



# BIULETYN

TECHNICZNO-INFORMACYJNY

Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 4/2022 (96)

ISSN 2082-7377

Grudzień 2022



„Elektrycy dla przyszłości Polski”

## XL WALNY ZJAZD DELEGATÓW



## STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Bydgoszcz, 22 - 25 września 2022 roku





*Zarząd Oddziału Łódzkiego  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich  
serdecznie zaprasza  
członków i sympatyków na*

# *Bal Elektryka 2023*

*28 stycznia 2023 r. w godz. 19:00 – 04:00*

*Miejsce: Dwór Artusa ul. Przyjazna 20, Łódź  
(skrzyżowanie ul. Zakładowej i al. Książąt Polskich)*

*Koszt udziału: 250,00 zł od osoby  
(w tej kwocie organizatorzy zapewniają  
przystawki, ciepłe posiłki i napoje bezalkoholowe)*

*W celu uzyskania szczegółowych informacji lub dokonania  
zapisów, prosimy o kontakt do dnia 16 stycznia 2023 r.  
z kol. Anną Grabiszewską  
tel. 42 632 90 02; 607 527 022  
e-mail: a.grabiszewska@seplodz.pl*

## BIULETYN TECHNICZNO- INFORMACYJNY OŁ SEP

Wydawca:

### Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

90-007 Łódź

pl. Komuny Paryskiej 5a,

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

Konto:

Santander Bank Polska SA XV O/Łódź

nr 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

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

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Andrzej Boroń

dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. UTP

mgr Anna Grabiszewska – sekretarz

dr inż. Adam Ketner

dr inż. Tomasz Kotlicki

mgr inż. Jacek Kuczkowski

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński

dr hab. inż. Paweł Różga, prof. PŁ

– przewodniczący

mgr inż. Jakub Staniewski

dr inż. Artur Szczyński

dr inż. Przemysław Tabaka

dr inż. Józef Wiśniewski

prof. dr hab. inż. Jerzy Zieliński

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

Wszystkie artykuły naukowe  
publikowane w Biuletynie są  
recenzowane przez członków  
Komitetu Redakcyjnego.

Redakcja:

Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 404

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

Skład: Alter

tel. 42-652-70-73, 605-725-073

Druk: Drukarnia BiK Marek Bernaciak

95-070 Antoniew, ul. Krucza 21

tel. 42-676-07-78

Nakład: 350 egz.

ISSN 2082-7377

- **Wybrane zagadnienia wyznaczania poziomu dźwięku transformatorów mocy w zależności od zastosowanych metod i procedur pomiarowych**  
M. Świątkowski ..... 2
- **Wdrożenie chromatografii jako metody badawczej do diagnostyki transformatorów oraz jej rozwój na przestrzeni 50 lat**  
H. Olejniczak, T. Buchacz, B. Bednarska ..... 7
- **Transformatory specjalnej konstrukcji przystosowane do pracy w warunkach farm fotowoltaicznych**  
S. Cybulski ..... 13
- **Nowe stanowisko laboratoryjne w Instytucie Elektroenergetyki PŁ**  
F. Stuchała, P. Różga ..... 17
- **Konferencja Naukowo-Techniczna „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów” – Wisła 2022**  
J. Sanocki ..... 18
- **XL Walny Zjazd Delegatów SEP. Bydgoszcz, 22 – 25 września 2022 r.**  
A. Grabiszewska ..... 19
- **Specjalista od rezystancji izolacji. Nowy wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych MPI-536 firmy SONEL** ..... 23
- **Szkolenie dla członków Komisji Kwalifikacyjnych. 30 września – 1 października 2022 r.**  
A. Grabiszewska ..... 24
- **Sprawozdane z obrad Komisji Zasilania IGKM w Łodzi**  
J. Gałęski ..... 26
- **Z wizytą na XXXV Międzynarodowych Energetycznych Targach Bielskich ENERGETAB®**  
M. Höffner, H. Szumigaj ..... 27
- **Via Płock, Brodnica, Olsztyn, Nidzica do firmy Wiśniewski**  
H. Szemiot ..... 31
- **Aktualności Koła Terenowego nr 2**  
M. Höffner ..... 39
- **Dzień Energetyka – historia i terażniejszość**  
H. Aniołczyk ..... 39
- **Błędy projektowe i montażowe instalacji fotowoltaicznych**  
P. Gorzkiewicz ..... 41
- **Wakacyjna Szkoła Liderów**  
A. Sztamborski, J. Woźniak ..... 42

# Wybrane zagadnienia wyznaczania poziomu dźwięku transformatorów mocy w zależności od zastosowanych metod i procedur pomiarowych

Michał Świątkowski  
Hitachi Energy Sp. z o.o.

## Streszczenie

Poziom dźwięku charakteryzującego dane urządzenie określa się najłatwiej za pomocą mocy akustycznej. Parametr ten wyznacza się poprzez pomiary, na które wpływa wiele czynników zewnętrznych.

Wymagania stawiane przez konkretną normę, wybór metody i procedury pomiarowej, jak również czynniki środowiskowe mają wpływ na uzyskany wynik końcowy.

W oparciu o pomiary dźwięku wykonane w różnych stanach pracy transformatora (stan jałowy i pod obciążeniem), zbadano wpływ wybranych czynników na wyznaczony poziom mocy akustycznej. Takimi czynnikami są: liczba punktów pomiarowych, powtarzalność pomiaru, zmiana obwiedni i odległości pomiarowej. Wyniki testów wykonanych na stacjach prób i w laboratoriach koncernu Hitachi Energy pokazały w ostatnich latach, że całkowita niepewność podczas wyznaczania mocy akustycznej transformatora waha się w granicach  $\pm 1,5$  dB.

W celu jak najdokładniejszego wyznaczenia poziomu mocy akustycznej transformatora zaleca się stosowanie następujących „najlepszych praktyk”:

- stosowanie metody natężenia dźwięku,
- stosowanie procedury „walk-around”,
- akustyczną kontrolę środowiska pomiarowego, zwłaszcza poziomu dźwięku tła,
- staranne prowadzenie pomiarów, zgodnie z wymaganiami normy.

Metody, o których mowa powyżej, zostały wybrane jako przykładowe i będą szerzej omawiane w referacie.

Istnieje wiele innych czynników również mających wpływ na dokładność pomiaru. Są one przedmiotem aktualnych badań w koncernie Hitachi Energy i będą publikowane w przyszłości.

## 1. Wyznaczanie poziomu dźwięku transformatorów

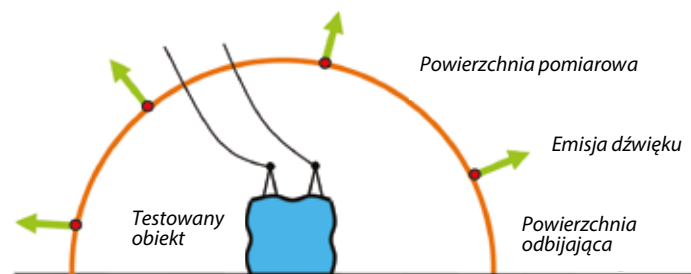
### 1.1. Wprowadzenie

Poziom dźwięku charakteryzującego dane urządzenie określa się najczęściej za pomocą mocy akustycznej. Parametr ten wyznacza się za pomocą pomiarów, na które może wpływać wiele czynników zewnętrznych. Wybór metody i procedury pomiarowej, wymagania stawiane przez konkretną normę, jak również zewnętrzne czynniki środowiskowe mają wpływ na uzyskany wynik mocy akustycznej transformatora. Sposób pomiarów oraz wyznaczania poziomu dźwięku transformatora opisany jest w normach technicznych: europejskiej IEC 60076-10:2016 „Power Transformers – Part 10: Determination of sound levels” [1] oraz amerykańskiej IEEE C57.12.90 „IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers” [3]. Najbardziej zaawansowana jest

edycja 2.0 normy IEC 60076-10 opublikowana w 2016 r. Podstawowe zasady pomiarów akustycznych zostały zaczerpnięte z międzynarodowych standardów technicznych [4, 5, 6]. Zaproponowanej w nich metody nie można wprost zastosować w transformatorach. Ze względów praktycznych muszą być zmodyfikowane – uproszczone. Aby omówić zależności pomiędzy procedurami pomiarowymi oraz jak one wpływają na wynik końcowy, przeanalizowano szereg pomiarów wykonanych na stacji prób transformatorów mocy Hitachi Energy w Łodzi. Przeprowadzono ponad 100 testów na transformatorach w różnych stanach pracy, w stanie jałowym i pod obciążeniem na sześciu wybranych transformatorach o mocy od 90 MVA do 450 MVA i napięciu systemu górnego od 110 kV do 420 kV. Zaprezentowano wpływ pięciu różnych czynników na uzyskane wyniki pomiarów.

### 1.2. Powierzchnia pomiarowa i jej ograniczenia dla pomiarów poziomu dźwięku transformatorów

Moc akustyczna (poziom mocy akustycznej) maszyn oraz urządzeń elektrycznych, takich jak transformatory, nie może być zmierzona bezpośrednio żadnym miernikiem, ale sposobami pośrednimi. Jednym ze sposobów określenia poziomu mocy akustycznej jest zastosowanie powierzchni pomiarowej, czyli powierzchni „otaczającej” całkowicie badane urządzenie. Zasada ta stanowi, że moc akustyczna określana jest poprzez bezpośredni pomiar ciśnienia akustycznego lub natężenia dźwięku wokół badanego obiektu stojącego na powierzchni nie pochłaniającej dźwięku. Dodatkowo zakłada się, że cała emitowana z obiektu moc akustyczna jest wypromieniowana poprzez tzw. powierzchnię otaczającą (patrz rys. 1.).



Rys. 1. Graficzne przedstawienie powierzchni pomiarowej

Określenie poziomu mocy akustycznej  $L_w$  zgodnie z tą zasadą uzyskiwane jest poprzez sumowanie przestrzennie i czasowo uśrednionego poziomu ciśnienia akustycznego  $L_p$  bądź poziomu natężenia dźwięku  $L_I$  z tzw. pomiarem powierzchni. Można to opisać następującymi równaniami:

$$L_w = L_p + 10 \cdot \log \frac{S}{S_0}, \quad L_w = L_I + 10 \cdot \log \frac{S}{S_0}, \quad S_0 = 1 \text{ m}^2. \quad (1)$$

gdzie:

$L_w$  – poziom mocy akustycznej,

$L_p$  – poziom ciśnienia akustycznego,  
 $L_i$  – poziom natężenia dźwięku,  
 $S$  – pole powierzchni pomiarowej,  
 $S_0$  – pole powierzchni referencyjnej.

Oczywistym jest fakt, że im lepiej przeprowadzony jest proces pomiaru ciśnienia/natężenia dźwięku na „powierzchni otaczającej” obiekt, tym dokładniej można określić moc akustyczną. Istnieją jednak pewne ograniczenia praktyczne.

Patrząc na rysunek 1. można stwierdzić, że zastosowanie zasady powierzchni otaczającej dla transformatorów mocy wymaga uproszczeń. Najważniejsze z nich to ograniczenie dostępności do całkowitej powierzchni pomiarowej. Ze względów bezpieczeństwa, zwykle niemożliwe jest prowadzenie jakichkolwiek pomiarów w pobliżu przepustów wysokonapięciowych. Fakt ten odzwierciedlony jest również w standardach, gdzie dokładnie podane są dopuszczalne miejsca prowadzenia pomiarów akustycznych – zawsze poniżej wysokości pokrywy transformatora. Takie uproszczenie zakłada, że średni poziom hałasu w obszarze powyżej pokrywy kadzi transformatora jest w przybliżeniu równy pomierzonemu na niższej wysokości (1).

Innym czynnikiem wpływającym na niepewność poziomu hałasu są ograniczenia gabarytowe stacji prób. Odzwierciedlają to relatywnie małe odległości pomiarowe, w normie 1 m i 2 m. Użytkownika transformatorów mocy interesuje jednak hałas emitowany do tzw. „dalekiego pola”, który mógłby być mierzony z dużo większych odległości od badanego obiektu, np. 100 m. Wówczas zminimalizowane mogłyby być niekorzystne zjawiska występujące w „bliskim polu” oraz zjawiska wynikające ze skomplikowanego kształtu badanego obiektu. Niepewność wynikająca z prowadzenia pomiarów z niewielkich odległości może zostać w dużym stopniu ograniczona poprzez zastosowanie metody natężenia dźwięku. W metodzie natężenia dźwięku mierzy się hałas emitowany do „dalekiego pola” i stąd stosowanie jej jest zalecane, kiedy to tylko jest możliwe.

Ścisłe związane z wyżej wymienionymi efektami jest zdefiniowanie zgodnie z normą powierzchni pomiarowej  $S$ . Jest to „półsfery” wokół transformatora, która jest opisana w równaniu (1) i przedstawiona na rys. 1. W normie zastosowano wzory, które w zadowalający sposób przybliżają rzeczywistą wartość pola tej powierzchni. Obecnie stosowane są dwa podejścia:

$$S = 1,25 \cdot h \cdot l_m, \quad S = (h+x) \cdot l_m \quad (2)$$

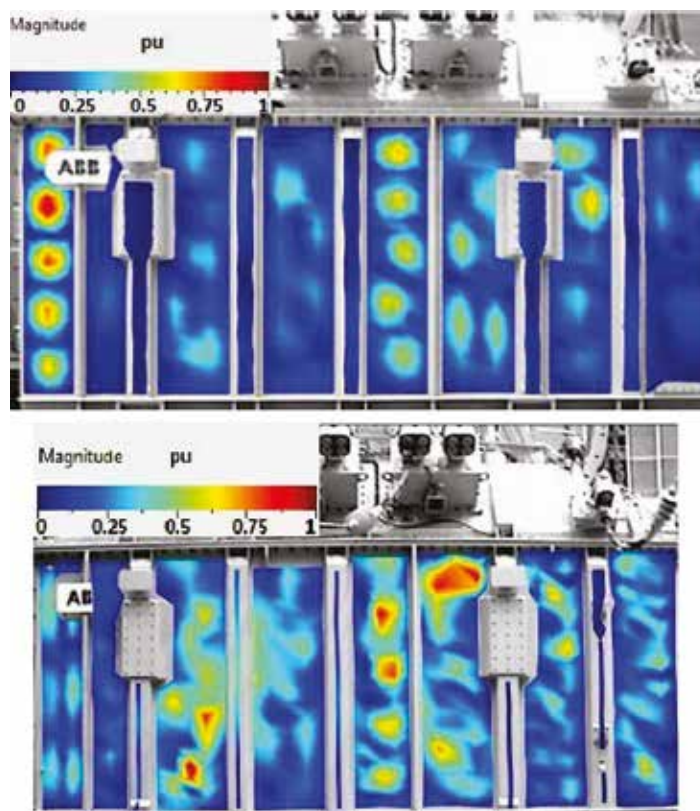
gdzie:

$h$  – wysokość badanego obiektu w metrach liczona od powierzchni odbijającej dźwięk,  
 $x$  – odległość pomiarowa w metrach,  
 $l_m$  – długość obwiedni pomiarowej w metrach,  
 $S$  – pole powierzchni pomiarowej w metrach kwadratowych.

Wszystkie przytoczone wielkości wyrażone są w metrach. Pierwszy ze wzorów stosowany jest tylko dla pomiarów prowadzonych z odległości 0,3 m, natomiast drugie podejście może być wykorzystane dla wszelkich odległości pomiarowych nieprzekraczających 30 m. Bardziej szczegółowe informacje na ten temat zawarte są w normie [2].

### 1.3. Złożoność zjawiska drgań kadzi transformatora i jego wpływ na pomiar poziomu hałasu

W poprzedniej części skomentowano niepewność poziomu hałasu w związku z warunkami pomiaru. Rys. 2. ilustruje złożoność zjawiska drgań ściany kadzi oraz niejednorodne rozłożenie postaci drgań. Pojawia się pytanie: czy postaci drgań mogą wprowadzać dodatkowe niepewności w pomiarach poziomu hałasu?



Rys. 2. Postaci drgań kadzi transformatora mierzone w stanie obciążenia (u góry) oraz w stanie jałowym (na dole) dla dominujących częstotliwości akustycznych, odpowiednio 100 Hz / 300 Hz

## 2. Procedury i metody pomiarowe oraz ich wpływ na dokładność pomiaru

Podczas gdy poziom mocy akustycznej jest wielkością charakteryzującą konkretne urządzenie, to określenie jej podczas pomiaru może być zakłócone wieloma czynnikami. Bazując na wynikach pomiarów transformatorów przeprowadzonych w laboratorium fabryki Hitachi Energy w Łodzi, omówiono wpływ czynników zewnętrznych na uzyskany wynik pomiaru. Wspomniane laboratorium pomiarowe charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami akustycznymi, o czym świadczy tło akustyczne pomierzone na poziomie 30 dB(A). Tak dobre właściwości otrzymano przez odpowiedni projekt akustyczny pomieszczenia oraz zastosowanie materiałów absorbujących dźwięk. Urządzenia zasilające stację zlokalizowane są w odseparowanym pomieszczeniu, co dodatkowo redukuje hałas zewnętrzny. Wszelkie pomiary dźwięku wykonywane są za pomocą miernika B&K 2270. Właściwie ukształtowane warunki akustyczne pomieszczenia oraz odpowiedni sprzęt pomiarowy są kluczem do prowadzenia rzetelnych i wiarygodnych badań dźwięku.

### 2.1. Porównanie procedur pomiarowych: „walk – around”<sup>1</sup> vs. „scanning”<sup>2</sup>

Zgodnie z opisem (rys. 1.) należy stwierdzić, że im więcej punktów pomiarowych zlokalizowanych na powierzchni pomiarowej badanego obiektu, tym bardziej wiarygodny wynik pomiarów dźwięku uzyskamy.

<sup>1</sup> Procedura pomiaru z rejestracją sygnału ciągłą, ścieżka pomiaru wyznaczona wokół transformatora lub wzdłuż jednej ściany kadzi, pomiar na wysokości 1/3 h oraz 2/3 h zgodnie z normą IEC 60076-10.

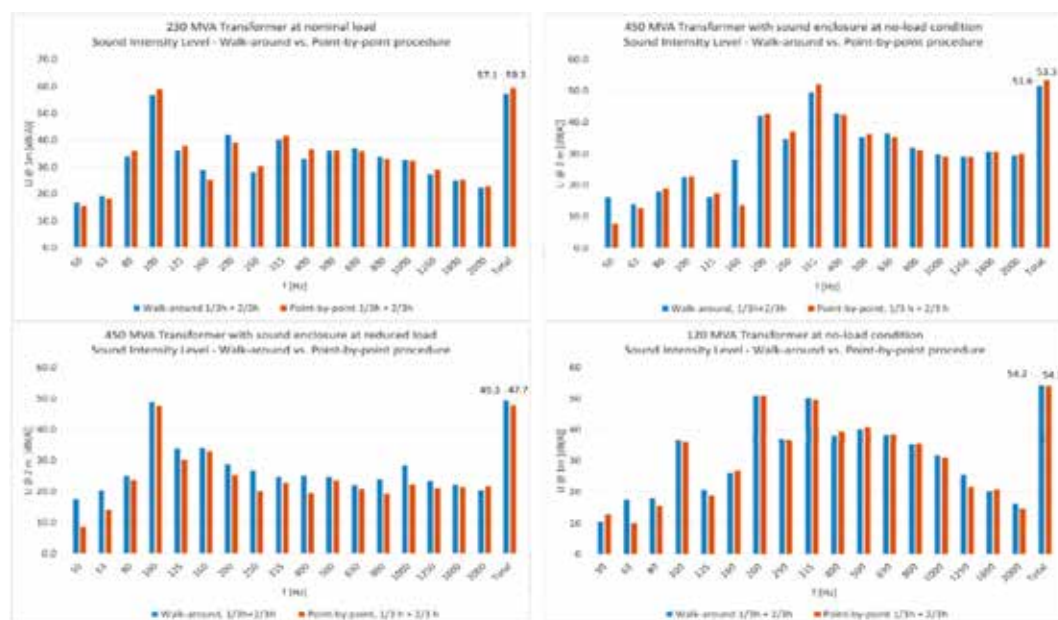
<sup>2</sup> Procedura pomiaru z rejestracją sygnału ciągłą, ścieżka pomiaru wyznaczona na powierzchni mierzonego obszaru transformatora, najczęściej skanowanie jednej ściany transformatora.

Niejednorodne rozmieszczenie postaci drgań na powierzchni ściany kadzi (rys. 2.) oczywiście potwierdza ten fakt, szczególnie w przypadku, gdy odległość pomiarowa jest niewielka – tutaj 1 m. W celu ustalenia niepewności jaką wprowadza standardowy pomiar prowadzony wzdłuż ścieżki na jednej bądź dwóch wysokościach, wyniki takich pomiarów porównano z rezultatami badań przeprowadzonych procedurą skanowania powierzchni. Do rozważań wybrano jedną ze ścian kadzi transformatora i w obu przypadkach prowadzono pomiar ciągły (z ciągłym uśrednianiem wartości), tzn. ciągle przemieszczając sondę pomiarową. W przypadku procedury skanowania powierzchni przemieszczano mikrofon tak, aby pokryć wszystkie obszary ściany równomiernie. Wyniki porównania obu procedur pomiarowych przedstawione są na rys. 3.

Rezultaty jasno pokazują, że standardowe wymagania dotyczące wyboru ścieżki są w pełni uzasadnione dla niższych (bezpiecznie dostępnych) obszarów transformatora zarówno w przypadku pomiarów w stanie jałowym, jak i pod obciążeniem. Różnice obu procedur we wszystkich przypadkach nie przekraczają 1 dB (pomiar na transformatorze 250 MVA/220 kV).



Rys. 3. Porównanie pomiarów hałasu przeprowadzone przy użyciu dwóch różnych procedur pomiaru ciągłego „walk-along” vs. „scanning”



Rys. 4. Pomiary poziomu hałasu zgodnie z IEC: procedura „walk-around” vs. „point-by-point”

## 2.2. Porównanie procedur pomiarowych „walk-around” vs. „point-by-point”<sup>3</sup>

Historycznie tzw. procedura pomiarowa punkt po punkcie była jedyną oferowaną przez standardy, niejako narzuconą przez ograniczenia techniczne sprzętu pomiarowego. Obróbka danych w urządzeniu zajmowała zbyt wiele czasu, co wymuszało pomiary poziomu dźwięku w sposób stacjonarny, tzn. w określonych punktach. Nowoczesne mierniki dźwięku mają zdecydowanie szybsze procesory i pozwalają na pomiar ciągły ze ściśle określoną w normie [1] prędkością, nie wprowadzając przy tym dodatkowych błędów. Rys. 4. pokazuje zmierzone poziomy dźwięku trzech transformatorów mocy w celu porównania dwóch rozważanych procedur pomiarowych. Różnica w poziomach dźwięku mierzonych tymi dwiema procedurami nie jest wyraźna i może być określona w obydwie strony, tzn. poziom dźwięku z procedury „point-by-point” może być zarówno wyższy, jak i niższy od poziomu pomierzonego za pomocą procedury „walk-around”. Tutaj różnice wahają się w granicach  $\pm 2$  dB. Rozbieżności w poziomach pomiędzy procedurami wskazują na ewidentny wpływ złożoności zjawiska występowania postaci drgań ściany kadzi (rys. 2.). Wydaje się więc, że o ile uproszczenia pomiarów polegające na odstępstwie od skanowania całej powierzchni na rzecz pomiaru wzdłuż ścieżki nie wpływają na dokładność, o tyle pomiary jedynie w wybranych punktach już tak.

Opierając się na prezentowanych wynikach, można z przekonaniem stwierdzić, że procedura „walk-around” jest dokładniejsza niż procedura „point-by-point”. Procedury pomiaru wzdłuż ścieżki mierzą średni poziom dźwięku na całej drodze pomiarowej, tzn. wykorzystując do tego o wiele więcej punktów. Procedury tej powinno się używać kiedy jest to tylko możliwe. W odniesieniu do niepewności pomiarowej można stwierdzić, że procedura „walk-around” nie wprowadza błędów, podczas gdy procedura „point-by-point” implikuje niepewność w przybliżeniu  $\pm 2$  dB.

Opierając się na prezentowanych wynikach, można z przekonaniem stwierdzić, że procedura „walk-around” jest dokładniejsza niż procedura „point-by-point”. Procedury pomiaru wzdłuż ścieżki mierzą średni poziom dźwięku na całej drodze pomiarowej, tzn. wykorzystując do tego o wiele więcej punktów. Procedury tej powinno się używać kiedy jest to tylko możliwe. W odniesieniu do niepewności pomiarowej można stwierdzić, że procedura „walk-around” nie wprowadza błędów, podczas gdy procedura „point-by-point” implikuje niepewność w przybliżeniu  $\pm 2$  dB.

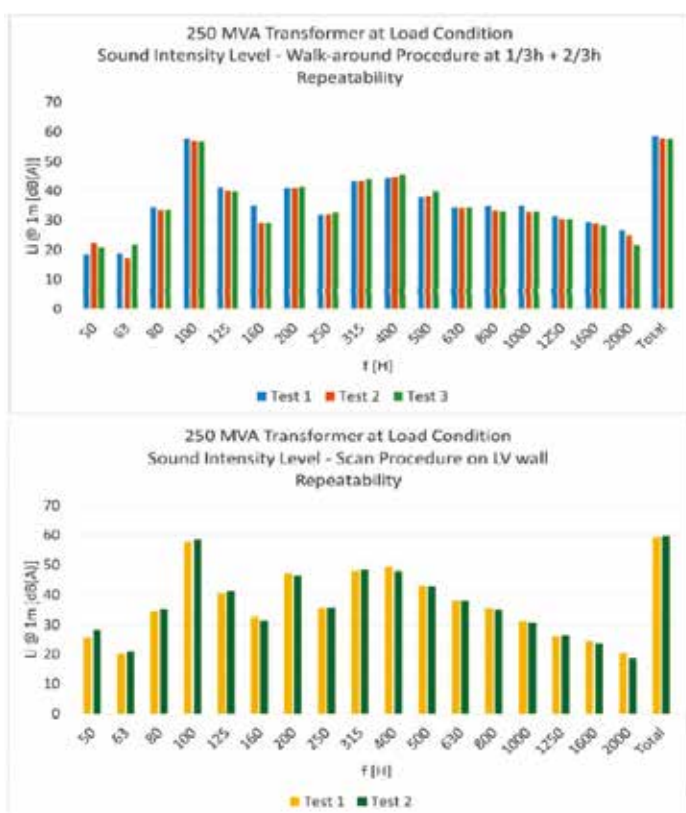
## 2.3. Powtarzalność wyników pomiarów dźwięku

Rozbieżność zmierzonych wartości poziomów dźwięku przy powtórzonych pomiarach jest wskaźnikiem jakości prowadzonych testów. W ten sposób można zbadać, na ile zmienia się stabilność testowanego urządzenia, czy samo wykonanie pomiarów.

<sup>3</sup> Procedura pomiaru z rejestracją sygnału w wyznaczonych punktach, ścieżka pomiaru wyznaczona wokół transformatora lub wzdłuż jednej ściany kadzi, pomiar na wysokości 1/3 h oraz 2/3h zgodnie z normą IEC 60076-10.

Rys. 5. ilustruje, że zmienność wartości poziomów dźwięku dla powtarzanych pomiarów jest mała, wręcz nieistotna.

Należy wspomnieć, że prezentowane na rys. 5. wyniki pomiarów zostały zebrane przy niezmiennym umiejscowieniu transformatora na stacji prób. Oczywiście warto byłoby przeprowadzić test powtarzalności wyników, zmieniając położenie transformatora pomiędzy pomiarami. Dodatkowo, interesujący mógłby być wpływ zmian konstrukcji wsporczej, na jakiej usadowiony jest transformator podczas testów. Aspekty te będą przedmiotem kolejnych badań.



Rys. 5. Wyniki powtarzanych pomiarów z procedur „walk-around” oraz „scanning”

#### 2.4. Pomiary w trudnych warunkach, wpływ ścieżki pomiaru na wynik poziomu dźwięku

Z dotychczasowej treści wynika, że podczas pomiarów ważne jest uwzględnienie jak największego obszaru otaczającego transformator. Jednym ze sposobów na spełnienie tego wymagania jest prowadzenie pomiaru wokół obiektu, tzn. wzdłuż całej, zamkniętej ścieżki. Są jednak sytuacje, kiedy nie ma możliwości zachowania ciągłości pomiaru. Niezbędne są wtedy modyfikacje wysokości i odległości od badanego obiektu. Tego typu testy należy przeprowadzać ze szczególną ostrożnością. W przypadku, gdy poziom emisji dźwięku w niedostępnym obszarze różni się znacznie od tego w obszarze pomiarowym, może to skutkować większymi błędami pomiarów. Wówczas zmierzone poziomy  $L_p$  lub  $L_I$  nie odzwierciedlają całej ścieżki pomiarowej. Aby lepiej zrozumieć i poznać niepewność pomiarową występującą w takich obszarach, przeprowadzono pomiary hałasu wzdłuż fragmentów ścieżki pomiarowej na dwóch wybranych transformatorach. Obie jednostki wykazywały się wyraźnie różną emisją dźwięku wokół ich obrysu, jak i bezproblemowym dostępem do całej ścieżki pomiarowej. Przyczyny występowania znacznych różnic emisji dźwięku wokół określonego transformatora związane są z jego konstrukcją i nie są przedmiotem rozważań tego opracowania.

Tabela 1. Poziomy dźwięku poszczególnych ścian transformatora 250 MVA/220 kV (50 Hz)

Stan pracy	Poziomy dźwięku	Strona LV	Ściana krótka 1	Ściana krótka 2	Strona HV	Średnia
Obciążenie	$L_I$ [dB(A)]	59,6	59,9	52,3	60,1	58,9
	$L_p$ [dB(A)]	61,9	61,8	57,1	62,5	61,3
Jałowy	$L_I$ [dB(A)]	61,2	62,8	54,6	61,7	61,0
	$L_p$ [dB(A)]	64,4	66,2	58,7	64,3	64,1

Tabela 1. przedstawia wyniki pomiarów dźwięku prowadzonych oddzielnie dla czterech ścian kadzi transformatora o mocy 250 MVA/220 kV. Można zauważyć, że dla jednej ściany krótkiej występują zdecydowanie niższe poziomy dźwięku niż dla pozostałych, dla dwóch stanów pracy: jałowego i pod obciążeniem. Jej wpływ na całkowity uśredniony poziom dźwięku jest umiarkowany. Pominięcie w pomiarze ściany krótkiej z niższym poziomem emitowanego dźwięku – powiedzmy ze względu na brak dostępu – wywołałby wzrost średniego poziomu dźwięku o około 1 dB. Wpływ pominięcia którejś z pozostałych ścian byłby mniejszy – średni poziom dźwięku zostałby zredukowany o około 0,5 dB.

Tabela 2. Całkowite i częściowe poziomy hałasu transformatora 160 MVA/132 kV (60 Hz)

Stan pracy transformatora	Poziomy dźwięku	Ścieżka wzdłuż LV+HV+krótka 1	Ściana krótka 2	Pomiar wg normy
Obciążenie	$L_I$ [dB(A)]	65,2	69,4	66,6
	$L_p$ [dB(A)]	69,6	73,2	70,9
Jałowy	$L_I$ [dB(A)]	51,3	50,8	51,1
	$L_p$ [dB(A)]	55,2	55,4	55,2

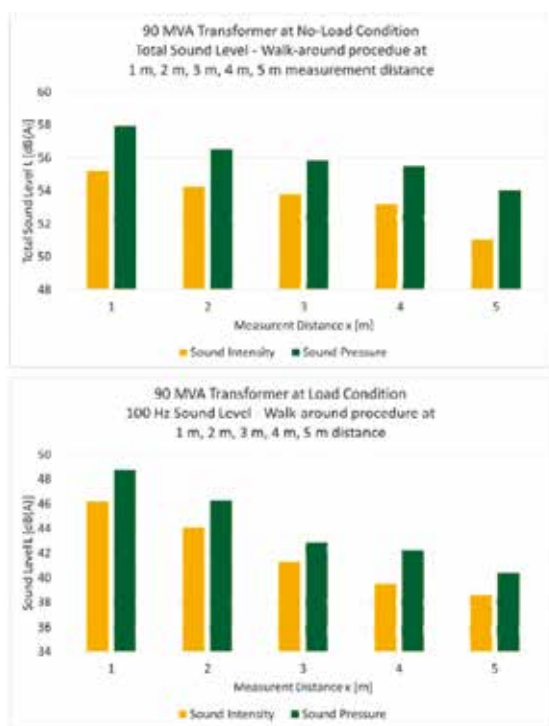
Pomiary pokazane w tabeli 2. zostały wykonane na transformatorze o częstotliwości zasilania 60 Hz. Oprócz standardowych pomiarów według normy, zostały przeprowadzone również testy wzdłuż dwóch fragmentów ścieżki pomiarowej. Podczas gdy różnice emisji dźwięku wzdłuż obwodu dla stanu jałowego są niezauważalne, to dla pracy pod obciążeniem poziomy dźwięku ściany krótkiej są o około 4 dB wyższe od poziomów ścian pozostałych. Przy pominięciu pomiarów dla stanu obciążenia wspomnianej ściany krótkiej, wartość średniego poziomu dźwięku spadłaby o 1,5 dB.

Podsumowując, w przypadku prowadzenia pomiarów jedynie wzdłuż fragmentu ścieżki pomiarowej, znaczne rozbieżności emisji dźwięku na obwodzie powodują ryzyko powstania niepewności pomiarowej w obliczonym poziomie mocy akustycznej. W zdecydowanej większości przypadków wartość tej niepewności nie przekracza jednak  $\pm 1$  dB. Jeśli emisja dźwięku jest obwodowo mniej więcej jednorodna oraz poziom dźwięku tła jest pomijalnie niski, to wpływ niepełnej ścieżki pomiarowej jest znikomy.

#### 2.5. Wpływ odległości pomiarowej

W przedstawionych dotychczas rozważaniach skupiono się głównie na niepewnościach w mierzonych poziomach  $L_p$  oraz  $L_I$  w dolnym obszarze powierzchni pomiarowej. Jeśli chodzi o niepewności wprowadzane przez wybór odległości pomiarowej, interesująca jest wartość poziomu mocy akustycznej. Poziom mocy akustycznej jest wielkością charakterystyczną dane urządzenie, a więc nie powinien zależeć od odległości, z jakiej prowadzone są pomiary. Biorąc pod uwagę fakt, że niepewności w mierzonych poziomach  $L_p$  oraz  $L_I$  są małe – jak pokazano w poprzednich podrozdziałach – należy postawić pytanie: Czy zaproponowany w normie sposób pomiaru powierzchni  $S$ , zgodny z równaniem (2), w połączeniu

ze zmierzonym poziomem dźwięku jest najlepszy do określania poziomu mocy akustycznej? Jeśli tak, to rosnącą wartość pomiaru powierzchni  $L_s$ <sup>4</sup> powinien kompensować malejący wraz z odległością pomiarową poziom  $L_p/L_i$ , zgodnie z równaniem (1). Rys. 6. pokazuje wyniki pomiarów poziomu dźwięku przeprowadzone z różnych odległości wokół transformatora 90 MVA/120 kV zarówno w stanie jałowym, jak i pod obciążeniem. Ze względu na duże wartości odległości pomiarowych, do testów wybrano jednostkę relatywnie niewielką. Zgodnie z przewidywaniami, mierzone poziomy dźwięku maleją wraz ze wzrostem odległości pomiarowej.



Rys. 6. Pomiaru poziomów dźwięku  $L_p$  oraz  $L_i$  prowadzone z różnych odległości pomiarowych

Wyznaczone poziomy mocy akustycznej, wraz z niektórymi parametrami geometrycznymi, zostały pokazane w tabeli 3. Jak można zauważyć, różnica pomiędzy obliczonymi poziomami mocy akustycznej wynosi około 2,5 dB. Wartość tę należy traktować jako niepewność określanego poziomu mocy akustycznej spowodowaną odległością pomiarową.

Tabela 3. Poziomy mocy akustycznej w stanie jałowym transformatora 90 MVA/120 kV wyznaczone poprzez pomiary z różnych odległości

Odległość pomiarowa x [m]	Długość ścieżki pomiarowej $l_m$ [m]	Pole powierzchni pomiarowej S [m <sup>2</sup> ]	Pomiar powierzchni $L_s$ [dB(A)]	Poziom mocy akustycznej obliczony z natężenia dźwięku $L_{wi}$ [dB(A)]	Poziom mocy akustycznej obliczony z ciśnienia akustycznego $L_{wp}$ [dB(A)]
1	24	137	21,4	67,6	70,1
2	30	201	23,0	67,1	69,3
3	37	285	24,5	65,8	67,4
4	43	374	25,7	65,2	68,0
5	49	475	26,8	65,3	67,1

<sup>4</sup>  $L_s = 10 \cdot \log \frac{S}{S_0}$

Tabela 4. Poziomy mocy akustycznej w stanie obciążeniowym transformatora 90 MVA/120 kV wyznaczone poprzez pomiary z różnych odległości

Odległość pomiarowa x [m]	Długość ścieżki pomiarowej $l_m$ [m]	Pole powierzchni pomiarowej S [m <sup>2</sup> ]	Pomiar powierzchni $L_s$ [dB(A)]	Poziom mocy akustycznej obliczony z natężenia dźwięku $L_{wi}$ [dB(A)]	Poziom mocy akustycznej obliczony z ciśnienia akustycznego $L_{wp}$ [dB(A)]
1	24	137	21,4	77,0	79,3
2	30	201	23,0	77,3	79,5
3	37	285	24,5	78,3	80,4
4	43	374	25,7	78,9	81,2
5	49	475	26,8	77,8	80,8

## Podsumowanie

- Metody wyznaczania poziomów mocy akustycznej transformatorów w laboratoriach testowych zostały określone w międzynarodowych normach. Przez praktyczne ograniczenia metod pomiarowych, z akustycznego punktu widzenia, proces pomiaru jest uproszczony i zawiera niepewności, które zostały przedyskutowane na podstawie przeprowadzonych testów. Jako że poziom mocy akustycznej jest wyznaczany na podstawie sumy pomiaru poziomu  $L_p$  (lub  $L_i$ ) oraz pomiaru powierzchni  $L_s$ , należy rozważyć oba z tych składników.
- Rozważania dotyczące mierzonych poziomów dźwięku pokazały, że niepewności pomiarowe nie przekraczają 1 dB, przy zastosowaniu procedury pomiarowej „walk-around” oraz stosowaniu się do zaleceń normy IEC. W przypadku, gdy dostępna ścieżka pomiarowa jest niekompletna, występuje dodatkowa niepewność rzędu  $\pm 1$  dB, co w całości powoduje niepewność na poziomie  $\pm 1,5$  dB. Co więcej, przy zastosowaniu procedury „point-by-point”, należy dodatkowo rozważyć niepewność wynoszącą około  $\pm 2$  dB.
- W pracy nie określono wyraźnie wyboru metody pomiarowej, tzn. wyboru pomiędzy metodami ciśnienia i natężenia dźwięku. Nie ulega wątpliwości, że metoda natężenia dźwięku – w przypadku jej prawidłowego zastosowania oraz pomijalnego wpływu poziomu dźwięku tła – zwraca dokładne wartości poziomu dźwięku. Metoda ciśnienia akustycznego zawsze zawyża wartości poziomu dźwięku oraz wymaga stosowania korekcji.
- Badania odnoszące się do pomiaru powierzchni zostały przeprowadzone pośrednio poprzez dokonanie pomiarów poziomu dźwięku z różnych odległości, w zakresie 1÷5 m, wyliczając każdorazowo odpowiadającą im wartość poziomu mocy akustycznej. Stwierdzono, że różnice obliczonych wartości poziomu mocy akustycznej, które teoretycznie powinny wynosić 0 dB, w rzeczywistości są równe około 2,5 dB. Ta niepewność pomiarowa jest nieodłącznym składnikiem niepewności ogólnej ze względu na zastosowane uproszczenia odnośnie zasady „powierzchni otaczającej” zarówno w pomiarze poziomu dźwięku, jak i w sposobie obliczania powierzchni.
- Opierając się na przeprowadzonych badaniach można stwierdzić, że całkowita względna niepewność wyznaczonej mocy akustycznej transformatora, w dobrze kontrolowanych warunkach testowych, nie przekracza wartości 3 dB oraz waha się w granicach  $\pm 1,5$  dB. Nawet jeśli prezentowane rozważania mają charakter przykładowy i nie zostały zweryfikowane statystycznie, należy oczekiwać, że wyniki



- są wiarygodne – zostały oparte na innych badaniach i wieloletnim doświadczeniu.
- W celu jak najdokładniejszego wyznaczenia poziomu mocy akustycznej transformatora zaleca się stosowanie następujących „najlepszych praktyk”:
    - stosowanie metody natężenia dźwięku,
    - stosowanie procedury „walk-around”,
    - kontrola środowiska pomiarowego, zwłaszcza poziomu dźwięku tła,
    - staranne prowadzenie pomiarów, zgodnie z wymaganiami normy.
  - Opisane w pracy czynniki zostały wybrane jako przykładowe. Dodatkowo, dalsze rozważania powinny w przyszłości dotyczyć takich zagadnień jak:
    - powtarzalność wyników podczas pomiarów transformatora usytuowanego w różnych miejscach w laboratorium,
    - wpływ konstrukcji wsporczej (na której stoi obiekt badany) na wynik pomiaru,
    - poziom dźwięku w górnych obszarach powierzchni pomiarowej,
    - wpływ relacji wymiary transformatora – odległość pomiarowa.
  - Należy zwrócić szczególną uwagę na środowisko, w jakim wykonywany jest pomiar dźwięku transformatorów. Testy odbiorcze urządzeń wykonywane są w laboratoriach producentów transformatorów, dlatego ważne jest, aby były one odpowiednio przygotowane do pomiarów akustycznych. Tylko wtedy, gdy testy przeprowadzane są w laboratoriach charakteryzujących się niskim poziomem tła akustycznego np. 30 dB (A), możemy uzyskać odpowiednią jakość

wyników pomiarów, szczególnie dla transformatorów o niskim poziomie gwarantowanej mocy akustycznej.

## Bibliografia

- [1] IEC 60076-10:2016, Power Transformers – Part 10: Determination of sound levels.
- [2] IEC 60076-10-1:2016, Power Transformers – Part 10-1: Determination of sound levels – Application Guide.
- [3] IEEE C57.12.90, IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
- [4] ISO 3746:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane.
- [5] ISO 9614:1993 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points.
- [6] ISO 9614:1996 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurement by scanning.
- [7] Świątkowski M., Jaros A., Kozupa M., Ploetner Ch.: *Uncertainty of the determined Transformer Sound Power Level in respect to the applied Measurement Conditions*, CIGRE Study Committee A2 COLLOQUIUM, 2017.

Artykuł został przedstawiony podczas konferencji „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów – Wisła 2022”.

# Wdrożenie chromatografii jako metody badawczej do diagnostyki transformatorów oraz jej rozwój na przestrzeni 50 lat

Halina Olejniczak, Teresa Buchacz, Bożena Bednarska  
ZPBE ENERGOPOMIAR – ELEKTRYKA Sp. z o.o.  
Gliwice

### Streszczenie:

W artykule omówiono genezę zastosowania w krajowej energetyce analizy chromatograficznej gazów rozpuszczonych w oleju transformatorów do wykrywania uszkodzeń wewnętrznych oraz ich identyfikacji.

W sposób dość szczegółowy przedstawiono w polskich realiach początku lat 70. ubiegłego wieku adaptację tej metody w laboratorium ZPBE Energopomiaru poprzez jej rozwój na przestrzeni lat, uwarunkowany możliwościami technologicznymi oraz dostępnością aparatury, aż do czasów współczesnych, kiedy badanie to stanowi postawę obecnej diagnostyki technicznej i to nie tylko jednostek transformatorowych, ale także innych urządzeń energetycznych. Udokumentowanie przebiegu opisanych zmian pozwala dostrzec Czytelnikowi także perspektywę dalszej transformacji służącej rozwojowi tej metody, szczególnie w dobie stałego postępu technicznego dotyczącego aparatury, jak również bardziej precyzyjnej interpretacji wyników.

## 1. Wprowadzenie

Chromatografia gazowa jest jedną z najważniejszych metod analitycznych służących do rozdzielenia i badań złożonych mieszanin związków chemicznych, z możliwością użycia niewielkich objętości próbki. Znalazła ona zastosowanie w wielu dziedzinach, w tym z powodzeniem w diagnostyce technicznej transformatorów, dzięki temu że jest nieinwazyjna, mało kosztowna i daje możliwość jednoznacznego określenia rodzaju i ilości rozpuszczonych w oleju gazów, które są produktami rozkładu izolacji olejowo-papierowej. Tworzą się one zazwyczaj w niewielkiej ilości podczas normalnej eksploatacji na skutek powolnej degradacji materiałów konstrukcyjnych, głównie pod wpływem takich czynników jak temperatura, pole elektryczne czy zawilgocenie.

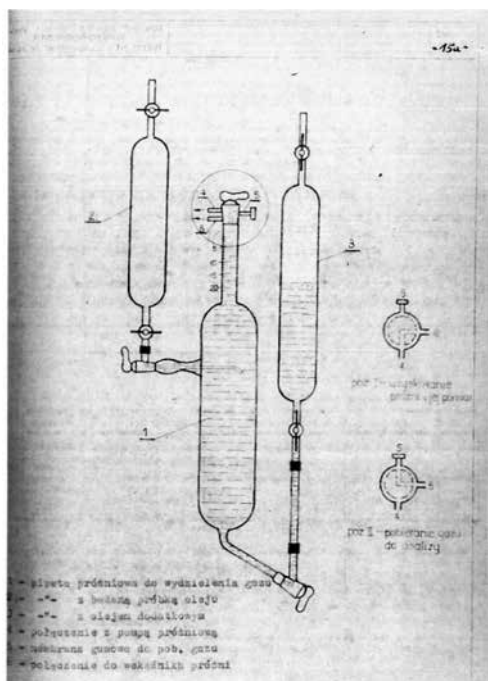
W przypadku pojawienia się wewnętrznego defektu, generacja gazów wzrasta, dając tym samym możliwość wykrycia uszkodzenia, a także rozpoznania jego charakteru. Stosowanie poprawnej procedury diagnostycznej umożliwia postawienie prawidłowej diagnozy i podjęcie związanych z nią ważnych decyzji co do możliwości i warunków dalszej eksploatacji urządzeń, bądź jej wykluczenia w przypadkach zagroże-

nia awarią. Właściwe określenie wartości kryterialnych ma tu istotne znaczenie, a metodyka ich wyznaczania musi wziąć pod uwagę wiele czynników, w tym głównie cech konstrukcyjnych urządzenia i warunków eksploatacyjnych.

Wdrożenie tej metody do katalogu badań diagnostycznych transformatorów bez potrzeby wyłączenia ich z ruchu, a także wypracowanie własnego systemu oceny stanu technicznego stało się przełomowym momentem w szerokim jej stosowaniu i wykorzystaniu w krajowej energetyce.

## 2. Prace nad wdrożeniem techniki chromatograficznej w zastosowaniu do badań transformatorów

Pierwsze, pionierskie prace badawcze nad zastosowaniem badań chromatograficznych do diagnostyki technicznej transformatorów rozpoczęła ZPBE Energopomiar w roku 1968 pod kierunkiem nieżyjącego już dr. inż. Józefa Szuty, który był prekursorem wprowadzenia w krajowej energetyce analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA), tworzących się przy rozwijających się defektach wewnętrznych eksploatowanych transformatorów. Początkowe próby oznaczenia składu i koncentracji gazów odbywały się przy użyciu wykonanej według własnego projektu dość prymitywnej aparatury złożonej z próżniowego szklanego zbiornika, do którego wprowadzano olej, a wydzielony gaz analizowano na pierwszym, wyprodukowanym we wrocławskiej fabryce Mera-Elpo, jednokolumnowym chromatografie gazowym typu N-501. Chcąc zanalizować zaledwie kilka podstawowych składników gazu konieczne było użycie



Rys. 1. Zestaw próżniowy do wydzielania gazów z próbki oleju pobranej z transformatora [1]; 1 – pipeta próżniowa do wydzielenia gazu, 2 – „-”- z badaną próbką oleju, 3 – „-”- z olejem dodatkowym, 4 – połączenie z pompą próżniową, 5 – membrana gumowa do pob. gazu, 6 – połączenie do wskaźnika próżni

(ad. 3 – olej świeży, nie zawierający produktów rozkładu izolacji, przygotowany poprzez wstępne odgazowanie dla usunięcia rozpuszczonego w nim powietrza, umożliwiającą wyrównanie ciśnienia i pobór gazu do strzykawki)

dwóch różnych kolumn analitycznych, podlegających wymianie z uwagi na dobór odpowiednich adsorbentów do rozdzielenia: powietrza, tlenków węgla czy wodoru. Po zakupie nowego aparatu z serii N-502, wyposażonego w dwie kolumny, zwiększono dokładność prowadzonych analiz, jak również skrócono czas ich wykonywania. Rozpoczęto też prace nad wprowadzeniem zmian w sposobie wydzielania gazów, których finałem było opracowanie zestawu umożliwiającego:

- uzyskanie znacznie wyższej próżni do odgazowania oleju,
- skuteczniejsze wydzielenie gazów z próbki wprowadzanej przez specjalną kapilarę ułatwiającą rozpylenie oleju w próżni,
- łatwy pobór gazu do strzykawki poprzez membranę gumową.

Dysponując taką bazą do prowadzenia analiz chromatograficznych, rozpoczęto badania nad rozpuszczalnością gazów w oleju transformatorowym, wpływem warunków zewnętrznych na ich skład, jak również znalezieniem związku między rodzajem uszkodzenia i tworzącymi się wówczas gazami. Dla tego celu wykonano szereg prac i doświadczeń, wykorzystując specjalnie sporządzone modele do symulacji:

- wyładowań elektrycznych zupełnych o różnej gęstości energii (łukowych i iskrowych),
- wyładowań niezupełnych w izolacji olejowo-papierowej,
- lokalnych przegrzań w zakresie temperatur (200–700)°C.

Rozkład izolacji, jaki następował pod ich wpływem, powodował powstanie gazów, które analizowano. Zaobserwowano podczas licznych prób generację takich samych, charakterystycznych gazowych produktów towarzyszących symulowanemu defektom, co pozwoliło określić zależność między rodzajem uszkodzenia a zawartością i składem tworzącego się gazu [2].

Pierwsze publikacje zagraniczne, które w tym czasie zaczęły się ukazywać, potwierdziły słuszność wniosków z przeprowadzanych w laboratorium Energopomiaru eksperymentów i badań modelowych.

Wyniki prac badawczych realizowanych w latach 1968–1972 w ramach istniejącego wówczas Funduszu Postępu Technicznego [3] pozwoliły na tyle dopracować nową metodę wykrywania uszkodzeń wewnętrznych i określania ich rodzaju, że została ona włączona do programu badań transformatorów o mocy powyżej 100 MVA, zamieszczonego w trzecim wydaniu instrukcji eksploatacji tych urządzeń [4], czyli daleko wcześniej niż ukazała się publikacja IEC 599, dotycząca interpretacji wyników DGA, której pierwsza edycja przypadła na rok 1978 [5].

## 3. Działania i wkład Energopomiaru w rozwój nowej metody diagnostycznej transformatorów w krajowej energetyce

Pomimo, że rozpoczęte systematyczne badania w krajowej energetyce dotyczyły przede wszystkim dużych jednostek o kluczowym znaczeniu, to okazjonalnie wykonywano je również na transformatorach mniejszej mocy. Początkowo, do oceny wyników stosowano kryteria podane przez Döernenburga [6], który opracował je w latach 60. ubiegłego wieku. Pomagały one ustalić rodzaj uszkodzenia w zależności od stosunku stężeń niektórych gazów palnych występujących w oleju. W dalszej kolejności, pod kierunkiem dr. inż. J. Szuty, opracowano własne wytyczne oceny stanu technicznego transformatorów, które uwzględniały graniczne stężenia gazów, zróżnicowane w zależności od czasu eksploatacji transformatora. Miały one charakter jedynie tymczasowy, a po zatwierdzeniu ich do stosowania przez ówczesne Zjednoczenie Energetyki Okręgu Południowego (ZEOPd) zostały wydane w roku 1975. Od tego momentu, dzięki akceptacji ze strony tej instytucji i wsparciu finansowemu, rozpoczął się okres dynamicznego rozwoju nowej metody diagnostyki, która zdystansowała dotychczasowe, tradycyjne sposoby wykrywania zagrożeń wyłącznie pośrednich, takich jak zawilgocenie czy przyspieszone starzenie.

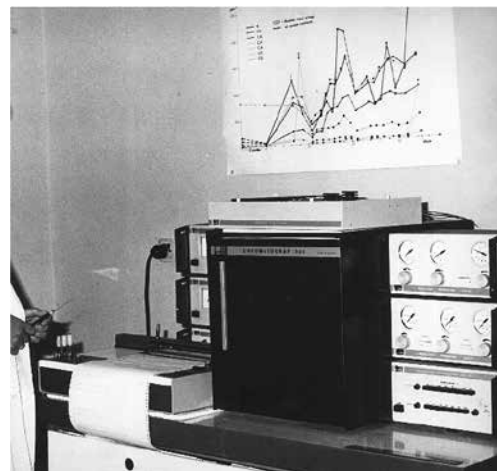
Laboratorium wyposażono w nowy chromatograf z serii N-503 z odpowiednio czułym i uniwersalnym detektorem do selektywnego rozdzielania węglowodorów, natomiast do precyzyjnego wzorcowania aparatu zastosowano, przy współpracy z Politechniką Śląską, mieszankę gazów o znanym składzie i ściśle określonych stężeniach. W miarę gromadzenia doświadczeń potwierdzała się duża przydatność DGA. Korzystając z własnych wyników badań zebranych na przestrzeni dziesięciu lat oraz zagranicznych praktyk dotyczących sposobu ustalania kryteriów, opracowano nowe. Do drugiej ich edycji przyczyniło się także uczestnictwo przedstawicieli Energopomiaru w pracach Komitetu Studiów 12 CIGRE, jak również liczne kontakty i wymiana poglądów na spotkaniach oraz seminariach organizowanych w krajach, gdzie również z powodzeniem stosowano tę metodę do diagnostyki transformatorów. Skorygowane w oparciu o uzyskiwane wyniki wartości stężeń poszczególnych gazów ustalono oddzielnie dla transformatorów blokowych oraz sieciowych wyposażonych w podobciążeniowy przełącznik zaczepów, przy czym uwzględniony został również czas ich eksploatacji wyróżniający dwa okresy pracy: do lat sześciu oraz powyżej tej granicy.

Dzięki nowym, skuteczniejszym kryteriom, stałemu postępowi w prowadzeniu badań chromatograficznych, które przyjęto jako podstawowe narzędzie do diagnostyki transformatorów, obserwowano stopniowe ograniczanie awarii, z uwagi na uzyskiwanie wczesnych informacji o stanie technicznym tych urządzeń. Umożliwiło to podejmowanie prewencyjnych działań, a w uzasadnionych przypadkach również decyzji o wycofaniu transformatora z eksploatacji.

Przykładem pozytywnego zweryfikowania zarówno samej metody, jak i odpowiednich kryteriów w praktyce, było wykonanie ekspertyzy dotyczącej stanu technicznego kilku transformatorów blokowych dla potrzeb jednej z dużych elektrowni systemowych. Przeprowadzone zgodnie z zaleceniem Energopomiaru przeglądy wewnętrzne niektórych jednostek nie tylko potwierdziły słuszność diagnozy i wniosków wynikających z wyników DGA, ale również zmieniły poglądy wielu osób, odpowiedzialnych za gotowość eksploatacyjną transformatorów w krajowej energetyce, co do skuteczności tej metody. Ugruntowana wówczas opinia dotycząca dużej wiarygodności DGA oraz wymiernych korzyści ekonomicznych związanych z uniknięciem awarii transformatorów, stała się przełomem w powszechnym jej stosowaniu. Potwierdzeniem wysokiej przydatności tych badań było podjęcie decyzji dotyczącej wdrożenia tej metody również dla transformatorów o mocy poniżej 100 MVA na skutek licznych postulatów zgłaszanych podczas narad. Pojawiła się zatem potrzeba zorganizowania kilku okręgowych laboratoriów. Zadanie to zostało zrealizowane w zakładach energetycznych Gdańska i Rzeszowa oraz w BRT Łódź-Janów, jak również ZUTE Radom. W pracach organizacyjnych oraz szkoleniu personelu brali udział specjaliści z Energopomiaru, którym została powierzona również rola konsultanta w przypadkach trudnych oraz wymagających pomocy przy właściwej interpretacji wyników badań oraz formułowaniu odpowiednich wniosków.

Początki lat 80. to czas modernizacji sprzętu w laboratorium Energopomiaru. Zakupiono najnowszy chromatograf N-504, który choć dobrze spełniał swoją funkcję, to jednak nie dorównywał ówczesnym standardom światowym, szczególnie w dokładnym oznaczaniu niskich stężeń gazów.

Problemy te, jak i wiele innych, zostały rozwiązane po doposażeniu ośrodka badawczego w najnowocześniejszy wówczas w Europie, sterowany komputerowo zestaw chromatograficzny angielskiej firmy Pye-Unicam. Zapewniał on na drodze wielokrotnego odgazowania oleju w wysokiej i kontrolowanej przy pomocy cyfrowego wskaźnika próżni, skuteczne wydzielenie gazu. Po każdym cyklu porcję gazu przemieszczano do specjalnej biurety, a następnie po zakończeniu procesu, automatycznie podawano próbkę linią transferową do chromatografu, unikając błędów wynikających z ręcznego dozowania i przypadkowego kontaktu gazu z atmosferą.



Rys. 2. Chromatograf N-504. Producent firma Mera-Elpo Wrocław



Rys. 3. Gaz do wzorcowania chromatografu zawierający mieszankę oznaczanych gazowych składników o ściśle określonym składzie (fot. poglądowa)



Rys. 4. Przystawka do próżniowego odgazowania oleju z udziałem rtęci

Z kolei sam chromatograf, przystosowany przez producenta do celów analizy gazów rozpuszczonych w oleju transformatorowym, spełniał wszystkie standardy odnośnie precyzji uzyskiwanych wyników, dzięki wyposażeniu go w dwa detektory (TCD i FID) oraz konwerter katalityczny, którego zastosowanie zwiększyło dokładność detekcji tlenków węgla, jak również współpracujący z nim integrator liczący powierzchnię pików chromatograficznych.



Rys. 5. Zestaw chromatograficzny angielskiej firmy Pye - Unicam

Dzięki możliwości oznaczania bardzo niskich stężeń gazów i wykrywania niewielkich ich zmian, laboratorium Energopomiaru-Elektryka, jako pierwsze w Polsce, mogło wdrożyć analizy chromatograficzne realizowane podczas prób fabrycznych nowo produkowanych transformatorów. Badania te wykonywano nie tylko podczas próby nagrzewania, ale również prób napięciowych, czy stanu jałowego, ponieważ uzyskane rezultaty były i są nadal źródłem ważnych informacji dotyczących obecności defektów lub jakichkolwiek nieprawidłowości ujawnianych dzięki tym badaniom jeszcze u producenta, a nie dopiero podczas eksploatacji u użytkownika, co jest pod każdym względem opłacalne.

Jednocześnie milowy krok, jaki uczyniono po zautomatyzowaniu analiz dotyczących ich dokładności, powtarzalności oraz czasu wykonywania, spowodował potrzebę weryfikacji kryteriów, które uwzględniłyby zgromadzone dotychczasowe, wieloletnie wyniki badań, jak również te najnowsze, zdobyte w okresie stosowania nowoczesnej aparatury.

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników DGA transformatorów dużej mocy, w toku której korzystano również z praktycznych spostrzeżeń poczynionych podczas rewizji wewnętrznych oraz korelacji między wynikami analiz a rezultatami oględzin, umożliwiła ustalenie nowych, własnych kryteriów [7]. Uwzględniały one typowe niedomagania transformatorów produkcji polskiej eksploatowanych w krajowej energetyce. Ocenę uszkodzenia i powstałego zagrożenia dokonywano w oparciu o skorygowane typowe wartości stężeń gazów, łączną ilość palnych składników oraz dynamikę ich przyrostu.

Oprócz rozpoznania rodzaju uszkodzenia na podstawie stężeń gazów charakterystycznych, dodatkowo weryfikowano temperaturę wewnętrznego przegrzania, gdy taki defekt miał miejsce, biorąc pod uwagę węglowodory rzędu  $C_3$ : propan i propylen [8], co do chwili obecnej wyróżnia opracowane wówczas kryteria od innych, podobnie jak i przyjęcie zasady podawania zaleceń, co do strategii postępowania z badaną jednostką, formułowanych w zależności od przypisanego jej stanu i wagi zagrożenia, ujętego w trójstopniowej skali na podstawie zawartości gazów palnych. Prócz tego, dokładnie rozważano zarówno historię eksploatacji, jak uwarunkowania użytkownika. Obecnie określane jest to jako *Condition Based Maintenance* oraz *Reliability Centered Maintenance* [9], czyli eksploatacja zależna od stanu urządzenia, jak również rozpatrywana pod kątem niezawodności pracy.

I tak, przy wolno rozwijających się defektach, gdy możliwa jest dalsza praca transformatora pod wzmożoną kontrolą, podaje się wskazówki i dyspozycje dotyczące zwykłe:

- zwiększenia częstości badań kontrolnych dla ustalenia dynamiki ich przyrostu, a także stwierdzenia ewentualnych zmian w składzie gazu lub tempa ich narastania,
- wykonania badań uzupełniających lub dodatkowych pomiarów w celu określenia miejsc generacji gazów (np. wyładowań niepełnych metodą akustyczną, badań termowizyjnych lub wibroakustycznych),
- potrzeby odgazowania oleju w przypadkach wysokiej zawartości gazów lub osiągnięcia stanu nasycenia.

Drugi stopień klasyfikacji określającej stan zagrożenia wymaga oceny nie tylko uzyskiwanych rezultatów badań oraz dynamiki ich zmian, ale także pogłębionej analizy przypadku w oparciu o:

- znajomość mechanizmów powstawania uszkodzeń,
- porównania z wielkościami odniesienia (wyniki badań fabrycznych, przebiegi wzorcowe tzw. *finger-print*),
- ocenę trendów uzyskiwanych wyników oraz statystykę uszkodzeń,
- analizę zakresu wykonanych ewentualnych napraw, remontów lub modernizacji,
- historię eksploatacji i ewentualnych zdarzeń w czasie jej prowadzenia.

Dla tej grupy transformatorów diagnostyka ukierunkowana jest na dokładną identyfikację zagrożeń oraz ich lokalizację, które determinują możliwość podjęcia decyzji o dalszym postępowaniu:

- pozostawienia jednostki w eksploatacji,
- przeprowadzenia zabiegów mających na celu wydłużenie czasu bezawaryjnej pracy,
- wycofania z eksploatacji.

Przy stwierdzeniu stanu przedawaryjnego transformator nie może pozostać w eksploatacji, najczęściej z uwagi na uszkodzenie o charakterze krytycznym lub stwierdzoną degradację izolacji w stopniu zagrażającym możliwości bezpiecznej pracy jednostki. Wiąże się to z decyzją o jej wycofaniu i przekazaniu do remontu lub działań naprawczych nie zawsze opłacalnych kosztowo, co prowadzi do konieczności wymiany.

## 4. Zastosowanie innej techniki wydzielenia gazów z oleju transformatorowego

Dalszy postęp i szybki rozwój techniki, jaki nastąpił po roku dwutyścinym, można było obserwować również w tej dziedzinie. Badania ukierunkowano na dalszą automatyzację i optymalizację procesu wydzielenia gazów, obniżenie kosztów układu pomiarowego, wyeliminowanie niebezpiecznej rtęci wykorzystywanej w próżniowych systemach odgazowania oleju, a także zredukowanie objętości próbki oleju. Miało to istotne znaczenie z uwagi na poszerzenie diagnostyki metodą DGA i objęcie nią również innych urządzeń z izolacją olejowo-papierową takich jak: izolatory przepustowe czy przekładniki, gdzie zminimalizowanie potrzebnej do badań próbki było konieczne, wynikające z ich konstrukcji. Zaproponowana została metoda uproszczona i jednocześnie bezpieczna, którą uznano za równoważną próżniowej i szczegółowo opisano w normie [10].

Jest ona oparta na innej koncepcji wydzielenia gazu przy wykorzystaniu techniki fazy nadpowierzchniowej tzw. *head-space* i polega na pomiarze stężeń lotnych frakcji, które po ogrzaniu oleju w układzie zamkniętym znajdują się nad jego powierzchnią w równowadze termodynamicznej. Próbkę o obj. 15 ml wprowadzone są do szklanych, zamkniętych

hermetycznie fiolek, gdzie wolną przestrzeń wypełnia początkowo gaz obojętny, a następnie po podgrzaniu do temp. 70°C wydzielane są tam gazy rozpuszczone w oleju. W dalszej kolejności są one analizowane na konwencjonalnym chromatografie gazowym, przy czym cały proces jest zautomatyzowany, a współpracujący z aparatem automatyczny dozownik próbek tzw. autosampler pozwala na wykonywanie dużej liczby analiz, w tym również bez dozoru personelu laboratorium w przypadku takiej konieczności.



Rys. 6. Fiolki przygotowane do analizy próbek oleju



Rys. 7. Automatyczny dozownik próbek oleju (autosampler)

Zaletą tej metody, oprócz prostego sposobu pozyskania próbek gazu do analiz, jest wysoka powtarzalność wyników.



Rys. 8. Chromatograf gazowy amerykańskiej firmy Agilent typu 7890A



Rys. 9. Wzorce ciekłe firmy Morgan-Schaffer o różnych stężeniach gazów rozpuszczonych w oleju transformatorowym poświadczonych certyfikatem

Obecnie w naszym laboratorium dysponujemy dwoma zestawami chromatograficznymi firmy Agilent, a obowiązująca procedura wykonywania analiz DGA wymaga, aby każda próbka była badana na obydwu urządzeniach. Pozwala to na dodatkową kontrolę poprawności uzyskiwanych wyników i natychmiastowe wykrycie ewentualnych nieprawidłowości lub pogorszenia precyzji działania tych urządzeń.

## 5. Diagnoza i ocena rzeczywistego zagrożenia dla pracy transformatorów (koncepcja Energopomiaru oraz propozycje CIGRE)

Zagadnieniem dużej wagi w przypadkach rozpoznanych defektów transformatorów metodą DGA jest właściwa ocena rzeczywistego stanu zagrożenia dla ich dalszej eksploatacji. Określenie możliwości i perspektywy sprawnego funkcjonowania tych urządzeń jest bardzo istotne z punktu widzenia zarówno użytkownika, jak i w wielu przypadkach krajowego systemu energetycznego. Odpowiedź na fundamentalne pytanie, czy „uszkodzenie jest tylko miejscowe czy takie, które przy dalszym rozwoju będzie miało negatywny wpływ na układ izolacyjny transformatora” jest trudna, choć jednocześnie możliwa, ponieważ zarówno rodzaj, jak i ilość gazów oraz intensywność ich powstawania zależy od charakteru, czasu trwania oraz umiejscowienia defektu. Stwierdzona duża nawet zawartość gazów w oleju nie zawsze wyklucza możliwość dalszej eksploatacji jednostki, choć bywają również przypadki odwrotne, gdy niewielka ich ilość jest symptomem poważnego uszkodzenia transformatora prowadzącego do jego awarii.

Pomimo, że wykrywalność wszelkich nieprawidłowości tą metodą jest bardzo wysoka, to jednak określenie przypuszczalnego miejsca generacji gazów, nawet w przypadku transformatorów tego samego typu, stanowi problem i wymaga dużego doświadczenia. Decyzja i odpowiedzialność co do wnioskowania polega na tym, żeby analizując wyniki badań dokonać podziału i wyodrębnić stany:

- lekkie, nie zagrażające dalszej eksploatacji transformatorów lub prowadzenia jej tylko z pewnymi ograniczeniami,

od tych, które są:

- poważne, wymagające naprawy w zakładzie remontowym lub w miejscu zainstalowania transformatora.

Niezależnie, równie trudne jest oszacowanie stopnia zagrożenia dla poszczególnych jednostek, których odporność na różnego rodzaju narażenia jest inna, a także zmienna w zależności choćby od wieku.

Takie podejście do oceny ryzyka awarii transformatorów, jakie stosuje Energopomiar-Elektryka, można obserwować na forum międzynarodowym dopiero od niedawna. Dotychczas zarówno w kolejnych edycjach normy [11], jak i w wydawanych broszurach technicznych CIGRE nr 296 [12] i 443 [13] nie znajdowano wskazówek odnośnie do dalszego postępowania, poza zaleceniem zwiększenia częstości analiz zależnej od

przyrostów gazów oraz wprowadzeniem pojęć „alarmowego poziomu gazu” lub „przed uszkodzeniem”, powyżej których prawdopodobieństwo awarii miało kilkakrotnie wzrastać.

Dopiero ostatnio wydana w roku 2019 broszura CIGRE nr 771 [14], opracowana przez Grupę Roboczą JWG D1/A2.47, porusza zagadnienia związane ze ścisłą zależnością stopnia zagrożenia nie tyle od ilości utworzonych gazów, ile od rodzaju i miejsca występowania defektu (obejmującego obszar izolacji papierowej lub wyłącznie oleju). Stanowisko to zostało zaprezentowane w oparciu o przeprowadzone badania statystyczne 340 tys. wyników DGA.

I tak rozrózono przypadki defektów stanowiących duże ryzyko wystąpienia awarii transformatora od takich, gdzie ilość tworzących się gazów jest znaczna, choć jednocześnie mało groźna dla bezawaryjnej eksploatacji jednostki. Należą do nich:

- defekty niskoenergetyczne (przegrzania niskotemperaturowe, charakteryzujące się dużo wyższą od obliczonej dla całej populacji transformatorów generacją gazów takich jak wodór, etan i propan),
- gazowanie pasożytnicze obserwowane w transformatorach najnowszej generacji, gdzie temp. hot-spotu może być wyższa od dotychczas przyjętej (105°C) ze względu na materiałoszczędną konstrukcję,
- znaczne przyrosty gazów, zaliczanych również do grupy pasożytniczych (głównie wodoru, ale także metanu i etanu), nie związanych z defektem wewnętrznym transformatorów, ale ze stosowaniem współczesnych olejów naftenowych, które w procesie produkcji są uwodarniane, a następnie, jako mało stabilne chemicznie, z łatwością gaz ten uwalniają w warunkach pracy nowych urządzeń, szczególnie w początkowym okresie ich eksploatacji,
- wyładowania niezupełne (tzw. koronowe), generujące duże ilości wodoru, obserwowane głównie w transformatorach farm wiatrowych, nie przystosowanych do szybkich zmian obciążeń, w których pojawiają się również inne gazy związane z przegrzaniem. Nie są one skutkiem defektu tylko występowania wyższych harmonicznych, zwiększających straty w tego rodzaju jednostkach w formie ciepła.

Z kolei defekty takie jak:

- wyładowania łukowe, iskrzenia oraz średnio- i wysokotemperaturowe przegrzania, szczególnie gdy obejmują obszar izolacji papierowej, są bardzo groźne i to niezależnie od tego czy ilość utworzonych gazów jest bardzo wysoka, czy tylko umiarkowana.

W takich jak wymienione przypadkach, prawdopodobieństwo uszkodzenia transformatora kilkakrotnie wzrasta.

W broszurze tej jako novum podano w oparciu o badania statystyczne dużo wyższe wartości typowe gazów charakterystycznych dla tych defektów, które nie mają wpływu na normalną pracę transformatorów i gdzie ryzyko uszkodzenia jest niskie. Z kolei w grupie tych, które są potencjalnie bardziej niebezpieczne, dość drastycznie obniżono poziomy gazów kluczowych. Trudno nie zauważyć i nie podkreślić, że ogromne doświadczenie naszego laboratorium oraz precyzja uzyskiwanych rezultatów, kilkakrotnie weryfikowanych podczas międzylaboratoryjnych badań porównawczych (RRT), zostało docenione, również w ostatnich latach, przez Komitet Wielkich Sieci Energetycznych CIGRE, gdzie w ramach prac Grupy Roboczej JWG D1/A2.47, której przewodniczył M. Duval wykonywaliśmy testowanie różnego rodzaju czujników do analizy on-line gazów rozpuszczonych w oleju. Urządzenia takie jak: Calisto9 (Morgan-Schaffer), TM1 (Serveron) czy M.Sense (Messko) zostały zainstalowane na transformatorach eksploatowanych w naszym kraju, natomiast procedura obliczania dokładności ich wskazań była opracowana i weryfikowana również w ośrodku ZPBE Energopomiaru-Elektryki, przy czym wyniki tych prac zostały zamieszczone w broszurze technicznej CIGRE nr 783 wydanej w październiku 2019 r. W chwili obecnej również kontynuujemy współpracę z CIGRE w zakresie badań DGA, dotyczącą w szczególności

wydzielania gazów z oleju techniką *head-space* oraz gazowania pasożytniczego w ramach prac Grupy Roboczej JWG D1/A2. 77.

## 6. Podsumowanie

Doświadczenia zebrane podczas ponad pięćdziesięcioletniego okresu, jaki minął od wdrożenia w krajowej energetyce metody badań chromatograficznych, potwierdzają jej wysoką przydatność nie tylko do diagnostyki transformatorów energetycznych, ale także specjalnych, jak również takich urządzeń jak izolatory przepustowe, przekładniki czy osprzęt w postaci podobciążeniowych przełączników zaczepów. Pomimo, że większość analizowanych przypadków na przestrzeni tego czasu dotyczyła jednostek napełnionych tradycyjnym olejem transformatorowym, nie wyklucza to możliwości stosowania tej metody do identyfikacji defektów także w urządzeniach napełnianych innym rodzajem cieczy dielektrycznych pochodzenia roślinnego, czy też syntetycznego, których stosowanie ze względu na ochronę środowiska jest coraz bardziej oczywiste i pożądane. Stale obserwowany postęp techniczny będzie sprzyjał dalszemu rozwojowi tej metody oraz zwiększeniu jej skuteczności jako narzędzia o szerokiej dostępności do wykrywania defektów w transformatorach, wymagającego niewielkich nakładów finansowych w porównaniu ze stratami poniesionymi przy wyłączeniu jednostek z ruchu lub wystąpieniu niespodziewanych awarii.

## 7. Bibliografia

- [1] Praca z Funduszu Postępu Technicznego: *Doskonalenie techniki chromatograficznej gazów w olejach transformatorowych*. ZPBE Energopomiar, 1974 r.
- [2] J. Szuta, *Ocena stanu izolacji transformatorów na podstawie analizy gazów wydzielanych z oleju*. Biuletyn Energopomiaru nr 4 (92), sierpień 1973 r.
- [3] Praca z Funduszu Postępu Technicznego: *Badanie zawartości gazów w oleju transformatorów najwyższych napięć*. ZPBE Energopomiar, 1972 r. (opracowania zbiorcze 5 etapów z lat 1968–1972).
- [4] Instrukcja Eksploatacji Transformatorów ed.3 ZPBE Energopomiar Gliwice. 1975 r.
- [5] IEC 599:1978 Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service.
- [6] E. Dornenburg, *Überwachung von Öltransformatoren durch Gasanalyse*. Druk wewn. Brown Boveri.
- [7] W. Olech, H. Olejniczak, *Ocena stanu technicznego transformatorów metodą chromatografii gazowej. Kryteria oceny i wyniki badań*. Energetyka, listopad 1992 r.
- [8] T. Buchacz, W. Olech, H. Olejniczak, *Ocena lokalnych przegrzewów transformatorów dużej mocy metodą chromatografii gazowej*. Konferencja Naukowo-Techniczna Transformator 93. Kołobrzeg, 1993 r.
- [9] CIGRE Brochure No 445 Guide for Transformer Maintenance, 2011 r.
- [10] PN-EN 60567:2012 Urządzenia elektryczne olejowe – Pobieranie próbek gazów oraz analiza gazów wolnych i rozpuszczonych – Wytyczne.
- [11] PN-EN 60599 Urządzenia elektryczne napełnione olejem mineralnym w eksploatacji - Zalecenia dotyczące interpretacji analizy gazów rozpuszczonych i wolnych.
- [12] CIGRE Brochure No 296 Recent developments on the interpretation of dissolved gas analysis in transformers, 2006 r. (wersja polska: Ostatnie osiągnięcia w interpretacji wyników DGA).
- [13] CIGRE Brochure No 443 DGA in Non-Mineral Oils and Load Tap Changers and Improved DGA Diagnosis Criteria, 2010 r. (wersja polska: DGA w olejach nie-mineralnych w przełącznikach zaczepów pod obciążeniem oraz ulepszone kryteria diagnostyczne DGA).
- [14] CIGRE Brochure No 771 Advances in DGA Interpretation, 2019 r.
- [15] CIGRE Brochure No 783 DGA monitoring systems, 2019 r.

Artykuł został przedstawiony podczas konferencji „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów - Wisła 2022”.

# Transformatory specjalnej konstrukcji przystosowane do pracy w warunkach farm fotowoltaicznych

Sławomir Cybulski

Hitachi Energy Poland Sp. z o.o.

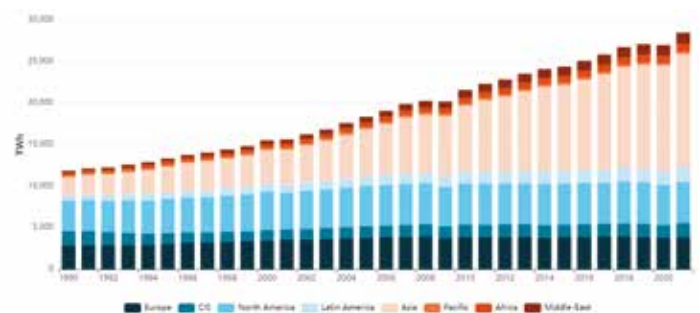
## Streszczenie

Jednym z podejmowanych działań i inicjatyw zmierzających do zapobieżenia negatywnym zmianom klimatycznym, związanym z emisją gazów cieplarnianych, jest przyjęty przez Radę UE w 2008 roku pakiet energetyczno-klimatyczny. W ramach realizacji pakietu kraje członkowskie UE zobowiązane były do 2020 roku m.in. do redukcji emisji CO<sub>2</sub>, zwiększenia udziału energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł oraz podniesienia efektywności energetycznej, zgodnie z wyznaczonymi celami. W Polsce wskaźnik udziału OZE w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku wyniósł 16,1%, przekraczając wyznaczony cel na poziomie 15% (średni poziom dla UE wynosił 20%). Obecnie realizowane są cele polityki klimatyczno-energetycznej państw Unii Europejskiej, przyjęte na okres do roku 2030. Planowane jest dalsze zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych do poziomu 32%, podniesienie efektywności energetycznej i ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>. W Polsce udział OZE w finalnym zużyciu energii brutto ma osiągnąć do 2030 roku poziom 21–23% (w zależności od wartości przyznanych Polsce dodatkowych środków unijnych przeznaczonych na transformację). W ostatnich latach w Polsce obserwujemy znaczący wzrost inwestycji związanych z budową farm fotowoltaicznych w wyniku m.in. programów wsparcia finansowego.

Konstrukcja transformatorów przeznaczonych do instalacji w farmach fotowoltaicznych wymaga uwzględnienia specyficznych warunków pracy i różni się od konstrukcji standardowych transformatorów rozdzielczych. Niezależnie od stosownych norm i regulacji, transformatory wykorzystywane do pracy w farmach fotowoltaicznych muszą m.in. być przystosowane do współpracy z przekształtnikowymi urządzeniami elektroenergetycznymi, posiadać odpowiednio zaprojektowany układ izolacyjny oraz uwzględnić specyficzne warunki temperaturowe pracy w okresach dobowych. Istotne znaczenie ma tu optymalizacja kosztów farm, co jest możliwe poprzez m.in. zastosowanie transformatorów trójzuzwojeniowych i/lub indywidualny dla danego projektu dobór mocy transformatorów bez ograniczeń wynikających z typowego szeregu mocy. Oprócz wymienionych powyżej uwarunkowań, szczególne znaczenie dla eksploatacji farm fotowoltaicznych ma dalsze zwiększenie niezawodności pracy transformatorów i innych urządzeń wchodzących w skład instalacji. Wymagany zakres zmian konstrukcyjnych transformatorów, w celu ich przystosowania do pracy w warunkach farm fotowoltaicznych jest tematem niniejszego referatu.

## 1. Wprowadzenie

Rozwojowi gospodarki światowej i wzrostowi zaludnienia towarzyszy nieustanny wzrost zapotrzebowania na energię. W celu pokrycia wzrastającego zapotrzebowania na energię elektryczną, jej światowa produkcja wzrosła na przestrzeni ostatnich 20 lat o ponad 86% [1]. Poniższe zestawienie prezentuje wielkość produkcji energii elektrycznej w latach 1990–2021.



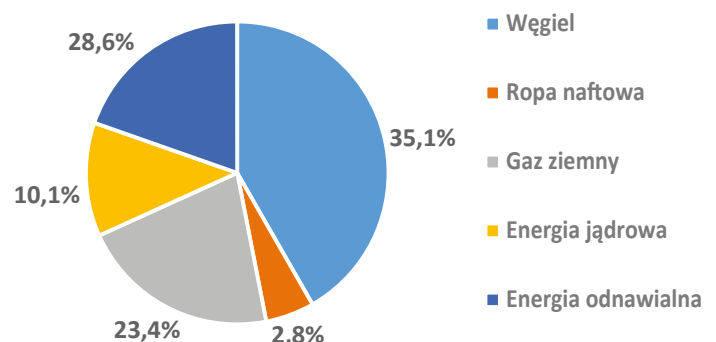
Rys. 1. Produkcja energii elektrycznej na świecie w latach 1990–2021 [1]

Według najnowszych prognoz prezentowanych przez World Energy Council, w 2050 roku podaż elektryczności wyniesie, w zależności od przyjętych w prognozach założeń, 193–244 PWh, czyli blisko o 27–61% więcej niż w roku 2010 [2]. Równocześnie, wraz ze wzrostem zapotrzebowania na energię, rośnie koszt pozyskania surowców naturalnych wykorzystywanych do jej produkcji oraz kurczą się ich źródła. Jest to szczególnie widoczne w państwach europejskich, które w coraz większym stopniu zależne są od importu paliw kopalnych, wykorzystywanych w transporcie i do produkcji elektryczności. Paliwa kopalne stanowiły w 2015 roku aż 72,6% [3] udziału w produkcji energii w Unii Europejskiej.

W świetle rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną, ograniczonych zasobów paliw kopalnych oraz coraz bardziej rygorystycznych norm ochrony środowiska, producenci energii zmuszeni są do korzystania z niekonwencjonalnych sposobów jej pozyskiwania. Szczególnie w ostatnich latach można zauważyć dynamiczny rozwój nowych technologii związanych z odnawialnymi źródłami energii oraz ciągle zwiększający się udział tych źródeł w bilansach energetycznych większości krajów rozwiniętych.

Ogółem w skali globalnej w 2020 roku około 28,6% energii elektrycznej zostało wyprodukowane z wykorzystaniem źródeł energii

### Struktura Produkcji Energii Elektrycznej na świecie 2020



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej na świecie w 2020 roku [4]

odnawialnej, z czego największy udział miały elektrownie wodne, wiatrowe i słoneczne.

Coraz popularniejsza jest energia elektryczna otrzymywana z energii słonecznej, wykorzystywana zarówno do celów indywidualnych, jak i przemysłowych. Szybki rozwój przemysłu fotowoltaicznego umożliwia ciągle obniżanie kosztów otrzymywania energii elektrycznej oraz podnoszenie sprawności instalacji fotowoltaicznych. Związane jest to między innymi z obniżeniem cen ogniw fotowoltaicznych, większą dostępnością technologii oraz programami dofinansowania instalacji tego typu urządzeń.

Rozwój energetyki słonecznej wpisuje się w przyjętą przez Polskę strategię, zgodnie z którą Polska jest zobowiązana do końca 2030 roku zwiększyć udział energii ze źródeł odnawialnych do 21–23% końcowego zużycia energii brutto. W ekonomice energetyki słonecznej ważny jest aspekt zapewnienia maksymalnej wielkości wyprodukowanej energii w najwyższych letnich „pikach” jej zużycia (moc szczytowa), gdy masowo włączamy np. klimatyzację, a jednocześnie energia w systemie energetycznym jest najdroższa, ze względu na wysoki popyt.

Połączenie elektrowni fotowoltaicznych z siecią, której przekazywana jest zwiększona generacja energii elektrycznej, umożliwia ograniczenie produkcji drogiej energii w elektrowniach konwencjonalnych. Dodatkowe korzyści w układzie daje zastosowanie transformatora energooszczęd- nego o wysokiej sprawności, łączącego elektrownię z siecią średniego napięcia (SN) 6–30 kV.

## 2. Transformatory do współpracy z elektrowniami fotowoltaicznymi

Transformator rozdzielczy służy do połączenia sieci SN (średniego napięcia) z siecią NN (niskiego napięcia). W powyższym układzie występują zwykle łagodne warunki pracy:

- przebiegi napięcia zbliżone do kształtu sinusoidy,
- przebiegi prądu mało odbiegające od kształtu sinusoidy,
- wolne zmiany obciążenia,
- rzadkie przypadki wyłączenia napięcia.

Zupełnie inne warunki pracy występują w przypadku włączenia transformatora do systemu elektrowni fotowoltaicznej. W takim przypadku konieczne jest, aby parametry transformatora uwzględniały dodatkowe wymagania, których część jest opisana poniżej.

### 2.1. Przekładnia i grupa połączeń

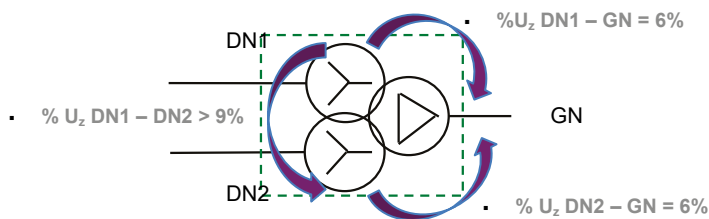
Parametry przekładni i grupy połączeń transformatorów do farm fotowoltaicznych dobierane są indywidualnie, w zależności od zastosowanych typów inwerterów (przetworników) np. 380 V/20 kV; 3 kV/20 kV. W przypadku kilku uzwojeń dolnego napięcia konieczne jest zachowanie właściwego przesunięcia fazowego oraz tolerancji przekładni dla poszczególnych par uzwojeń, zgodnie z wymaganiami producentów przetworników.

### 2.2. Napięcie zwarcia transformatora

Konstrukcja transformatorów trójzwojennych lub o większej liczbie uzwojeń uwzględnia indywidualne wymagania producentów inwerterów (przetworników) w zakresie napięcia zwarcia dla poszczególnych par uzwojeń. Na rysunku 3. podane zostały typowe wartości.

### 2.3. Zmiana obciążenia

Wytwarzanie energii odbywa się tylko wtedy, gdy panele są oświetlone przez promienie słoneczne. W dużych elektrowniach panele są



Rys. 3. Przykładowe wartości napięcia zwarcia dla transformatora trójzwojennego

ruchome i ustawiane w kierunku słońca. W małych elektrowniach panele są nieruchome i wytwarzana energia zmienia się w funkcji cosinusa kąta padania światła na panel. Można więc założyć przeciążenie transformatora w okresie największego obciążenia.

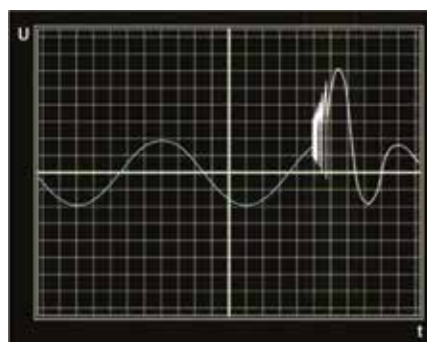
Do tego celu nadają się transformatory olejowe przystosowane do okresowych przeciążeń, transformatory suche żywiczne z wentylatorami, włączanymi samoczynnie po wzroście temperatury lub transformatory suche serii Hi-T Plus o podwyższonej klasie temperaturowej izolacji H przy zachowaniu niższych przyrostów temperatury uzwojeń odpowiadających klasie izolacji F.

### 2.4. Harmoniczne napięcia i prądy, ekran elektrostatyczny

Zmiana napięcia stałego na przemienne powoduje powstawanie w sieci harmonicznych prądu i napięcia, które negatywnie wpływają na pracę transformatora, powodując odpowiednio dodatkowe nagrzewanie uzwojeń i rdzenia. Konieczne jest uwzględnienie tego zjawiska przy projektowaniu elementów transformatora przeznaczonych do współpracy z elektrownią fotowoltaiczną (przystosowanie układu chłodzenia do wyższych strat, odpowiednie zaprojektowanie rdzenia). Istotnym elementem konstrukcyjnym jest ekran elektrostatyczny umieszczony pomiędzy uzwojeniami dolnego i górnego napięcia. Wyposażenie transformatora w ekran elektrostatyczny umożliwia tłumienie zakłóceń o dużej częstotliwości oraz przepięć.

### 2.5. Włączanie i wyłączanie

W układach elektrowni często zachodzi konieczność włączeń i wyłączeń. Do tego celu stosuje się szybko działające wyłączniki próżniowe, wywołujące strome przebiegi napięcia. Szybkie zmiany napięcia mogą wywoływać zjawiska rezonansowe powodujące wysokie przepięcia występujące na zaciskach transformatora. Zjawisko to może powodować uszkodzenie izolacji i prowadzić do wystąpienia przebicia w transformatorze.



Rys. 4. Przykładowy przebieg przepięcia łączeniowego

Duża częstotliwość włączeń i wyłączeń powoduje konieczność uwzględnienia podwyższonej wytrzymałości mechanicznej i termicznej transformatora. Transformator musi być odporny na takie zmiany.



Można to uzyskać poprzez:

- stosowanie układu izolacyjnego wytrzymującego udar o stromości 2000 kV/ $\mu$ s,
- stosowanie izolatorów typu „smart-choke”, tłumiących strome przebiegi,
- projektowanie układu izolacyjnego transformatora na wyższy poziom probierczy,
- konstrukcyjne rozwiązania zwiększające wytrzymałość mechaniczną.

Jeżeli istnieje taka potrzeba, to poziom izolacji może być podniesiony zarówno dla uzwojeń górnego, jak i dolnego napięcia.

## 2.6. Sprawność energetyczna transformatora

Biorąc pod uwagę specyfikę eksploatacji instalacji fotowoltaicznych (zmiennosc obciążenia, ciągłość pracy) istotnym parametrem wykorzystywanych w nich transformatorów jest ich wysoka sprawność. Spełnienie tego wymogu jest możliwe poprzez zastosowanie transformatorów energooszczędnych o obniżonych stratach, w szczególności stratach jałowych. Zastosowanie transformatorów o rdzeniach amorficznych umożliwiło zwiększenie sprawności transformatorów w zakresie od 0,5% do 1% w zależności od mocy.

## 2.7. Zmienność napięcia i poziom izolacji

Cykliczność pracy elektrowni fotowoltaicznej powoduje znaczącą zmienność napięcia zasilającego transformator. Z tego względu konstrukcję transformatora należy przystosować do ciągłej pracy przy zmiennym napięciu zasilającym w zakresie zależnym od parametrów instalacji elektrowni fotowoltaicznej, np.  $\pm 10\%$  napięcia znamionowego.

W instalacjach fotowoltaicznych stosowane są inwertery o coraz wyższych napięciach znamionowych  $U_n$ , a tym samym wyższych maksymalnych napięciach urządzenia  $U_m$ . W przypadku wartości napięcia  $U_m$  powyżej 1,1 kV wymagane jest podwyższenie poziomu izolacji strony DN zgodnie z klasą napięciową inwertera.

## 2.8. Wytrzymałość zmęczeniowa

W przypadku transformatorów dedykowanych dla farm fotowoltaicznych należy uwzględnić nie tylko dużą częstotliwość i zakres zmian obciążenia, ale również (lub nawet przede wszystkim) fakt, iż zmiany obciążenia nakładają się na dobowe wahania temperatury otoczenia. Szeroki zakres zmian temperatury pracy transformatorów olejowych i ciśnienia wewnątrz kadzi (wynikające z niskiego poziomu obciążenia przy niskiej temperaturze otoczenia w nocy oraz maksymalnym obciążeniu przy wysokiej temperaturze otoczenia w ciągu dnia) bardzo negatywnie wpływa na jej wytrzymałość zmęczeniową, co może prowadzić do rozszczelnienia transformatora i wycieku oleju [5].

W celu ograniczenia zakresu zmian ciśnienia w kadzi zalecane jest obniżenie dopuszczalnych przyrostów średniej temperatury uzwojeń i maksymalnej temperatury oleju.

## 2.9. Próby i badania

Zgodnie z normą, dla każdego transformatora wykonywane są próby wyrobu.

Transformatory stosowane w farmach fotowoltaicznych, ze względu na specyfikę warunków w jakich pracują, powinny mieć wykonywane próby specjalne:

- pomiar wyładowań niezupełnych,
- próba napięciem piorunowym udarem pełnym,

- w zależności od warunków zagrożenia napięciowego, powinna być rozpatrzona konieczność wykonania próby napięciem piorunowym udarem uciętym,
- próba nagrzewania,
- pomiar rezonansu elektrycznego.

Należy również podkreślić, że instalowanie nowych transformatorów powinno uwzględniać najnowsze rozwiązania w zakresie projektowania, stosowanych materiałów i technologii produkcji.

Obecnie zaleca się stosowanie transformatorów z rdzeniem z blachy amorficznej, które posiadają bardzo niskie straty stanu jałowego. Wyższy koszt zakupu tych transformatorów zostaje zrekomensowany przez oszczędności wynikające z niższych kosztów eksploatacyjnych. Znaczący wzrost cen energii powoduje skrócenie czasu zwrotu wyższych kosztów zakupu transformatorów amorficznych.

## 3. Transformatory olejowe o konstrukcji przystosowanej do współpracy z elektrownią fotowoltaiczną

Zakres produkcji naszej fabryki obejmuje transformatory olejowe przystosowane do współpracy z elektrownią fotowoltaiczną o obniżonych stratach do instalacji w stacjach naziemnych lub słupowych oraz pracy wewnętrznej i napowietrznej.

Dostępne są konstrukcje transformatorów olejowych o różnych kombinacjach strat, w oparciu o szereg strat określone w normie PN-EN 50588-1 lub indywidualne wymagania klienta. Dla każdej kombinacji strat możliwe jest wykonanie transformatorów z uzwojeniami miedzianymi lub aluminiowymi.

### 3.1. Transformatory amorficzne

Dzięki zastosowaniu transformatorów amorficznych możliwe jest ponad dwukrotne zmniejszenie strat w rdzeniu w porównaniu do strat w rdzeniu z materiałów konwencjonalnych. W rezultacie podwyższona zostaje sprawność energetyczna transformatora.

Transformatory z rdzeniem amorficznym z uzwojeniami miedzianymi lub aluminiowymi są stosowane przez wiele energetyk europejskich, m.in. ENEL Distribuzione SpA, E.ON AG, TAURON Dystrybucja SA, Vattenfall AB, PGE Dystrybucja SA i energetyki skandynawskie.



Rys. 5. Rdzenie amorficzne przed montażem uzwojeń

W poniższych tabelach przedstawione zostały parametry transformatorów olejowych z rdzeniem amorficznym o uzwojeniach miedzianych i aluminiowych dla poszczególnych mocy i klas napięciowych.

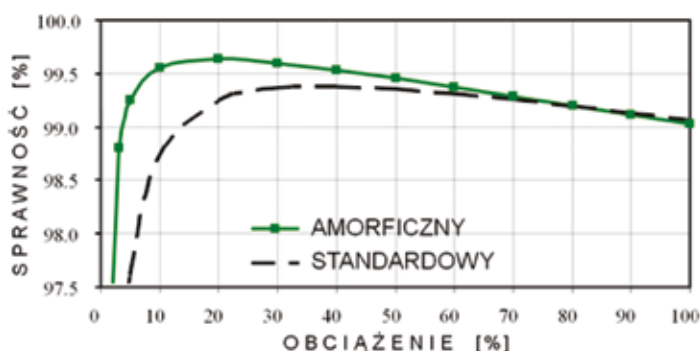
Zastrzegamy sobie możliwość zmian parametrów transformatorów związanych z modernizacją serii.

**Tabela 1. Przykładowe zestawienie parametrów transformatorów amorficznych o uzwojeniach miedzianych**

Klasa napięciowa $U_m=17,5$ i $U_m=24$ kV							
Moc	$U_k$	$P_0$	$P_{k(120^\circ\text{C})}$	Długość	Szerokość	Wysokość	Masa
[kVA]	[%]	[W]	[W]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
160	4,0	105	1750	1130	750	1200	1180
250	4,0	135	2350	1280	880	1300	1390
400	4,0	200	3250	1340	950	1310	1940
630	6,0	260	4600	1560	980	1400	2700

**Tabela 2. Przykładowe zestawienie parametrów transformatorów amorficznych o uzwojeniach aluminiowych**

Klasa napięciowa $U_m=17,5$ i $U_m=24$ kV							
Moc	$U_k$	$P_0$	$P_{k(120^\circ\text{C})}$	Długość	Szerokość	Wysokość	Masa
[kVA]	[%]	[W]	[W]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
160	4,0	90	1750	1250	760	1390	1200
250	4,0	145	2350	1370	800	1450	1300
400	4,0	220	3250	1510	890	1500	1800
630	6,0	300	4600	1650	940	1540	2620

**Rys. 6. Zestawienie charakterystyki sprawności transformatorów z rdzeniem amorficznym i z rdzeniem z materiałów konwencjonalnych**

Możliwe jest również wykonanie transformatorów o innych parametrach, według indywidualnych wymagań zamawiającego.

Instalacja transformatora z rdzeniem amorficznym wiąże się zwykle z wyższym kosztem nabycia, ale kompensowanym w czasie eksploatacji zmniejszonymi kosztami strat energii. Zwrócić należy uwagę również na fakt, że ograniczenie strat stanu jałowego transformatorów amorficznych w trakcie ich eksploatacji powoduje zmniejszenie emisji  $\text{CO}_2$ , powiązanej z wytwarzaniem energii elektrycznej. Transformatory amorficzne charakteryzują się znacznie wyższą sprawnością w porównaniu z transformatorami z rdzeniem z materiałów konwencjonalnych w zakresie odpowiadającym obciążeniom średnim rocznym poniżej 50% mocy znamionowej, dlatego też transformatory te są szczególnie predestynowane do stosowania w sieciach energetycznych, gdzie średnioroczne obciążenia wahają się zwykle od 15% do 30% (rys. 6). W ofercie produkcyjnej naszej fabryki znaleźć można pełną gamę transformatorów olejowych z rdzeniem amorficznym o różnych wartościach mocy na napięcia do 36 kV.

W celu maksymalnego ograniczenia wpływu na środowisko, w miejsce oleju mineralnego coraz powszechniej stosuje się biodegradowalne i trudnopalne płyny elektroizolacyjne, np. MIDEL 7131, co całkowicie eliminuje ryzyko skażenia otoczenia.

## 4. Transformatory suche o konstrukcji przystosowanej do współpracy z elektrownią fotowoltaiczną

Nasza fabryka jest wiodącym na rynku dostawcą transformatorów suchych. Zakres produkcji obejmuje transformatory suche o konstrukcji indywidualnie przystosowanej do współpracy z farmą fotowoltaiczną. Transformatory suche żywiczne produkowane są w dwóch alternatywnych technologiach:

- typu Cast Coil przy wykorzystywaniu zalewania próżniowego,
- typu Resibloc w technologii polegającej na jednoczesnym nawijaniu materiału przewodowego i rowingu (izolacji z włókna szklanego) nasączonego żywicą, tzw. „nawijanie na mokro”.

Technologia stosowana przy produkcji transformatorów suchych żywicznych pozwala na tworzenie optymalnych konstrukcji dostosowanych do indywidualnych wymagań klienta. W szczególności dotyczy to wymiarów transformatora, które nie mają narzuconych ograniczeń technologicznych, umożliwiając wykonanie różnych konstrukcji i typów z uwzględnieniem specyficznych potrzeb użytkownika.

Ten przyjazny dla środowiska, wykonany z materiałów samogasnących, suchy, żywiczny transformator spełnia wszystkie wymagania w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności konstrukcji.

Dostępne są konstrukcje transformatorów suchych żywicznych o różnych kombinacjach strat w oparciu o szeregi strat określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 548/20144 lub indywidualne wymagania klienta.

## 5. Podsumowanie

- Nasza fabryka nieustannie pracuje nad modernizacją wszystkich swoich produktów, aby spełniały one nawet najbardziej rygorystyczne wymagania w zakresie ochrony środowiska i sprawności energetycznej. Odpowiadając na potrzeby klienta, wdrożyła ona produkcję transformatorów z rdzeniem amorficznym i chłodzonych płynem biodegradowalnym. Dzięki stosowaniu transformatorów amorficznych, możliwe jest ponad dwukrotne zmniejszenie strat w rdzeniu w porównaniu do strat w rdzeniu z materiałów konwencjonalnych. Istotnym aspektem podniesienia sprawności transformatorów rozdzielczych, oprócz czynników ekonomicznych, jest również wpływ na środowisko poprzez ograniczenie emisji  $\text{CO}_2$ .

Natomiast zastosowanie biodegradowalnych płynów izolacyjnych chroni środowisko przed skażeniem. Znaczący wzrost realizowanych inwestycji, budowy farm fotowoltaicznych zmienia strukturę źródeł produkcji energii elektrycznej. W zakresie transformatorów ekonomicznie uzasadniony jest dobór konstrukcji energooszczędnych o niskim poziomie strat, które zapewnią podniesienie sprawności farmy fotowoltaicznej. Ponadto konieczne jest zapewnienie niezawodności transformatorów i stosowanych w tych instalacjach urządzeń, gwarantującej niezakłóconą, ciągłą pracę farmy. W tym celu konstrukcja transformatorów powinna uwzględniać specyfikę współpracy z farmą fotowoltaiczną, w szczególności występowanie wyższych harmonicznych, przepięcia oraz cykle pracy (dobowej i rocznej). Ze względu na dużą, cykliczną zmienność obciążenia istotne znaczenie ma dobór optymalnej mocy transformatora z uwzględnieniem w jego konstrukcji przeciążeń w taki sposób, aby nie wystąpiło przyspieszenie procesu starzenia izolacji i w konsekwencji skrócenie czasu życia transformatora.

– Transformatory dedykowane do instalacji na farmach fotowoltaicznych powinny spełniać opisane powyżej, specjalne wymagania w celu zapewnienia ich prawidłowej pracy w systemie i niezawodności. Ze względu na istotne różnice w konstrukcji transformatorów przystosowanych do współpracy z farmami fotowoltaicznymi, w porównaniu ze standardowymi transformatorami rozdzielczymi, konieczne jest wyróżnienie tej grupy transformatorów poprzez stosowne zapisy w specyfikacji technicznej i oznaczenia transformatorów. Pozwoli to zamawiającemu na jednoznaczną identyfikację transformatorów przeznaczonych do instalacji na farmach fotowoltaicznych i wybór właściwej konstrukcji.

## 6. Bibliografia

- [1] Global Energy Statistical Yearbook 2022.
- [2] World Energy Scenarios „Composing energy futures to 2050”.
- [3] „Energia w Europie – Aktualna Sytuacja” – Europejska Agencja Środowiska (EEA).
- [4] World Electricity Generation – Updated January 2022.
- [5] Ramowa Instrukcja Eksploatacji Transformatorów, Wyd. 2012. ZPBE Energo-pomiar – Elektryka Sp. z o.o.

Artykuł został przedstawiony podczas konferencji „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów - Wisła 2022

# Nowe stanowisko laboratoryjne w Instytucie Elektroenergetyki PŁ

Filip Stuchała, Paweł Różga  
Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej

W dniu 17 października 2022 r., podczas oficjalnej wizyty w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej, Zakład Obsługi Energetyki Sp. z o.o. przekazał Instytutowi nowe stanowisko laboratoryjne. Przekazanie stanowiska było wynikiem podpisanego w dniu 13.12.2021 r. porozumienia o współpracy pomiędzy Wydziałem EEIA reprezentowanym przez dziekana Wydziału EEIA dr. hab. inż. Jacka Kucharskiego, prof. PŁ i Grupą Technitel reprezentowaną przez prezesa Zarządu Technitel Polska S.A. Tomasza Klimkiewicza. W związku z tym, że Zakład Obsługi Energetyki Sp. z o.o. jest członkiem Grupy Technitel zajmującym się szeroko

linii napowietrznej SN 15-20 kV. Dzięki możliwości pracy z urządzeniem, przyszli inżynierowie będą mogli nauczyć się specyfiki pracy przy obiektach energetycznych na terenie PGE Dystrybucja S.A., a także obsługi, konserwacji i regulacji rozłączników zdalnie sterowanych pracujących w rzeczywistej sieci dystrybucyjnej. Przekazane stanowisko rozłącznikowe wyposażone jest w oferowany przez Zakład Obsługi Energetyki Sp. z o.o. rozłącznik typu Fla 15/60, komplet sensorów kombinowanych typu SMKS-K1112, a także w pełni wyposażoną szafkę telemechaniki ze sterownikiem Panda, zasilaczem PANUPS2 oraz wskaźnikiem zwarć typu GIM.



Przedstawiciele Studenckiego Koła SEP przy PŁ na tle nowego stanowiska laboratoryjnego



Oficjalny odbiór stanowiska od przedstawicieli Zakładu Obsługi Energetyki Sp. z o.o.

rozumianą elektroenergetyką, to właśnie on zobowiązał się wykonać wspomniane stanowisko z przeznaczeniem do użytkowania przez studentów PŁ studiujących na kierunkach elektrotechnika i energetyka. Jest to stanowisko słupowe z rozłącznikiem zdalnie sterowanym radiowo dla

Oficjalne przekazanie stanowiska laboratoryjnego odbyło się przy licznej udziale dyrekcji i pracowników Instytutu Elektroenergetyki, studentów kierunku elektrotechnika, a także przedstawicieli Koła SEP Pracowników PŁ oraz Studenckiego Koła SEP przy PŁ. Przedstawicielami Zakładu Obsługi Energetyki Sp. z o.o. byli dyrektor ds. rozwoju i handlu Krzysztof Mamos, a także dyrektor ds. technicznych Marek Dziedzic, którzy przedstawili zebranym najważniejsze informacje

związane z przekazywanym stanowiskiem. Z ramienia Instytutu Elektroenergetyki stanowisko oficjalnie odebrał dr hab. inż. Paweł Różga, prof. PŁ, zastępca dyrektora Instytutu ds. rozwoju. Za opracowanie instrukcji laboratoryjnych do ćwiczeń realizowanych z wykorzystaniem stanowiska odpowiedzialny był pracownik Instytutu Elektroenergetyki mgr inż. Filip Stuchała, który stał się formalnie także opiekunem stanowiska.

Stanowisko słupowe z rozłącznikiem zdalnie sterowanym radiowo dla linii napowietrznej SN 15-20 kV stało na Hali Wysokich Napięć Instytutu Elektroenergetyki PŁ. Mamy nadzieję, że stanowisko będzie wartością dodaną do aparatury laboratoryjnej Laboratorium Wysokich Napięć, a rozpoczęta współpraca pomiędzy Instytutem Elektroenergetyki PŁ a Zakładem Obsługi Energetyki Sp. z o.o. i Grupą Technitel będzie się dalej owocnie rozwijać.

# Konferencja Naukowo-Techniczna „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów” – Wiśła 2022

Jacek Sanocki  
Energopomiar Elektryka Sp. z o.o.

W dniach 12–14 października 2022 r. w Ośrodku Konferencyjnym „Stok” w Wiśle-Jaworniku odbyła się XII Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: „Zarządzanie Eksploatacją Transformatorów” zorganizowana przez Zakład Pomiarowo-Badawczy Energetyki „Energopomiar-Elektryka” Spółka z o.o. przy współudziale:

- Fabryki Transformatorów w Żychlinie Sp. z o.o.,
- Hitachi Energy Poland Sp. z o.o.,
- Schneider Electric Transformers Poland Sp. z o.o.

Partnerem konferencji była firma Energopomiar Sp. z o.o., a patronat sprawowali:

- Energa-Operator SA,
- Polski Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych CIGRE Polska,
- Stowarzyszenie Elektryków Polskich,



Powitanie uczestników Konferencji przez Honorowego Przewodniczącego Komitetu Naukowego prof. dr. hab. inż. Jerzego Skubisa

W tegorocznej konferencji wzięło udział 295 uczestników z 87 firm; zaprezentowano 25 referatów technicznych oraz przedstawiono tutorial nt. broszury technicznej CIGRE nr 783 „DGA monitoring systems”.



Prezentację na temat zmian w Ramowej Instrukcji Eksploatacji Transformatorów przedstawia dr inż. Zbigniew Szymański z Energopomiar-Elektryka Sp. z o.o.

Obrazy dotyczyły aktualnych zagadnień związanych z eksploatacją transformatorów energetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem:

- kierunków zmian wprowadzonych w najnowszej edycji Ramowej Instrukcji Eksploatacji Transformatorów, wyd. 2022 r.,
- nowych metod diagnostyki technicznej transformatorów i ich przydatności,
- problemów i zagrożeń związanych z izolacją olejowo-papierową transformatorów w aspekcie ochrony środowiska oraz zagadnień ekonomicznych – wydłużanie jej żywotności,
- biodegradowalnych cieczy dielektrycznych (estry naturalne i syntetyczne),
- skuteczności systemów monitoringu on-line w zapobieganiu awarii,
- nowych konstrukcji przekładników oraz transformatorów przeznaczonych do współpracy z odnawialnymi źródłami energii – farmami wiatrowymi oraz instalacjami fotowoltaicznymi.

Dziękujemy wszystkim uczestnikom konferencji za aktywny w niej udział i wniesienie wielu cennych uwag i pomysłów w dalszy rozwój tego forum wymiany myśli technicznej.

# XL Walny Zjazd Delegatów SEP Bydgoszcz, 22 – 25 września 2022 r.

Anna Grabiszewska  
Oddział Łódzki SEP

Rok 2022 to rok obfitujący w ważne stowarzyszeniowe wydarzenia, to rok sprawozdawczo-wyborczy, czas podsumowań, ale i kreślenia planów na przyszłość, planów dostosowania się do dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości. W tym roku największe i najważniejsze wydarzenie organizacyjne i merytoryczne dla naszego Stowarzyszenia – XL Walny Zjazd Delegatów SEP zostało zorganizowane **w Bydgoszczy w dniach 22 – 25 września 2022 r.**

**Bydgoszcz** to stolica województwa kujawsko-pomorskiego i ósme co do wielkości miasto w Polsce. Historycznie zajmuje część Kujaw i jest malowniczo położone nad Brdą, Wisłą oraz Kanałem Bydgoskim. To tutaj krzyżują się ważne szlaki drogowe, kolejowe, a także wodne (międzynarodowa droga wodna E70). W mieście znajduje się Port Lotniczy im. Ignacego Jana Paderewskiego (podróż z centrum miasta trwa ok. 15 minut autobusem miejskim). Bydgoszcz to miasto o wielowiekowej tradycji, które zachwyca turystów przede wszystkim położeniem nad rzeką przecinającą centrum miasta. Bydgoszcz coraz intensywniej zwraca się ku wodzie. To właśnie w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Brdy toczy się codzienne, kulturalne, sportowe i biznesowe życie miasta. Barwami Bydgoszczy są kolejno umieszczone od góry kolory: biały, czerwony i błękitny, które tworzą trzy poziome pasy równej szerokości. W centralnym miejscu flagi znajduje się herb miasta. Barwy flagi nawiązują bezpośrednio do barw herbu. Herb miasta to: czerwony mur miejski na białym tle z blankami, bramą i trzema basztami, nakrytymi niebieskimi dachami zakończonymi złotymi gałkami. Środkowa baszta jest wyższa i większa, a na jej szczycie, na gałce, umieszczony jest złoty wietrznik zwrócony w prawo. W murze znajduje się brama z podniesioną złotą broną, niebieskie podwoje, ze złotymi okuciami, a prawe otwarte. Obecny wygląd herbu został ustanowiony uchwałą Rady Miasta z 2005 r. Na przestrzeni dziejów herb ulegał zmianom, a jego początki sięgają momentu nadania Bydgoszczy praw miejskich. Pierwotny herb miasta zachował się w szczątkowej formie na pieczęci przywieszanej do dokumentu wystawionego dla cystersów koronowskich w 1362 r. Hejnał Bydgoszczy został skomponowany przez kompozytora, pianistę i muzykologa prof. Konrada Pałubickiego (1910-1992). W 1946 r., z okazji obchodów 600-lecia nadania praw miejskich Bydgoszczy, został zorganizowany konkurs na hejnał. Jury konkursu wybrało kompozycję K. Pałubickiego opartą na motywach kaszubskich. Ustalono również, że hejnał wykonywany przez trębacza będzie rozbrzmiewał z wieży kościoła Klarysek przy ul. Gdańskiej 2. Obecnie hejnał odtwarzany jest z nośnika cyfrowego trzy razy dziennie, o godzinie 12:00, 15:00 i 18:00. Warto dodać, że pierwszy bydgoski sygnał muzyczny – hejnał wojskowy – zabrzmiał w 1925 r. z okazji Święta 3 Maja.

Zgodnie ze Statutem Stowarzyszenia, Zjazd zwoływany jest w celu wyboru nowych władz i organów SEP, przyjęcia sprawozdań ustępujących władz i organów, rozpatrzenia wniosku w sprawie udzielenia absolutorium ustępującemu Zarządowi Głównemu oraz nakreślenia programu i kierunków działania Stowarzyszenia na kolejne lata działalności.

Nasz Oddział na Zjeździe reprezentowany był przez wybranych na Walnym Zgromadzeniu Oddziału, delegatów i Członków Honorowych SEP:

1. Przemysława Tabakę – prezesa Oddziału,
2. Karola Adamiaka,
3. Franciszka Mosińskiego,
4. Krystynę Sitek,
5. Władysława Szymczyka.

oraz Annę Grabiszewską, jako przedstawiciela prasy stowarzyszeniowej (Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego SEP).

Formalne obrady miały miejsce 23 i 24 września w Auditorium Novum na Politechnice Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich. Jest to nowoczesny obiekt o powierzchni netto 2503 m<sup>2</sup> i kubaturze 14 586 m<sup>3</sup> z główną salą audytorijną na 500 miejsc, którą za pomocą mobilnej ściany akustycznej można dzielić na dwie mniejsze sale po 250 miejsc każda. Oprócz głównej sali, kompleks funkcjonalnie uzupełniają cztery sale wykładowe przeznaczone łącznie dla 240 osób oraz pomieszczenia socjalne, magazynowe i techniczne.

Obrady poprzedził tzw. „dzień zerowy”. Tradycją jest, że każdy WZD poprzedzają uroczystości upamiętnienia historycznych wydarzeń związanych ze środowiskiem elektryków czy też miasta, w którym odbywa się



Plakat Oddziału Łódzkiego SEP na wystawie promującej XL Walny Zjazd Delegatów SEP w centrum Bydgoszczy

Zjazd. Pierwszym akcentem XL Walnego Zjazdu Delegatów SEP, w dniu 22 września 2022 roku, było oddanie hołdu patronowi Oddziału Bydgoskiego SEP profesorowi Alfonsowi Hoffmannowi. Profesor Alfons Hoffmann był współtwórcą systemu elektroenergetycznego na Pomorzu oraz prezesem SEP w latach 1937–1938. Delegacja SEP z prezesem SEP Piotrem Szymczakiem złożyła wieniec przed tablicą upamiętniającą prof. Alfonsa Hoffmanna w budynku Naczelnej Organizacji Technicznej w Bydgoszczy.

W tym samym dniu na Placu Teatralnym w Bydgoszczy została otwarta wystawa okolicznościowa pt.: „103-lecie Stowarzyszenia Elektryków Polskich”. Otwarcia wystawy dokonał wiceprezydent Bydgoszczy Michał Szybel. Na wystawie Oddziały SEP mogły zaprezentować swoją historię i działalność. Na wystawie zaprezentował się również Oddział Łódzki SEP.

Na zakończenie tego dnia, w Katedrze św. Marcina i św. Mikołaja w Bydgoszczy biskup bydgoski Krzysztof Włodarczyk oraz ks. Sławomir Zyga odprawili mszę św. w intencji elektryków. Biskup bydgoski wielokrotnie odnosił się do „aspektów elektrycznych”, wspominał o doksztalceniu się na potrzeby intencji odprawianej mszy św., co w efekcie sprawiło, że msza św. była ważnym akcentem merytorycznym (w ujęciu technicznym i duchowym) w rozpoczynającym się XL Walnym Zjeździe Delegatów SEP. Katedra św. Marcina i Mikołaja to katolicki kościół zbudowany w XV w. w stylu gotyckim w Bydgoszczy; kościół farny, katedra diecezji bydgoskiej, sanktuarium Matki Bożej Piękną Miłości. Stanowi najwartościowszy zabytek staropolskiej architektury Bydgoszczy oraz doskonale wpisuje się w nadrzeczny klimat miasta. Zawiera dwa czczone i koronowane wizerunki maryjne: obraz Matki Bożej Piękną Miłości (1467) w ołtarzu głównym oraz obraz Matki Bożej Szkaplerznej (1700) w ołtarzu nawy północnej.

Ostatnim akcentem była uroczysta kolacja ustępujących władz i organów statutowych SEP na zaproszenie prezesa SEP, podczas której podsumowano działalność ustępujących władz.

Wystawa zawierała interesujące eksponaty, które uzupełnione merytorycznym komentarzem kol. Włodzimierza Bielińskiego nabierały niepowtarzalnej wartości, odróżniającej ten sposób ekspozycji od zwykłego oglądania eksponatów, np. na stronach internetowych. Elementem Wystawy Elektrotechnicznej były również stanowiska demonstracyjne Enea Operator Sp. z o.o. dotyczące nowoczesnych rozwiązań prac pod napięciem oraz diagnostyki uszkodzeń kabli.



Fragment wystawy, prezentujący źródła światła



Delegacja Oddziału Łódzkiego SEP, od lewej: Franciszek Mosiński, Karol Adamiak, Przemysław Tabaka, Krystyna Sitek, Anna Grabiszewska, Władysław Szymczyk

W pierwszym dniu obrad, w dniu 23 września 2022 r. przed rozpoczęciem obrad, zostały otwarte dwa wydarzenia towarzyszące. Pierwszym wydarzeniem była Wystawa Elektrotechniczna przygotowana przez kolegów Włodzimierza Bielińskiego i Sławomira Wieczorka (Oddział Byd-

goski SEP). Drugim wydarzeniem towarzyszącym XL Walnemu Zjazdowi Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich było seminarium naukowo-techniczne pt.: „Przyszłość polskiej energetyki i elektroenergetyki, proces transformacji i stan postulowany”. Seminarium odbyło się pod patronatem honorowym JM Rektora Politechniki Bydgoskiej prof. dr. hab. inż. Marka Adamskiego. W ramach seminarium omówiono wybrane aspekty funkcjonowania najważniejszych sektorów systemu energetycznego i elektroenergetycznego w nowych warunkach, gdy nie będą wykorzystywane paliwa kopalne. Odbyła się bardzo interesująca debata panelowa z udziałem specjalistów w branży elektroenergetycznej, którą moderowali prof. Kazimierz Bieliński oraz red. Joanna Sikora.

O godzinie 9:00 nastąpiło oficjalne otwarcie obrad, których przewodniczącym został Marek Grzywacz. Pierwsza część miała charakter uroczysty. Brali w niej udział zaproszeni goście, m.in. Jego Magnificencja rektor Politechniki Bydgoskiej prof. dr. hab. inż. Marek Adamski, wicewojewoda kujawsko-pomorski Józef Ramlau, senator RP Dariusz Wieczorek oraz prorektor ds. nauki i ewaluacji Politechniki Bydgoskiej prof. Łukasz Skowroński, Ewa Mańkiewicz-Cudny – prezes Naczelnej Organizacji Technicznej.

W kolejnym punkcie porządku obrad uczestnicy Zjazdu uczcili chwilą ciszy pamięć zmarłych członków SEP od XXXVIII WZD w Poznaniu w 2018 r. Księga z wykazem wszystkich zmarłych członków SEP w kadencji 2018–2022 została wyłożona w sali obrad. Przy księdze ustawiono symboliczne znicze.

Wręczenie odznaczeń i medali Stowarzyszenia Elektryków Polskich poprzedziła ceremonia wręczenia dwóm członkom Oddziału Bydgoskiego SEP Medalu Stulecia Odzyskanej Niepodległości. Na wniosek wojewody kujawsko-pomorskiego, za zasługi dla Niepodległej, prezydent

Rzeczypospolitej Polskiej Andrzej Duda postanowił odznaczyć tym medalem Sławomira Cieślika i Marka Magdziarza.

Następnie miała miejsce ceremonia ogłoszenia wyników i wręczenie nagród laureatom i wyróżnionym w konkursie na plakat pt.: „Elektryka Bydgoska w ostatnim 125-leciu”. Uroczystą część XL WZD SEP zakończył wspaniały Koncert Galowy pt.: „Województwo Kujawsko-Pomorskie na 103-lecie Stowarzyszenia Elektryków Polskich” w wykonaniu Orkiestry im. Johanna Straussa pod dyrekcją Marka Czeaka. Koncert był dedykowany Stowarzyszeniu Elektryków Polskich przez marszałka województwa kujawsko-pomorskiego Piotra Całbeckiego. Wystąpiło dwoje solistów, a cały koncert poprowadziła Emilia Czeaka. Miłym akcentem dla uczestników zjazdu było nowe wykonanie utworu pt.: „Cztery toasty” (słowa wiersza Adama Mickiewicza, muzyka prof. Marka Jasińskiego, aranżacja Marek Czeaka).



Od lewej: Władysław Szymczyk, Anna Grabiszewska, Przemysław Tabaka, Krystyna Sitek

Jednym z bardziej uroczystych wydarzeń bydgoskiego zjazdu było nadanie godności Członka Honorowego SEP. Godność tą uzyskało dwanaście osób:

1. Iwona Gajda
2. Andrzej Hachoł
3. Orest Ivakhiv
4. Andrzej Jakubiak
5. Wiesław Michalski
6. Grzegorz Mieczkowski
7. Edward Musiał
8. Jan Popczyk
9. Teresa Skowrońska
10. Petro Stakhiv
11. Maria Zastawny
12. Zdzisław Życki

W kolejnej części Zjazdu uczestnicy WZD wysłuchali sprawozdań ustępujących władz:

1. sprawozdania z działalności SEP w kadencji 2018–2022, które przedstawił ustępujący prezes SEP kol. Piotr Szymczak wraz z ustępującymi członkami ZG wraz z ustępującymi członkami ZG kol. kol.: Aleksandrą Konklewską, Janem Musiałem, Krzysztofem Nowickim;

2. sprawozdania Głównej Komisji Rewizyjnej za mijającą kadencję 2018–2022 wraz z oceną działalności ZG i wnioskiem w sprawie absolutorium dla ustępującego Zarządu Głównego, które przedstawił ustępujący przewodniczący GKR Marek Magdziarz;
3. sprawozdania Głównego Sądu Koleżeńskiego, które przedstawił ustępujący przewodniczący GSK Zbigniew Lubczyński.

Zjazd przyjął dwa sprawozdania: z działalności SEP w kadencji 2018–2022 i Głównej Komisji Rewizyjnej oraz udzielił absolutorium ustępującemu ZG.

Punktem kulminacyjnym pierwszego dnia obrad XL Walnego Zjazdu Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich był wybór prezesa SEP. Spośród dwóch kandydatów na prezesa SEP (kol. Sławomir Cieślik oraz kol. Andrzej Hachoł), XL Walny Zjazd Delegatów SEP wybrał kol. Sławomira Cieślika z Oddziału Bydgoskiego SEP.

Drugi dzień obrad rozpoczęło wręczenie dyplomów w konkursie „Najaktywniejszy oddział SEP”. Przedmiotem konkursu jest ocena działalności merytorycznej i organizacyjnej prowadzonej przez Oddziały SEP realizujące statutowe cele i zadania Stowarzyszenia. Celem konkursu jest stałe podnoszenie poziomu działalności i aktywizowanie Oddziałów SEP. Konkurs obejmuje działalność Oddziałów SEP za okres od początku roku po WZD do końca roku poprzedzającego kolejny WZD SEP. W przypadku tegorocznej edycji były to lata: 2019, 2020, 2021. Konkurs jest prowadzony w trzech grupach:

- Grupa 1 – Oddziały SEP liczące powyżej 800 członków,
- Grupa 2 – Oddziały SEP liczące od 401 do 800 członków,
- Grupa 3 – Oddziały SEP liczące do 400 członków.

Oceny wyników konkursu dokonał zespół Centralnej Komisji Oddziałów i Kół SEP w składzie: przewodniczący – Andrzej Klaczkowski (Oddział Zagłębia Węglowego) oraz członkowie – Marian Gondek (Oddział Krakowski), Renata Kurka (Oddział Poznański), Paweł Włodarczyk (Oddział Włocławski).

W Konkursie za kadencję 2018–2022 uczestniczyło 7 Oddziałów SEP: Oddział Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji, Oddział Krakowski, Oddział Nowohucki, Oddział Piotrkowski, Oddział Poznański, Oddział Radomski, Oddział Wrocławski.

#### **Grupa I - Oddziały SEP liczące powyżej 800 członków**

I miejsce: Oddział Wrocławski SEP im. Kazimierza Idaszewskiego,  
II miejsce: Oddział Poznański SEP im. Prof. Józefa Węglarza.

#### **Grupa II - Oddziały SEP liczące od 401 do 800 członków**

I miejsce: Oddział Krakowski,  
II miejsce: Oddział Radomski im. prof. Włodzimierza Krukowskiego,  
III miejsce: Oddział Piotrkowski im. mgr. inż. Tadeusza Malinowskiego.

#### **Grupa III - Oddziały SEP liczące do 400 członków**

I miejsce: Oddział Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji SEP im. prof. Janusza Groszkowskiego,  
II miejsce: Oddział Nowohucki im. mgr. inż. Stanisława Szeligi.

Najważniejszą częścią tego dnia były wybory członków Zarządu Głównego SEP, Głównej Komisji Rewizyjnej, Głównego Sądu Koleżeńskiego oraz Komisji Wyborczej. Kandydaci do poszczególnych organów zostali poproszeni o krótką prezentację swojej osoby. Oddział Łódzki SEP zgłosił do zarządu Głównego SEP Władysława Szymczyka, a do Głównego Sądu Koleżeńskiego Karola Adamiaka.



Władysław Szymczyk



Karol Adamiak

Po prezentacjach odbył się blok głosowań. Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich w kadencji 2022–2026, który po ukonstytuowaniu przedstawia się następująco:

**Prezydium Zarządu Głównego SEP:**

1. Andrzej Werkowski – wiceprezes – skarbnik
2. Marek Grzywacz – wiceprezes
3. Jan Musiał – wiceprezes
4. Bolesław Pałac – wiceprezes
5. Aleksandra Konkiewska – sekretarz

**Członkowie Zarządu Głównego SEP:**

6. Ryszard Beniak
7. Radosław Gutowski
8. Andrzej Hachoł
9. Kazimierz Jagieła
10. Arkadiusz Jurczakiewicz
11. Miłoslawa Kujaszczyk-Bożentowicz
12. Piotr Szymczak
13. Krzysztof Woliński
14. Maria Zastawny
15. Lech Żak

**Główna Komisja Rewizyjna w kadencji 2022 – 2026**

1. Maciej Bylica – przewodniczący
2. Wojciech Grotowski – zastępca przewodniczącego
3. Jerzy Kuciński – sekretarz
4. Jan Kapinos – członek GKR
5. Andrzej Kubowicz – członek GKR
6. Marek Rusin – członek GKR
7. Henryk Tymowski – członek GKR

**Główny Sąd Koleżeński w kadencji 2022 – 2026**

1. Bogumił Dudek – przewodniczący
2. Ryszard Grochowski – zastępca przewodniczącego
3. Ryszard Frydrychowski – sekretarz
4. Karol Adamiak – członek GSK
5. Adam Borguński – członek GSK
6. Jan Kurek – członek GSK
7. Jacek Wańkowicz – członek GSK

Członkiem Sądu Koleżeńskiego z największą liczbą głosów został wybrany Karol Adamiak członek Oddziału Łódzkiego SEP.

**Komisja Wyborcza Walnego Zjazdu Delegatów w kadencji 2022 – 2026**

1. Jan Strzałka – przewodniczący
2. Teresa Skowrońska – zastępczyni przewodniczącego
3. Kamil Cierzniewski – sekretarz
4. Wojciech Kocańda – członek KW WZD
5. Andrzej Liszewski – członek KW WZD
6. Ryszard Marcińczak – członek KW WZD
7. Andrzej Marusak – członek KW WZD
8. Ryszard Niewiedział – członek KW WZD
9. Tadeusz Pałko – członek KW WZD

W drugiej części obrad odbyły się dyskusje i głosowania dotyczące regulaminów i wniosków związanych z działalnością SEP. Przyjęto Regulamin: Komisji Wyborczej, Rady Prezesów, wynagradzania prezesa SEP, Zasłużonego Seniora SEP. Przyjęto również wnioski zjazdowe, które zostały przekazane do realizacji przez nowo wybrane władze Stowarzyszenia.

Już po zakończeniu obrad XL Walnego Zjazdu delegatów SEP odbyły się dwa posiedzenia robocze nowych gremiów SEP: posiedzenie inauguracyjne Zarządu Głównego SEP oraz Rada Prezesów SEP, na której wybrano dziekana Rady Prezesów na kadencję 2022 – 2026, którym został Waldemar Olczak – prezes Oddziału Zielonogórskiego SEP. Organem Wykonawczym jest Biuro SEP reprezentowane przez sekretarza generalnego SEP dr. inż. Jacka Nowickiego.

Zwieńczeniem dwóch roboczych dni Zjazdu był bankiet koleżeński pod hasłem „Elektrycy dla przyszłości Polski”. A w niedzielę, na pożegnanie, można było uczestniczyć w jednej z dwóch zaplanowanych wycieczek krajoznawczych: Bydgoskim Szlakiem Piwnym oraz do Exploseum.

XL Walny Zjazd Delegatów SEP przeszedł już do historii. Podczas obrad zostały zaprezentowane kierunki działania na kadencję 2022 – 2026, którym będą musiały sprostać nowo wybrane władze i organa statutowe. To duże wyzwanie, zwłaszcza w dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości i coraz trudniejszych warunkach gospodarczych. Trzeba stale szukać nowych dróg rozwoju i kreowania wizerunku oraz określać cele działalności Stowarzyszenia, a także jego miejsce w szeroko rozumianej przestrzeni publicznej.

**Źródła:**

- <https://sep.com.pl/>
- <https://visitbydgoszcz.pl/pl/poznaj/2343-podstawowe-informacje>
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Katedra\\_%C5%9Bw.\\_Marcina\\_i\\_Miko%C5%82aja\\_w\\_Bydgoszczy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Katedra_%C5%9Bw._Marcina_i_Miko%C5%82aja_w_Bydgoszczy)



# Specjalista od rezystancji izolacji

## Nowy wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych MPI-536 firmy SONEI

Od wielu lat mierniki wielofunkcyjne MPI firmy Sonel cieszą się zasłużonym uznaniem wśród instalatorów, jako przyrządy uniwersalne, poręczne, o dobrym stosunku ceny do jakości. Jednym z ostatnich tego typu urządzeń jest nowość w ofercie firmy **Sonel S.A. – MPI-536**. Jest to miernik wyróżniony podczas targów ENERGETAB 2022 nagrodą Pucharu Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



**Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych MPI-536 to specjalista w badaniu izolacji.** Przeznaczony jest do sprawdzania domowych i przemysłowych instalacji elektrycznych. Łączy w sobie możliwości pomiarowe kilku urządzeń, zapewniając przy tym również dobrą dokładność. Przyrządem można wykonać wszystkie pomiary odbiorcze instalacji zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- impedancja pętli zwarcia (również w obwodach z wyłącznikami RCD),
- parametry wyłączników RCD,

- rezystancja izolacji,
- rezystancja uziemienia i rezystywność gruntu,
- ciągłość połączeń ochronnych i wyrównawczych,
- natężenie oświetlenia,
- test kolejności faz,
- test kierunku obrotów silnika.

Jednak tym, co najbardziej wyróżnia miernik w stosunku do innych przyrządów wielofunkcyjnych na rynku, jest badanie rezystancji izolacji w znacznie rozszerzonym zakresie. Maksymalne napięcie pomiarowe to aż **2500 V**. Diagnostykę izolacji wspomagają wykresy  $R(t)/U(t)$ ,  $R(t)/I(t)$ ,  $U(t)/I(t)$ ,  $I(U)$ , dostępne zarówno po, jak i w trakcie wykonywania badania. Ponadto przyrząd wylicza współczynniki absorpcji oraz współczynniki temperaturowe.

Miernik **Sonel MPI-536** umożliwia także automatyczny pomiar rezystancji izolacji przewodów i kabli 3-, 4- lub 5- żyłowych przy wykorzystaniu opcjonalnego adaptera AutoISO-2500. Znaczne zautomatyzowanie pomiarów umożliwia funkcja badania wyłączników różnicowo-prądowych w trybie Auto, a także wstępnie zaprogramowane przez producenta sekwencje pomiarowe (tzw. auto-testy), które można również rozbudować o własne sekwencje.

Urządzenie wyposażone jest w kolorowy, dotykowy ekran LCD o przekątnej 7" i rozdzielczości 800x480 pikseli. Miernik świetnie poradzi sobie w trudnych warunkach środowiskowych. Ochronę przed wnikaniem pyłów i wody zapewnia unikalna obudowa o poziomie szczelności IP51. Jest ona wytrzymała na uszkodzenia mechaniczne, a specjalna konstrukcja pozwala w prosty sposób zabezpieczyć wyświetlacz dotykowy poprzez przesunięcie pokrywy miernika. Oprócz tego, że chroni ona przed uszkodzeniem, to również pozwala na wygodne przenoszenie i użytkowanie urządzenia w różnych pozycjach.



# Szkolenie dla członków Komisji Kwalifikacyjnych 30 września – 1 października 2022 r.

Anna Grabiszewska  
Oddział Łódzki SEP

Oddział Łódzki SEP, równoległe z szeroką działalnością stowarzyszeniową, prowadzi działalność gospodarczą. Jej podstawą są prace prowadzone przez Ośrodek Rzeczoznawstwa oraz szkolenia i egzaminy kwalifikacyjne. Szkolenia i egzaminy to jednak nie tylko działalność gospodarcza, ale jednocześnie realizacja celów określonych w Statucie SEP. Jednym z tych celów jest działanie na rzecz podnoszenia poziomu zawodowego elektryków, energetyków, informatyków, ciepłowników czy osób pracujących przy urządzeniach zasilanych gazem, które odbywa się poprzez ustawiczne doskonalenie kwalifikacji; wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych. Oznacza to kształtowanie własnego rozwoju osób zajmujących się pracą w tych zawodach oraz odpowiedzialne uczestniczenie w życiu zawodowym i społecznym, z uwzględnieniem etycznego kontekstu własnego postępowania oraz kształtowanie etyki zawodowej elektryków.

Dbając o wysoki poziom merytoryczny wykładów i przeprowadzanych egzaminów, w dniach 30 września – 1 października 2022 r. w Uniejowie Oddział Łódzki SEP zorganizował kolejne już szkolenie dla członków powołanych przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Komisji Kwalifikacyjnych przy Oddziale Łódzkim SEP.



Zamek w Uniejowie

Przypomnijmy, że przy naszym Oddziale działają trzy Komisje:

- Komisja Kwalifikacyjna nr 185 – przewodniczący prof. Franciszek Mosiński,
- Komisja Kwalifikacyjna nr 186 – przewodniczący Zdzisław Sobczak,
- Komisja Kwalifikacyjna nr 655 – przewodniczący Andrzej Boroń.

W pierwszym dniu, po przyjeździe do hotelu w godzinach popołudniowych, był czas na spacer lub relaks na terenie term, a wieczorem wszyscy spotkali się na wspólnej kolacji, podczas której wieczór upłynął w miłej i koleżeńskiej atmosferze. Na co dzień zabiegani, spotykający się tylko w małych grupach przy prowadzeniu egzaminów, a często tylko mijający się w siedzibie Oddziału, członkowie komisji mieli okazję bliżej się poznać i wymienić spostrzeżenia i poglądy na tematy związane z egzaminami.

W tym roku zawitaliśmy do Uniejowa, który otrzymał prawa miejskie już pod koniec XIII w. Świadcami długiej historii miasta są cenne zabytki, m.in. Zamek Arcybiskupów Gnieźnieńskich i kolegiata. Trzytysięczny Uniejów żyje jednak nie tylko swoją piękną historią. Od kilku lat miasto nabiera drugiego oddechu. Śmiałe inwestycje w rozwój turystyki i różnorodne wykorzystanie wody termalnej zmieniły jego oblicze. Niezwykła tradycja układania kwiatnych dywanów w Spycimierzu pod Uniejowem znajduje się na światowej liście niematerialnego dziedzictwa kulturowego UNESCO



Spotkanie poprowadził kol. Przemysław Tabaka  
– prezes Oddziału Łódzkiego SEP

W 2008 r. Uniejów uzyskał świadectwa potwierdzające korzystne dla zdrowia właściwości wody geotermalnej i klimatu. Dało to zielone światło do dalszych etapów ubiegania się o status uzdrowiska. Od 2012 r. miasto posiada – jako pierwsze w Polsce – status uzdrowiska termalnego. Uniejowska solanka, wydobywana z głębokości ponad 2 km, ma temperaturę 68°C. Jest to woda mineralna chlorkowo-sodowa posiadająca właściwości lecznicze potwierdzone wymaganymi świadectwami. Minerality, które są wyjątkowo cenne, to m.in.: chlorek sodu (wspomaga leczenie chorób

dermatologicznych i ma bardzo dobry wpływ na przemianę materii), jodki i fluorki (nieocenione przy kuracjach pitnych związanych z niedoborami jodu i fluoru), kwas metakrzemowy (wykazuje korzystne działanie dla uwodnienia skóry i poprawy elastyczności, a także pomaga w redukcji zmarszczek i cellulitu).

W sobotę od rana rozpoczął się blok szkoleniowy. Prelegentami byli członkowie Komisji Kwalifikacyjnych. Blok obejmował następujące wystąpienia:

1. *Eksploatacja wybranych urządzeń energetycznych oraz urządzeń wytwarzających, magazynujących, przetwarzających, przesyłających i zużywających ciepło* – Zbigniew Ptasiński,
2. *Eksploatacja wybranych urządzeń, instalacji i sieci gazowych wytwarzających, przetwarzających, przesyłających, magazynujących i zużywających paliwa gazowe* – Zdzisław Sobczak,
3. *Magazyny energii w samochodach elektrycznych* – Paweł Kelm,
4. *Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2022 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci* – omówienie i dyskusja Władysław Szymczyk.



*Kol. Zbigniew Ptasiński podczas prezentacji*



*Kol. Zdzisław Sobczak podczas prezentacji*



*Uczestnicy spotkania*

Bardzo ważną częścią seminarium było omówienie Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2022 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci, którego dokonał kol. Władysław Szymczyk – przewodniczący Rady Nadzorczej ds. Komisji Kwalifikacyjnych. W tym miejscu należy mocno podkreślić fakt, że Oddział Łódzki SEP już w ciągu tygodnia dostosował całą dokumentację egzaminacyjną do wymogów nowego rozporządzenia. Zmiany, które zostały wprowadzone tym rozporządzeniem są bardzo istotne i mają znaczący wpływ na prowadzoną działalność egzaminacyjną.

Komisje Kwalifikacyjne powołane przed dniem wejścia w życie nowego rozporządzenia, których przewodniczący, zastępca przewodniczącego, członkowie lub sekretarz spełniają wymagania o których mowa w § 8 ust. 2 rozporządzenia oraz które zostały powołane u przedsiębiorców lub przy stowarzyszeniach spełniających wymagania określone w art. 54 ust. 3 pkt 1 ustawy – Prawo energetyczne, mogą wydawać świadectwa

kwalifikacyjne osobom wykonującym czynności związane z eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci określonych w załączniku nr 1 do rozporządzenia, bez konieczności otrzymania zmiany aktu powołania.

Oddział Łódzki SEP przykłada dużą wagę do podnoszenia kwalifikacji i ciągłego doskonalenia członków Komisji i wykładowców prowadzących szkolenia. Zapewnia udział w szkoleniach oraz dostęp do czasopism specjalistycznych SEP (takich jak m.in. INPE ) czy książek związanych z tematyką egzaminacyjną.

Zostało jeszcze wiele tematów do omówienia w przyszłości, a kolejne wyjazdowe szkolenie już za rok.

*Foto: Z archiwum Oddziału Łódzkiego SEP*

Źródło:

<https://uniejow.pl/pierwsze-uzdrowisko-termalne/>

<http://uniejow.gotopoland.eu/pl/turystyka/>

## Sprawozdane z obrad Komisji Zasilania IGKM w Łodzi

Jakub Gałęski  
MPK- Łódź Sp. z o.o.

W dniach 27–28 października 2022 roku w Łodzi odbyły się obrady Komisji Zasilania, których organizatorem była Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Łódź Sp. z o.o. Zorganizowane w Łodzi posiedzenie Komisji Zasilania, którego tematem przewodnim były nowoczesne rozwiązania stosowane w elektroenergetyce trakcyjnej, skupiły szerokie grono specjalistów składające się z: przedstawicieli przedsiębiorstw komunikacji miejskiej, organizatorów transportu miejskiego, przedstawicieli firm branży elektroenergetycznej, przedstawicieli nauki oraz przedstawicieli instytucji stowarzyszonych.



Uroczystej inauguracji obrad dokonali: Zbigniew Papierski, prezes MPK-Łódź Sp. z o.o. oraz przewodniczący Komisji Zasilania IGKM Łukasz Soszyński.

W dniu 27 października, w pierwszej części obrad zostały zaprezentowane następujące referaty:

- „Standardy modernizacji stacji prostownikowych w Poznaniu i Szczecinie” – Łukasz Soszyński, Gracjan Gasza, MPK Poznań Sp. z o.o., Mariusz Haraburda, Tramwaje Szczecińskie Sp. z o.o.;
- „Komunikacja w standardzie IEC 61850 w zintegrowanym systemie automatyki tramwajowej podstacji trakcyjnej” – Piotr Gawroński, ELESTER-PKP Sp. z o.o.;
- „Modernizacja centralnej dyspozytorni mocy MPK-Łódź” – Jakub Gałęski, MPK-Łódź Sp. z o.o.;
- „Podstacja kontenerowa z wyłącznikiem próżniowym DC” – Sergiej Wasiljew, Pluton Polska Sp. z o.o.;





- „Nowy, ultraszybki wyłącznik hybrydowy typu DCU-HMT dla podstacji tramwajowych” – Łukasz Nowak, Konsorcjum Katedra Aparatów Elektrycznych Politechnika Łódzka i Zakład Aparatów Elektrycznych „WOLTAN” Sp. z o.o.;
- „Problemy realizacyjne przedsięwzięć budowlanych” – Izabela Jakubowska, Katarzyna Lebizon, MPK Poznań Sp. z o.o.;
- „Łukoodporność rozdzielnic RSN podstacji trakcyjnych, w osłonie metalowej – eliminacja zakłóceń” – Waldemar Chmielak, Elektrometal Energetyka S.A.
- „Oddział Łódzki SEP, a współpraca z MPK Łódź” – Przemysław Tabaka, OŁ SEP;
- „Sieć sztywna z zastosowaniem profili miedzianych i miedziowo-aluminiowych firmy SIEMENS – instalacje wykonane przez PROGREG BUDOWNICTWO Sp. z o.o. na terenie Polski” - Michał Podhorecki, PROGREG Budownictwo Sp. z o.o.; Adam Rogulski Siemens Mobility Sp. z o.o.
- „Nowe oczekiwania w stosunku do rozwiązań technicznych stacji ładowania autobusów elektrycznych” - Łukasz Soszyński, MPK Poznań Sp. z o.o.;



- „Nowe rozwiązania dla górnej sieci trakcyjnej” – Andrzej Kowalczyk, MABO Sp. z o.o.;
- „Diagnostyka elektroenergetyki trakcyjnej” – Krzysztof Kozyra, Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o.;
- „Pojazd do lokalizacji uszkodzeń kabli trakcyjnych” – Robert Rembertowski, MPK-Łódź Sp. z o.o.

W drugiej części uczestnicy udali się na zwiedzanie zmodernizowanej Centralnej Dyspozytorni Mocy MPK-Łódź Sp. z o.o. zlokalizowanej na terenie Zakładu Torów i Sieci.

Zakończenie obrad Komisji Zasilania IGKM w dniu 28 października zostało poprzedzone wycieczką techniczną na podstacje trakcyjne: „TELEFONICZNA” oraz „ŁĄKOWA”. Szczegóły techniczne udostępnionych do zwiedzania podstacji zostały zawarte w Biuletynach Techniczno-Informacyjnych Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich nr oraz 2/2022 oraz 1/2022. W trakcie trwania wycieczki zwiedzający obiekty podstacyjne mogli się przekonać w rzeczywistości o wysoce zaawansowanych rozwiązaniach technicznych, które zostały wdrożone przez MPK – Łódź Sp. z o.o. celem zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności dostaw energii prądu stałego do sieci trakcyjnej.

Foto: Piotr Wasiak

# Z wizytą na XXXV Międzynarodowych Energetycznych Targach Bielskich ENERGETAB®

Małgorzata Höffner  
Koło Terenowe nr 2  
Henryka Szumigaj  
Międzyszkolne Koło Pedagogiczne SEP

W dniach 13–15 września 2022 r. odbyła się XXXV edycja Międzynarodowych Energetycznych Targów Bielskich ENERGETAB® – największych w Polsce targów nowoczesnych urządzeń, aparatury i technologii dla

szeroko pojętej energetyki, będących miejscem spotkań przedstawicieli branży elektroenergetycznej.

Oddział Łódzki SEP zorganizował dla 40-osobowej grupy swoich członków wyjazd autokarem. W grupie tej znalazło się również 3 uczniów z Zespołu Szkół Nr 2 w Pabianicach, pod opieką swojego nauczyciela Marka Nagańskiego. Organizatorem i kierownikiem wyjazdu z ramienia Oddziału Łódzkiego SEP był Stanisław Burda z Koła SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.

Zbiórka uczestników odbyła się sprawnie i po chwili oczekiwania na podjechanie autokaru mogliśmy ogrzać się w jego wnętrzu, gdyż



Po drodze do hotelu w Brennej spędziliśmy godzinę w ogrodach Kapias w Goczałkowiczach Zdroju – centrum ogrodniczym, gdzie na 4,5 ha znajduje się około 50 tematycznych ekspozycji roślinnych i dość nietypowych elementów architektury ogrodowej. Jest to teren otwarty dla zwiedzających, na którym można wypocząć w ciekawych altankach i na licznych ławeczkach, rozkoszując się widokami przeróżnych roślin i podziwiać kompozycje tematyczne, np.: ogród japoński, tarasy widokowe, zaulek holenderski, pokój w ogrodzie. Można również zakupić rośliny i elementy dekoracyjne.

wtorkowy poranek powitał nas rześkim chłodem – temperaturą 7°C. Pierwszy dzień miał charakter historyczno-turystyczny.

Zgodnie z planem dotarliśmy do Radiostacji Gliwickiej na Szlaku Zabytków Techniki. Maszt antenowy wykonany z drewna modrzewiowego wraz z głównym budynkiem nadawczym zawierającym oryginalny przedwojenny sprzęt nadawczy oraz wyposażenie mieszczą się w starannie zaaranżowanej przestrzeni parkowej. Niestety, wstęp do budynku możliwy jest tylko w piątki. Pod zabytkowym masztem zrobiliśmy zdjęcie pamiątkowe oraz przespacerowaliśmy się po parku.

Kolejnym punktem programu było zwiedzanie pod opieką znakomitej pani przewodnik zespołu pałacowo-parkowego w Pławniowicach, znanego jako pałac Ballestremów.

Pierwsza budowla pałacowa powstała w 1737 roku, a w jej miejscu pod koniec XIX w. wzniesiono obecny budynek, który pełnił rolę rezydencji. Zbudowany jest on w stylu neomanierystycznym, z elementami neogotyckimi. Dach pałacu został bogato ozdobiony wieżyczkami, iglicami, pinaklami i lukarnami, a góruje nad nim wieża zegarowa. W skrzydle znajduje się czynna kaplica Niepokalanego Poczęcia NMP. Przy pałacu stworzony został ogród krajobrazowy o powierzchni 2,4 ha. Po II wojnie światowej budynek został przeznaczony na klasztor dla lwowskich benedyktynek, które rezydowały tam do 1976 r. Od 1978 roku funkcjonuje w nim Diecezjalny Dom Rekolekcyjny, który, dzięki wkładowi finansowemu Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Niemiec, przeszedł remont kapitalny połączony z szeroko zakrojoną konserwacją.

Obejrzelśmy wewnątrz kaplicy oraz znajdujące się na pierwszym piętrze, przywrócone do stanu świetności, pomieszczenia z zabytkowym wyposażeniem. Poznaliśmy przy tym nieprawdopodobną historię prac konserwatorskich, dzięki którym udało się uchronić obiekt przed całkowitym zniszczeniem.



Wieczorem dotarliśmy do naszej bazy noclegowej – hotelu „Pod Świerkami”, gdzie po zasłużonej obiadokolacji czekała nas miła niespodzianka. Kolega Stanisław Burda zaprezentował historię swojej podróży do Nepalu i wędrowki wokół Annapurny, bogato ilustrowaną zdjęciami.

Drugi dzień wyjazdu był przeznaczony na zwiedzanie targów i udział w prezentacjach oraz rozmowy z wystawcami.

Teren targów obejmował 35 tys. m<sup>2</sup> powierzchni ekspozycyjnej, w halach wielofunkcyjnych, w pawilonach namiotowych i na terenach otwartych, gdzie prezentowano wielkogabarytowe i ciężkie eksponaty. Podczas trzech dni targów swoje wyroby prezentowało 362 wystawców z 14 krajów Europy, Chin i Brazylii.

Innowacyjne produkty oferowano na kilkuset stanowiskach targowych. Na stanowiskach plenerowych znajdowały się podnośniki, pojazdy specjalistyczne dla energetyki, wiertnice, wciągarki przewodów i kabli, stacje do ładowania pojazdów, magazyny energii itp.

W „Strefie praktycznych pokazów technologii sieciowych” firma zaprezentowała zastosowanie drona do rozciągania linki między słupami

WN i zawieszanie markerów na przewodzie. W „Strefie OZE” odbywały się pokazy przyjaznych dla środowiska urządzeń i rozwiązań związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej, jej magazynowaniem i przetwarzaniem. W „Strefie elektromobilności” oglądaliśmy stacje ładowania różnych producentów oraz pojazdy elektryczne.



W ramach targów odbyły się konferencje i prezentacje promocyjne wystawców. Ważna była konferencja pt. „Przemysłowe wielkoskalowe magazyny energii – funkcje i trendy rozwojowe”.

Konferencja „Fotowoltaika Dziś i Jutro” stanowiła finał wideokonferencji przeprowadzonej w maju bieżącego roku.

Tradycyjnie składano gratulacje firmom obchodzącym na targach swoje jubileusze.

Podczas targów odbyło się wręczenie nagród za szczególnie wyróżnione produkty (tabela).

Podczas targów prowadzono rozmowy o aktualnych kierunkach rozwoju branży energetycznej, wdrażanych innowacjach, nawiązywano bezpośrednie kontakty biznesowe.

Podsumowaniem zwiedzania stoisk targowych był przeprowadzony po powrocie do hotelu konkurs dla uczniów uczestniczących w wyjeździe, zorganizowany przez Międzyszkolne Koło Pedagogiczne OŁ SEP. Konkurs nosi nazwę „Zadbaj o swoją przyszłość”. Zadaniem młodzieży było zaprezentowanie spostrzeżeń, materiałów targowych oraz wybranego produktu firmy, która najbardziej ją zainteresowała. Zarówno uczniów, jak i komisję konkursową składającą się z przedstawicieli kół, zapoznano

1	Puchar Ministra Klimatu i Środowiska	Instytut Automatyki Systemów Energetycznych Sp. z o.o.	UNIKONT 2. System monitoringu maszyn wirujących
2	Nagroda Prezydenta Miasta Bielsko-Biała	Rabbit Sp. z o.o.	Seria kompensatorów mocy biernej pojemnościowej LED
3	Medal Prezesa SEP	PSI Polska Sp. z o.o.	Symulator treningowy dyspozytorów
4	Puchar Prezesa PTPIREE	PSI Polska Sp. z o.o.	PSIcta - Centralny System Rejestracji Zakłóceń
5	Złoty Medal PSE S.A.,	PFISTERER Sp. z o.o.	Osprzęt kablowy CONNEX dla linii awaryjnych WN/NN
6	Statuetka „Złotego Lwa” Fundacji im. Kazimierza Szpotańskiego,	PROTEKTEL Sp. z o.o.	Ogranicznik przepięć PROXAR-IVN AC
7	Złoty Medal Targów ENERGETAB 2022	SIEMENS ENERGY Sp. z o.o.	Rozdzielnica 145 kV typu 8VN1 Blue GIS™
8	Srebrny Medal Targów ENERGETAB	ZPUE S.A.	Stacja ładowania pojazdów elektrycznych
9	Braźowy Medal Targów ENERGETAB	Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.	Proline Prosonic Flow P500
10	Puchar Izby Gospodarczej Energetyki i Ochrony Środowiska	Corab S.A.	Corab System Tracker - fotowoltaiczny system nadążny
11	Statuetka „Złoty Volt” Polskiej Izby Gospodarczej Elektrotechniki	ZAMEL Sp. z o.o.	Optymalizator pracy mikroinstalacji fotowoltaicznych „eko-oze-pv”
12	Statuetka Polskiego Stowarzyszenia Branży Elektroenergetycznej	MEDCOM Sp. z o.o.	Zasilacz buforowy serii ZB220DC100 SiC wykonany w pełnej technologii węgla krzemowego (SiC)
13	Puchar Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa,	SONEL S.A.	Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych MPI-536
14	Wyróżnienie Honorowe Targów	DGT Sp. z o.o.	DGT MCS NG - zintegrowany system łączności dyspozytorskiej
15	Wyróżnienie Honorowe Targów	ELKO-BIS Systemy Odgromowe Sp. z o.o.	Maszt odgromowy na ośmionogu 12-18 metrów
16	Wyróżnienie Honorowe Targów	HOPPECKE Baterie Polska Sp. z o.o.	Baterie HOPPECKE grid   Xtreme VR
17	Wyróżnienie Honorowe Targów	Nexans Power Accessories Poland Sp. z o.o.	Kompaktowy system podłączenia kabli do rozdzielnic i transformatorów serii „8” na napięcia do 42kV i przekroje do 1400 mm <sup>2</sup>
18	Wyróżnienie Honorowe Targów	PRYSMIAN POLAND Sp. z o.o.	Osprzęt naprawczy Click-Fit głowic i muf dla linii kablowych wysokich napięć
19	Wyróżnienie Honorowe Targów	Zakład Produkcji Automatyki Sieciowej S.A.	PDM Concept - stanowisko dyspozytorskie z regulowaną wysokością blatu
20	Pucharem Redakcji miesięcznika ENERGETYKA.	Zakład Produkcji Automatyki Sieciowej S.A.	Za najciekawszą prezentację stoiska



z regulaminem konkursu. Konkurs przeprowadzono w świetlicy hotelu „Pod Świerkami”, w obecności i przy pomocy pozostałych uczestników wyjazdu.

W miłej, koleżeńskiej atmosferze laureaci otrzymali nagrody ufundowane przez OŁ SEP, a opiekun młodzieży uzyskał pochwałę i gratulacje od koleżanek i kolegów. Wszyscy zostali uwiecznieni na pamiątkowym zdjęciu. Po konkursie odbył się wieczorek integracyjny na świeżym powietrzu.

W trzecim dniu wyjazdu kontynuowaliśmy program historyczno-turystyczny, zwiedzając z przewodnikiem Cieszyn, który leży w południowej części województwa śląskiego, w powiecie cieszyńskim. Jest stolicą krainy historyczno-geograficznej Śląska Cieszyńskiego. Liczy obecnie 33 485 mieszkańców. Dzieje Cieszyna w IX w. związane są ze Słowianami. Założeniem Cieszyna jest Góra Zamkowa, na której znajduje się najstarszy zachowany zabytek – rotunda romańska z XI w. (jej wizerunek znajduje się na banknocie 20-złotowym). Prawa miejskie uzyskał w XIII w. i stanowił centrum Księstwa Cieszyńskiego. Przeszedł różne okresy panowania. Prawobrzeżna część rzeki Olzy należy do Polski zaś lewobrzeżna część należy do Czech. Posiada następujące zabytki: Górę Zamkową, kościoły, klasztor, szpital Sióstr Elżbietanek, cieszyńską starówkę, Cieszyńską Wenecję, Studnię Trzech Braci, Browar Zamkowy, Muzeum Śląska Cieszyńskiego,

commentarze: żydowski, ewangelicki i komunalny. W Cieszynie znajduje się 59 zabytków modernizmu. Są też pomniki przyrody i trzy rezerwy.

W mieście działa Teatr im. Adama Mickiewicza, Zespół Pieśni i Tańca Ziemi Cieszyńskiej im. Janiny Marcinkowej. Zwiedzanie Cieszyna było ostatnim punktem naszego obfitującego w atrakcje wyjazdu. Po obiedzie w hotelu i zrobieniu pamiątkowego zdjęcia wyruszyliśmy w drogę powrotną do Łodzi.

Mimo pogody „w kratkę” – trochę słonecznej, ale czasem deszczowej, udało się zrealizować cały założony program wyjazdu, a nawet nieco go poszerzyć. Część targowa pozwoliła pogłębić wiedzę techniczną oraz nawiązać nowe kontakty zawodowe, choć liczba wystawców nie była zbyt duża, w porównaniu z okresem sprzed pandemii. Znacząca część oferty dotyczyła rozwiązań energetyki odnawialnej, elektromobilności, urządzeń rozdzielczych, aparatów i systemów pomiarowych. Każdy uczestnik wyjazdu mógł znaleźć coś w zakresie swoich zainteresowań. Dodatkowo program historyczno-turystyczny wzbogacił naszą wiedzę o regionie i dziejach naszego państwa. Atmosfera była pełna wzajemnej życzliwości i ciepła, szczególnie wobec naszych najmłodszych uczestników.

Składamy podziękowania Oddziałowi Łódzkiemu SEP za umożliwienie uczestniczenia w ważnych dla energetyków targach, a koledze Sławomirowi Burdzie za perfekcyjne zorganizowanie wyjazdu i pełnienie roli kierownika.

Foto:

Maszt Radiostacji Gliwickiej – Adam Pawełczyk  
 Pałac Pławniowice i Ogrody Kapias – Małgorzata Höffner  
 Targi – z kroniki targowej  
 Konkurs – Adam Pawełczyk  
 Hotel „Pod Świerkami” – Adam Łuniewski

Źródła:

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Radiostacja\\_gliwicka](https://pl.wikipedia.org/wiki/Radiostacja_gliwicka)  
<https://info-tips.de/plawniowice>  
<https://zabytek.pl/pl/obiekty/plawniowice-palac>  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Zesp%C3%B3l\\_Pie%C5%82i\\_i\\_Ta%C5%82acow%C3%B3w\\_w\\_Pawniowicach](https://pl.wikipedia.org/wiki/Zesp%C3%B3l_Pie%C5%82i_i_Ta%C5%82acow%C3%B3w_w_Pawniowicach)  
<https://www.kapias.pl/pl/ogrody/9/o-nas>  
<https://podrozebezosci.pl/ogrody-kapias-w-goczalkowicach-zdroju-zwiedzanie/>





# Via Płock, Brodnica, Olsztyn, Nidzica do firmy Wiśniewski

Hanna Szemiot  
Koło Terenowe nr 2

W dniach 2, 3 i 4 października odbył się wyjazd SEP z cyklu „Cudze chwalicie, swego nie znacie” Łódź – Płock – Olsztyn – Łódź. Organizatorem wyjazdu było Koło Terenowe nr 2 Oddziału Łódzkiego SEP. Głównym celem wyjazdu było zwiedzanie prywatnej firmy, Ośrodka Szkoleniowo-Badawczego Wiśniewski w Nidzicy.

Wycieczka rozpoczęła się punktualnie o godz. 7:15 z placu Komuny Paryskiej w Łodzi.

Pierwszym punktem na trasie wycieczki było zwiedzanie **Płocka**, miasta położonego na Pojezierzu Dobrzyńskim i w Kotlinie Płockiej nad Wisłą, w województwie mazowieckim. Płock był historyczną stolicą Mazowsza oraz stolicą Polski w latach 1079–1138. Obecna liczba mieszkańców wynosi 116 tys.



Pomnik Władysława Broniewskiego w Płocku, foto: Paweł Szemiot

Przewodniczka barwnie opowiadała o powstaniu Płocka – początki miasta sięgają XI wieku – przeplatając opowieść o jego historii odniesieniami do czasów współczesnych. Płock jest rodzinnym miastem poety i tłumacza literatury, Władysława Broniewskiego. Broniewski żył w latach 1897–1962, zmarł w Warszawie. Był słynnym piewcą Mazowsza, jego wiersze o Mazowszu były często cytowane i deklamowane. Poezja Broniewskiego, zwłaszcza w okresie międzywojnia, była wysoko oceniana przez większość krytyków. Jego idee rewolucyjne, zawsze mu bliskie, w czasach socjalizmu były przyjmowane ze szczególnym uznaniem.

W 1955 roku poeta otrzymał Order Budowniczych Polski Ludowej.

W dalszej części spaceru doszliśmy do pomnika Władysława Broniewskiego. Zanim dotarliśmy do tego miejsca, mieliśmy okazję zobaczyć stary dąb – pomnik przyrody. Wiek drzewa, które w obwodzie liczy sobie ponad 6 m, jest trudny do ustalenia, tak twierdziła przewodniczka.



Wnętrze katedry mariawickiej, ołtarz, foto: Paweł Szemiot

Potem udaliśmy się nad Wisłę. Ze skarpy roztaczał się piękny widok na rzekę. Na drugim brzegu widać było stocznnię rzeczną oraz spichlerz, pięknie wpisujący się w panoramę okolicy. Styl architektoniczny budowli, pochodzącej z 1952 roku, świetnie koresponduje z klimatem płockiej katedry, Bazyliki Katedralnej p.w. Wniebowzięcia NMP z XI wieku (1144 r.). Katedra płocka to największa nekropolia mazowieckich władców. Ich szczątki spoczywają pod posadzką Kaplicy Królewskiej, u stóp sarkofagu polskich władców: Władysława Hermana i jego syna Bolesława

Krzywoustego. Tutaj został pochowany także Konrad Mazowiecki, który w 1226 roku sprowadził do Polski Zakon Krzyżacki oraz księżę Janusz II, który sprawował rządy na ziemi płockiej zanim, po jego śmierci, została włączona do Królestwa Polskiego w 1495 roku (źródło: www.polaneis.pl)

Należy nadmienić, że nie mogliśmy zwiedzić wnętrza katedry, ponieważ w tym czasie odprawiano mszę świętą. Następnie przeszliśmy na Wzgórze Tumskie, gdzie znajduje się pomnik Ludwika Krzywickiego, wielkiego płocczanina, uczonego, historyka i socjologa. Żył w latach 1859–1941.

Następnym punktem na trasie zwiedzania Płocka była Świątynia Miłości i Miłosierdzia – katedra mariawicka wybudowana z inicjatywy Marii Franciszki Kozłowskiej w latach 1911–1914. Poza kościołem, w skład kompleksu budynków wchodzi także klasztor – siedziba władz Kościoła Starokatolickiego Mariawitów. Świątynie i klasztor wzniesiono w stylu neogotyku angielskiego. Ciekawy jest fakt, że Mariawici nie uznają relikwii ani świętych obrazów.

Po zwiedzeniu katedry mariawickiej udaliśmy się na Stary Rynek, gdzie w okazałym, zabytkowym ratuszu (styl klasycystyczny) punktualnie o godz. 12:00 zabrzmiał hejnał Płocka. Kilka minut wcześniej mogliśmy zobaczyć, jak na wieży ratusza poruszają się figurki: ojciec pasuje syna na rycerza. Scena ta dodała barwności i ożywiła nieco znużonych już uczestników wycieczki.



Ratusz w Płocku, foto: Paweł Szemiot

Później, w godzinach popołudniowych, nastąpił przejazd do Brodnicy, gdzie czekała na nas przewodniczka.

Zwiedzanie Brodnicy zaczęliśmy od obejrzenia kościoła farnego p.w. Św. Katarzyny, wybudowanego w stylu gotyckim. Począwszy od 1285 roku świątynia przechodziła kilka etapów w budowie. Pod koniec XV wieku wybudowano jedną z dwóch zaplanowanych wież. W II połowie XVI wieku kościół znalazł się w rękach luteranów. W nawie głównej występują sklepienia gwiazdźdźiste, w nawach bocznych – krzyżowe. Jest piękny ołtarz. Najważniejsze zabytki to zespół rzeźb 12 apostołów z XIV wieku.

Potem przeszliśmy do Dużego Rynku, gdzie znajdował się ratusz, rozebrany po pożarze w 1631 roku. Do dzisiaj zachowała się ośmioboczna wieża.

W trakcie spaceru po mieście przewodniczka opowiadała historię Brodnicy.

Pojezierze Brodnickie obejmuje historyczny region ziemi michałowskiej. Brodnica – stolica Pojezierza Brodnickiego liczącego ponad 100 jezior, to miasto z ponad 700-letnią tradycją. Leży nad Drwęcą, na granicy historycznych regionów: Ziemi Chełmińskiej, Prus i Mazowsza. Nazwę swą (zarówno polską, jak i niemiecką – Strasburg) zawdzięcza właśnie granicznemu położeniu i przejściu przez rzekę zwanemu brodem. Korzystne położenie sprawiło, iż przez stulecia miasto było ważnym



Wnętrze kościoła farnego w Brodnicy, foto: Paweł Szemiot

ośrodkiem handlowym, pośredniczyło w handlu między krajami Europy Zachodniej i Wschodniej.

Najstarszą częścią miasta jest leżące na lewym brzegu Drwęcę Michałowo, gdzie już od XII wieku istniała komora celna i kasztelania należąca do książąt mazowieckich i kujawskich. Po sprowadzeniu przez księcia Konrada Mazowieckiego w 1226 r. Krzyżaków do Ziemi Chełmińskiej, nowi gospodarze terenu utworzyli opozycyjny do Michałowa ośrodek administracyjno-gospodarczy (pierwsza informacja historyczna o grodzie pochodzi z roku 1263). Akt lokacyjny i prawa miejskie Brodnica otrzymała przed rokiem 1298. Ziemię Michałowską Zakon Krzyżacki przejął w zastaw (1303), a następnie nabył na własność (1317) za długi od księcia kujawskiego Leszka Ziemomysłowica. Od tego momentu Michałowo upadło do rangi wsi stanowiącej własność Brodnicy.

XIV wiek stanowi okres gospodarczego rozkwitu miasta. Brodnica intensywnie rozwijała się dzięki licznym przywilejom i nadaniom ziemi, a także dzięki położeniu na skrzyżowaniu traktów handlowych. W latach 1305–1339 wybudowano warowny zamek, miasto otoczono potężnymi murami (1320–1330), wzniesiono kościół farny, ratusz i obronne bramy wjazdowe. Do początków XV wieku Brodnica stanowiła jeden z ważniejszych ośrodków gospodarczo-militarnych państwa krzyżackiego. Miasto przeżywało czasy rozkwitu, nastąpił rozwój rzemiosła i handlu. Militarne i gospodarcze znaczenie miasta i brodnickiej komturii wynikało niewątpliwie z przygranicznego położenia.

Herbem miasta od XIV wieku jest wizerunek otwartej prawej dłoni: symbol życzliwości, gościnności i praworządności. W burzliwym okresie wojen polsko-krzyżackich w pierwszej połowie XV wieku Brodnica i Ziemia Michałowska kilkakrotnie przechodziła pod panowanie polskie. W 1440 r. miasto przystąpiło do Związku Pruskiego.

Do Królestwa Polskiego Brodnica przyłączona została definitywnie od drugiego pokoju toruńskiego (1466). Jako miasto królewskie, stała się siedzibą starostów pochodzących z wybitnych rodów. Od początku XVII wieku starostwo brodnickie nadawane było członkom rodziny królewskiej. Starościami brodnickimi były: Anna Wazówna – siostra Zygmunta III Wazy oraz jego żona Konstancja i córka Anna Katarzyna, żona Władysława IV – Cecylia Renata, Maria Kazimiera – żona Jana III Sobieskiego. Utworzony w 1560 roku powiat michałowski ze stolicą w Brodnicy obejmował

tereny ziemi michałowskiej i lubawskiej oraz starostw brodnickiego i radzyńskiego.

Drugi okres rozkwitu miasta związany jest z osobą Anny Wazówny, która jako protestantka nie mogła przebywać na dworze jej ultrakatolickiego brata Zygmunta III. Królowna Anna objęła brodnickie starostwo w 1605 roku i mieszkała tu do śmierci w 1625 r. Była osobą inteligentną, wykształconą. Stworzyła w Brodnicy silny ośrodek intelektualny, szcycący się tolerancją religijną. Obawiano się jej luterńskiego wyznania, szemrano, że 37-letnia kobieta nie podda obowiązkowi i przekaże zarząd w obce ręce. Na brodnickim dworze gościła uczonych i pisarzy, których była gorliwą i hojną protektorką. Wazówna, królowna szwedzka, wnuczka Zygmunta Starego i Bony, z energią przystąpiła do przebudowy pałacu wzniesionego przez Rafała Działyńskiego w 1564 r., czyniąc zeń nowoczesną siedzibę, w której zmarła w 1625 r. W Brodnicy tworzył wówczas znany polski działacz protestancki, pastor, pisarz religijny i pedagog Erazm Gliczner. Królowna prowadziła bogatą korespondencję z uczonymi. Interesowała ją tematyka religijna oraz botanika. Anna Wazówna zmarła w Brodnicy i spoczywała tu przez 11 lat, aż do czasu uroczystego pochówku w Toruniu.

Wraz ze śmiercią królowny Anny zaczęły się dla Brodnicy wyjątkowo niepomyślne czasy. Okres wojen oraz konfliktów religijnych dopełniły zary i pożary nawiedzające miasto. Okres rozbiorów Brodnica przetrwała pod władzą Prus przez 148 lat, będąc znów miastem leżącym na granicy z zaborem rosyjskim. To na błoniach pod Brodnicą zakończyło się powstanie listopadowe. Pewne ożywienie gospodarcze przyniósł wiek XIX. Powstały w mieście pierwsze zakłady przemysłu, rozwijało się rzemiosło. Linie kolejowe połączyły Brodnicę z innymi miastami regionu, a na początku XX wieku wybudowano kanalizację, wodociągi i elektrownię miejską.

Wybuch I wojny światowej ożywił dążenia niepodległościowe wśród mieszkańców Brodnicy. Niepodległość Brodnica odzyskała 18 stycznia 1920 roku. Wyzwolona została przez wojska generała Hallera.

Już 1 września 1939 r. miasto znalazło się w zasięgu działań wojennych i wkrótce zostało wcielone do III Rzeszy. 22 stycznia 1945 r. wkraczające do Brodnicy oddziały Armii Czerwonej zakończyły okres hitlerowskiej okupacji. Rozpoczął się kolejny etap w historii miasta – odbudowa z wojennych zgliszczy oraz przemiany gospodarcze i polityczne, nieakceptowane przez ogół społeczeństwa. Przemiany ustrojowe w 1989 r. przyniosły liberalizm gospodarczy, a nowe rozwiązania prawne pozwoliły na społeczne uaktywnienie się wielu mieszkańców Brodnicy.

Współczesna Brodnica, to nie tylko liczne zabytki i urokliwe zakątki, to również miasto o ambicjach gospodarczych, które w 1998 r. obchodziło swój jubileusz 700-lecia istnienia i nadania praw miejskich.

Kolejnym punktem wycieczki był przejazd do Olsztyna, zakwaterowanie w hotelu „Na skarpie”, a o godzinie 20.00 kolacja w tymże hotelu.

Następnego dnia, 3 października, po śniadaniu zebrał się przed hotelem, gdzie już czekał na nas przewodnik. Wraz z przewodnikiem udaliśmy się na zwiedzanie miasta.

Wkrótce po wyjściu z hotelu znaleźliśmy się w pobliżu dawnych koszar. Przewodnik nawiązał do położonych w pobliżu budynków z czerwonej cegły – tam rozmieszczone były wojska pruskie, były także stajnie. Sprowadzenie wojska pruskiego do Olsztyna to pomysł na rozwój ówczesnych władz miasta. Na potrzeby wojska pracowali m.in. piekarze, fryzjerzy, fotografowie – ludzie mieli pracę.

Ludność Olsztyna liczy około 173 tys. mieszkańców (dane z 2018 roku).

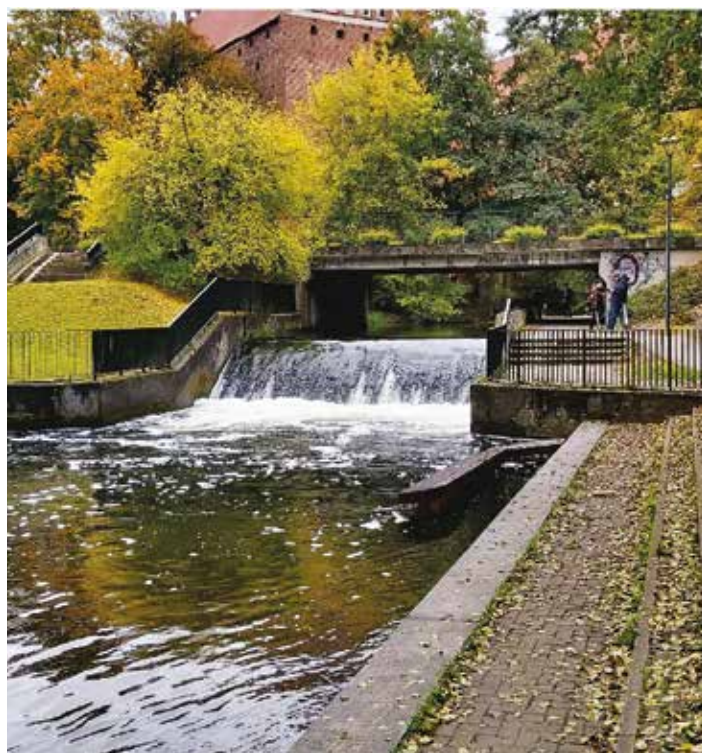
Olsztyn założono w miejscu, któremu naturalną ochronę z dwóch stron zapewniało koryto Łyny. Walory obronne zakola rzeki uzupełniono przekopaniem fosy z pozostałych stron oraz otoczeniem miasta pasem fortyfikacji z trzema bramami i około tuzinem baszt. Obwarowania wznoszono etapami, by ostatecznie zespolić je z murami zamku kapituły

warmińskiej, który wybudowano w latach 1347–53 od zachodniej strony planowanego miasta.

Pierwsza wzmianka o mieście pochodzi z roku 1334, kiedy to Henryk von Luter założył w zakolu rzeki Łyny drewniano-ziemną strażnicę, nadając jej nazwę Allenstein (Gród nad Łyną). Alna w zapomnianym języku Prusów oznaczała łanię. Tak też rdzenni mieszkańcy tych ziem nazwali największą rzekę przepływającą przez Olsztyn. Pierwsza lokacja Olsztyna miała miejsce w 1353 r. W ramach drugiej, w 1378 r. powiększono pierwotne założenie w kierunku północnym. Do końca XIV w. obręb murów został zamknięty, zaś miasto przetrwało w nim praktycznie do pierwszych lat XIX w. Wtedy to rozpoczęto rozbiórkę zniszczonych obwarowań, a zabudowa wyszła poza wyznaczone nimi granice.

Zachowane pozostałości fortyfikacji miejskich wyznaczają aktualny zasięg olsztyńskiego Starego Miasta. Jedynym kompletnym ich elementem jest imponująca gotycka Wysoka Brama, która stanowi wejście na starówkę od północy. Od południa podobną rolę pełniła nieistniejąca od XIX w. Brama Dolna (znajdująca się w okolicach mostu św. Jana). Najdalej na zachód wysunięty przyczółek stanowi dobrze zachowany zamek, w którym obecnie działa Muzeum Warmii i Mazur. Przy zamku wznosi się neogotycki kościół ewangelicki Chrystusa Zbawiciela wybudowany w latach 1876–77. Od wschodu obszar staromiejskiej zabudowy został zamknięty monumentalnym gotyckim kościołem św. Jakuba, ukończonym po dziesięcioleciach budowy na przełomie XIV i XV w. Gotycki zabytek zdobi też rynek Starego Miasta, zlokalizowany w centralnej części założenia. To Stary Ratusz, którego najstarsze z trzech skrzydeł powstało w końcu XIV w., a po pożarze zostało odbudowane w zmienionym kształcie w latach 1623–24. Obecnie w całej budowli mieszczą się działy Wojewódzkiej Biblioteki Publicznej.

Rynek z czterech stron otaczają pierzeje, na które składają się kamienice z XVII i XVIII w. (z trzech stron z podcieniami). Po zniszczeniach będących efektem II wojny światowej, kamienice te odbudowano w zmienionym kształcie, w większości przypadków podwyższając o kolejną kondygnację, nadając im cechy barokowe i ozdabiając współczesnymi dekoracjami. Najstarszą spośród nich jest „Burmistrzówka”, w której zachowały się elementy z XIV w. Uchodzi ona za dom zasadzcy i pierwszego sołtysa Olsz-



Stopień wodny na Łynie, Olsztyn, foto: Paweł Szemiot

tyna Jana z Łajs. Kilkadziesiąt metrów dalej stoi z kolei kamienica, w której przyszedł na świat wybitny architekt Erich Mendelsohn (1887–1953).

Najmłodszą częścią zabudowy Starego Miasta jest kompleks stylizowanych kamienic, wzniesiony w 2002 r. przy Targu Rybnym, który pozostawał niezabudowany od końca wojny. Na parterze większości zabytkowych staromiejskich kamienic, a często także na ich wyższych kondygnacjach, współcześnie działają placówki handlowe i gastronomiczne. Na Starym Mieście koncentruje się życie kulturalne i towarzyskie Olsztyna, w szczególności latem, gdy gości tu większość imprez odbywających się w ramach Olsztyńskiego Lata Artystycznego. Główną ich sceną staje się Amfiteatr im. Czesława Niemena u stóp zamku, a oprócz tego także rynek, Targ Rybny i pełne uroku uliczki.

Po zakończeniu zwiedzania Starego Miasta zobaczyliśmy stopień wodny na rzece Łynie i przeprawę kajakową, następnie ukazał nam się piękny widok kamiennie-ceglanych mostów kolejowych oraz malowniczo przepływającej przez środek miasta Łyny. Mimo, iż tego przedpołudnia pogoda nie bardzo dopisała – wiał dość silny wiatr, padał deszcz, to jednak później wytrzymałość uczestników wycieczki została nagrodzona słońcem, a wiatr był już mniej porywisty. Potem udaliśmy się na spacer nad jeziorem Ukiel. Nad wschodnim brzegiem jeziora znajduje się urokliwa restauracja „Przystań”, w której miło spędziliśmy czas przy kawie, deserze lub lampce wina.



Uczestnicy wyjazdu przy stole w restauracji, foto: Paweł Szemiot

Po spacerze nad jeziorem wsiedliśmy do autokaru i przejechaliśmy niewielki odcinek do elektrowni wodnej położonej przy zbiegu rzeki Wadąg i Łyny. Nieopodal elektrowni znajduje się oczyszczalnia ścieków, która powstała w 1983 roku i jest największym obiektem tego typu w województwie. Obsługuje Olsztyn i część sąsiadujących z miastem gmin.



Elektrownia wodna „Łyna”, foto: Paweł Szemiot

Elektrownia Wodna „Łyna” została wybudowana w 1907 roku i do dzisiaj działa. Hydroelektrownia ma moc 800 kW i zasila 200 gospodarstw



Elektrownia wodna „Łyna”, foto: Hanna Szemiot

domowych. Moc wydaje się duża, zważywszy, że wysokość spiętrzenia wody wynosi tylko 3 m.

Przewodnik przytoczył jako fakt, iż w momencie oddania elektrowni do użytku natychmiast ruszyły tramwaje w Olsztynie. Mieszkańcy miasta byli zaskoczeni tym, że specjaliści byli w stanie „od ręki” uruchomić przewóz osób tramwajami.

Po przyjeździe do hotelu chwila na odświeżenie i wyjście na kolację integracyjną, która minęła w wyjątkowo miłej atmosferze. Głos zabrała m.in. kierowniczką wyjazdu Krystyna Sitek, która podziękowała za zdyscyplinowanie grupy. Jeden z uczestników wyjazdu podziękował za świetną organizację wycieczki. Humory dopisywały, a bardzo dobre jedzenie i nieco dobrego alkoholu sprawiły, że nastrój był wyborny. Jeden z uczestników wyjazdu Broniek Hauser zauważył, że spotkanie nie może obyć się bez śpiewu i na dowód, że jest przygotowany, pokazał skrypt z tekstami piosenek na wypadek, gdybyśmy nie pamiętali wszystkich tekstów. Przypomnieliśmy sobie piosenki z czasów studenckich i nie tylko, co wprawiło nas w jeszcze lepszy humor. Zabawa trwała do północy.

Następnego dnia, 4 października o godzinie 9.00 nastąpił przejazd do Nidzicy, gdzie znajduje się siedziba prywatnej firmy „Wiśniewski”. Wizyta w tej firmie była głównym punktem wyjazdu zorganizowanego przez Koło Terenowe nr 2 Oddziału Łódzkiego SEP. Celem wizyty było zapoznanie się z działalnością firmy oraz Ośrodka Szkoleniowo-Badawczego w Nidzicy. Należy nadmienić, że pierwszy kontakt z firmą został nawiązany przy okazji zwiedzania XXXV Targów Energetyki i Elektryki „ENERGETAB” w Bielsku-Białej. Prezentację zakresu działalności zakładu poprowadził Jacek Sztukowski.

**Kilka słów o firmie Wiśniewski Nidzica** (Materiały informacyjne udostępnione przez firmę, przytoczone w całości):

Zakład Usługowo Handlowy Instalatorstwo i Artykuły Elektryczne Wiktor Wiśniewski Sp. z o.o., bo tak brzmi pełna nazwa, to firma z 25-letnim doświadczeniem w zakresie prowadzonej działalności. Lata pracy, poparte prestiżowymi realizacjami, to solidny fundament funkcjonowania firmy.

Czym zajmuje się firma:

- buduje, przebudowuje oraz modernizuje sieci elektroenergetyczne,

- jest generalnym wykonawcą robót instalacyjnych,
- posiada sklep z artykułami elektrycznymi i elektroenergetycznymi,
- posiada Ośrodek Szkoleniowo-Badawczy w Nidzicy.

Dodatkowo oferuje usługi w zakresie:

- pomiarów odbiorczych i diagnostycznych w sieciach kablowych średniego, wysokiego i najwyższego napięcia,
- budowy oświetlenia i iluminacji,
- wykonywania horyzontalnych przewiertów sterowanych.

Klientami firmy są operatorzy sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, ale również prywatne przedsiębiorstwa, które cenią doświadczenie i wysokie kwalifikacje pracujących w niej specjalistów, widząc w firmie godnego zaufania partnera biznesowego. Zaczynając od instalacji elektrycznych w domach jednorodzinnych, kadra przedsiębiorstwa zdobywała coraz bardziej specjalistyczne kwalifikacje, dzięki którym firma podejmowała się coraz większych wyzwań. Dziś, na koncie zrealizowanych prac są budowy farm fotowoltaicznych i wiatrowych, budowy i modernizacje stacji elektroenergetycznych, pomiary NN, WN i SN – a zlecenia firma wykonuje nie tylko w kraju, ale i całej Europie.

Do wykonywania robót instalacyjnych firma posiada własny sprzęt budowlany zarówno podstawowy i pomocniczy, jak i specjalistyczny. **Dysponuje niezbędnym zapleczem technicznym** oraz ciężkim sprzętem budowlanym jak: koparki, koparko-ładowarki, samochody ciężarowe, dostawcze, podnośniki koszowe, rusztowania, wciągarki do kabli, urządzenia przeciskowe.



**Przedsiębiorstwo posiada również mobilne laboratorium do badania kabli do 30 kV**, ponadto w 2014 roku, jako pierwszy w Polsce, wprowadzili pomiary kabli 110 kV, 220 kV i 400 kV za pomocą **Mobilnego Systemu Rezonansowego ze zmienną częstotliwością**.

Aby sprostać rosnącym oczekiwaniom ze strony inwestorów, firma cały czas rozwija zaplecze techniczne, zatrudnia doświadczonych specjalistów oraz dba o interesy klientów na każdym etapie realizacji powierzonego zlecenia.

Chęć sięgania po nowe rozwiązania i technologie sprawia, że firma nieustająco się rozwija. Na tę chwilę jest na etapie wdrażania i szkolenia w ramach nowych technologii:

- włączania kabli pod ciśnieniem metodą Watucab,





- prace ze śmigłowca na liniach wysokiego i najwyższego napięcia, w tym prace wykonywanych pod napięciem.



### Nowoczesna infrastruktura

Od 2017 roku siedziba firmy to nowoczesny czterokondygnacyjny budynek o powierzchni ponad 1000 m<sup>2</sup>. Na parterze znajduje się sklep elektryczny, natomiast piętro wyżej salon oświetleniowy. Z kolei drugie piętro przeznaczone zostało na działalność usługową oraz salę konferencyjną na 150 osób, zaś biuro spółki zlokalizowane jest na ostatniej kondygnacji.



### Ośrodek Szkoleniowo-Badawczy

Cztery lata później, w 2021 roku, zainaugurowana została działalność Ośrodka Szkoleniowo-Badawczego, w którym, poza nowoczesnie wyposażonymi salami szkoleniowymi o łącznej powierzchni 300 m<sup>2</sup>, znajduje się również zaplecze gastronomiczne i hotelowe, jak również 400-metrowa hala szkoleniowa, przystosowana do prowadzenia zajęć praktycznych z zastosowaniem maszyn i urządzeń. Integralną częścią ośrodka są trzy poligony energetyczne do szkoleń w zakresie budowy linii i prac pod napięciem – nn, SN, WN.



Zakres oferowanych szkoleń jest następujący:

- Prace pod napięciem wg poniższych metod i instrukcji obowiązujących u operatorów systemów dystrybucyjnych:
  - przy elektroenergetycznych liniach napowietrznych, kablowych oraz urządzeniach rozdzielczych do 1 kV dla elektromonterów lub osób dozoru,
  - w sieciach napowietrznych 15 i 20 kV metodą „rękawic elektroizolacyjnych” dla elektromonterów lub osób dozoru,
  - odłączania i podłączania uziemień w liniach napowietrznych do 20 kV dla elektromonterów lub osób dozoru;
- Prace na wysokości – szkolenia podstawowe i okresowe;
- Przygotowanie do egzaminów kwalifikacyjnych w zakresie eksploatacji (E) i dozoru (D) sieci, urządzeń i instalacji elektroenergetycznych;
- Przygotowanie zawodowe – elektryk, elektroenergetyk (pierwsze w Polsce szkolenie dla osób chętnych rozpocząć prace w elektroenergetyce, a nie mających do tego odpowiedniego wykształcenia lub dla osób, które ukończyły szkoły kierunkowe, a nie mają żadnego przygotowania w tym zakresie);
- Wtłaczanie kabli metodą WATUCAB;
- Budowa linii nN, SN i WN;
- Montaż muf i głowic SN, WN, NN;
- Pomiary w sieciach nN, SN, WN i NN.

Mottem ośrodka jest: **Szkolić z pasją i profesjonalnie.**

Podstawowe szkolenia oferowane przez ośrodek przedstawione są powyżej. Jeśli oferta nie wyczerpuje potrzeb klientów, Ośrodek jest otwarty na wszelkie propozycje, tak aby sprostać stawianym potrzebom i oczekiwaniom.

Wszelkie informacje na temat działalności firmy, w tym Ośrodka Szkoleniowo-Badawczego, można uzyskać pod adresem [www.wisniewski-nidzica.pl](http://www.wisniewski-nidzica.pl). (Koniec materiału informacyjnego udostępnionego przez firmę)

Na stronie internetowej firmy zamieszczono film, na którym pokazano wtłaczanie kabli pod ciśnieniem metodą Watucab.

Po zakończeniu prezentacji Krystyna Sitek, Ewa Potańska i Henryka Szumigaj wręczyły na ręce Magdy Chreścijańskiej upominki firmowe Stowarzyszenia Elektryków Polskich Oddziału Łódzkiego. Złożyły

w imieniu wszystkich uczestników wyjazdu oraz Oddziału Łódzkiego SEP podziękowanie za miłe przyjęcie i udzielenie wyczerpujących informacji w trakcie prezentowania poszczególnych zagadnień.



Podziękowanie i wręczenie upominków, foto: Paweł Szemiot

Następnie udaliśmy się na zwiedzanie firmy, w tym urządzeń i maszyn stosowanych w działalności zakładu. Uczestnicy wyjazdu wyrazili swoje zadowolenie ze sposobu prezentacji tych urządzeń. Na tym zakończyliśmy wizytę w firmie Wiktor Wiśniewski i pożegnaliśmy się z Jackiem Sztukowskim, życząc powodzenia w dalszych działaniach.



Głowica do tłoczenia trzech kabli jednożyłowych, foto: Hanna Szemiot



Zdjęcie maszyny do tłoczenia kabli, foto: Hanna Szemiot

Kolejnym punktem na trasie wycieczki było zwiedzanie **zamku w Nidzicy**.

### Historia zamku

Budowę zamku rozpoczęto około 1370 r., a w 1409 roku rezydował już w nim krzyżacki prokurator. W dniu 12 lipca 1410 roku, w drodze z armią w głąb państwa krzyżackiego, nieobroniony zamek został zajęty przez wojska polskie.

Podczas wojny głodowej w 1414 roku zamek obległo polskie rycerstwo i 6 lipca zdobyło, po ośmiu dniach oblężenia. W 1454 roku zamek zajął propolski Związek Pruski i w lutym 1455 roku przekazał czeskim wojskom zaciężnym pod wodzą Jana Koldy z Żampachu, którzy odparli 28 kwietnia najazd wojsk krzyżackich. W 1517 roku rozbudowano i umocniono przedzamcze. W 1784 roku przedzamcze spłonęło. Najwięcej zniszczeń dokonali na zamku żołnierze francuscy, stacjonujący tutaj z przerwami w latach 1806–1812. Od całkowitej ruiny zdewastowany przez żołnierzy Napoleona gmach uratował radca sądowy Ferdynand Tymoteusz Gregorovius, skuteczny pomysłodawca odbudowy (1828–1830). Jego pomnik mieści się w parku zamkowym. W 1945 roku zamek nie miał już tyle szczęścia – zbombardowany przez Rosjan spłonął, tracąc stropy i część murów. Szybko jednak podjęto decyzję o jego odbudowie. W 1949 obiekt odgruzowano, a trzy lata później ruszyły pierwsze prace zabezpieczające. Pełną restaurację zabytku, łącznie z konserwacją zachowanych malowideł w kaplicy i refektarzu rozpoczęto w 1961 roku i zakończono w 1965, po czym uroczyste oddano go w użytkowanie lokalnym instytucjom kulturalno-społecznym.

Aktualnie zamek służy za miejskie centrum biznesu, kultury i rozrywki. Mieści się w nim: Muzeum Ziemi Nidzickiej z ekspozycją etnograficzno-historyczną, Nidzicki Ośrodek Kultury, Bractwo Rycerskie Komturii Nidzickiej, Galeria Autorska Hieronima Surpskiego, pracownia rzeźby i biblioteka miejska. Kompleks otoczony jest XIX-wiecznym parkiem.

### Architektura

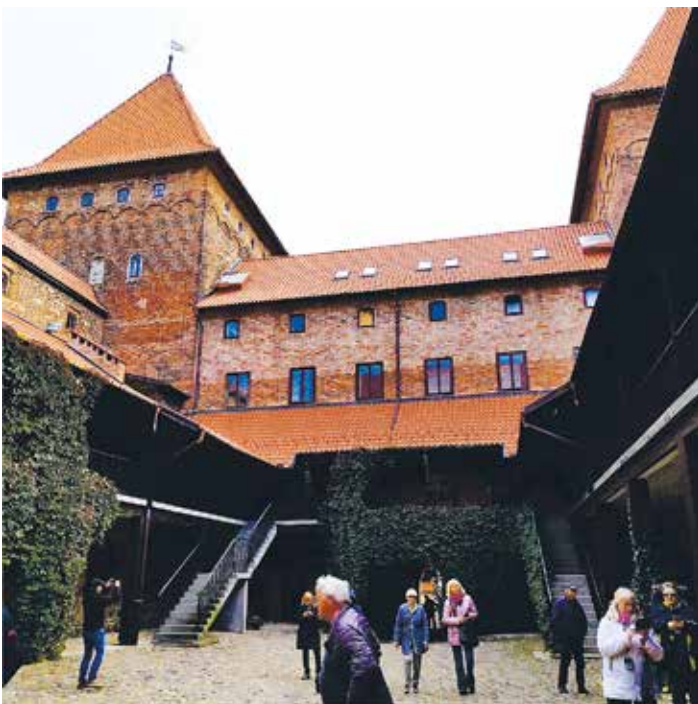
Warownia została zbudowana z cegły na wysokiej kamiennej podmurówce. Na poddaszu, w grubości murów, obiegają zamek krużganki obronne zarówno od strony zewnętrznej, jak i od strony dziedzińca. Elewacja od strony zachodniej pokryta jest ciemną cegłą. Zewnętrzną fasadę zdobią też duże ostrołukowe gotyckie okna.

W jednej z sal, zamkniętej absydą, do dziś widoczne są gotyckie freski z przełomu XIV i XV wieku. Środkowa część odgrywała rolę refektarza z czytelnym, choć zniszczonym malowidłem ściennym Świętej Weroniki w adoracji aniołów. Refektarz sąsiadował z kancelarią wójta. Spichlerze i krużganki obronne mieściły się na ostatnim piętrze zachodniej części zamku. Wieże kryte dachami namiotowymi ozdobił wnękami i płaskimi dekoracjami. W piwnicach wież znajdowało się więzienie.



Uczestnicy wyjazdu wraz z przedstawicielami firmy Wiśniewski, foto: Adam Pawełczyk

Nad bramą była zajmująca dwie kondygnacje kaplica zamkowa. W tej części zamku ulokowano komnaty dla gości zakonu, tu też mieszkał wójt oraz kapelan. Rycerze, giermkowie i służba zbrojna kwaterowali w bocznych skrzydłach budowli. Na dziedzińcu zamkowym znajdowała się niegdyś studnia zaopatrująca załogę w wodę. Po stronie wschodniej od strony wjazdu znajdowało się przedzamcze, przebudowane w 1517 roku. W południowo-wschodnim narożniku przedzamcza wznosiła się okrągła wieża. Ślimakowe schody wieży wiodły do pomieszczeń mieszkalnych wschodniego skrzydła. W 1583 roku do istniejącego przedzamcza dobudowano drugie flankowane dwoma niewielkimi cylindrycznymi basztkami (przedzamcze to spłonęło w 1784 roku). W jego miejscu rośnie dziś leciwy dąb. Pod koniec XV wieku zamek otoczono murem zewnętrznym uzbrojonym w dwie okrągłe basteje.



Zamek Nidzica, foto: Małgorzata Höffner

Zwiedzanie zamku nie obeszło się bez niespodzianek. Na koniec zwiedzania przewodnik „zapodział się”, nie miał kto nam pokazać, którędy można wyjść z „kularów” zamku. Grupa czekała kilka minut, zanim oprowadzający pojawił się i pokazał, którędy możemy się wydostać z zamku. Wydarzenie to przypomniało nam podobną sytuację z wycieczki do Tumu i Uniejowa, kiedy to część grupy została przypadkowo uwięziona w wie-

ży zamkowej. Podobnie jak tutaj, historia zakończyła się oczekiwanym happy endem, jak napisał autor artykułu zamieszczonego w Biuletynie O. Łódzkiego SEP, Emil Skrobisz.

Ostatnim punktem wycieczki, już w drodze powrotnej do Łodzi, był Przasnysz – miasto położone w województwie mazowieckim, w powiecie przasnyskim, nad rzeką Węgierką.

Miasto liczy 17 228 mieszkańców (stan na 31 grudnia 2016). Najstarsze ślady osadnictwa na terenie Przasnysza pochodzą z przełomu epoki brązu i żelaza (ok. 700 p.n.e.).

W XIII w. na terenie Przasnysza, nad rzeką Węgierką, funkcjonowała osada targowa. Stał również dwór myśliwski książąt mazowieckich, którego opis zamieścił Henryk Sienkiewicz w Krzyżakach.

W Przasnyszu zwiedziliśmy kościół farny p.w. Wniebowzięcia NMP z lat 1474–1485, wzniesiony w stylu gotyckim, wielokrotnie restaurowany; miejsce chrztu św. Stanisława Kostki i pochówku członków jego rodziny. W latach 1637–1671 z fundacji Jana i Barbary Nowodworskich do kościoła został dobudowany murowany klasztor dla bernardynów, którzy stali się opiekunami świątyni. W 1864 roku, w ramach represji władz carskich po powstaniu styczniowym, klasztor uległ kasacji.

Najważniejsze zabytki:

- opisany powyżej kościół farny p.w. Wniebowzięcia NMP – gotycka dzwonnica wolno stojąca, zapewne z końca XV w. (obok kościoła farnego),
- zespół dawnego klasztoru bernardynów (dziś pasjonistów): kościół p.w. św. Jakuba i św. Anny z lat 1588–1618,
- zespół klasztorny kapucynek: Kościół p.w. św. Klary i św. Józefa, wzniesiony w latach 1609–1616 i klasztor z tego samego okresu; wielokrotnie niszczone i odbudowywane, w obecnym wyglądzie bezstylowy,
- ratusz barokowo-klasycystyczny z końca XVIII w., po I wojnie światowej otoczony z trzech stron parterową przybudówką z podcieniami; obecnie Muzeum Historyczne.

Wyjazd ten, już kolejny z cyklu „Cudze chwalicie, swego nie znacie”, został uznany jeszcze w trakcie jego trwania za nadzwyczaj udany, z racji zwiedzania arcyciekawej firmy Wiktora Wiśniewskiego w Nidzicy oraz bogatego programu poznawania miast, będących w planie wycieczki.

Źródła:

1. LITERATURA POLSKA, Przewodnik encyklopedyczny, PWN Warszawa 1985
2. [https://: polaneis.pl](https://polaneis.pl)
3. <https://: visit.olsztyn.eu>
4. <https://: pl.m.wikipedia.org>

Wykorzystałam także fragment o zabytkach Przasnysza, opracowany przez Jerzego Powierzę.



# Aktualności Koła Terenowego nr 2

Małgorzata Höffner  
Koło Terenowe nr 2

Dwa lata pandemii i wybory nowych władz w Stowarzyszeniu nieco ograniczyły tegoroczną działalność szkoleniową na forum Koła Terenowego nr 2. Próbuje to nadrobić i dlatego na zebraniu, które odbyło się 8 września br. w siedzibie Oddziału Łódzkiego przedstawione zostały aż dwa referaty przygotowane przez członków naszego koła. Pierwszy z nich

wyłoszony przez dr Halinę Aniołczyk dotyczył święta energetyków, z którą to branżą związanych jest u nas w kole wiele osób. Temat drugi, dotyczący fotowoltaiki, zaproponowany został przez nasze koleżanki i kolegów w związku z aktualną sytuacją energetyczną w Polsce. Celem prezentacji było zasygnalizowanie najważniejszych problemów związanych z fotowoltaiką, a szczegółowe ich przedstawienie planujemy na kolejnych spotkaniach. Wykład przeprowadził należący do naszego koła mgr inż. Piotr Gorzkiewicz, który na co dzień zajmuje się tą problematyką w firmie P.U.H. ELEKTRO-INSTAL „ANGOPOL”. Obydwa wystąpienia prelegenci prezentują w poniższych artykułach. Zachęcam do ich przeczytania.

## Dzień Energetyka – historia i terażniejszość

Halina Aniołczyk  
Polski Komitet SEP ds. Zastosowań Pola  
Elektromagnetycznego w Medycynie  
Komisja ds. Problemów Bioelektromagnetycznych  
Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych

### 1. Wprowadzenie

Energetyka, to dział nauki i techniki, a także gałąź przemysłu, która zajmuje się przetwarzaniem dostępnych form energii na postać łatwą do wykorzystania przy zasilaniu wszelkich procesów przemysłowych, a także napędzaniu maszyn i urządzeń używanych w życiu codziennym [1]. Energetyk jest fachowcem zajmującym się zagadnieniami wytwarzania, przetwarzania, przesyłania, gromadzenia i wykorzystywania różnych rodzajów energii. W zależności od rodzaju energii, może być energetykiem cieplnym (termoenergetykiem), energetykiem wodnym (hydroenergetykiem), elektroenergetykiem, energetykiem jądrowym lub wiatrowym (aeroenergetykiem) [2]. Energetycy to liczna grupa zawodowa. Według danych GUS na koniec marca 2022 w dziale gospodarki „wytwarzanie

i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę” było zatrudnionych 114,3 tys. osób [3].

Dzień Energetyka to polskie święto branży energetycznej obchodzone już po raz 67. Przypada on 14 sierpnia. Ale nie zawsze tak było. Od jego powołania w 1956 roku do 1972 roku obchodzony był 1 września. W okresie od 1973 roku do 1990 roku dzień ten obchodzony był w pierwszą niedzielę września. A od 1993 roku Dzień Energetyki obchodzony jest 14 sierpnia i jest dniem wolnym od pracy. Energetycy mają swój hymn i swojego patrona. Jest nim Maksymilian M. Kolbe. Z okazji tego święta organizowane są spotkania, koncerty i inne wydarzenia artystyczne. Dzień ten jest też okazją do dyskusji związanej z problematyką rynku energetycznego, a w bieżącym roku z kryzysem energetycznym, który zaostrzył się w związku z wojną w Ukrainie spowodowanej inwazją Rosji na ten wolny kraj. Jaka jest historia tego święta i dlaczego jego patronem został Maksymilian M. Kolbe? Historię Święta Dnia Energetyka przedstawiono chronologicznie w oparciu wybrane fakty oparte na dostępnych dokumentach i publikacjach.

### 2. Lata 1956–1972

W 1956 roku ustanowiono Kartę Energetyka, doceniając rangę tego zawodu. W tym samym też roku, 1 września pracownicy energetyki

obchodzili po raz pierwszy swoje święto, Dzień Energetyka [4]. Celem tego święta było i nadal jest oddanie uznania i szacunku pracownikom branży energetycznej za ich ciężką pracę, często w trudnych warunkach. Dzięki ich pracy mamy światło i ciepło w naszych domach i mieszkaniach, w pracy i w instytucjach publicznych. Z krótkich zapisków dotyczących corocznych obchodów tego święta wyłania się obraz rozwoju energetyki w Polsce powojennej, a także zaangażowania pracowników, ich trudu i wysiłku w budowę elektrowni i sieci elektroenergetycznej.

– W zapiskach z obchodów Dnia Energetyka w 1958 roku czytamy:  
„Energetycy po raz trzeci obchodzą swoje święto w dniu 1 września.

(...) Rosnące znaczenie energetyki szczególnie silnie zaznacza się w naszym kraju, który z zacofanego kraju rolniczego przekształcił się w kraj przemysłowo-rolniczy (...). Jednak wskutek opóźnień w budowie nowych elektrowni oraz niedostatecznej dyspozycyjności urzędzeń ... trzeba było wyłączać odbiorców przemysłowych [4].

– W zapiskach obchodów tego święta w 1959 roku czytamy:

(...) z dumą i zadowoleniem spoglądamy na wyniki naszych dzielnych załóg, majstrów, techników i inżynierów. (...) W zachodnim okręgu energetycznym buduje się obok elektrowni wodnych na rzekach Odrze i Nysie najpotężniejszy w Europie kombinat węglowo-energetyczny w Turowie [4].

– W relacji z tego święta w 1963 roku czytamy:

Uroczystości (...) odbyły się po raz pierwszy na terenie Wielkopolski, która jest obecnie nowoczesną bazą energetyczną w kraju. (...) budując elektrownie giganty, jak Turów, Konin, Bełchatów, Legnica i Rogoźno wykorzystujące złoża węgla brunatnego, paliwa najbardziej ekonomicznego w Polsce (...) [4].

### 3. Lata 1973–1990

Mocą uchwały Rady Ministrów nr 94 z 24 kwietnia 1973 roku w sprawie obchodów uroczystości branżowych (zawodowych), zakładowych i regionalnych ustanowiono, że Dzień Energetyka będzie obchodzony corocznie w pierwszą niedzielę września [4].

– W relacji z tego święta w 1979 roku czytamy:

„Tegoroczna, wyjątkowo trudna zima, ujawniająca słabe punkty naszej energetyki zarazem dowiodła, że energetycy stanowią zwartą, wielką, niezwykle ofiarną i świadomą własnej roli rodzinę. W tych trudnych chwilach nasze załogi wykazały wysokie poczucie dyscypliny i odpowiedzialności. Gdyby nie ofiarna praca energetyków, tysiący ludzi, którzy po kilkanaście godzin w ciężkich warunkach walki z żywiołem trwali na swoich posterunkach przywracając sprawność bloków, kotłów i sieci – skutki tegorocznej zimy byłyby daleko groźniejsze” [4].

W połowie lat 80. XX wieku powstał Hymn Energetyków. Muzykę skomponowała polska kompozytorka Katarzyna Gertner, a słowa są rezultatem współpracy samych energetyków, które „dopracował” Wojciech Szaliński [5]. Energetycy poszukiwali też patrona dla siebie. Mając na uwadze osobowość błogosławionego O. Maksymiliana Kolbe, niedoścignionego wzoru człowieka pracy i miłości bliźniego, człowieka, który potrafił całym swoim życiem służyć innym, energetycy postanowili 7 listopada 1981 roku w Elektrowni Rybnik, zebrać przedstawicieli wszystkich polskich elektrowni i uroczystym Aktem Zawierzenia Energetyki Polskiej, Jemu oddać w szczególną opiekę swoją pracę, maszyny, urządzenia i siebie samych. W latach 1986–1993, dzięki wspólnym pielgrzymkom energetyków, elektryków i elektroników, zdecydowano się na wystąpienie do władz kościelnych i państwowych o uznanie św. O. Maksymiliana Marii Kolbego patronem zawodu energetyka. Zostało to wpisane do Ponadzakładowego Układu Zbiorowego dla pracowników Przemysłu Energetycznego: „Dzień 14 sierpnia jest Dniem Energetyków – branżowym świętem energetyków. Jest to dzień wolny od pracy” (rozdz. II, art.6) [6].

## 4. Okres po roku 1991, Maksymilian M. Kolbe patron energetyków

W 1991 roku patronem energetyków ogłoszono świętego Maksymiliana Marię Kolbego, z zamiłowania elektryka, który zginął śmiercią męczeńską w obozie koncentracyjnym 14 sierpnia 1941 roku. Data ta została przyjęta jako polski Dzień Energetyka i obowiązuje do dziś. Dlaczego Maksymilian Maria Kolbe? Przyjrzyjmy się jego zdolnościom i pasjom, bo wiedza o jego dokonaniach naukowych i wynalazczych jest wielu z nas mało znana. Historia świętego Maksymiliana Kolbego (8.01.1894–14.08.1941) wielu Polakom kojarzy się z męczeńską śmiercią i decyzją o oddaniu życia za innego więźnia Auschwitz – Franciszka Gajowniczką. Nie wszyscy wiedzą, że franciszkanin był także zdolnym budowniczym, inżynierem, wynalazcą i dziennikarzem. Gdyby nie wybuch II wojny światowej i poważne kłopoty zdrowotne, ojciec Kolbe mógłby nawet trafić na listę czołowych polskich wynalazców. Młody Kolbe pasjonował się matematyką i fizyką. Już w wieku 15 lat wysłał własnoręcznie wykonane projekty urządzeń takich jak telegraf oraz „aparatus zapisujący mowę i głosy natury” do urzędu patentowego we Lwowie [7]. Kolbe interesował się wynalazczością jeszcze przed 1914 rokiem, kiedy złożył śluby wieczyste, przyjmując imię zakonne Maria. Już jako kapłan złożył projekt „Eteroplanu”, pojazdu międzyplanetarnego działającego niczym trójczłonowa rakietka nośna. Zrobił to w 1915 roku, czyli około pół wieku przed lądowaniem człowieka na Księżycu z wykorzystaniem raket wielocłonowych do napędu. Warto dodać, że Kolbe przewidział w swym projekcie konieczność pokonania siły przyciągania ziemskiego i stworzenia klimatyzacji wewnątrz statku w czasach, gdy marzenia o kosmosie prowadziły do powstawania projektów statków śmigłowych lub balonowych, które nie miały racji bytu w przestrzeni kosmicznej. Dokładny opis wynalazku z licznymi wykresami i obliczeniami wysłał do czasopisma „Scienza per Tutti”. Według dzisiejszych rzeczoznawców był to wówczas genialny błysk myśli technicznej. W 1916 roku uzyskał doktorat z filozofii na uniwersytecie Gregorianum, a w 1919 roku z teologii. Kolbe był także miłośnikiem łączności radiowej, którą poznał podczas pracy zakonnej w Japonii. Promował w Polsce radiofonie „małej skali”, ale prawo Drugiej Rzeczypospolitej nie pozwalało mu założyć własnej sieci. Zapisał się więc do związku krótkofalowców (SP3RN). Tak został użytkownikiem linii krótkofalowych, których używał do nadawania audycji w Radio Niepokalanów. Stacja nadawała na przełomie lat 1937/38, pokrywając zasięgiem prawie cały obszar kraju. Św. Maksymilian Kolbe założył klasztor Niepokalanów pod Warszawą. Było to przedsięwzięcie wielkiej skali, które na pewnym etapie wzbogaciło się o własną elektrownię, drukarnię, rozmaite warsztaty naprawcze, własną straż pożarną. Była tam też piekarnia, która do dziś wypieka chleb dla pielgrzymów. We wstępie do jego biografii autor napisał „znany jest wciąż bardziej jako ofiara nazizmu, który oddał życie za Gajowniczką, niż wielki ewangelizator, wydawca, lider opinii, ... misjonarz, ... dopiero po zapoznaniu się z jego biografią można zrozumieć, jakim gigantem ducha, intelektu, ... ale też organizacji – był męczennik z Polski” [7].

## 5. Terazniejszość

Uroczystości Dnia Energetyka w 2022 roku obchodzono w największej na świecie elektrowni na węgiel brunatny – Elektrowni Bełchatów [8]. Najbardziej zasłużeni pracownicy bełchatowskiego giganta energetycznego otrzymali wyróżnienia i odznaczenia. Złoty medal za Długoletnią Służbę odebrało 16 energetyków, srebrny zaś otrzymało 6 osób. Ponadto 12 pracowników uhonorowano medalem „Zasłużony dla polskiej energetyki”, kolejnych 30 odznaczono natomiast medalem za zasługi dla PGE GiEK S.A. Wśród licznych gratulacji i życzeń, jakie energetycy PGE GiEK otrzymali z okazji swojego święta, były m.in. listy od prezydenta RP Andrzeja Dudy, premiera Mateusza Morawieckiego, marszałek Elżbiety Witek, minister

klimatu i środowiska Anny Moskwy, Marzeny Machałek, sekretarza stanu w Ministerstwie Edukacji i Nauki, parlamentarzystów, central związków zawodowych, uczelni i firm z branży energetycznej. Tegoroczne obchody święta branży elektroenergetycznej w PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna z Grupy PGE przebiegały w cieniu wojny w Ukrainie i kryzysu energetycznego wywołanego przez Rosję.

Andrzej Duda, prezydent RP, w liście do energetyków z PGE GiEK podkreślił, że dzięki ich staraniom polski system energetyczny jest stabilny, a bezpieczeństwo energetyczne Polski, stanowiące jeden z filarów bezpieczeństwa narodowego, jest chronione.

„Ufam w Państwa zapewnienia, oparte na wnikliwej ocenie sytuacji, że mimo trudnych okoliczności związanych z wojną w Ukrainie, rosyjskim szantażem paliwowym i narastającym w świecie kryzysem, Polska nie jest zagrożona brakiem dostaw energii” – napisał Andrzej Duda.

„Bezpieczeństwo, które gwarantuje sprawna i profesjonalna branża energetyczna, ma kluczowe znaczenie dla wszystkich Polaków i dla stabilnego rozwoju naszego kraju. To sektor niezwykle istotny, który pobudza

zarówno rozwój społeczny, jak i wzrost ekonomiczny” – napisał w liście Prezes Rady Ministrów z tej okazji [8].

Przed energetyką nowe wyzwania.

## 6. Bibliografia

- [1] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Energetyka>.
- [2] <https://opinieuczelnich.pl/Katalog-zawodow/energetyk>.
- [3] GUS, Informacje statystyczne, Zatrudnienie i wynagrodzenie w gospodarce narodowej w pierwszym kwartale 2022 r.
- [4] Energetyka w Kalejdoskopie, Energetyka, wrzesień 1983, 9(351), 375-378.
- [5] Dzień Energetyka 2022-bimKal.pl, dostęp 27.8.2022.
- [6] Dudek B., Patroni w energetyce, Energetyka, sierpień 2017, 534-536
- [7] Terlikowski T. P., Maksymilian M. Kolbe. *Biografia świętego męczennika*, Wyd. Esprit, Kraków 2017.
- [8] <http://belchatow.naszemiasto.pl/uroczysta-akademia-z-okazji-dnia-energetyka-2022-odbyla-sie/ar/c1-8948709>, dostęp 08.10.2022.

Referat przedstawiono na zebraniu Koła Terenowego nr 2 w dniu 8 września 2022.

# Błędy projektowe i montażowe instalacji fotowoltaicznych

Piotr Gorzkiewicz  
Koło Terenowe nr 2

W dzisiejszej sytuacji energetycznej fotowoltaika stanowi jedno z najprostszych rozwiązań uzyskiwania energii elektrycznej zarówno na potrzeby indywidualne, jak i w ilościach przemysłowych. Temat instalacji fotowoltaicznych jest niesłychanie szeroki i obejmuje wiele obszarów, które należy uwzględnić przy podejmowaniu decyzji o jej zastosowaniu. Szczególnie istotne są w tym względzie przepisy krajowe dotyczące źródeł energii odnawialnej, sposoby rozliczania instalacji fotowoltaicznych, ochrona przeciwpożarowa i uzgodnienia instalacji z rzeczoznawcą przeciwpożarowym. Ważnym problemem są sposoby rozliczania producentów energii fotowoltaicznej, które zostały zmienione dla małych i mikroinstalacji oraz dużych farm PV kolejną nowelizacją ustawy o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2022, poz.467). Niezwykle istotne są również systemy certyfikatów oraz wymagania stawiane instalatorom.

Ograniczony czas prezentacji pozwolił mi jedynie na zasygnalizowanie wymienionej tematyki lub skromne jej potraktowanie, ponieważ te zagadnienia mają być rozwinięte na kolejnych spotkaniach.

Głównym tematem prezentacji były: bezpieczeństwo systemów fotowoltaicznych oraz problemy projektowe, montażowe oraz eksploatacyjne.

Najważniejsze czynniki negatywnie wpływające na pracę instalacji to:

- brak nasłonecznienia (zacienienie),
- nieprawidłowa orientacja i nachylenie modułów,
- niestaranne okablowanie oraz niewłaściwy wybór przekroju kabli,
- błędny wybór mocy falownika w odniesieniu do całkowitej mocy paneli fotowoltaicznych,
- słaba jakość poszczególnych elementów instalacji,
- niska jakość wykonania prac budowlanych i montażowych.

Wieloletnie doświadczenie w dziedzinie instalacji fotowoltaicznych pozwala mi wskazać główne błędy występujące na etapie projektu i montażu takie jak:

- zacienienie,
- złe rozmieszczenie paneli,
- nieprawidłowe ułożenie kabli po stronie AC i DC,
- nieodpowiedni dobór złącz MC4,
- niepoprawny montaż inwertera,
- niepoprawnie wykonane uziemienie konstrukcji wsporczej,
- tworzenie pętli indukcyjnych w okablowaniu.

Ostatnim tematem poruszonym podczas spotkania były problemy eksploatacyjne instalacji fotowoltaicznych. Niestety, bardzo częstym błędem popełnieniem przez użytkowników jest brak okresowych sprawdzeń i pomiarów pracującej już instalacji. Dlatego warto wiedzieć i pamiętać, jakie problemy eksploatacyjne mogą pojawić się podczas pracy instalacji:

- brak sprawdzenia i pomiarów instalacji fotowoltaicznej,
- gorące punkty (HOT-SPOT),
- delaminacja (rozwarstwienie) paneli fotowoltaicznych,
- uszkodzenia mechaniczne paneli fotowoltaicznych,
- degradacja indukowanym napięciem PID,
- poluzowanie mocowań paneli,
- zanieczyszczenie modułów.

Wykład zilustrowany był licznymi zdjęciami pokazującymi przykłady błędów montażowych oraz projektowych, jakie napotkałem podczas pracy z istniejącymi instalacjami fotowoltaicznymi. Coraz liczniejsze instalacje fotowoltaiczne stanowią atrakcyjne źródło energii dla wielu konsumentów, jednak należy pamiętać, iż jest to instalacja elektryczna, która wymaga odpowiedniej eksploatacji, badań oraz pomiarów. Każdy właściciel fotowoltaiki powinien zdawać sobie sprawę z tego, jak odpowiednia konserwacja instalacji wpływa na jej żywotność oraz, co najważniejsze, bezpieczeństwo eksploatacji. Kluczowy jest sam montaż instalacji, dlatego powinni wykonywać go osoby o odpowiedniej wiedzy oraz doświadczeniu.

# Wakacyjna Szkoła Liderów

Adam Sztamborski, Julia Woźniak  
 Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego

W pierwszym tygodniu września miała miejsce kolejna Wakacyjna Szkoła Liderów (WSL), której celem jest szkolenie oraz integracja młodych inżynierów. W tym roku wydarzenie odbyło się w dniach 2–4 września. W tegorocznej edycji udział wzięli reprezentanci z Oddziału Łódzkiego i Krakowskiego. Reprezentantami Studenckiego Koła SEP im. Prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej byli Julia Woźniak, Adam Sztamborski i Dawid Olejnik.

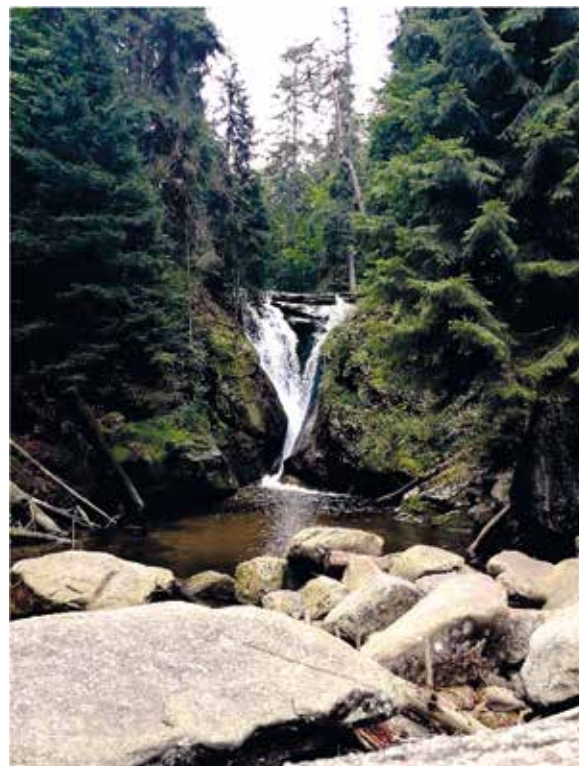
Pierwszy dzień poświęcony był na podróż – wyjazd z Łodzi miał miejsce w czwartkowy wieczór, by późnym wieczorem dojechać do ośrodka zlokalizowanego u podnóża Gór Izerskich – w Piechowicach, pod Szklarską Porębą. Następnego dnia, po śniadaniu, na miejsce dotarli reprezentanci Oddziału Krakowskiego oraz wiceprezes



Uczestnicy WSL



Szkolenie ze sterowników PLC



Wodospad Szklarki

Oddziału Wrocławskiego SEP Jan Pytlarz i przewodniczący Centralnej Komisji Młodzieży i Studentów Jarosław Krysiak. Ze względu na pewną wyjątkowość samej lokalizacji, w planie zawarto zwiedzanie Szklarskiej Poręby oraz piękny Wodospad Szklarki. W jego otoczeniu uczestnicy wycieczki mogli chwilę odpocząć, porozmawiać i nacieszyć oczy. Reszta dnia poświęcona była tematowi działalności kół oraz drobnej integracji.

Wraz z nadejściem soboty przyszedł czas na realizację planu szkoleniowego. Tuż po śniadaniu odbyło się szkolenie na temat komunikacji w systemach automatyki przemysłowej. Uczestnicy mieli okazję wysłuchać ciekawego wykładu o sterownikach i ich oprogramowaniu, poznać działanie sterowników PLC oraz jeden z języków programowania – język drabinkowy (Ladder).

Następnie zaprezentowano środowisko TIA Portal do programowania sterowników Siemens, a uczestnicy zaczęli tworzyć proste programy pod okiem prowadzącego – Pawła Jamki. Jednym z zadań praktycznych było napisanie programu do sterowania zaworów zbiornika w oczyszczalni ścieków, z którym ekspresowo poradził sobie jeden z naszych



Jelenia Góra

kolegów – Adam Sztamborski. Po odbytych warsztatach przyszedł czas na obiadokolację i odrobinę relaksu na terenie ośrodka.

Niedziela była dniem wykwaterowania, rano po ciepłym pożegnaniu, wszyscy reprezentanci udali się w podróż powrotną. Reprezentanci SK



Pałac w Wojanowie

SEP postanowili skorzystać z uroków obiektów znajdujących się w obrębie trasy do Łodzi i na początku w celach turystycznych skierowali się ponownie do Szklarskiej Poręby. Następnie udaliśmy się na plac ratuszowy w Jeleniej Górze. Wojanów, który był kolejnym punktem podróży powrotnej, zachwyił bardzo dobrze utrzymanym zespołem pałacowo-folwarcznym oraz towarzyszącym mu parkiem krajobrazowym.

Stamtąd wybrano się do Janowic Wielkich, gdzie znajdują się imponujące, lecz porzucone ruiny XIV-wiecznego zamku Bolczów. Z ruin zamku znajdującego się na szczycie góry można było podziwiać zapierającą dech w piersiach okolicę. Po zejściu ze szlaku prowadzącego na zamek, z racji zapadającego zmroku, nie można było pozwolić sobie na dalsze zwiedzanie tej bogatej w obiekty turystyczne okolicy.

SK SEP przy Politechnice Łódzkiej pragnie serdecznie podziękować Oddziałowi Łódzkiemu SEP, bez którego pomocy, zrozumienia potrzeby wspierania młodych inżynierów oraz środowiska studenckiego wydziału elektrycznego i wsparcia finansowego, wyjazd na Wakacyjną Szkołę Liderów nie byłby możliwy.



Ruiny zamku Bolczów

# 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, ciepłym 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 wewnętrznych bhp oraz instrukcji eksploatacji
- Wykonywanie wszelkich pomiarów w zakresie elektryki
- Prowadzenie nadzorów inwestorskich i autorskich
- Wykonywanie ekspertyz o charakterze prac naukowo-badawczych
- Odbiory jakościowe
- Wyceny maszyn, urządzeń oraz obiektów energetycznych
- Tłumaczenia dokumentacji technicznej i literatury fachowej
- Doradztwo i ekspertyzy ekonomiczne
- Audyty energetyczne
- Przygotowanie dokumentów dla przekształceń własnościowych

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

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



Spokojnych,  
pogodnych Świąt  
Bożego Narodzenia  
oraz zdrowia,  
pomyślności i wielu  
sukcesów  
w nadchodzącym  
Nowym Roku

*Veolia Energia Łódź*

*Wszystkim Członkom  
i Sympatykom SEP,  
składamy serdeczne życzenia  
spokojnych, radosnych i pełnych ciepła  
Świąt Bożego Narodzenia,  
a w nadchodzącym 2023 roku  
dużo szczęścia, zdrowia,  
wszelkiej pomyślności  
i satysfakcji z działalności  
stowarzyszeniowej.*

*Komitet Redakcyjny*

