowych oraz na dobraniu odpowiednich przewodów do instalacji. Elementy, które zostały użyte w konkursie praktycznym zostały udostępnione przez Katedrę Aparatów Elektrycznych.

Dla pozostałych osób, które nie brały udziału w konkursie, został przeprowadzony wykład przez kolegę Wojciecha Łyżwę pod tytułem „Nie taki piorun straszny – fakty i mity”. Zaproszeni goście wnikliwie słuchali wykładu oraz aktywnie w nim uczestniczyli. W kolejnej części było przeprowadzone szkolenie z zakresu „Jak rozwijać inteligencję twórczą i uczyć się szybciej”. Szkolenie zostało przeprowadzone przez panią Agnieszkę Forzpańczyk i cieszyło się sporym zainteresowaniem wśród obecnych na sali osób.

W czasie wykładu i szkolenia ocenione zostały zmagania szkół z przeprowadzonego konkursu teoretycznego i praktyczne-



Organizatorzy wraz z laureatami konkursu

go. Zwycięzcą jedenastej edycji zmagania młodych elektryków został Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 1 im. Tadeusza Kościuszki w Tomaszowie Mazowieckim. Drugie miejsce zajął Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej w Łodzi, który w ubiegłym roku również zajął drugie miejsce. Trzecie miejsce zajął ubiegłoroczny zwycięzca X WDME Zespół Szkół nr 2 im. Janusza Groszkowskiego w Pabianicach.

Podczas oficjalnego zakończenia XI Wojewódzkich Dni Młodego Elektryka ogłoszono wyniki konkursów, wręczono puchary i nagrody rzeczowe, które zostały ufundowane przez Oddział Łódzki SEP oraz Urząd Miasta Łodzi.

Wielkie podziękowania składamy również nauczycielom akademickim, dzięki którym mogliśmy dostarczyć wiele niezwykłych wrażeń naszym gościom przybyłym na XI Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka.

*Marcin Rybicki*

## IV seminarium „Bezpieczeństwo w inżynierii procesowej”

W dniach 9.05 – 11.05 2014 r. nieopodal Wielunia odbyło się czwarte z kolei seminarium pod hasłem „Bezpieczeństwo w inżynierii procesowej”. Zostało ono zorganizowane przez członków koła Oktan oraz władze wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony środowiska – dziekana ds. studenckich dr inż. Jarosława Sowińskiego. W tym roku zebrali się członkowie kilku kół naukowych, intensywnie działających na naszej uczelni. Oprócz członków koła Oktan, w spotkaniu tym uczestniczyli przedstawiciele SKN Sukces wraz z opiekunem dr inż. Dorotą Brzezińską, SKN Trotyl, a także, po raz drugi, przedstawiciele SK SEP im. prof. Michała Jabłońskiego. Koło SEP reprezentowali: Jarosław Bruszewski oraz Kacper Rembowski. Nasza obecność budziła zainteresowanie wśród reszty uczestników. Pozwoliła nam dalej zacieśniać współpracę z SKN Oktan, ale również nawiązywać kontakty z przedstawicielami innych kół, czego efektem jest współpraca z grupą osób z SKN Trotyl.

W pierwszym dniu tego seminarium odbyła się wycieczka do Zakładu Urządzeń Galwanicznych i Lakierniczych ZUGIL S.A. Jak i w ubiegłym roku, tak i w tym celem wycieczki było zapoznanie się z bezpieczeństwem w zakładach przemysłowych. Zakład ten był też celem naszych, jako elektryków, zainteresowań, ponieważ jednym z produktów tej fabryki są różnego rodzaju obudowy i rozdzielnice elektryczne. Prócz nich uwagę naszą przykuwało także rozwiązanie problemu instalacji elektrycznej w tak dużym i nie skupionym w jednym budynku przedsiębiorstwie. Po wizycie w ZUGIL S.A. przybyliśmy do ośrodka letniskowego znajdującego się nieopodal Wielunia. Dalszy ciąg pierwszego dnia minął nam na integracji z reprezentantami innych kół. Zwieńczeniem tego dnia było ognisko, które dawało jeszcze lepsze możliwości na poznanie się oraz wymianę doświadczeń.

Drugi dzień minął pod znakiem prezentacji poszczególnych kół. Sesję wykładową oficjalnie otworzył dziekan ds. studenckich Wydziału IPOŚ dr inż. Jarosław Sowiński. Sesję rozpoczęło wystąpienie dr. Macieja Jaskólski pt. „Modelowanie dna zbiornika zaporowego na przykładzie Zalewu Sulejowskiego”. Wykład ten był poświęcony projektowi stworzenia mapy batygraficznej Zalewu Sulejowskiego, która później miała się przydać m. in. przy ustaleniu przebiegu procesu sedymentacji w zbiorniku zaporowym. Już po tym wykładzie można było zauważyć chęć zdobywania wiedzy przez uczestników w postaci aktywnej dyskusji. Po tym wykładzie kolejni przedstawiciele różnych kół prezentowali tematy bezpieczeństwa z różnych dziedzin. Po-

śród nich znalazły się również wypowiedzi o problemach, które związane są z działalnością Stowarzyszenia Elektryków Polskich czyli elektrotechniką, jak i również energetyką, którą studiuje. Tytuły tych referatów to: „Zagrożenie prądem elektrycznym” koła SKN Sukces oraz „Ochrona środowiska przed emisją lotnych zanieczyszczeń” jednego z przedstawicieli SKN Trotyl. Na zakończenie pierwszej sesji referatowej wystąpiły przedstawicielki z Wydziałowej Rady Studentów, które przedstawiły nam, jakie obowiązki ma student wobec uczelni oraz jakie prawa i w jaki sposób może je egzekwować.

Po przerwie rozpoczęła się druga sesja referatowa, którą rozpoczęli przedstawiciele SKN Oktan. Następnie wystąpili przedstawiciele kół SKN Sukces, SKN Oktan, a na samym końcu wystąpili reprezentanci koła Trotyl, którzy przybliżyli nam wiedzę na temat rygorów bezpieczeństwa, jakie panują w zakładach farmaceutycznych. Prezentacja wzbudziła wielkie zainteresowanie wśród uczestników. Na zakończenie części wykładowej, poszczególnie koła uczestniczące w tym spotkaniu miały możliwość wypowiedzi ogólnej na temat seminarium. Po tych wypowiedziach dr Jarosław Sowiński oficjalnie zamknął część oficjalną IV seminarium pt. „Bezpieczeństwo w Inżynierii Procesowej”.

Reszta dnia przeminęła na luźnej rozmowie pomiędzy uczestnikami na temat prezentacji przedstawionych w trakcie seminarium, a także doświadczeń związanych z działalnością w poszczególnych kołach. Również i ten dzień został zakończony ogniskiem, które skupiło wokół siebie wszystkich uczestników, aby mogli odprężyć się i zrelaksować po ciężkim dniu. Również i członkowie SK SEP aktywnie uczestniczyli we wszelkiego rodzaju dyskusjach. Rozmowy toczyły się przez długi czas i na tym zakończył się drugi dzień seminarium.

Ranek trzeciego i ostatniego dnia seminarium był pogodny i rześki, co było powodem ożywionej atmosfery wśród wszystkich. Było to również związane z powrotem do Łodzi.

Reasumując, wyjazd ten należy uważać za udany. Dzięki niemu dalej będziemy współpracować z SKN Oktan. Wyjazd ten dał także możliwość poznania ludzi, ich poglądów i doświadczeń, z kręgów nie związanych bezpośrednio z dziedziną, którą się zajmujemy, jednak mogących pośrednio wpływać na jej kształt. Mamy nadzieję, że znajomości nawiązane na tym wyjeździe dadzą nam możliwości współpracy również z innymi kołami nie uczestniczącymi w spotkaniu.

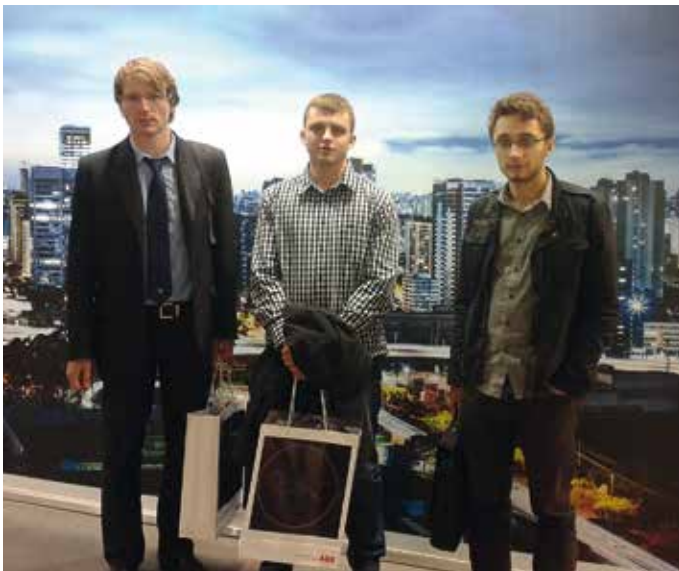
*J. Bruszewski i K. Rembowski*

## XII Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu Instalacje elektryczne wysokiego, średniego i niskiego napięcia n.t. „Rozdzielnice w izolacji gazowej”

**EXPOPOWER & GREENPOWER, Poznań, 14.05.2014 r.**

W dniach 13–15 maja br. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich odbyły się Międzynarodowe Targi Expopower & GreenPower. Podczas targów odbyła się XII Konferencja Naukowo Techniczna z cyklu „Instalacje elektryczne niskiego, średniego i wysokiego napięcia” na temat „Rozdzielnice w izolacji gazowej 110 i 400 kV” organizowana przez Oddział Poznański SEP.

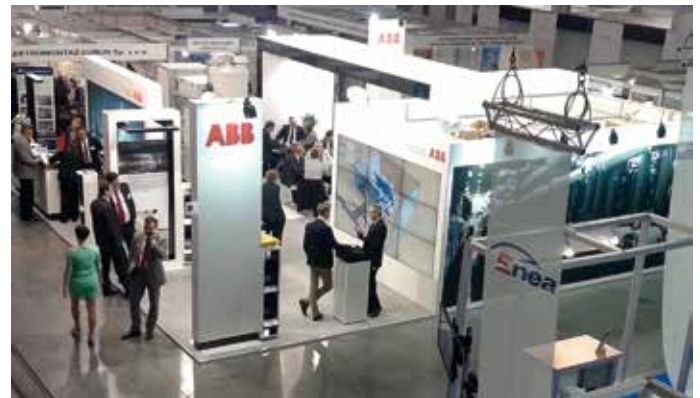
Odbyło się w tym czasie wiele seminariów dotyczących energetyki oraz energii zielonej. W drugim dniu targów odbyła się XII Konferencja Naukowo Techniczna z cyklu „Instalacje elektryczne niskiego, średniego i wysokiego napięcia”, na której obecni byli przedstawiciele Oddziału Łódzkiego SEP ze Studenckiego Koła SEP im. Prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej: kolega Marcin Rybicki, kol. Adam Maciejewski oraz kol. Artur Krotiuk. Głównym tematem konferencji były „Rozdzielnice w izolacji gazowej 110 i 400 kV”.



Konferencję rozpoczął od powitania gości oraz referentów prezes Oddziału Poznańskiego SEP Kazimierz Pawlicki, który jednocześnie przedstawił przebieg spotkania, a następnie przekazał głos przedstawicielom Politechniki Poznańskiej. W tej części została przedstawiona prezentacja dotycząca izolacji gazowej stosowanej w urządzeniach elektroenergetycznych średnich, wysokich i najwyższych napięć przy uwzględnieniu sześćfluorku siarki. Jednocześnie zostały opisane własności chemiczne oraz fizyczne tego gazu, który znalazł zastosowanie w rozdzielnicach. Przedstawiono wpływ gazu na środowisko naturalne oraz jego recykling.

W następnym wystąpieniu Waldemar Dołęga z Politechniki Wrocławskiej przedstawił bariery i utrudnienia formalno-prawne, środowiskowe i społeczne przy budowie nowych stacji elektroenergetycznych. Zwrócono szczególnie uwagę na ustawy:

o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz na prawo dotyczące ochrony środowiska. W referacie przedstawionym przez przedstawiciela ABB opisano unikalne rozwiązanie w zakresie adaptacji GIS (*Gas Insulated Switchgear*) w systemach energetycznych. Referent scharakteryzował kompaktową rozdzielnicę gazową 110 kV typu ELK-04 w oparciu o moduły 110 kV typu ST7, które między innymi były dostarczane i uruchamiane w przemyśle naftowym i wydobywczym na terenie Rosji, gdzie panują skrajne warunki atmosferyczne. Rozdzielnice te pracowały bezproblemowo nawet przy  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Przedstawiono wyniki prób zwarciovych wyłącznika, które to polegały na załączaniu i wyłączaniu trójfazowego prądu zwarciovego 50 kA z napięciem powrotnym w trzech fazach aparatu.



Po zakończeniu prezentacji nastąpiła przerwa kawowa, po której głos zabrał kolejny przedstawiciel ABB. Przedstawił nam kompaktową rozdzielnicę 400 kV typu ELK – 3/420C z izolacją  $\text{SF}_6$  (GIS). Zostały przedstawione techniczne rozwiązania, które niewątpliwie są dużą zaletą podczas montażu i transportu elementów rozdzielnicy. Jedną z ciekawszych części był panel dyskusyjny, w którym uczestniczyli przedstawiciele ABB Polska oraz ABB Niemcy.

Ostatnią częścią było wystąpienie przedstawicieli Elektrobudowy, w którym opisali badanie wyłącznika wysokiego napięcia 110 kV, również w izolacji gazowej typu EB – 01. Była to doskonała możliwość porównania technologii i różnic w budowie wyłączników przez Elektrobudowę i ABB.

Po zakończeniu konferencji, nasi delegaci mieli możliwość zapoznania się z nowościami technicznymi, które były dostępne „na wyciągnięcie ręki”. Była to niewątpliwie bardzo praktyczna podróż dla studentów ze Studenckiego Koła SEP, którzy w niedługiej przyszłości wkroczą na rynek pracy i będą musieli pracować z wieloma urządzeniami, które były dostępne na targach.

Szczególne podziękowania kierujemy Oddziałowi Łódzkiemu SEP za wsparcie dzięki, któremu mogliśmy uczestniczyć w takim wydarzeniu.

*Marcin Rybicki*

# 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 obsługa 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**

# II KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ

3 - 6 września 2014

Gmach Główny Politechniki Warszawskiej

*Elektryka podstawą rozwoju cywilizacyjnego Polski  
Elektronizacja i informatyzacja miarą nowoczesności*



**ENERGETYKA  
ELEKTRONIKA  
INFORMATYKA  
ELEKTROTECHNIKA  
TELEKOMUNIKACJA  
ELEKTROENERGETYKA**

Honorowy Patronat  
Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej  
Bronisława Komorowskiego



**Największe wydarzenie w branży elektrycznej w roku 2014  
Zostań wystawcą, uczestnikiem, słuchaczem, sponsorem  
— bądź wśród nas**



**INFORMACJE**  
**22 556 43 09**

**Biuro Kongresu**  
Stowarzyszenie Elektryków Polskich  
[www.kongres-sep.pl](http://www.kongres-sep.pl)  
[biuro@kongres-sep.pl](mailto:biuro@kongres-sep.pl)

