



BIULETYN

TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 2/2013 (61)

ISSN 2082-7377

Czerwiec 2013



WIEŁOFUNKCYJNY MIERNIK
PARAMETRÓW INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ

MPI-530



Sprawdź
aktualną
promocję na
www.sonel.pl



- Wszystkie pomiary ochrony przeciwporażeniowej!
- Funkcja jednofazowego rejestratora sieci zasilającej!
- Pomiary rezystancji izolacji!
- Pomiar natężenia oświetlenia!
- Rozbudowana pamięć z opisami pomiarów!
- Wbudowany interfejs *Bluetooth*® oraz bogate wyposażenie do wyboru!

Profesjonalne przyrządy pomiarowe. Zamów: 74 85 83 878, www.sonel.pl



André Marie
AMPÈRE
1775 - 1836



Międzynarodowy Dzień Elektryki

10 czerwca 2013 r., Kozenice



Na relację z Międzynarodowego Dnia Elektryki
zapraszamy w następnym wydaniu biuletynu



Wydawca:

**Zarząd Oddziału Łódzkiego
Stowarzyszenia Elektryków Polskich**

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a,

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

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

<http://sep.p.lodz.pl>

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

Spis treści:

Problemy diagnostyki izolacji transformatorów energetycznych

– F. Mosiński 2

Zastosowania kamer termowizyjnych do monitorowania obiektów i urządzeń

– B. Więcek 14

O pomiarach ochronnych i diagnostyce w Karpaczu 22**Stanowisko Stowarzyszenia Elektryków Polskich w sprawie budowy elektrowni jądrowej w Polsce**

– A. Boroń 23

Nadanie tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Opolskiej Profesorowi Kazimierzowi Zakrzewskiemu

– A. Dębowski 25

Stefan Kudelski (1929 – 2013)**Wspomnienie o wybitnym elektroniku, Polaku Stefanie Kudelskim zmarłym 26 stycznia bieżącego roku w Szwajcarii**

– J. Hickiewicz, P. Drwal 28

XII Rada Prezesów SEP**Bydgoszcz, Opera Nova, 22 – 24 marca 2013 roku** 29**XIII Rada Prezesów SEP****Kołobrzeg, Hotel Aquarius, 23 – 25 maja 2013 roku** 31**Fundusz Stypendialny im. Lecha Grzelaka** 32**XIII Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki**

– J. Wiśniewski 34

XIII Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki

– J. Kuczkowski 34

XII Zjazd ŁOIB

– R. Włostowska 35

XV Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka w Warszawie

– W. Łyżwa, K. Kalusiński 36

X Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka (na zdjęciu wręczenie nagród)

– M. Rybicki 38

**Sprawozdanie z wyborów do zarządu Student Branch IEEE Lodz University of Technology**

– M. Rybicki 40

Wizyta w ZPUE Włoszczowa 40**Energopolis przyczynkiem do dyskusji**

– J. Kuczkowski III okt.

*Zachęcamy do korzystania z programu rabatowego dla członków SEP posiadających nowe legitymacje członkowskie.**Szczegóły na stronie internetowej Oddziału Łódzkiego SEP**<http://sep.p.lodz.pl>**po kliknięciu na poniższy banner*

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek

dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. PŁ.

– Przewodniczący

mgr Anna Grabiszewska – Sekretarz

dr inż. Adam Ketner

dr inż. Tomasz Kotlicki

mgr inż. Jacek Król

mgr inż. Jacek Kuczkowski

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński

mgr inż. Krystyna Sitek

dr inż. Józef Wiśniewski

prof. dr hab. inż. Jerzy Zieliński

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

Redakcja:

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

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

Skład: Alter

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

Druk: Drukarnia BiK Marek Bernaciak

Łódź, ul. Piłsudskiego 143

tel. 42-676-07-78

Nakład: 350 egz.

ISSN 2082-7377

Franciszek Mosiński

Problemy diagnostyki izolacji transformatorów energetycznych

Streszczenie

W referacie omówiono kompleks zagadnień związanych z diagnostyką izolacji transformatorów energetycznych w eksploatacji. Podano cele i pytania diagnostyki, wyszczególniono metody zarówno normatywne jak i będące na etapie badań naukowych. Zestawiono literaturę przedmiotu oraz zaprezentowano programy numeryczne zarówno do prowadzenia kartoteki eksploatacyjnej transformatora jak i programy ekspertowe.

1. Wstęp

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku śledzenie stanu urządzeń stacji elektroenergetycznych stało się pierwszoplanowym zagadnieniem technicznym i naukowym. Aspekty tego są dwa: koszty awarii i koszty niedostarczenia energii odbiorcom są bardzo duże, a jednocześnie koszt samych urządzeń elektroenergetycznych na duże moce i wysokie napięcia jest także bardzo duży. Po drugie rozwinęły się techniki komputerowe, które stworzyły nowe możliwości diagnostyczne dla pojedynczych urządzeń i możliwości budowy kompleksowych, zautomatyzowanych systemów diagnostycznych, dla całych systemów stacji elektroenergetycznej. W tym obszernym zakresie zagadnień transformator stanowi problem pierwszoplanowy, gdyż ma najwyższe napięcia zgodne z napięciami przesyłu i największe moce, zgodne z mocami generatorów.

Śledzenie stanu, według [1], może być zdefiniowane jako technika lub proces śledzenia charakterystyk pracy urządze-

nia, aby określić zmiany i trendy zmian, dla prognozowania niezbędnych czynności obsługowych zapobiegających uszkodzeniom lub awariom i/lub dla oszacowaniu stanu „zdrowia” urządzenia.

Śledzenie stanu urządzenia obejmuje: instalację czujników, akwizycję danych, detekcję uszkodzeń i diagnostykę. Cele śledzenia stanu urządzenia są zestawione w tabeli 1.

2. Śledzenie stanu transformatorów energetycznych – uwagi ogólne

Głównymi elementami transformatora, które gwarantują jego poprawną pracę są: uzwojenia, rdzeń, kadź, układ chłodzenia, olej i podobciążeniowy przełącznik zacze-
pów (*On Load Tap Changer – OLTC*). Statystyki uszkodzalności transformatorów wykazują, że głównymi przyczynami uszkodzeń są uszkodzenia uzwojeń i uszkodzenia OLTC. Zatem kluczowymi parametrami, które muszą być śledzone, są parametry OLTC, starzenie izolacji papierowo-olejowej oraz warunki obciążenia i warunki pracy transformatora.

W warunkach polskich, gdzie dla transformatorów blokowych nie stosuje się zwykle OLTC, najważniejszym elementem diagnostyki dla tego typu transformatorów jest śledzenie stanu izolacji. W tym zakresie podstawowe są pomiary lub obliczenia temperatur izolacji, zawartości gazów rozpuszczonych w oleju, śledzenie wyładowań niepełnych i badanie stanu zawilgocenia [1].

Zestawienie najnowszych wyników badań w zakresie diagnostyki transformatorów zawiera tabela 2., zacytowana za [1].

W świecie opracowano kilka kompleksowych systemów śledzenia stanu transformatora. Te, które były opisywane w literaturze, są zestawione w tabeli 3. W tabeli 4. przedstawiono zakres monitoringu proponowany przez firmę Siemens. Jak widać niektóre z metod diagnostycznych są realizowane zarówno w opcji off-line, jak i on-line.

Tabela 1 [1]. Zagadnienia ogólne monitoringu stanu
General issues of condition monitoring

Cel	Metoda	Podstawowe techniki	Właściwości	Wynik
Co jest wskazówką?	Akwizycja danych	Czujnik A/C, przekazywanie danych	On-line, ciągle lub często	Surowe dane, lub dane przetworzone, być może zawierające zakłócenia
Czy jakiś skutek istnieje?	Detekcja uszkodzeń (za pomocą metody modelu odniesienia lub wydobycia właściwości)	Sieci neuronowe Przetwarzanie sygnałów itp.	Prognostycznie	Ostrzeżenie, kondensacja danych
Jaki i gdzie jest defekt?	Rozpoznanie wzorca, Klasyfikacja	Logika rozmyta, system ekspertowy, sieci neuronowe, analiza cyfrowa, techniki komputerowe	On-line, automatycznie	Rozpoznane uszkodzenia, sugestie dla eksploatacji i inne szczegółowe wyniki diagnostyczne
Co chcemy i co powinno być zrobione?	Ocena stanu, podjęcie czynności pomocniczych			

Tabela 2. Przegląd literatury na temat śledzenia stanu transformatorów energetycznych [1]

Uszkodzenie	Obiekt badań i motyw badań	Metoda śledzenia on-line lub przyrząd	Ostatnio opublikowane wyniki badań	Nowy punkt widzenia lub nowa technika badań	Komentarz
Izolacja uzwojeń i izolacja główna	temperatura gorącego punktu może warunkować czas życia transformatora i jego obciążalność	tradycyjne termopary, czujniki światłowodowe, model termiczny, obraz termiczny, podczerwieni (IR), termografia	Indykator temperatury uzwojeń	Monitor i alarm	Nie może niezawodnie odtwarzać stanów przejściowych
			Zastosowanie modelu termicznego w systemie śledzenia	Śledzenie oparte o model. Doświadczenie wskazuje, że istniejący model cieplny IEEE nie oddaje dobrze stanów nieustalonych temperatury otoczenia	
			Ulepszony model termiczny	Modyfikacja dotyczy modelu IEEE dla odpowiedniego uwzględnienia zmian dziennych temperatury otoczenia	Niezawodne i czułe śledzenie wymaga poprawienia
Izolacja uzwojeń i izolacja główna	Gaz w oleju to tradycyjna droga śledzenia stanu izolacji; rodzaj koncentracji i ocena ilorazów generowanych gazów może być wykorzystana do uszkodzeń	Analiza gazów rozpuszczonych w oleju (DGA), czujnik wodoru (HYDRAN), analiza zawartości furanów (furfuraldehydów) (FFA)	Nowy czujnik optoelektroniczny dla określenia FFA	Na miejscu określa koncentrację FFA bez udziału eksperta	
			Pomiar oparty o fluorescencje dla oszacowania FFA	Nowa metoda pomiaru	
			Diagnoza uszkodzenia oparta o inteligentny system wspierania decyzji dla DGA	Algorytm wnioskowania w oparciu o logikę rozmytą, system ekspertowy i sieci neuronowe	Diagnostyka inteligentna jest nowym narzędziem badań gorącego punktu
Izolacja uzwojeń i izolacja główna	Objawy wyładowań niepełnych (PD) dla wszystkich uszkodzeń elektrycznych na wstępnych etapach i dla wszystkich przyczyn uszkodzeń izolacji	Zakłócenia radioelektryczne (RFI), metoda cewki Rogowskiego, emisja akustyczna (AE), metoda światłowodowa, detekcja gazów w oleju	On-line skalowanie i monitoring	Stosuje się różne metody dla usunięcia zakłóceń, opisano metodę skalowania on-line	Skalowanie on-line jest bardzo ważne dla diagnozy i śledzenia on-line
			Symulacja pokazuje, że zastosowanie częstotliwości rezonansowej oszynowania podstacji jako częstotliwości monitoringu może zwiększyć czułość śledzenia	EMPT jest wykorzystany do obliczania macierzy impedancji dla transformatora jednofazowego	
			Lokalizacja źródeł PD w oparciu o AE	Przyrządy AE z oprogramowaniem dla trójwymiarowej lokalizacji źródeł PD	
			Detekcja i lokalizacja PD oparta o obróbkę sygnałów rozpoznawanych i kodowanych w dziedzinie czasu	Analogowo-cyfrowe przetworniki i procedury matematyczne dla opisu kształtu fali impulsów PD	
Przełącznik zaczepów pod obciążeniem (OLTC)	OLTC większość uszkodzeń transformatora jest powodowanych przez uszkodzenie przełącznika zaczepów	Śledzenie temperatury oleju przełącznika mocy, model zużycia styków, pomiar parametrów ruchu, pozycja przełącznika, śledzenie wibracji	Przenośny indykator przerw OLTC	Może wykrywać obwody otwarte związane z uszkodzeniami lub złymi stykami w OLTC usytuowanym w punkcie gwiazdowym	Śledzenie wibracji jest silnym kandydatem do detekcji zarówno uszkodzeń mechanicznych, jak i uszkodzeń elektrycznych OLTC
			System monitoringu przełącznika mocy i system monitoringu selektora	Śledzenie kondycji kompletnego przełącznika mocy i detekcja tego czy wszystkie styki selektora są w prawidłowej pozycji	

Tabela 3. Wybrane systemy monitoringu on-line dla transformatorów energetycznych [1]

Nazwa i wytwórca (pozycje wg [1])	Wielkości monitorowane	Funkcja diagnostyczna	Komentarz
System modelu MIT (Massachusetts Institute of Technology)	Gazy w oleju, temperatura	Podaje zidentyfikowane przypadki i propozycje decyzji eksploatacyjnych	Model termiczny zamierza się ulepszyć
Oprządkowanie monitoringu i diagnostyki, ABB	Wiele gazów, poziom PD, właściwości OLTC, temperatury obciążenia i kluczowe	Off-line interpretacja DGA, lokalizacja PD, prognoza uszkodzenia OLTC za pomocą analizy wibracji	Wspomina się o oszacowaniu przewidywanego czasu życia. Nie ma jednak szczegółowego opisu metody.
System monitoringu SIEMENSA	Gazy w oleju, temperatury, prądy i napięcia, pozycja OLTC, zawilgocenie, poziom oleju itp.	Alarmuje gdy niektóre wielkości przekraczają wartości graniczne	
System monitoringu ALSTOM MS2000	Gazy w oleju, temperatura gorącego punktu, informacje o układach chłodzenia, pozycja OLTC i prąd itp.	Alarmuje, wizualizuje dane, zdalnie diagnozuje	Wykorzystuje magistralę przesyłu danych (<i>Field Bus Technology</i>)

Tabela 4. Wielkości mierzone i metody monitorowania transformatorów mocy oraz ich zakres stosowania (układy do badania przełączników zostały pominięte)

Metody diagnostyczne i mierzone wielkości	On-line	Off-line	Diagnostyka stanu
Napięcie, prąd	X	X	Obciążenia transformatorów
Pozycja przełącznika zaczeptów	X	X	
Temperatura (oleju i otoczenia)	X	X	Montaż rdzenia i stanu cewek
Analiza gazów w oleju (DGA)	X	X	Montaż rdzenia i stanu cewek
Zawartość wody	X	X	Montaż rdzenia i stanu cewek
C, tgδ		X	Montaż rdzenia i stanu cewek i przepustów
Pomiar wzn metodą elektryczną		X	Montaż rdzenia i stanu cewek i przepustów
metodą akustyczną	X	X	Montaż rdzenia i stanu cewek i przepustów
Pomiar prądu polaryzacji i depolaryzacji, pomiar napięcia powrotnego		X	Stan układu izolacyjnego
Analiza furanów (HLPC)		X	Stan układu izolacyjnego
Przebiecia	X	X	Narażenia układu izolacyjnego
Funkcja przejścia		X	Montaż rdzenia i cewek, stan uzwojeń
Siły nacisku uzwojeń	X	X	Stan konstrukcji uzwojeń

3. Przykłady metod diagnostycznych w trybie on-line

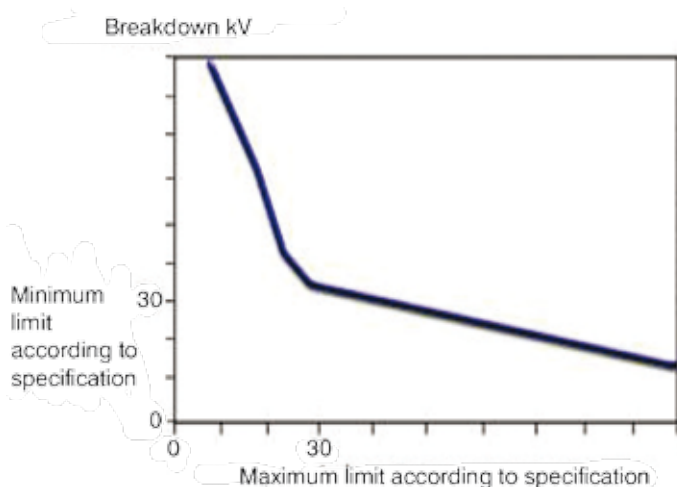
3.1. Metody klasyczne

Transformator energetyczny wysokiego napięcia i dużej mocy jest jednostką drogą i odpowiedzialną za pracę systemu energetycznego. Stąd podlega rygorystycznym zasadom eksploatacyjnym przewidującym okresowe badania diagnostyczne oceniające jego stan. Najprostszy i rutynowo stosowany zabieg diagnostyczny, nie wymagający wyłączenia transformatora (on-line), to pobieranie próbek oleju i badanie jego właściwości. Dwa podstawowe parametry oleju: napięcie przebicia (2,5 mm) oraz współczynnik strat dielektrycznych dają pogląd na zawilgocenie oleju:

- a) J. Słowikowski [7] proponuje zależność napięcie przebicia oleju – zawilgocenie celulozy według tabeli 5.;

Tabela 5. Wartości napięcia przebicia (mierzonego wg IEC60156) w zależności od poziomu zawilgocenia izolacji zwójowej w górnej części uzwojenia przy 105 °C i 115 °C [7]

Procentowy poziom zawilgocenia izolacji zwójowej w górnej części uzwojenia	Napięcie przebicia oleju w górnej części uzwojenia odpowiadające temperaturom 105 °C i 115 °C	
	105 °C	> 60 kV
2%	105 °C	> 60 kV
	115 °C	> 60 kV
3%	105 °C	> 60 kV
	115 °C	≥ 60 kV
3,5%	105 °C	~ 40 kV
	115 °C	< 40 kV



Rys. 1. Wpływ zawilgoczenia na napięcie przebicia oleju

- Duży wzrost współczynnika strat dielektrycznych świadczyć może o jego zawilgoceniu;
- Najprościej jest zbadać zawilgocenie oleju wykonując badanie metodą Karla-Fischera;
- Lub instalując czujnik np. typ Hydran (np. Hydrocal firmy Energopomiar w Gliwicach – rys. 2.), który na bieżąco śledzi zawartość wodoru, tlenków węgla i wody w oleju



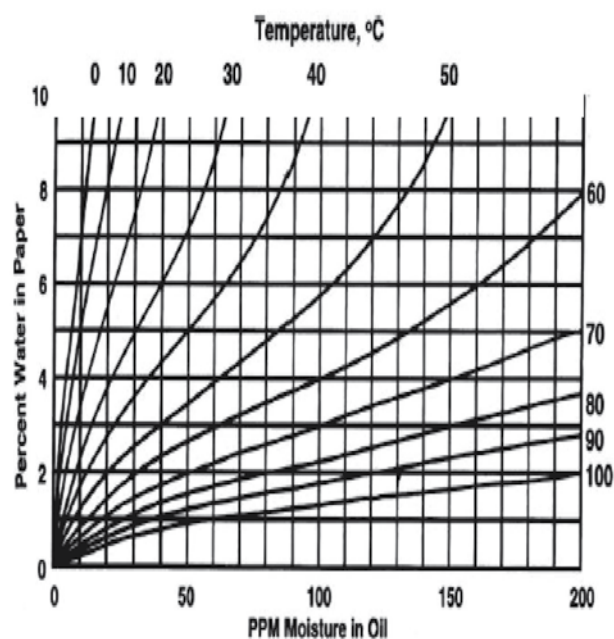
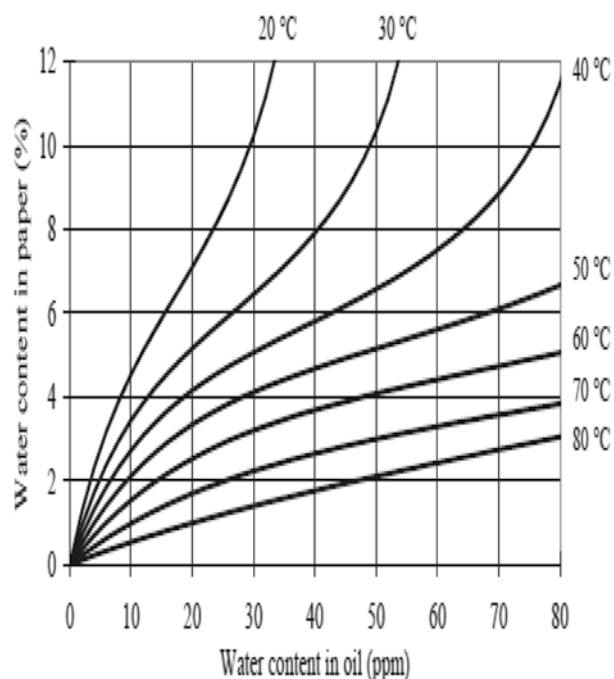
		Hydrocal 1003
Mierzone koncentracje	Wodór H ₂	0 ppm ... 2.000 ppm ±15 % wartości mierzonej ±25 ppm
	Tlenek węgla CO	0 ppm ... 2.000 ppm ±20 % wartości mierzonej ±25 ppm
	Woda w oleju H ₂ O	0 ppm ... 100 ppm ±3 % wartości mierzonej ±3 ppm
	Acetylen C ₂ H ₂	
	Etylen C ₂ H ₄	

Rys. 2. Czujnik Hydrocal firmy Energopomiar Gliwice [8]

Jak widać, zawilgocenie oleju jest łatwe do kontrolowania, czego niestety nie można powiedzieć o zawilgoceniu izolacji stałej. Pośrednie oszacowanie zawilgocenia izolacji stałej może być uzyskana według następującej, trzyetapowej procedury [9]:

- krok 1. – pobranie próbki oleju w określonych warunkach eksploatacji;

- krok 2. – pomiar zawartości wody w oleju metodą Karla Fischera;
- krok 3. – oszacowanie zawartości wilgoci w papierze z krzywych równowagi (np. rys. 3.).

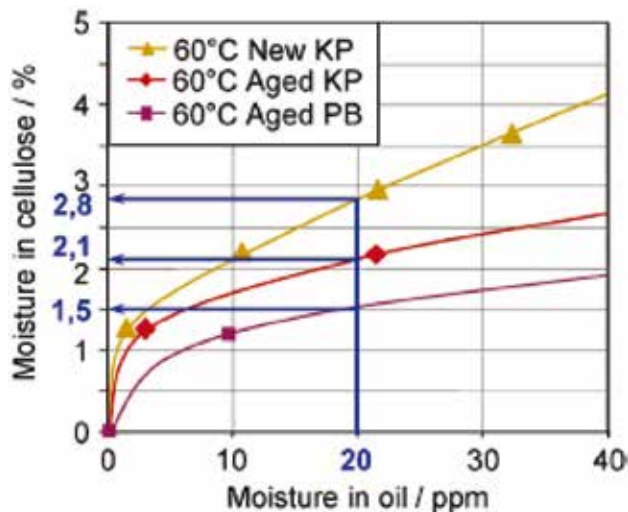


Rys. 3. Krzywe równowagi wilgoci według Oommna [10]

Procedura powyższa może być obarczona błędami wynikającymi z:

- pobierania próbek oleju, transportu próbek do laboratorium i błędów pomiaru metodą Karla Fischera;
- warunki równowagi są rzadko osiągnięte (zależą od temperatury po godzinach/dniach/miesiącach);
- duży gradient i duża niepewność co do obszaru o niskim zawilgoceniu obniżają dokładność;
- różne wykresy dostępne w literaturze prowadzą do różnych wyników;
- występuje pionowy rozkład zawilgocenia uzwojeń transformatora spowodowany rozkładem temperatury w przedziale do 30 K przy chłodzeniu naturalnym;

- równowaga zależy od rozpuszczalności oleju i zdolności absorpcji celulozy; obydwie wielkości zmieniają się wraz ze stopniem zesterzenia (np. rys. 4.).



Rys. 4. Krzywe równowagi w zależności od stopnia zesterzenia (świeży olej i nowy Kraft-papier, starzony olej z cieplnie degradowanym Kraft – papierem, i starzony olej ze starzonym preszpanem [9])

Pomocne mogą przy tym być obliczenia temperatury punktu gorącego według modelu cieplnego fizycznego lub numerycznego [np. 11].

3.2.1. Pomiary wnz

3.2.2. Akustyczna metoda pomiaru i lokalizacji wnz

Pomiar wnz metodą akustyczną jest rozwijany od kilkunastu lat. W Polsce zagadnieniami teorii metody akustycznej zajmuje się Politechnika Opolska (prof. J. Skubis). Główną zaletą tej metody jest nieczułość na oddziaływania elektromagnetyczne, które w warunkach stacyjnych są bardzo duże i duża dokładność lokalizacji źródła wnz w objętości transformatora. Obrazuje to rys. 5., gdzie za [5] pokazano przykład lokalizacji czujników na powierzchni kadzi, przykłady uzyskiwanych sygnałów akustycznych i określenie miejsca występowania źródła wnz, którym w tym przykładzie był obszar pomiędzy górnym pierścieniem ekwipotencjalnym uzwojenia 110 kV, a dolną powierzchnią górnej belki jarmowej rdzenia.

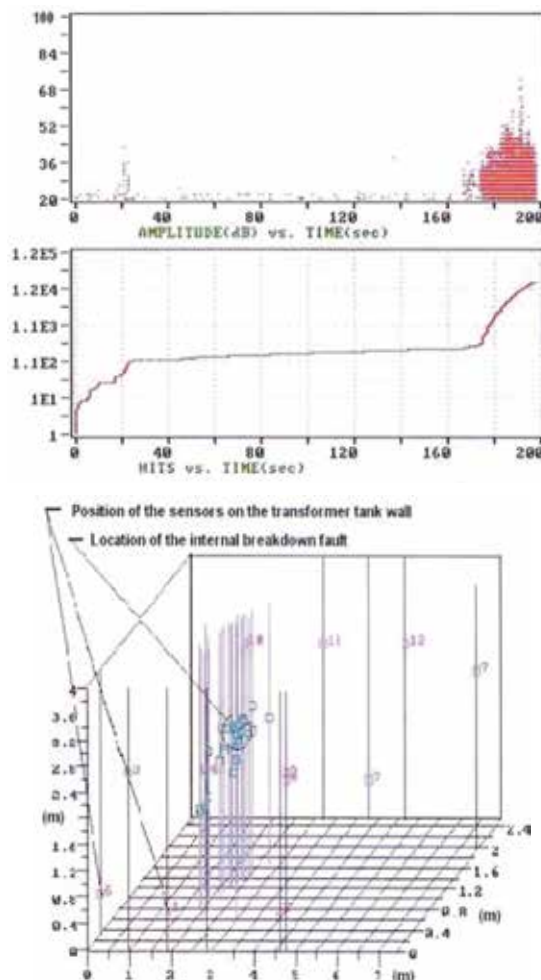
3.2.3. Elektryczna metoda pomiaru i lokalizacji wnz

Metody elektryczne pomiaru wnz w transformatorach energetycznych są stosowane od około 20 lat. Jednakże w warunkach stacyjnych główną trudnością w stosowaniu metody elektrycznej jest eliminacja zakłóceń elektromagnetycznych, które w warunkach stacyjnych są bardzo duże.

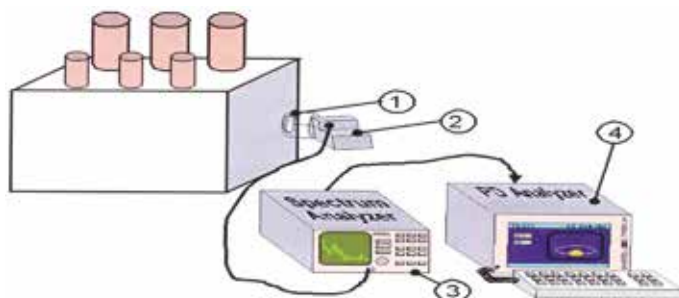
Dla uniknięcia tych trudności zespół badaczy z Uniwersytetu Delft, w Holandii, zaproponował pomiar wnz na zakresie ultrawysokich częstotliwości (UHV). W tym celu do specjalnie spreparowanych kadzi transformatorowych, wyposażonych w odpowiednie okna (patrz rys. 6.) proponują montowanie czujników sygnałów UHV, uzyskując dobre możliwości detekcji i lokalizacji wnz pozwalające odróżnić sygnały zakłóceń od sygnału użytecznego do detekcji. Czułość metody określono w [6] na kilka pC. Idea metody jest, za [6], wyjaśniona na rys. 6.

3.2.4. Światłowodowy pomiar intensywności wnz

W przypadku wykorzystania światłowodu do pomiaru sygnałów wnz wykorzystuje się zjawisko polegające na wywoływaniu w rdzeniu światłowodu naprężeń mechanicznych przez falę



Rys. 5. Detekcja i lokalizacja, metodą akustyczną, źródła wnz na przykładzie wyladowań od pierścienia ekwipotencjalnego 110 kV; transformator 250/250/1000 MVA, 400/121/10.5 kV, wg [5]

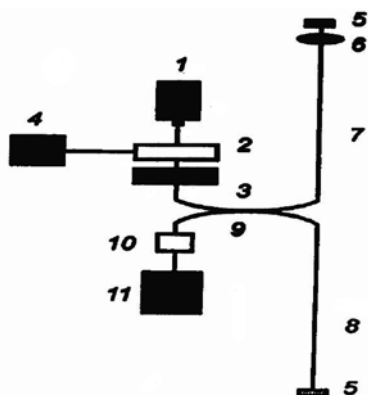


Rys. 6. Układ do pomiaru wnz metodą sygnału UHV: 1 – okno w kadzi z czujnikiem sygnału UHV, 2 – przedwzmacniacz, 3 – analizator widma sygnału wnz, 4 – analizator wnz, wg [6]

ciśnienia związaną z kanałem wnz. W wyniku tego zmienia się długość drogi optycznej strumienia świetlnego i współczynnik załamania światła. W konsekwencji otrzymuje się impuls świetlny zmodulowany fazowo przez zaburzenie. Modulacja fazowa polega na tym, że wartość chwilowa fazy przebiegu modulowanego zależy liniowo od wartości chwilowej sygnału modulującego. Modulację impulsowo-fazową uzyskuje się przez zmianę wartości szczytowej, długości lub położenia impulsów.

Dla zwiększenia czułości czujnika związa się odpowiednio długi odcinek światłowodu (np. kilkadziesiąt metrów) w cewczkę sklejoną żywicą epoksydową. Wolny koniec światłowodu posrebrza się, uzyskując zwierciadło, od którego odbija się strumień

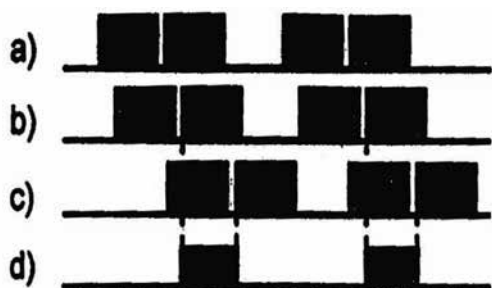
światłny emitowany przez źródło światła. Do pomiaru wykorzystuje się ultradźwiękową część widma fali ciśnienia. Schemat ideowy układu pomiarowego pokazano na rys. 7. Wiązka światła z lasera 1 (długość fali 633 nm) poprzez sprzęgacz 9 zostaje przesłana do światłowodu 7 połączonego z czujnikiem 6 oraz do układu odniesienia składającego się ze światłowodu 8, o takiej samej długości jak światłowód 7.



Rys. 7. Schemat ideowy do pomiaru wnz za pomocą metody optoelektronicznej

Opóźnienie impulsu w gałęzi pomiarowej, w stosunku do fali w układzie odniesienia, zależy od fali ciśnienia związanej z wnz o określonej intensywności. W wyniku odbiornik składający się z fotodetektora 10 i demodulatora 11 określa przesunięcie fazowe, będące miarą ciśnienia. Dodatkowo polaryzator 3 ma za zadanie kontrolę polaryzacji strumienia świetlnego otrzymanego ze źródła.

W tym przykładzie strumień świetlny z lasera o częstotliwości f_0 , odpowiadającej długości fali 633 nm, jest przekazywany paczkami impulsów. Każda paczka podzielona jest na trzy równe impulsy prostokątne (rys. 8.) formowane przez generator UHF i układ bramkujący 4, zmodulowane częstotliwościowo w modulatorze 2 i wysyłane według sekwencji: impuls zmodulowany częstotliwością $f_1 = 80$ MHz \rightarrow impuls zmodulowany częstotliwością $f_1 = 79$ MHz \rightarrow brak impulsu. Pokazuje to rys. 8.: na wyjściu modulatora a), odbicie od końca układu odniesienia b), odbicie od końca czujnika c), na wejściu fotodetektora d). Ten ostatni sygnał ma częstotliwość różnicową 1 MHz.



Rys. 8. Wzajemne położenie impulsów w różnych punktach układu

Szerokość impulsu wypadkowego, w fotodetektorze, zależy od przesunięcia fazowego wywołanego falą ciśnienia. Jest zatem miarą intensywności wnz. Czułość metody sięga 10 pC.

3.2.5. Metoda analizy wyników DGA

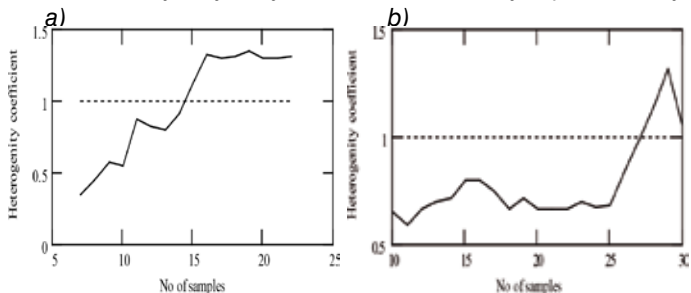
Diagnostyka DGA (Dissolved Gas Analysis) jest aktualnie wiodącą metodą oceny stanu izolacji transformatora energetycznego. Poświęcono jej setki publikacji, wdrażane są najnowocześniejsze metody analizy matematycznej, jak logika rozmyta czy sieci neuronowe. Większość metod analizy wyników rozpatruje wynik ostatniego oznaczenia ilości gazów i tylko niektóre z metod biorą pod uwagę oznaczenia poprzedzające analizowane.

W ZWN PŁ opracowano metodę statystycznej analizy wyników badań gazów rozpuszczonych w oleju, biorąc pod uwagę wszystkie uzyskane do danej chwili oznaczenia. Metodę tę opublikowano w czasopiśmie amerykańskim [2].

Opracowana nowa metoda analizy DGA oparta jest na następujących założeniach: (a) ilość poszczególnych gazów rozpuszczonych w oleju, jak również suma gazów palnych i inne parametry w oparciu o ilości gazów wyznaczane, jak ich przyrosty w czasie czy ilorazy charakterystyczne, są zmiennymi losowymi; (b) zatem każda z tych zmiennych może być, dla danego transformatora, opisana za pomocą odpowiedniego rozkładu statystycznego; (c) rozkłady statystyczne wielkości DGA są inne dla przypadku transformatora bez usterek („zdrowego”) i inne dla transformatora z rozwijającymi się uszkodzeniami („wadliwego”); (d) stąd poczynając od piątego oznaczenia (dla analiz statystycznych liczność próbki losowej musi być odpowiednio duża) można analizować kształt rozkładu statystycznego dla oceny stanu transformatora; (e) gdy rozpoczyna się rozwój usterek, wartości zmiennych losowych przechodzą z populacji dotyczącej transformatorów „zdrowych” do populacji dotyczącej transformatorów „wadliwych”; (f) zjawisko to może być wykryte za pomocą badania tzw. statystycznego współczynnika niejednorodności wyników, określanego za pomocą statystycznych testów istotności, określających zgodność rozkładu empirycznego z hipotetycznym rozkładem teoretycznym.

Przykłady graficzne wyników takiej analizy podano na rys. 9., dla rzeczywistych wyników badań DGA. Kryterium stanowi wzrost współczynnika niejednorodności H powyżej wartości 1.

Proponowana metoda statystyczna może stanowić uzupełnienie analiz wykonywanych metodami zalecanymi przez normy.



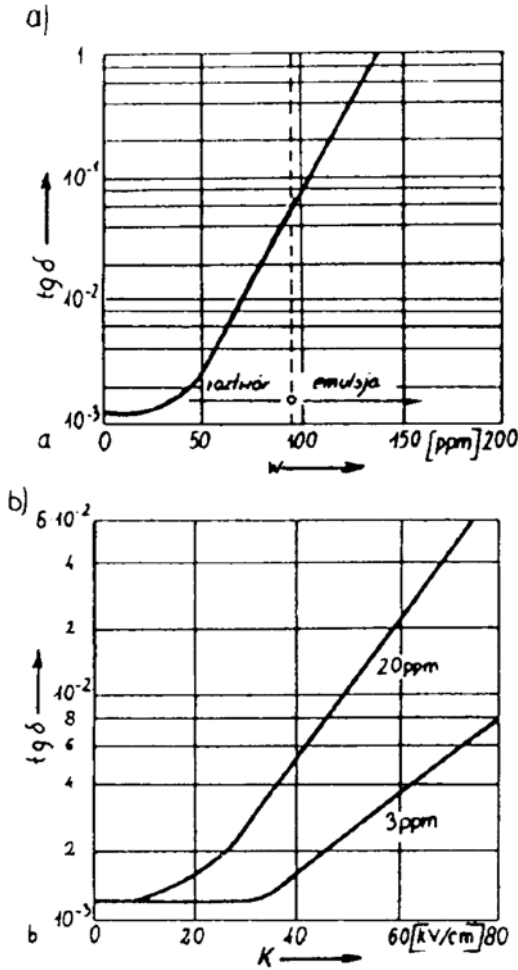
Rys. 9. Przykłady zastosowania metody statystycznej: a) współczynnik zmienności z testu istotności dla rozkładu Weibulla przy analizie ilości acetyleny (C_2H_2) – dla próbki 15 zaistniał początek procesu rozwoju uszkodzenia; b) współczynnik zmienności z testu istotności dla rozkładu log-normalnego przy analizie ilości etanu (C_2H_6) – początek rozwoju uszkodzenia sygnalizowany jest dla próbki 29, a próbka 30 jest uzyskana po uszkodzeniu transformatora.

4. Przykłady metod diagnostycznych w trybie off-line

Stożenie zawilgocenia/zestarczenia izolacji stałej transformatorów można bezpośrednio wyznaczyć stosując różne warianty pomiarów zjawisk polaryzacyjnych. Praktyczne znaczenie uzyskały metody oparte o pomiar napięcia powrotnego polaryzacji RVM (Recovery Voltage Measurement), pomiar charakterystyki częstotliwościowej $tg\delta$ oraz pojemności izolacji w zakresie niskich częstotliwości FDS (Frequency Domain Spectroscopy), a także rejestrację prądów polaryzacji i depolaryzacji (PDCDC – Polarization Depolarization Current).

Wszystkie te metody mają jedną wspólną wadę: odnoszą się do zawilgocenia globalnego i w żaden sposób nie pozwalają wnioskować o zawilgoceniu w otoczeniu hot-spotu.

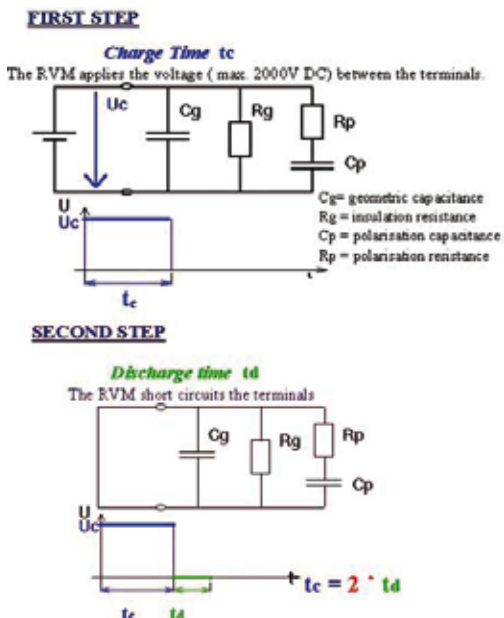
a) Pojemność i współczynnik strat dielektrycznych izolacji uzwojeń; wzrost tych wielkości jednocześnie we wszystkich trzech uzwojeniach może świadczyć o zawilgoceniu.



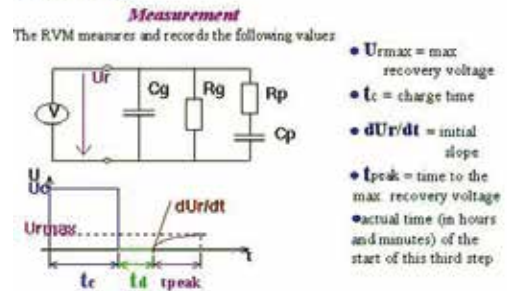
Rys. 10. a) Wartości współczynnika strat dielektrycznych w zależności od zawilgocenia oleju;

b) Wartości współczynnika strat dielektrycznych w zależności od natężenia pola elektrycznego przy różnych zawilgoceniach oleju

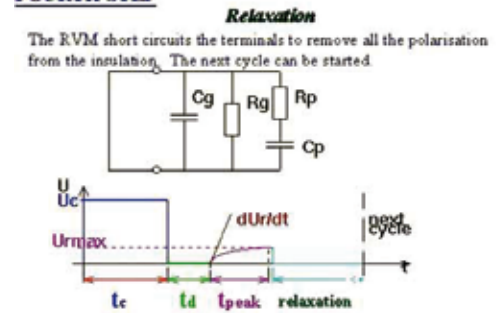
b) Metoda napięcia powrotnego (RVM – Recovery Voltage Method)



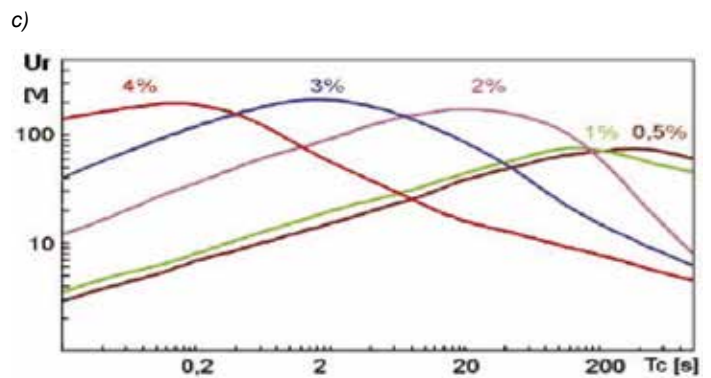
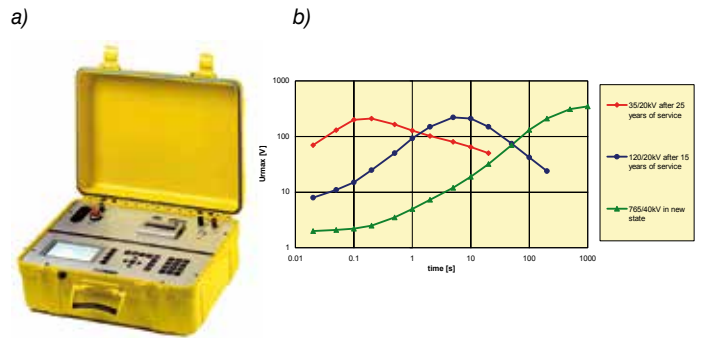
THIRD STEP



FOURTH STEP



Rys. 11. Zasada metody napięcia powrotnego

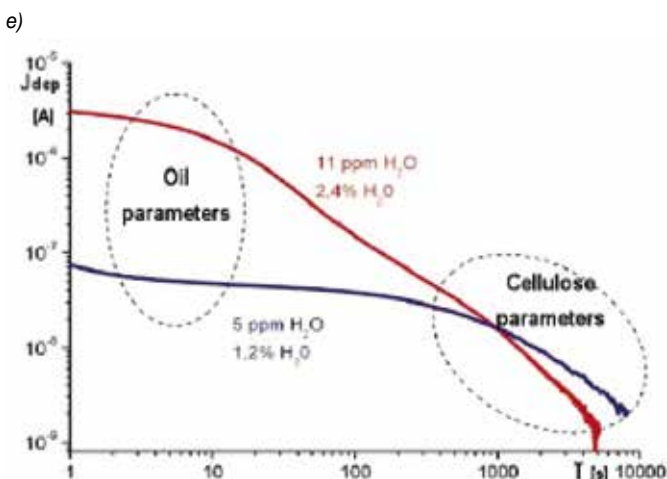
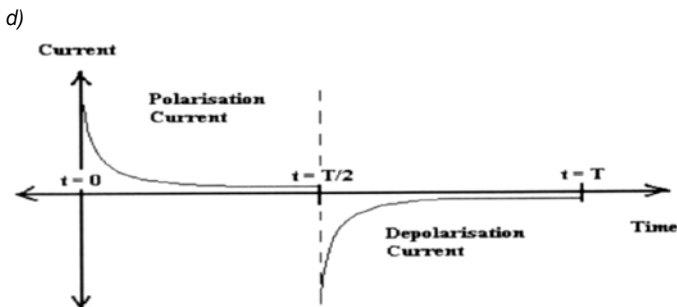
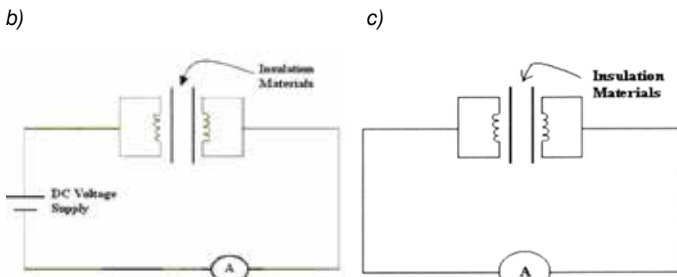
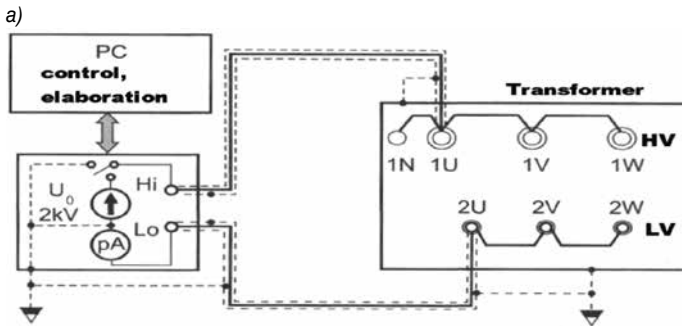


Rys. 12. a) Miernik RVM 5462 firmy Tettex;

b) Przykłady spektrum polaryzacyjnego różnych transformatorów[12];
 c) Zawartość wody, dla próbek celulozy, określona za pomocą RVM [13]

c) Metoda prądu depolaryzacji [17]

Ta metoda diagnostyczna polega na porównywaniu kolejno uzyskiwanych wyników. Zmiany świadczą o zawilgoceniu/zestąpieniu izolacji. Istotę metody obrazuje rys. 13.

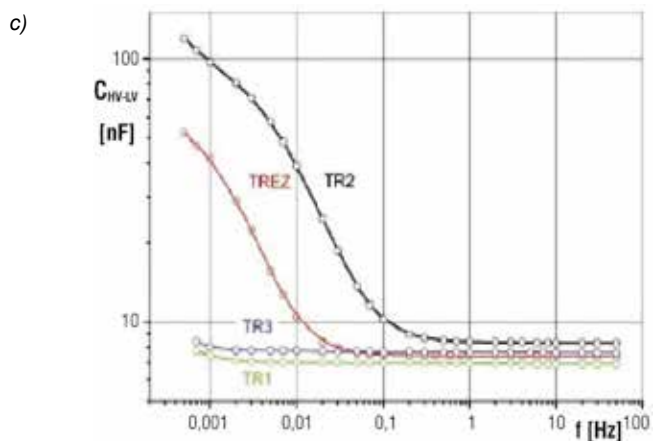
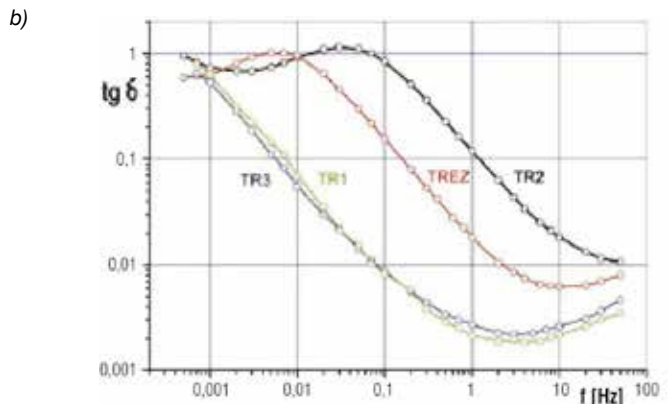
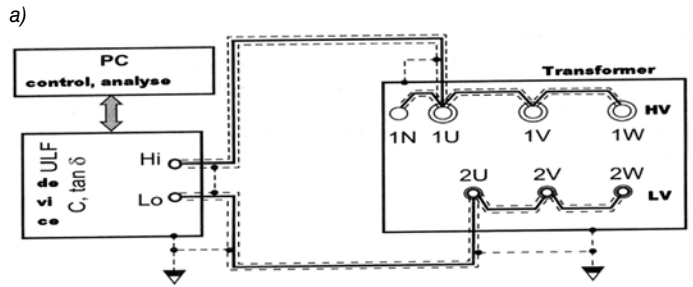


Rys. 13. Zawartość wilgoci w oleju [ppm] i celulozie [%] określone metodą prądu depolarizacji (Depolarization Current) dla dwóch transformatorów [13]

d) Metoda spektroskopii częstotliwościowej [13, 17]

Historycznie pierwszą metodą diagnostyczną opartą o pomiar pojemności przy niskiej częstotliwości był pomiar przy 2 Hz i 50 Hz. Iloraz C_2/C_{50} traktowany może być jako wskaźnik wzrostu zawartości wilgoci w izolacji stałej. Duża rezystywność izolacji współczesnych transformatorów uniemożliwia wnioskowanie w oparciu o C_2/C_{50} .

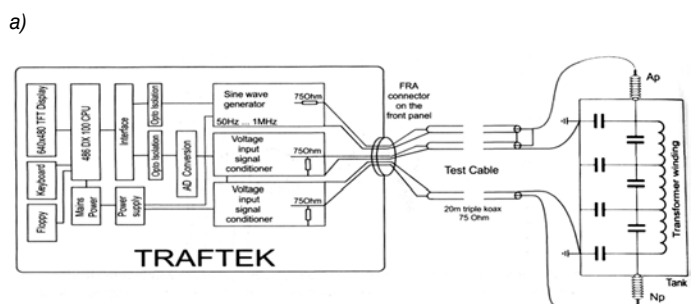
Przykłady wyników uzyskanych współczesną metodą spektroskopii częstotliwościowej prezentuje rys. 14.

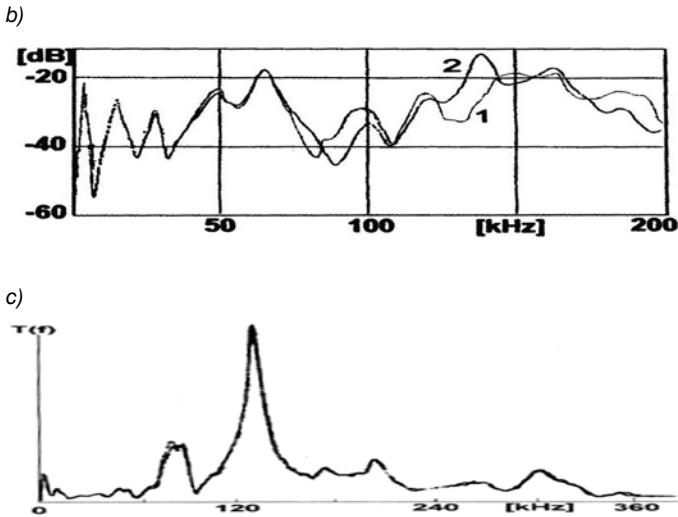


Rys. 14. Współczynnik strat dielektrycznych $\text{tg} \delta$ (b) oraz pojemność (c) izolacji głównej transformatora w funkcji częstotliwości od 0,6 mHz do 60 Hz [13]

e) Metoda odpowiedzi częstotliwościowej [13, 17]

FRA (Frequency Response Analysis) – metoda analizy częstotliwościowej funkcji przenoszenia (FRA or SFRA – Sweep Frequency Response Analysis) jest metodą wykrywającą przesunięcia w geometrii uzwojeń wywołane wstrząsami transportowymi lub siłami zwarciovymi. Oferowane są całkowicie zautomatyzowane mierniki (np. FRA 5310 lub TRAFTEK). Istotę metody pokazuje rys. 15.

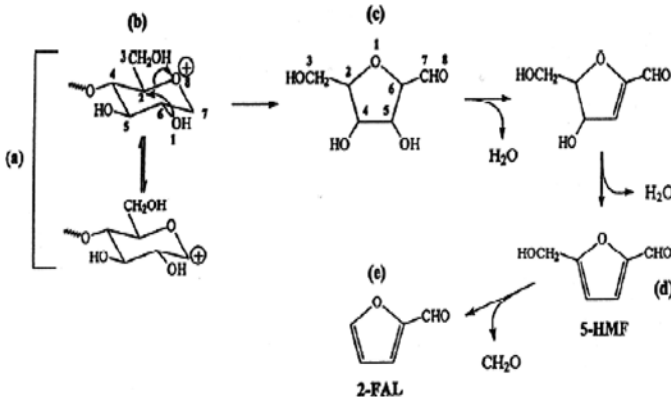




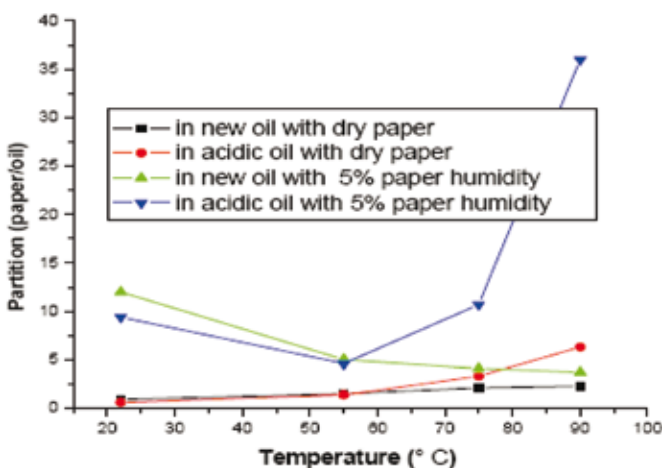
Rys. 15. a) Przykład układu połączeń miernika; b) Funkcja przenoszenia przed (1) i po (2) odkształceniu zwojów cewki uzwojeń transformatora; c) Funkcja przenoszenia określona dla przepięć piorunowych i łączeniowych dla transformatora 735 kV, 315 MVA

f) Pochodne FURANU – analiza 2FAL [14]

Degradacja izolacji papierowo-olejowej jest wynikiem głównie procesów pirolizy i hydrolizy. W wyniku tych złożonych procesów powstają furfuraldehydy i inne produkty rozkładu celulozy. Rys. 16. obrazuje te mechanizmy. Nadmierna zawartość 2-furfuralu w oleju świadczy o degradacji izolacji celulozowej.



Rys. 16. Mechanizm degradacji celulozy [14]



Rys. 17. Rozdział 2-Furfuranu pomiędzy papier i olej w funkcji temperatury [14]

g) Potencjalne nowe metody diagnoz chemicznych na próbkach oleju [14]

Tabela 6.

Molekuly	Występowanie	Metoda detekcji	Autor
ŚWIADCZY O STARZENIU PAPIERU			
Levoglucosany (1,6-anhydro-beta-D-glucopyranose)	W laboratorium przy $T > 250\text{ }^{\circ}\text{C}$	DSC(TVA) ¹ w połączeniu z chromatografią gazową i spektrometrią masową	Husain (1998)
	Transformatory	Ekstrakcja wodna, chromatografia cieczowa wraz z pomiarem współczynnika załamania światła	Soares i inni (1995)
Kwasy organiczne	Model starzenia przy $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ i transformatory	Chromatografia jonowa	Vergne (1992)
Cukry	Model starzenia przy $140\text{ }^{\circ}\text{C}$	Chromatografia jonowa	Vergne (1992)
	Model starzenia przy $150\text{ }^{\circ}\text{C}$	Chromatografia jonowa	Lessard i inni (2003)
Acetony	W laboratorium przy $120\text{ }^{\circ}\text{C}$	Czujnik 4 SNO ₂	Keiichi i inni (1994)
	W laboratorium przy $T > 250\text{ }^{\circ}\text{C}$	DSC1 w połączeniu z chromatografią gazową i spektrometrią masową	Soares i inni (1995)
Siarczan dwumetylu	W laboratorium przy $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ (preszpan i papier stabilizowany ciepłnie)	Chromatografia gazowa	Dominelli (1993)
Furanowe analogi związków polarnych	Transformatory	Chromatografia cieczowa	Burton i inni (1984) Grant (1992) Lessard (2003)
Keton etylowo-metylowy (butanon)	Transformatory	Chromatografia gazowa i spektrometria masowa	Vergnes (1992)
3-furoic acid methyl ester	Transformatory	Chromatografia cieczowa i spektrometria masowa	Koreh i inni (1998)
ZE STARZENIA ŻYWIC FENOLOWYCH			
Związki fenolowe	Transformatory	Ekstrakcja metanolem, HPLC ² i spektroskopia UV ³ przy 215 nm	Dominelli (1991)
		Chromatografia gazowa w połączeniu ze spektroskopią masową	Vergne (1992)

¹ – DSC – Differential Scanning Calorimetry (skaningowa kalorymetria różnicowa); TVA – Thermal Volatilisation Analysis (termiczna analiza parowania);

² – HPLC – High Performance Liquid Chromatography (wysokosprawna chromatografia cieczowa);

³ – UV – ultrafiolet;

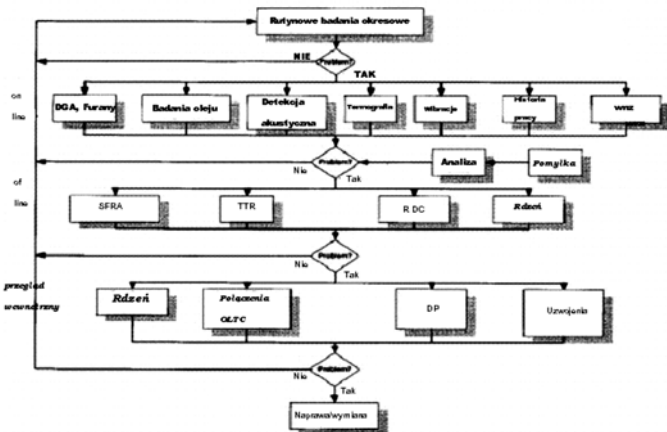
⁴ – Rezystancyjny detektor gazów na bazie tlenku SnO₂.

h) Diagnostyka mikrobiologiczna [4]

Olej z zawartością gazów (w tym tlenu) lub wody stwarza wyraźnie inne warunki do rozwoju bakterii niż olej dobrze odgazowany i odwodniony. To samo dotyczy zawartości w oleju związków bardziej złożonych, powstających w nim wskutek starzenia. Potencjalnie użyteczne są niektóre bakterie, drożdże i grzyby.

5. Analiza wagowa wyników monitoringu

W publikacji rządu USA [19] zaproponowano kompleksową ocenę stanu transformatora realizowaną poprzez nadanie wag poszczególnym zdarzeniom z historii eksploatacji i poszczególnym wynikom ocen diagnostycznych. Obrazuje to rys. 18.



Rys. 18. Algorytm diagnostyki transformatora [19]; TTR – Turn Test Ratio (przekładnia zwojowa); SFRA – Sweep Frequency Response Analysis; RDC – Resistance at Direct Current; DP – Depolymerisation; DGA – Dissolved Gas Analysis; WNZ – wyładowania niepełne; OLTC – On Load Tap Changer

Tabela 7. Końcowa tabela decyzyjna [19]

Zakres punktów wskaźnika stanu	Sugerowane działania
8 – 10 (dobry)	Kontynuacja pracy bez ograniczeń; powtórzyć proces oceny stanu w miarę potrzeby.
4 – 7 (zdrowy)	Kontynuować pracę lecz powtórzyć procedurę; rozważyć użycie odpowiedniej procedury 2; przeprowadzić pełne oszacowanie ryzyka techniczno ekonomicznego; powtórzyć proces oceny w miarę potrzeb.
0 – 3 (liczy)	Niezwłocznie zastosować procedurę oszacowań stanu 2; skonsultować z ekspertami; eksploatuj z rozwagą; rozpocznij procedurę wymiana/naprawa.

Podobną procedurę oferuje broszura CIGRE [20].

6. Programy numeryczne oferowane przez ZWN PŁ

6.1. Program do prowadzenia kartoteki transformatora we współpracy z programem ekspertowym

Program DINO (Diagnostyka Instrumentów Napętnionych Olejem) przeznaczony jest do diagnozowania stanu izolacji papierowo-olejowej transformatorów oraz przekładników. Funkcjonalnie podzielić można go na dwa moduły. Pierwszy z tych modułów stanowi zestaw narzędzi do tworzenia, zarządzania i wizualizacji bazy danych pomiarowych uzyskiwanych podczas eksploatacji i badań okresowych transformatora energetycznego lub przekładnika. Drugi z modułów pozwala zaś na przeprowadzanie diagnostyki izolacji, w oparciu o dane z pomiarów chromatograficznych przeprowadzanych na pobranych próbkach oleju.

Zestaw informacji gromadzonych w bazie danych został podzielony na trzy grupy, którymi są:

- dane ogólne pozwalające na identyfikację oraz określające parametry znamionowe i cechy konstrukcyjne urządzenia,
- dane uzyskane na podstawie badań okresowych oleju obejmujące parametry elektryczne i fizykochemiczne oleju oraz stężenia gazów w nim rozpuszczonych (w tym obliczanego automatycznie TCG),
- dane opisujące zdarzenia jakie wystąpiły podczas eksploatacji urządzenia.

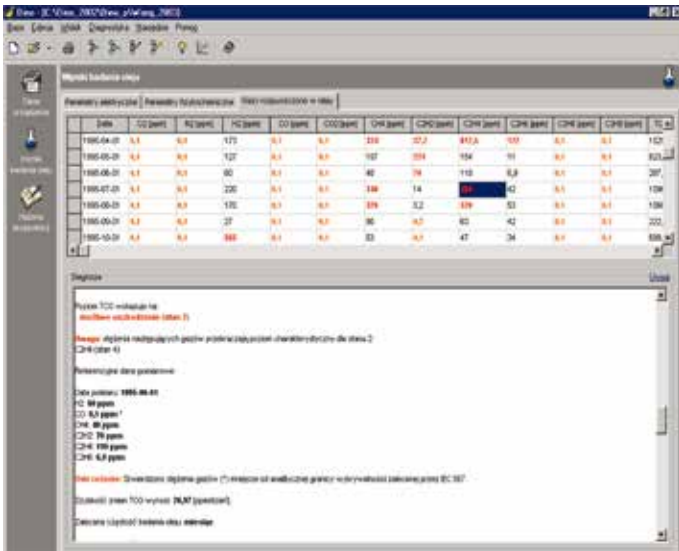
Użytkownik programu posiada możliwość pełnej edycji zgromadzonych danych, która obejmuje ich uzupełnianie, poprawianie i usuwanie. Pewne ograniczenia zostały jedynie nałożone na tak zwane dane kluczowe, które wprowadzane są podczas tworzenia bazy danych, a których zmiana mogłaby wpływać na zmianę struktury bazy, spójność gromadzonych danych lub poprawność przeprowadzonych procesów diagnostycznych. Dane pomiarowe i wyniki przeprowadzonych diagnoz, które są skojarzone ze stosownymi pomiarami, ale przechowywane w oddzielnych plikach, mogą być drukowane.

Zasadniczy moduł programu DINO przeznaczony jest do wspomaganie diagnozowania stanu izolacji urządzenia na podstawie danych z analizy chromatograficznej oleju. Założenia tego programu ekspertowego są następujące:

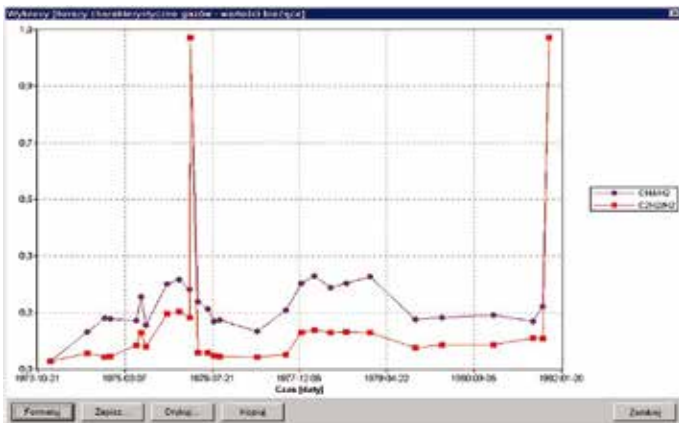
- analiza danych uzyskanych z oznaczeń chromatograficznych daje pełniejszą informację jeśli jest dokonana za pomocą kilku (wszystkich dostępnych) metod wnioskowania;
- żadna z metod analizy wyników nie daje wniosków w każdym przypadku; przy braku diagnozy trud wykonania badań jest bez efektu;
- koszt analiz komputerowych jest znikomy w porównaniu z kosztem niedostarczenia energii, kosztem transformatora, a nawet w porównaniu z kosztem pojedynczego badania chromatograficznego.
- niektóre z metod diagnostycznych precyzyjnie określają tylko czasookres pomiędzy kolejnymi badaniami;
- inne z metod analizują następstwo uzyskiwanych wyników
- wszystkie z powyższych zalet można wykorzystać jedynie za pomocą odpowiedniego programu ekspertowego.

Użytkownik programu może przeprowadzić proces diagnostyczny, który jest powtarzalny, wszystkimi lub tylko wybranymi z wymienionych powyżej metod. Wszystkie otrzymane wyniki są skojarzone z odpowiednim zestawem danych pomiarowych i przechowywane oddzielnych plikach. Po odpowiednim skonfigurowaniu programu, dla transformatorów, istnieje możliwość natychmiastowej sygnalizacji faktu przekroczenia przez dowolny z gazów wartości granicznych. Podobnie mogą być sygnalizowane te wartości stężeń gazów, które są mniejsze od analitycznej granicy wykrywalności zalecanej przez IEC 60599, co może wpływać na wiarygodność wypracowanych diagnoz.

Istotnym uzupełnieniem metod diagnostycznych jest udostępniona w programie funkcja graficznej prezentacji wszystkich danych pomiarowych zgromadzonych w bazie. W przypadku gazów rozpuszczonych w oleju można śledzić zmienność ich stężeń, przyrostów i ilorazów charakterystycznych w czasie. Jeśli użytkownik zdecyduje się na obserwację zmian stężeń gazów to może również przywołać przebiegi pokazujące zmienność powiązanych z nimi deskryptorów statystycznych, takich jak: średnia, odchylenie średnie, mediana, skośność i smukłość.



Rys. 19. Prezentacja przykładowych diagnoz wypracowywanych w programie DINO



Rys. 20. Prezentacja zmienności w czasie wybranych gazów (CH_4 , C_2H_2)

6.2. Program do określania temperatur w izolacji i do zarządzania czasem życia

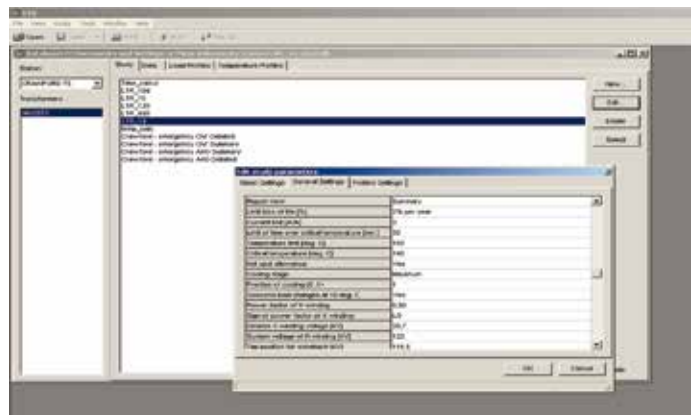
Program **DTR (Dynamic Transformer Ratings)** służy do zarządzania czasem życia izolacji transformatorów energetycznych z izolacją papierowo-olejową. Zakładając, że czas życia izolacji jest tożsamy z czasem życia transformatora [2] można uznać, że DTR jest programem do zarządzania czasem życia transformatora. Program rozpoznaje rodzaj transformatora (dwu- czy trójuzwojeniowy, rdzeniowy czy płaszczykowy, autotransformator, ława transformatorowa) oraz rodzaj przełącznika zaczepów. W przypadku podobciążeniowych przełączników zaczepów program uwzględnia sekwencje koniecznych dla utrzymania napięcia przełączników. Program umożliwia wykonywanie obliczeń trzema metodami:

- według PN-IEC 60354 [1],
- według IEEE Std C57.91-1995 rozdział 7 [2],
- według IEEE Std C57.91-1995 załącznik G [2].

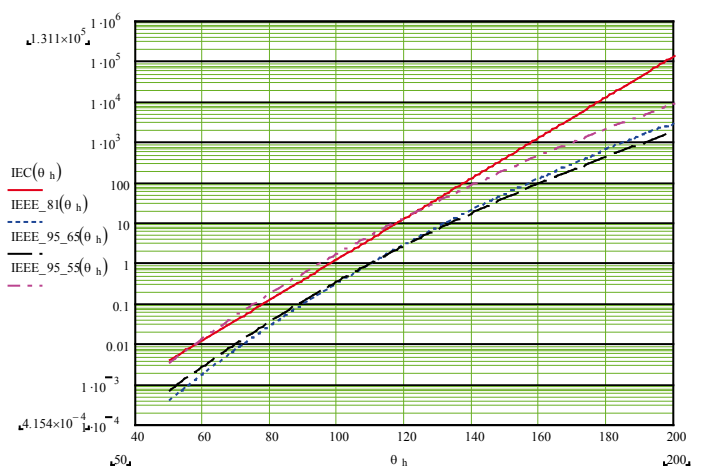
Różne metody szacowania czasów życia prowadzą do różnych wyników obliczeń czasów życia przy zadanej temperaturze uzwojeń lub temperatur uzwojeń przy zadanej wartości ubytku czasu życia, odpowiednio do wybranej opcji obliczeń. Obrazuje to rys. 22., gdzie wyraźnie widać, że metoda Montsingera według IEC prowadzi do znacznie ostrożniejszych wyników niż metoda Arrheniusa według IEEE.

Podstawowe opcje programu to:

- **Obliczenia proste (Simple)** – wykonywane są obliczenia temperatur oleju w górnej i dolnej warstwie, temperatury najgorętszego punktu uzwojenia oraz zestarzenia izolacji bezwzględnego i względem jednej doby w danym cyklu obciążenia.
- **Obliczenia awaryjnych obciążeń dobowych (Long Time Emergency – LTE)** – wykonywane są obliczenia mające na celu dobranie możliwie największego obciążenia, przy czym nie mogą zostać przekroczone ograniczenia zadane przez użytkownika.
- **Obliczenia krótkotrwałych dopuszczalnych obciążeń przy zadanym obciążeniu wstępnym (Short Time Emergency – STE)** – wyznaczane są krótkotrwałe przeciążenia (rzędu minut lub godzin).
- **Zdefiniowane obciążenie awaryjne (Load Emergency Calculation)** to opcja, w której program ma zadane kilkudobowe zmiany obciążenia: doba przed obciążeniem awaryjnym, doba z obciążeniem awaryjnym dla której definiuje się godzinę i wartość obciążenia awaryjnego, oraz kilka dób po awarii.



Rys. 21. Przykład ekranu wprowadzania danych do programu DTR



Rys. 22. Porównanie względnych (odniesionych do doby) czasów starzenia wg IEC (jednostka jest dla temperatury 98 °C) oraz wg IEEE (jednostka jest dla temperatury 110 °C) w funkcji temperatury gorącego punktu w izolacji

Tabela 8. Porównanie norm IEC i IEEE

IEC	IEEE
Starzenie izolacji	
Szacowane na podstawie zależności Montsingera	Szacowane na podstawie prawa Arrheniusa
Ciepłota stała czasowa rdzenia, kadzi i oleju	
Nie została uwzględniona	Została uwzględniona i podano zależności do jej obliczenia
Temperatura otoczenia	
Może być przyjęta jako jedna z poniższych wartości:	Może być przyjęta jako jedna z poniższych wartości:
1. rzeczywisty przebieg temperatury otoczenia w czasie cyklu obciążenia	1. średnia dzienna temperatura otoczenia w danym miesiącu
2. średnia ważona lub średnia miesięcznych wartości maksymalnych	2. maksymalna dzienna temperatura otoczenia w danym miesiącu
3. aproksymacja wahań temperatury otoczenia sumą dwóch funkcji sinusoidalnych	
Zamieszczono jeden algorytm	Zamieszczono dwa różniące się zestawy wzorów, co pozwoliło na stworzenie dwóch metod obliczeniowych
Występuje poprawka uwzględniana przy obliczaniu temperatury najgorętszego punktu uzwojenia przy chłodzeniu OD	Poprawka taka nie występuje
Brak jakichkolwiek informacji o możliwości uwzględniania przełącznika zacze- pów	Podano zależności pozwalające przeliczyć wielkości z próby grzania na dowolne położenie przełącznika zacze- pów

7. Podsumowanie

Diagnostyka stanu transformatorów energetycznych dużej mocy i na wysokie napięcia jest dziedziną o dużej dynamice rozwoju. Doskonalone są głównie metody nie wymagające wyłączenia transformatora spod napięcia.

Najistotniejszym, z punktu widzenia niezawodności pracy, jest układ izolacyjny. Normy utożsamiają czas życia izolacji z czasem życia całego transformatora. W związku z tym metody śledzenia i diagnozowania układu izolacyjnego stanowią podstawę diagnostyki stanu transformatora. Wśród tych metod pierwszoplanową rolę odgrywa metoda analizy gazów rozpuszczonych w oleju i metody pomiaru wyładowań niezupełnych.

W ZWN PŁ prowadzone są prace, w wyniku których zaproponowano program numeryczny DINO, stanowiący propozycję bazy danych i programu ekspertowego oraz opracowano oryginalną, statystyczną metodę analizy DGA wykorzystującą wszystkie wyniki badań DGA w całej historii życia transformatora. W trakcie testowania jest program do zarządzania czasem życia izolacji, oparty o propozycje zawarte w normach IEEE i IEC. Program obejmuje wszystkie rodzaje transformatorów i możliwe schematy regulacji przekładni.

8. Literatura

- Han Y., Song Y. H.: *Condition Monitoring Techniques for Electrical Equipment – A Literature Survey*, IEEE Transaction on Power Delivery, vol. 18, No 1, January 2003, pp. 4 – 13.
- Mosiński F., Piotrowski T.: *New Statistical Methods for Evaluation of DGA Data*, IEEE Transactions on Dielectric and Electrical Insulation, vol. 10, No. 2, April 2003, pp. 260 – 265.
- Mosiński F., Piotrowski T., Bocheński B., Anders G.: *Kompleks programów do zarządzania eksploatacją izolacji transformatorów energetycznych*, Konferencja ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ TRANSFORMATORÓW, Wisła – Jawornik, 31 marca – 2 kwietnia 2004, s. 31 – 43.
- Skubis J.: *Metody diagnostyki układów izolacyjnych transformatorów dużej mocy*, II Konferencja TWN'99, Kazimierz Dolny 27÷29 stycznia 1999, s. 145 – 161.
- Kováčik J., Šimlaščík J.: *Wykrywanie i lokalizacja wewnętrznych xródeł wyładowań niezupełnych w transformatorach mocy*, Konferencja ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ TRANSFORMATORÓW, Wisła – Jawornik, 31 marca – 2 kwietnia 2004, s. 129 – 140.
- Agoris P., Gulski E., Meijer S., Smit J. J.: *Kontrola czułości przy detekcji wyładowań niezupełnych w transformatorach dużych mocy*, Konferencja ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ TRANSFORMATORÓW, Wisła – Jawornik, 31 marca – 2 kwietnia 2004, s. 205 – 213.
- Słowikowski J.: *Kryteria zawilgocenia mineralnego oleju w transformatorze*, Elektroenergetyka, nr 1(7), 2011, s. 74 – 80.
- Zakład Pomiarowo-Badawczy Energetyki „Energopomiar-Elektryka” – Katalog produktów, 2011.
- Koch M., Tenbohlen S., Stirl T.: *Diagnostic Application of Moisture Equilibrium for Power Transformers*, IEEE Trans. on PD, Vol. 25, No. 4, October 2010, pp. 2574 – 2581.
- TF D1.01.10, Brochure 323 – *Ageing of cellulose in mineral-oil insulated transformers*, October 2007.
- Mosiński F., Piotrowski T., Bocheński B.: *Zarządzanie czasem życia transformatorów energetycznych za pomocą programów numerycznych*, Przegląd Elektrotechniczny – Konferencje, 1'2003, s. 157 – 159.
- Transformatory Mocy: Ocena stanu technicznego, Energo-Complex, <http://www.energo-complex.pl/badania.transformatory-mocy.ocena-stanu-technicznego.php> (30.08.2011).

4/ 5/2008 TRANSFORMER RATING PROGRAM (DTR) Version 1.1 March 2004

Study Transformer-continue
Method: Classical
Calculation type: LONG TIME EMERGENCY

TIME	CIRCUIT			TOP OIL TEMP	HOT SPOT TEMPERATURES			AGING PER DAY			
	TEMP	W	W		W	W	W	W	W	W	
0.15	0.60	0.70	0.69	7.2	29.9	43.3	60.5	39.4	0.000	0.000	0.000
0.30	0.60	0.70	0.69	7.2	29.9	43.3	60.5	39.4	0.000	0.000	0.000
0.45	0.60	0.70	0.69	7.1	288.6	42.0	59.1	38.2	0.000	0.000	0.000
1.00	0.59	0.77	0.68	7.0	289.1	41.4	58.3	37.6	0.000	0.000	0.000
1.15	0.59	0.77	0.68	7.0	289.6	41.3	57.9	37.2	0.000	0.000	0.000
1.30	0.59	0.77	0.68	7.0	277.3	40.7	57.4	36.9	0.000	0.000	0.000
1.45	0.58	0.76	0.67	7.0	276.9	39.8	56.2	36.2	0.000	0.000	0.000
2.00	0.58	0.76	0.67	7.0	266.5	39.2	55.4	35.7	0.000	0.000	0.000
2.15	0.58	0.76	0.67	7.0	266.5	38.9	55.0	35.7	0.000	0.000	0.000
2.30	0.57	0.75	0.66	7.0	265.9	38.4	54.3	34.8	0.000	0.000	0.000
2.45	0.57	0.74	0.66	7.1	265.4	38.0	53.8	34.2	0.000	0.000	0.000
3.00	0.57	0.74	0.66	7.1	265.4	37.7	53.1	34.0	0.000	0.000	0.000
3.15	0.57	0.74	0.66	7.1	264.9	37.3	52.7	33.8	0.000	0.000	0.000
3.30	0.57	0.74	0.66	7.2	244.9	37.0	52.6	33.6	0.000	0.000	0.000
4.00	0.57	0.74	0.66	7.2	244.9	37.0	52.6	33.6	0.000	0.000	0.000
4.15	0.57	0.74	0.66	7.3	244.7	37.1	52.9	33.6	0.000	0.000	0.000
4.30	0.57	0.74	0.66	7.4	244.7	37.2	53.4	33.7	0.000	0.000	0.000
4.45	0.58	0.75	0.66	7.4	244.7	37.2	53.3	33.7	0.000	0.000	0.000
4.60	0.58	0.75	0.66	7.4	244.7	37.2	53.4	33.7	0.000	0.000	0.000
5.00	0.58	0.75	0.66	7.4	244.7	37.2	53.3	33.7	0.000	0.000	0.000
5.15	0.59	0.77	0.68	7.4	244.9	38.2	55.1	34.4	0.000	0.000	0.000
5.30	0.60	0.78	0.69	7.5	245.1	38.8	56.1	34.9	0.000	0.000	0.000
5.45	0.61	0.79	0.70	7.5	245.1	39.4	57.4	35.4	0.000	0.000	0.000
6.00	0.62	0.80	0.71	7.9	265.7	40.2	58.5	36.1	0.000	0.000	0.000
6.15	0.63	0.81	0.72	7.9	265.7	41.7	61.0	36.8	0.000	0.000	0.000
6.30	0.64	0.82	0.73	7.9	265.7	43.2	63.6	37.5	0.000	0.000	0.000
6.45	0.64	0.82	0.73	7.9	265.7	44.7	66.0	38.2	0.000	0.000	0.000
7.00	0.74	0.96	0.85	8.1	299.8	50.0	75.9	44.2	0.000	0.001	0.000
7.15	0.77	1.00	0.88	8.2	300.0	52.0	81.1	46.7	0.000	0.001	0.000
7.30	0.79	1.02	0.90	8.2	300.0	54.7	86.7	48.9	0.000	0.002	0.000
7.45	0.80	1.04	0.92	8.2	300.0	57.2	92.5	50.9	0.000	0.002	0.000
8.00	0.82	1.06	0.94	8.2	300.0	60.0	98.3	52.6	0.000	0.004	0.000
8.15	0.83	1.08	0.96	8.6	316.1	62.3	105.5	54.9	0.000	0.004	0.000
8.30	0.84	1.10	0.97	8.6	316.1	64.8	112.9	56.9	0.000	0.004	0.000
8.45	0.85	1.11	0.98	8.6	316.1	67.4	120.4	58.8	0.000	0.004	0.000
9.00	0.88	1.14	1.01	8.9	338.8	64.8	102.8	56.9	0.000	0.009	0.000
9.15	0.89	1.16	1.02	9.0	340.1	67.4	110.4	58.8	0.000	0.010	0.000
9.30	0.89	1.16	1.02	9.1	342.4	70.0	117.9	60.7	0.001	0.010	0.000
9.45	0.89	1.17	1.03	9.1	342.4	72.6	125.4	62.6	0.001	0.010	0.000
10.00	0.90	1.17	1.04	9.3	344.3	75.0	132.9	64.3	0.001	0.010	0.000
10.15	0.90	1.17	1.04	9.3	344.3	77.6	140.4	67.2	0.001	0.010	0.000
10.30	0.90	1.17	1.04	9.3	344.3	80.0	147.9	69.9	0.001	0.010	0.000
10.45	0.91	1.18	1.04	9.5	346.8	82.5	155.4	72.6	0.002	0.010	0.001

Calculation time: 11.52s
End of calculation

Rys. 23. Przykład ekranu wyprowadzenia wyników z programu DTR

13. Malewski R., Subocz J., Szrot M., Płowucha J., Zaleski R.: *Condition assessment of medium-power transformers using diagnostic methods: PDC, FDS, FRA to support decision to modernize or replace service-aged units*, A2-209 CIGRE 2008.
14. TF D1.01.10, Brochure 323 – *Ageing of cellulose in mineral-oil insulated transformers*, October 2007.
15. WG A2.30, Brochure 349 – *Moisture equilibrium and moisture migration within transformer insulation systems*, June 2008.
16. WG D1.01 (TF 12), Brochure 413 – *Insulating Oil Regeneration and Dehalogenation*, April 2010.
17. WG D1.01 (TF 14), Brochure 414 – *Dielectric Response Diagnoses For Transformer Windings*, April 2010.
18. WG A2.34, Brochure 445 – *Guide for Transformer Maintenance*, February 2011.
19. Facilities Instructions, Standards, and Techniques, volume 3 – 31, *Transformer Diagnostics*, June 2003, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation.
20. CIGRE Working Group A2.18, Brochure No 227 *Life Management Techniques For Power Transformer. Guide for Life Management Techniques For Power Transformers*, 20 January 2003.
21. RVM Hubbel. Tettex, LL_RVM5462.pdf, http://www.haefely.com/pdf/LL_RVM5462_0711_SG.pdf

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński
 Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki

Bogusław Więcek

Zastosowania kamer termowizyjnych do monitorowania obiektów i urządzeń

Opracowanie przedstawia zastosowanie termowizji w badaniach stanu izolacji w budownictwie. Omówiono podstawy termodynamiczne przepływu ciepła przez przegrody budowlane oraz opisano praktyczne przykłady badań termowizyjnych wybranych obiektów budowlanych. Przedstawiono prostą metodę wyznaczania wartości współczynnika przenikania ciepła U oraz ograniczenia metody termowizyjnej przy pomiarach terenie otwartym. Monitorowanie obiektów elektrycznych przedstawiono w opracowaniu z poprzedniego seminarium [13].

1. Przepływ ciepła przez przegrody budowlane

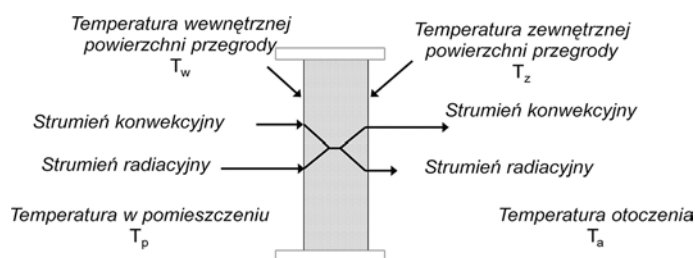
Przepływ ciepła przez przegrody budowlane opiera się na równaniu bilansu energii (ciepła), które zakłada, że energia przenikająca przez przegrodę do otoczenia zawiera dwa składniki: składnik konwekcyjny i radiacyjny. Całkowity strumień mocy (W/m^2) przenikający przez przegrodę przyjmuje postać:

$$q = q_k + q_r, \quad (1)$$

gdzie:

- q – jest całkowitym strumieniem przenikania przez przegrodę (energia w jednostce czasu na jednostkową powierzchnię),
- q_k – jest strumieniem przekazywanym do otoczenia drogą konwekcyjną,
- q_r – jest strumieniem wypromieniowywanym.

W rozważaniach praktycznych zakłada się jednowymiarowy model przepływu ciepła w przegrodzie, co ilustruje rys. 1. Jednowymiarowy przepływ ciepła jest uproszczeniem opisu zjawisk zachodzących w rzeczywistej przegrodzie i jest uzasadniony jedynie w przypadkach przegród o jednorodnych właściwościach termicznych, przy równomiernym wnikaniu i odprowadzaniu ciepła z całej przegrody.



Rys. 1. Jednowymiarowy model przepływu ciepła do wyznaczenia współczynnika U przenikania ciepła przez przegrodę

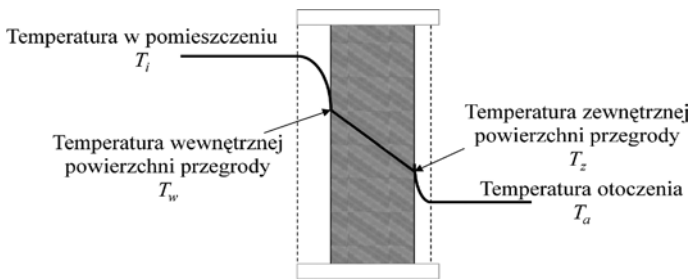
Strumień mocy przekazywany do otoczenia przez promieniowanie ma postać [1, 7, 8, 12]:

$$q_r = q_{ro} - q_{rp} = \varepsilon \sigma (T_z^4 - T_a^4) = \alpha_r (T_z - T_a) \quad (2)$$

gdzie:

- $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W/(m^2 \cdot K^4)$ jest stałą Stefana-Boltzmannna,
- q_{ro} – jest strumieniem oddanym przez przegrodę do otoczenia,
- q_{rp} – jest strumieniem radiacyjnym pochłanianym i wynika z promieniowania ciał w otoczeniu badanego obiektu,
- T_z – oznacza zewnętrzną temperaturę przegrody,
- T_a – temperaturę otoczenia,
- ε – emisyjność przegrody,
- α_r – jest radiacyjnym współczynnikiem przejmowania ciepła.

Wartości emisyjności badanych obiektów budowlanych przyjmuje się na poziomie $\varepsilon \approx 0,9$, co odpowiada wartościom tablicowym dla tynku i cegły. Przyjmując $T_z - T_a = 2^\circ C$, $T_a = 273 K$, można otrzymać wartość $\alpha_r \approx 4,2 W/(m^2 \cdot K)$, co oznacza, że strumień radiacyjny nie może być pominięty w rozważaniach nad bilansem energetycznym w przegrodach budowlanych [1, 2].



Rys. 2. Rozkład temperatury w przegrodzie i otaczającym ośrodku

Konwekcyjny strumień mocy zależy od rodzaju ruchu powietrza przy powierzchni przegrody i może on być laminarny, turbulentny, wymuszony lub swobodny. Przenikanie ciepła odbywa się po obu stronach rozważanej przegrody, przy czym znacznie bardziej stabilne warunki panują wewnątrz budynku. Wewnątrz przepływ ciepła opisuje współczynnik przejmowania ciepła przez konwekcję swobodną α_k . Dla przepływu turbulentnego wartość tego współczynnika dla przegrody po stronie wewnętrznej można wyznaczyć z zależności [1]:

$$\alpha_k = 1,65(T_w - T_p)^{\frac{1}{3}}, \quad (3)$$

gdzie:

T_w – jest temperaturą przegrody po stronie wewnętrznej,
 T_p – we wnętrzu pomieszczenia.

Dla różnicy temperatury dla wewnętrznej ściany budynku $\Delta T = T_w - T_p$ zmiennej w granicach $0 < \Delta T < 27$ °C współczynnik przejmowania ciepła α_k zmienia się w granicach $2,2 \div 5,2$ W(m²·K) i jest porównywalny ze strumieniem radiacyjnym użytym w równaniu (2).

W praktyce po stronie zewnętrznej przegrody, ruch ośrodka jest zarówno wymuszony jak i burzliwy. W takim przypadku wartość współczynnika przejmowania ciepła można wyznaczyć na podstawie średniej wartości liczby Nusselta Nu , wyznaczonej eksperymentalnie [1, 9]. Problem oszacowania wartości współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji wymuszonej, szczególnie w warunkach turbulentnego ruchu powietrza jest trudny. W literaturze spotyka się różne wyrażenia opisujące ten współczynnik [1, 2, 9].

Jedno z oszacowań, w którym uwzględniono wpływ wiatru na wartość współczynnika przejmowania ciepła na granicy przegrody – otoczenia, można przedstawić jako [9]:

$$\alpha_k = 6,22 \frac{v^{0,8}}{l^{0,2}}, \quad \frac{W}{m^2 K}, \quad (4)$$

gdzie:

v – prędkość wiatru z dala od przegrody,
 l – wymiar charakterystyczny ściany [9].

W innym podejściu [3, 4] obowiązuje równanie:

$$\alpha_k = 4 + 4v, \quad \frac{W}{m^2 K}. \quad (5)$$

Zatem dla konwekcji swobodnej i wymuszonej (dla $l \approx 10$ m), całkowity strumień oddawany przez przegrodę do otoczenia wynosi:

$$q = \varepsilon \sigma (T_w^4 - T_p^4) + 1,65 (T_w - T_p)^{\frac{4}{3}} \quad (6)$$

$$q = \varepsilon \sigma (T_z^4 - T_a^4) + 3,73 v_{\infty}^{\frac{4}{5}} (T_w - T_a)$$

Definicja współczynnika przenikania ciepła dla przegród budowlanych oraz zasady jego wyznaczania precyzują normy

[3, 4]. Według definicji (7) jest to parametr, który zależy od oporów wnikania ciepła do przegrody, oporów przewodzenia w przedgradzie oraz od warunków odprowadzania ciepła do otoczenia.

$$q = U(T_p - T_a) \quad (7)$$

Ze względu na niestabilne i często trudne do zdefiniowania warunki przejmowania ciepła na zewnątrz przegrody budowlanej, zaleca się wyznaczanie wartości współczynnika U po stronie wewnętrznej przegrody, ale tylko wtedy, gdy przegroda jest jednolita i nie ma nieciągłości w postaci np. przestrzeni powietrznych.

Zatem z równań (6) i (7) można wyznaczyć współczynnik U na podstawie pomiarów temperatury wewnątrz budynku przy założeniu konwekcji swobodnej wewnątrz budynku:

$$U = \frac{\varepsilon \sigma (T_w^4 - T_p^4) + 1,65 (T_w - T_p)^{\frac{4}{3}}}{(T_p - T_a)} \quad (8)$$

Dla turbulentnego ruchu powietrza na zewnątrz przegrody, wartość współczynnika przenikania ciepła U , wyznaczonego na podstawie pomiaru temperatury po zewnętrznej stronie budynku, można wyznaczyć z zależności:

$$U = \frac{\varepsilon \sigma (T_z^4 - T_a^4) + 4 + 4v}{(T_p - T_a)} \quad (9)$$

Warto zauważyć znaczną różnicę wartości współczynników przejmowania ciepła dla zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni przegrody. Model przepływu ciepła jest jednowymiarowy i zakłada równość strumienia wnikającego do przegrody z pomieszczenia i odprowadzanego do otoczenia. Niezgodność tych strumieni może świadczyć o błędach w pomiarze temperatury, niewłaściwym oszacowaniu współczynników przejmowania lub rozpyływie ciepła w przegrodzie, co może wynikać np. z jej niejednorodności, wentylacji w przegrodach wielowarstwowych, nieciągłości izolacji cieplnej lub obecności mostków termicznych.

Biorąc pod uwagę możliwość wyznaczenia współczynnika U przy pomiarze temperatury na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni przegrody, można przedstawić kilka równoważnych zależności opisujących współczynnik U [1].

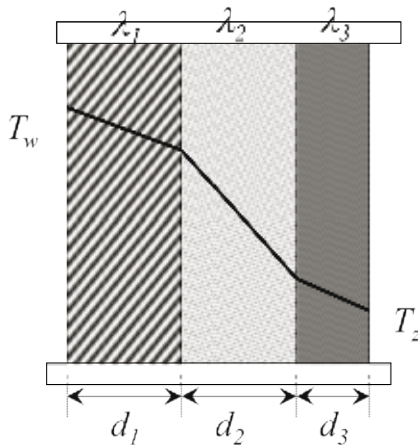
$$U = \frac{\alpha_z (T_z - T_a)}{(T_p - T_a)}$$

$$U = \frac{\alpha_w (T_p - T_w)}{(T_p - T_a)} \quad (10)$$

$$U = \frac{\alpha_z \alpha_w (T_p - T_a)}{\alpha_z (T_p - T_z) + \alpha_w (T_p - T_w)}$$

Praktyka badań termicznych obiektów budowlanych pokazuje, że oszacowanie współczynnika α_w jest dokładniejsze niż α_z , co wynika głównie ze zmiennych warunków atmosferycznych. Ponadto, w rozważaniach zazwyczaj pomija wpływ promieniowania słonecznego oraz takich parametrów, jak wilgotność i ciśnienie na wartość α_z .

Jak wspomniano wcześniej, współczynnik przenikania ciepła U uwzględnia trzy zjawiska przekazywania ciepła przez przegrodę do otoczenia: wnikanie, przewodzenie i odprowadzanie do otoczenia. Przedstawione wyżej rozważania pozwalają ocenić, jaki jest udział każdego z nich i identyfikację „słabego” (w sensie niewielkiej wartości oporu cieplnego) ogniwa w łańcuchu trzech oporów termicznych, poprzez które ciepła „ucieka” do otoczenia. Rozważmy strukturę wielowarstwową, jak na rys. 3.



Rys. 3. Rozkład temperatury w przegrodzie w przegrodzie trójwarstwowej

Opór termiczny ma różne definicje, czasem odnosi się do jednostkowej powierzchni, czasem dotyczy obszaru o określonej wielkości. W budownictwie przyjmuje się ujednoczone opory termiczne wyznaczone dla jednostkowej powierzchni. Ogólnie rezystancję termiczną przegrody R_{thp} w zależności od wewnętrznego współczynnika przejmowania ciepła, przedstawia równanie:

$$R_{thp} = \frac{T_w - T_z}{q} = \frac{T_w - T_z}{\alpha_w (T_p - T_w)} \quad (11)$$

gdzie:

q jest strumieniem mocy przekazywanym do otoczenia w warunkach ustalonego przepływu ciepła przez przegrodę, tj. mocy, jaka przenika przez fragment ściany o powierzchni 1 m^2 .

Rezystancja termiczna przegrody R_{thp} z rys. 3. jest funkcją parametrów cieplnych i jej rozmiarów i ma postać:

$$R_{thp} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \quad (12)$$

Analogicznie, rezystancje termiczne na styku ośrodka i przegrody można przedstawić następująco:

$$R_{thw} = \frac{1}{\alpha_w} \quad (13)$$

$$R_{thz} = \frac{1}{\alpha_z}$$

Zgodnie z oczekiwaniami (tabela 1.) największy udział w całkowitym oporze cieplnym ma przegroda, a najmniejszy warstwa powietrza po zewnętrznej jej stronie. Jest to zrozumiałe ponieważ silne odprowadzanie ciepła do otoczenia na zewnątrz budynku wynika z wymuszonego chłodzenia konwekcyjnego. Wyznaczona wartość oporu cieplnego przegrody na podstawie pomiarów temperatury przegrody i ośrodka, przy założeniu typowych wartości współczynników przejmowania ciepła na jej krawędziach może być zweryfikowana z danymi konstrukcyjnymi budynku według równania (12).

Przyjmując trójwarstwową przegrodę, jak na rys. 3., dla następujących parametrów warstw: $d_1=0,188 \text{ m}$, $\lambda_1=0,464 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $d_2=0,12 \text{ m}$, $\lambda_2=0,042 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $d_3=0,088 \text{ m}$, $\lambda_3=0,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, wartości składowych oporu cieplnego przegrody przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Przykładowe opory cieplne i współczynnik przenikania ciepła trójwarstwowej przegrody budowlanej, $d_1=0,188 \text{ m}$, $\lambda_1=464 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $d_2=0,12 \text{ m}$, $\lambda_2=0,042 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $d_3=0,088 \text{ m}$, $\lambda_3=0,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $v=10 \text{ m/s}$

T_p K	T_w K	T_z K	T_a K	α_w W/m ² ·K	U W/m ² ·K	R_{thw} m ² K/W	R_{thp} m ² K/W	R_{thz} m ² K/W	R_{th} m ² K/W
300	296,2	273,3	273	6,5	0,31	0,15	3,41	0,04	3,60

Tabela 2. Składowe oporu cieplnego przegrody budowlanej przegrody otrzymane na podstawie równ. (12 – 13)

R_{th1} m ² K/W	R_{th2} m ² K/W	R_{th3} m ² K/W	R_{thp} m ² K/W
0,40	2,86	0,15	3,41

Przy założeniu jednowymiarowego przepływu ciepła przez przegrodę, wartości strumieni ciepła i współczynnika U wyznaczone na podstawie równań (10) powinny być jednakowe. W praktyce, jeśli wartości te niewiele się różnią (ok. 10%), można wyznaczyć wartość średnią współczynnika U dla pomiarów na zewnątrz i wewnątrz budynku.

2. Arkusz kalkulacyjny do wyznaczania współczynnika U

W celu wyznaczenia wartości współczynnika przenikania ciepła U dla przegród budowlanych metodą termograficzną, opracowano arkusz kalkulacyjny [1]. Zastosowano równania (6) i (10) dla strumieni ciepła oszacowanych odpowiednio dla ściany zewnętrznej i wewnętrznej. Dla przegrody termicznej, przez którą strumień ciepła przepływa w kierunku poprzecznym, tzn. ciepło przenika do otoczenia poprzez elementy oporów termicznych o jednakowej powierzchni, współczynnik U wg normy definiowany jest jako [3, 4]

$$R_{thz} + R_{thw} + R_{thp} = \frac{1}{U} \quad (14)$$

gdzie:

R_{thz} , R_{thw} , R_{thp} oznaczają odpowiednio opory termiczne zewnętrznej i wewnętrznej ściany budynku oraz opór samej przegrody.

Ponieważ taki sam strumień płynie q przez wszystkie elementy, ostatnie równanie przyjmuje alternatywną postać:

$$\frac{T_p - T_w}{q} + \frac{T_w - T_z}{q} + \frac{T_z - T_a}{q} = \frac{1}{U} \quad (15)$$

Ostatecznie współczynnik U można wyrazić jako:

$$U = \frac{q}{T_p - T_a} \quad (16)$$

		Wewnętrzna	
		Współczynnik	Wartość
T_p	22	T_w	20,8
T_z	1	T_a	0 °C
		Przenikanie ciepła	1,75 W/m ² ·K
			6,36 W/m ² ·K
		Na zewnętrznej	
		Współczynnik	Wartość
T_p	0,9	T_w	1 m/s
		Przenikanie ciepła	4,43 W/m ² ·K
			8,51 W/m ² ·K
		U_w	0,33 W/m ² ·K
		U_z	0,39 W/m ² ·K

Rys. 4. Arkusz kalkulacyjny do wyznaczania wartości współczynnika przenikania ciepła U przez przegrody budowlane

$$U_z = \frac{\alpha_z(T_z - T_a)}{T_i - T_a}$$

$$U_w = \frac{\alpha_w(T_p - T_w)}{T_i - T_a} \quad (17)$$

$$U = \frac{U_{se} + U_{si}}{2}$$

Głównym problemem pomiarowym staje się więc wyznaczenie wartości całkowitego strumienia ciepła q . W praktyce pomiarowej można jego wartość oszacować na podstawie parametrów modelu termicznego dla ściany zewnętrznej jak i wewnętrznej, a uzyskane wyniki uśrednić zgodnie z równaniami (17). Można też zastosować stykowe, punktowe mierniki strumienia ciepła w celu weryfikacji założeń modelu i dopasowania jego parametrów, głównie wartości współczynników przejmowania ciepła do aktualnych warunków otoczenia. Opracowany pakiet do wyznaczania wartości współczynnika U , zawiera moduł szacowania strumienia ciepła po stronie zewnętrznej jak i wewnętrznej przegrody (rys. 4.).

3. Przykłady zastosowanie termografii w badaniach stanu izolacji budynków

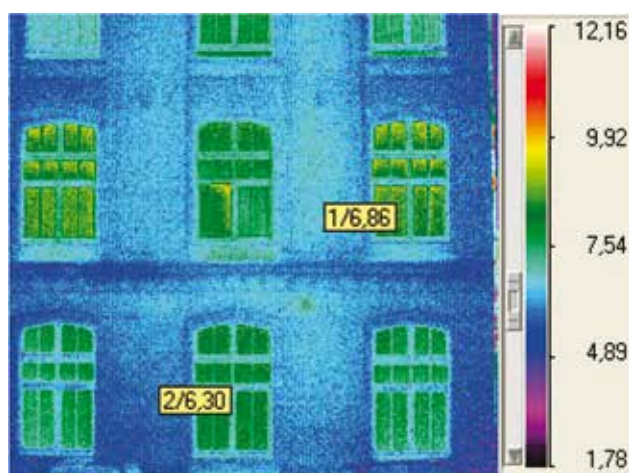
Przedstawiono przykładowe badania termograficzne i pomiary temperatury wewnątrz i na zewnątrz budynków różnego

rodzaju, wykonanych różną technologią, o zróżnicowanym przeznaczeniu i funkcji.

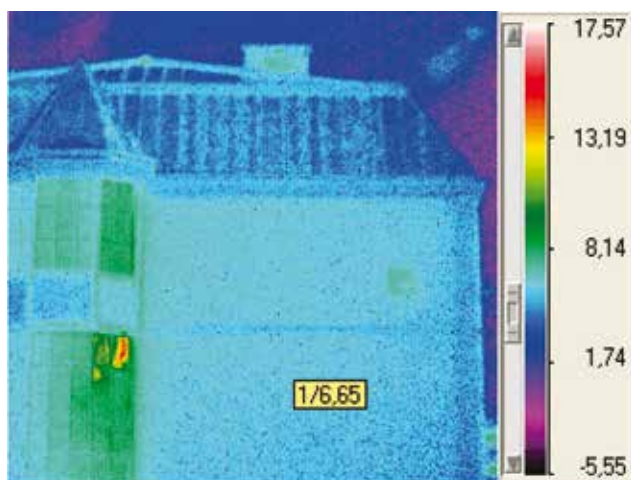
Na rys. 5 – 8 przedstawiono obrazy wizyjne i termograficzne dawnej fabryki włókienniczej R. Schweikerta, wykonanej z cegły i izolowanej termicznie od wewnątrz podczas remontu i adaptacji budynku dla potrzeb Politechniki Łódzkiej. Badania zostały wykonane przy bezdeszczowej i bezwietrznej pogodzie, braku bezpośredniego promieniowania słonecznego. Temperatura zewnętrzna wynosiła $T_a = 5\text{ }^\circ\text{C}$.

Na podstawie termogramów można było zmierzyć temperaturę na zewnątrz i wewnątrz budynku, a termometrami cyfrowymi określono temperaturę powietrza wewnątrz pomieszczeń dydaktycznych i w wybranych gabinetach pracowników. Badania wykazały właściwą izolację budynków, a oszacowany, metodą opisaną wyżej, lokalny współczynnik przenikania ciepła mieścił się w granicach $U=0,2\text{--}0,3\text{ W/m}^2\text{K}$. Co prawda, lokalny wzrost temperatury i wartości współczynnika U (jak np. na rys. 6.) może świadczyć o większych stratach cieplnych, ale występuje jedynie w okolicy otworów okiennych i to sporadycznie.

Znacznie gorzej przedstawia się stan izolacji cieplnej w budownictwie wielorodzinnym, szczególnie w budynkach budowanych technologią „wielkiej płyty” (rys. 9 – 11). Badania wybranych budynków na osiedlu Widzew-Wschód w Łodzi przeprowadzono wieczorem, przy temperaturze powietrza atmosferycznego $T_a = -1\text{ }^\circ\text{C}$. Okazało się, że starsze budynki charakteryzują się znaczną wartością lokalnego współczynnika przenikania ciepła dochodzącą nawet do poziomu $1,5\text{--}2\text{ W/m}^2\text{K}$.

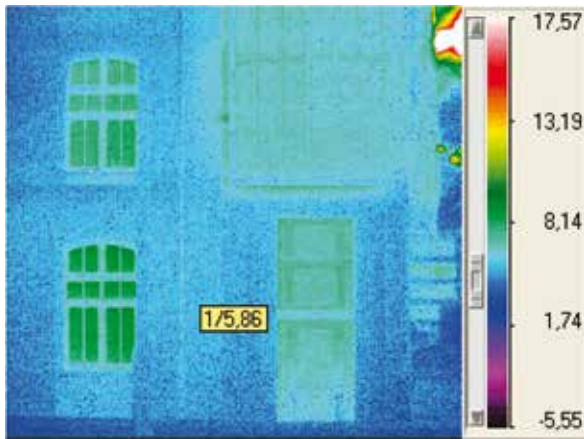


Rys. 5. Gmach „Trzech Wydziałów” Politechniki Łódzkiej, dawna fabryka R. Schweikerta przy ul. Wólczańskiej 223, strona południowa

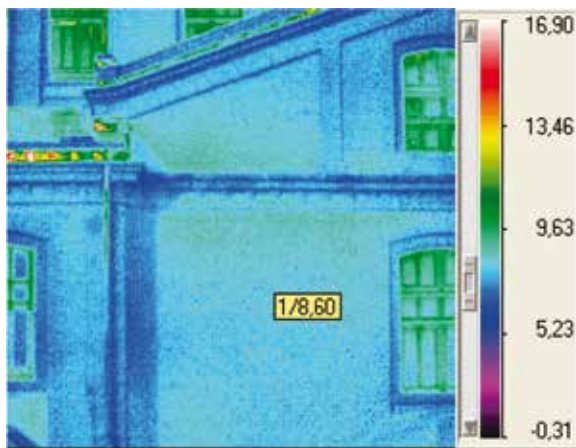


Rys. 6. Gmach „Trzech Wydziałów” Politechniki Łódzkiej, dawna fabryka R. Schweikerta przy ul. Wólczańskiej 223, strona zachodnia





Rys. 7. Gmach „Trzech Wydziałów” Politechniki Łódzkiej, dawna fabryka R. Schweikerta przy ul. Wólczańskiej 223, strona północna



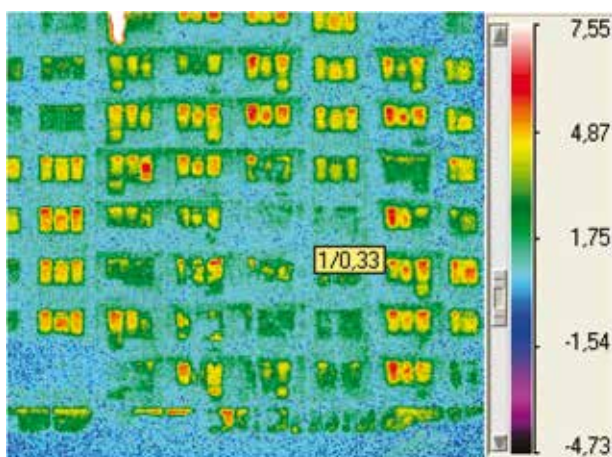
Rys. 8. Gmach „Trzech Wydziałów” Politechniki Łódzkiej, dawna fabryka R. Schweikerta przy ul. Wólczańskiej 223, strona południowa, przybudówka

Występują mostki termiczne na poziome stropów, przy oknach i w okolicach ścian działowych (rys. 9., 10.). Podobnie niewłaściwie izolowane fundamenty i podmurówki są miejscem dodatkowych strat energii. Różnica temperatury na obrazie termowizyjnym o powierzchni kilku m² może różnić się o nawet o 2–3 °C, co świadczy o niejednorodności strukturalnej przegrody lub wadliwej izolacji termicznej.

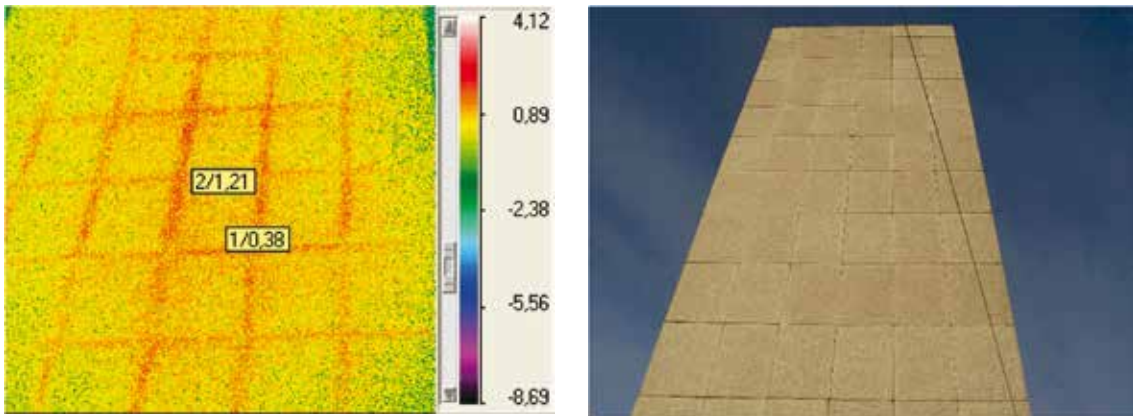
Typowym miejscem „ucieczki” ciepła z budynków wielokopłytowych są okna. Wyraźnie widać skuteczność okien o podwyższonej barierze termicznej ($U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) w porównaniu z oknami starszej generacji (rys. 11.). Na podkreślenie zasługuje fakt, że część budynków ostatnio ocieplonych zewnętrzną grubą warstwą izolacyjną ma zdecydowanie lepsze parametry termiczne.

Stosunkowo dobrymi parametrami termicznymi charakteryzuje się budownictwo indywidualne, jednorodzinne. Choć i tu występują lokalnie podwyższone wartości współczynnika przenikania ciepła U , to należy podkreślić, że ma to miejsce głównie w narożach, przy miejscach połączeń ścian, sufitów i podłóg (rys. 12., 13.). Prawdopodobnie w tych miejscach izolacja termiczna jest niedokładnie ułożona, lub zdegradowana w wyniku oddziaływań atmosferycznych.

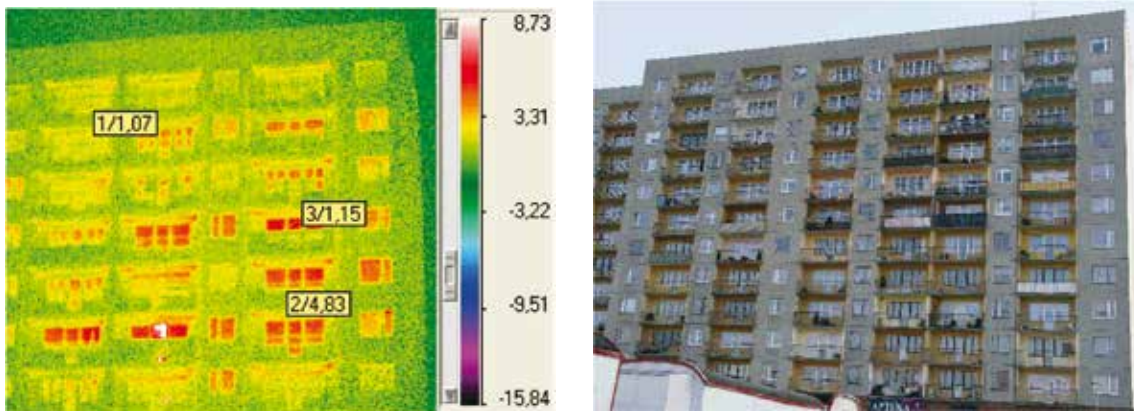
Ogólnym spostrzeżeniem z przeprowadzonych badań jest podwyższona temperatura w okolicach stropów i ścian działowych, co świadczy o braku lub wadliwej izolacji poprzecznej w tych miejscach (rys. 12. – 17.).



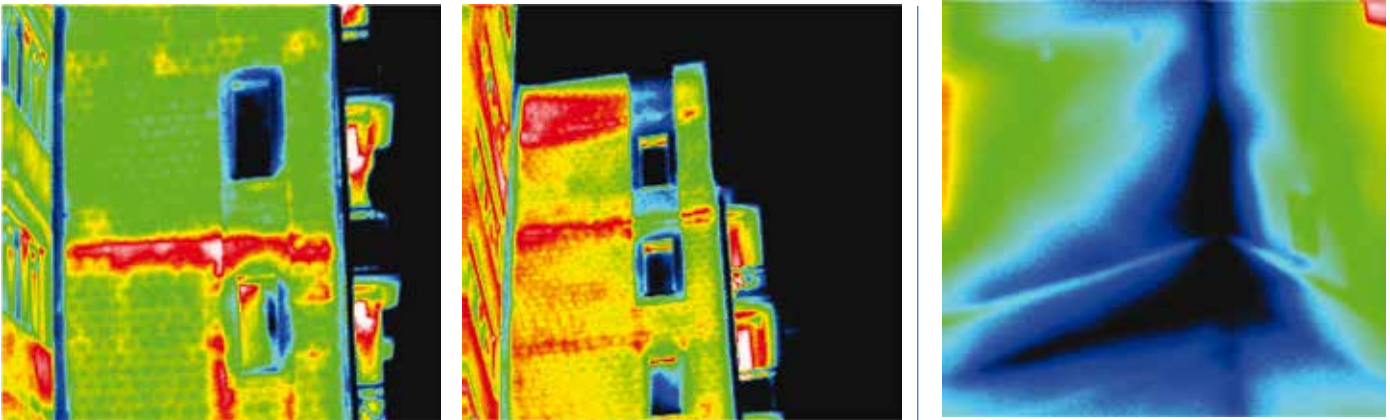
Rys. 9. Budownictwo wielokopłytowe, blok na osiedlu, Widzew-Wschód, przy ul. Gorkiego, strona zachodnia



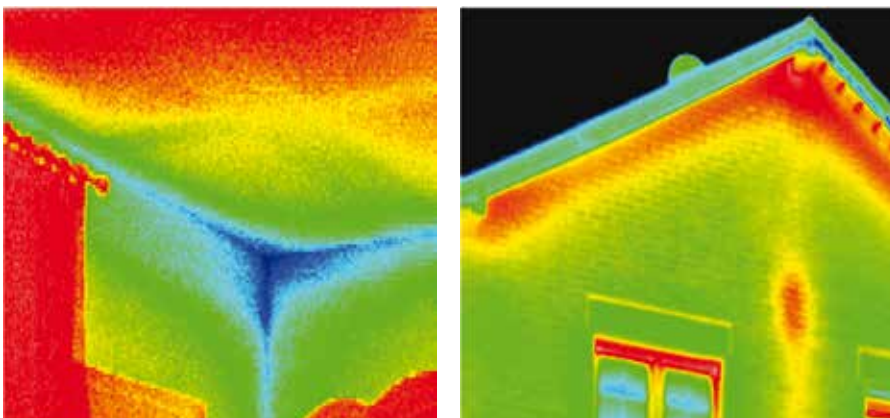
Rys. 10. Budownictwo wielkopłytowe, blok na osiedlu, Widzew-Wschód, przy ul. Gorkiego, strona południowa



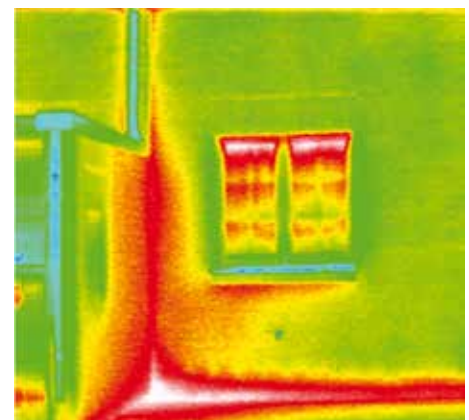
Rys. 11. Budownictwo wielkopłytowe, blok na osiedlu, Widzew-Wschód, przy ul. Gorkiego, strona zachodnia



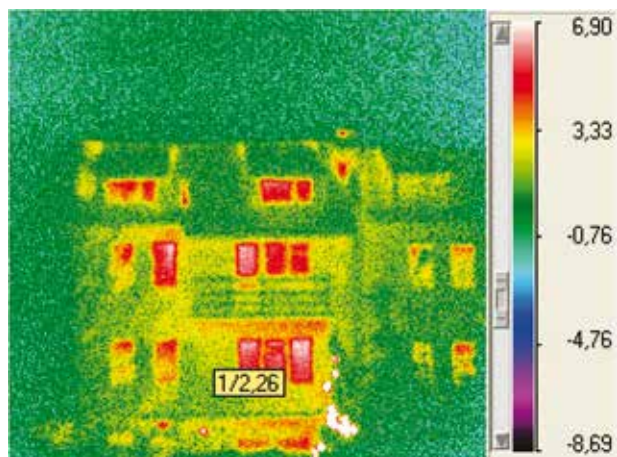
Rys. 12. Mostki termiczne – Osiedle Retkinia (Łódź)



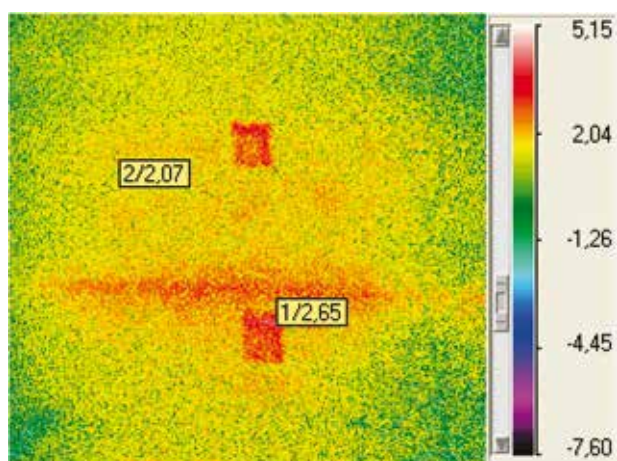
Rys. 13. Budownictwo indywidualne, jednorodzinne – uszkodzona lub niejednorodna izolacja termiczne (po lewo – na styku: ściana szczytowa-ściana działowa-sufit, po prawo – brak izolacji poprzecznej ściany działowej)



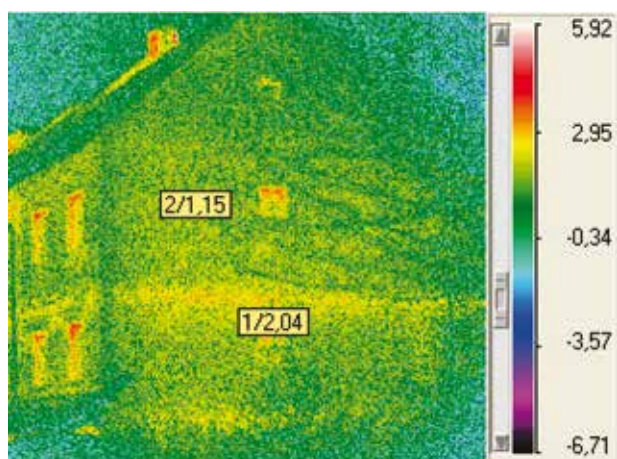
Rys. 14. Budownictwo indywidualne, jednorodzinne – uszkodzona lub niejednorodna izolacja termiczna na styku: ściana szczytowa-ściana działowa-podłoga, (zdjęcie górne – rozkład temperatury wewnątrz, zdjęcie dolne – na zewnątrz budynku)



Rys. 15. Budownictwo jednorodzinne, ściana frontowa



Rys. 16. Budownictwo jednorodzinne, ściana szczytowa A



Rys. 17. Budownictwo jednorodzinne, ściana szczytowa B

4. Badania termowizyjne obiektów w terenie otwartym

Przy pomiarze temperatury metodą termowizyjną należy wykorzystywać znajomość wartości temperatury obiektów otaczających i powietrza (atmosfery) między kamerą i badanym elementem instalacji. Podstawowa zależność, która jest implementowana w każdej kamerze termowizyjnej i służy do wyznaczenia wartości temperatury obiektu ma postać (18) [1, 10].

Sygnal s , jaki generuje kamera termowizyjna, jest więc rezultatem pochłaniania przez detektor różnych składników promieniowania, co w uproszczeniu przedstawia równanie (18). Uproszczenie polega na zastąpieniu wszystkich składników

promieniowania obiektów w otoczeniu, jedną, zastępczą egzytancją otoczenia M_{ot} – rys. 18 [1].

$$s = A[\varepsilon\tau M_{ob} + (1 - \varepsilon)\tau M_a + (1 - \tau)M_{atm}] \quad (18)$$

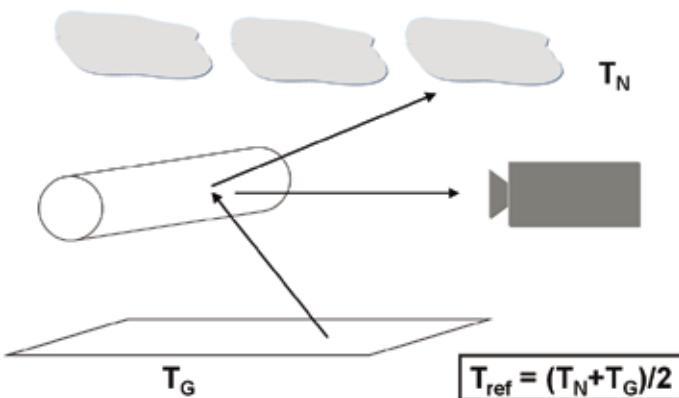
gdzie:

ε – emisyjność obiektu badanego,

τ – współczynnik transmisji (przepuszczania) atmosfery,

M_{ob} , M_a , i M_{atm} , – egzytancje obiektu, otoczenia oraz atmosfery odpowiadające widmowej egzytancji ciała doskonale czarnego dla temperatury obiektu, zastępczej temperatury otoczenia i atmosfery, A – stała kamery, wynikająca z konwersji promieniowania w detektorze oraz wzmocnienia sygnału przez elektroniczny układ odczytu.

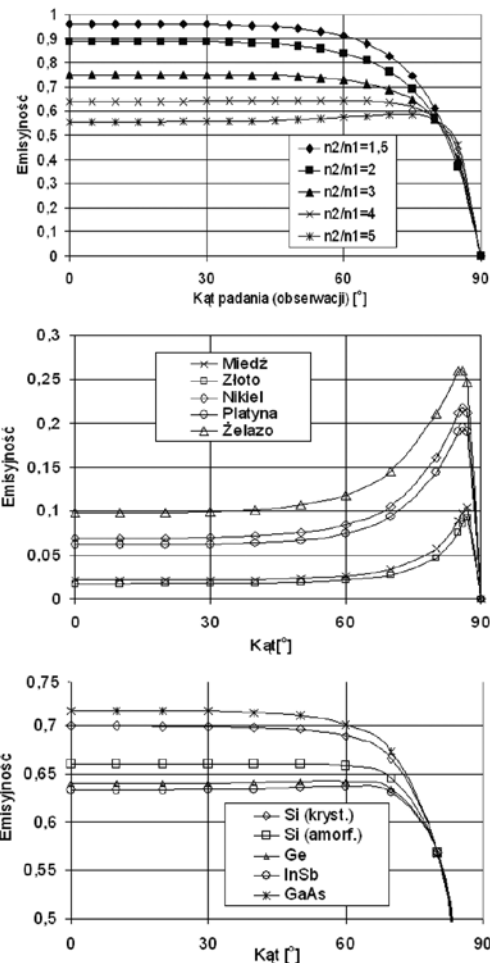
Egzytancje M_a i M_{atm} można wyznaczyć znając wartości temperatury otoczenia i atmosfery. W praktyce badań termowizyjnych, operator kamery przed przystąpieniem do badań, wyznacza wartość temperatury obiektów otaczających badany element. Używa do tego kamery termowizyjnej. Temperaturę atmosfery mierzymy dokładnym termometrem i obie wartości wprowadzamy do pamięci komputera kamery termowizyjnej. Problem powstaje w przypadku gdy struktura obiektów otaczających jest skomplikowana, a w szczególności gdy obiekty te mają różne temperatury oraz są przypadkowo usytuowane względem obiektu badanego. Operator zazwyczaj wyznacza wartość średnią i wprowadza do programu kamery. Oczywiście jest to dużym przybliżeniem, a problem ten jest trudny i nie do końca rozwiązany w praktyce termowizyjnej. Szczególnym przypadkiem jest sytuacja badań w terenie otwartym gdzie temperatura gruntu T_G i nieboskłonu T_N mają krańcowo różne wartości – rys. 18. Prowadzone są obecnie prace badawcze nad uwzględnieniem temperatury nieboskłonu w pomiarach temperatury metodą termowizyjną obiektów o niskiej emisyjności, takich jak rurociągi, ciepłociągi i instalacje przemysłowe [11]. Problem jest trudny w teorii, a uproszczona analiza prowadzi do wniosku, że wartość temperatury odniesienia T_{ref} (w kamerze często jest ona nazywana z angielska *background, ambient, envelope*) jest średnią wartością temperatury nieboskłonu i gruntu [11]. Należy tu jednak nadmienić, że dotyczy to jedynie tych elementów badanego obiektu, które są prostopadłe do osi optycznej kamery oraz w otoczeniu nie ma innych obiektów o znacznie różniącej się temperaturze.



Rys. 18. Wpływ nieboskłonu i gruntu na pomiar temperatury kamerą termowizyjną

Przedstawiony problem wiąże się z pojęciem tzw. emisyjności zależnej od kąta obserwacji badanego obiektu. Zasadą podstawową przy pomiarach termowizyjnych jest pomiar obiektów usytuowanych prostopadłe do osi kamery czy pirometru [1]. Nie zawsze jest to jednak w praktyce możliwe. W takich przypadkach korzystamy w możliwości szacowania emisyjności kątowej, która jest opisana w literaturze [1, 11].

Wartość emisyjności kątowej zależy od rodzaju materiału i długości fali. Wartość tej emisyjności może być inna w zakresie średniofalowym podczerwieni (MWIR – 3-5 μm) i długofalowym (LWIR – 7-14 μm). Jej znaczenie przy wyznaczaniu wartości temperatury metodą radiacyjną, jest tym większe, im mniejsza jest wartość emisyjność tzw. normalnej (w kierunku prostopadłym do osi kamery). Przykładowe charakterystyki ilustrujące emisyjność kątową przedstawiono na rys. 19. [1]. Na uwagę zasługuje stwierdzenie, że wartość emisyjności metali gwałtownie rośnie dla kątów powyżej 60°, a półprzewodników maleje. Teoretyczna wartość emisyjności dielektryków wyznaczona na podstawie



Rys. 19. Wykresu emisyjności kątowej wybranych materiałów

maxwellowskiej teorii propagacji fal elektromagnetycznej [1, 12], zależy od wartości współczynników załamania dielektryka i otoczenia n_2/n_1 – rys. 19.

5. Wnioski

W referacie przedstawiono modele termiczne przegród budowlanych oraz opisano prostą metodę wyznaczania wartości współczynnika przenikania ciepła U . W celu szybkiego opracowania wyników badań termowizyjnych opracowano i wykonano arkusz kalkulacyjny do wyznaczania wartości współczynnika przenikania ciepła w budownictwie. Przeprowadzono badania termograficzne wybranych budynków w aglomeracji łódzkiej i wyznaczono parametry izolacji termicznej.

Na podstawie rozważań teoretycznych i wykonanych eksperymentów można wyciągnąć kilka praktycznych wniosków nt. pomiarów termograficznych i wyznaczania wartości współczynnika przenikania ciepła przez przegrody budowlane.

- Optymalne warunki badania to wczesny ranek lub noc, brak promieniowania słonecznego, znaczny gradient temperatury w przegrodzie, niska temperatura otoczenia, wysoka wewnątrz, brak opadów, bezwietrzna pogoda lub słaby jednostajny wiatr.
- Pomiar temperatury należy wykonać po wewnętrznej stronie przegrody (ewentualnie można po obu w celu weryfikacji otrzymanych wyników).

- Należy uwzględnić emisyjność przegród budowlanych w pomiarach termograficznych.
- Pomiar wykonywany jest na powierzchniach płaskich, nie w narożach, pod okapem czy w szczelinach.

Wyniki prac potwierdziły użyteczność termografii w badaniach stanu izolacji termicznej w budownictwie. Choć alternatywnie używa się metody stykowej pomiaru temperatury i strumienia ciepła, należy podkreślić, że termografia pozwala na szybki pomiar temperatury na dużej powierzchni. Umożliwia to ocenę termoizolacji całości budynku i wytypowanie miejsc do szczegółowych badań i pomiarów, także innymi metodami. Pomiar strumienia ciepła jest badaniem lokalnym i niestety mało dokładnym.

Metoda termograficzna też nie jest pozbawiona wad. Przede wszystkim opiera się na wyznaczeniu parametrów modelu cieplnego przegrody, w tym głównie wartości współczynników przejmowania ciepła na jej krawędziach. Od dokładności oszacowania tych parametrów zależy dokładność całej metody. Z drugiej zaś strony, rozdzielczość termiczna typowej kamery termograficznej jest odpowiednio wysoka, co oznacza, że przy pomocy metody termograficzną możemy łatwo różnicować obszary o „dobrej, słabej i złej” izolacji termicznej. Emisyjność jest istotnym parametrem każdego pomiaru termograficznego. Na szczęście chropowate powierzchnie materiałów budowlanych mają wysoką wartość emisyjności, powyżej $\varepsilon > 0,9$.

Reasumując, wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem do prowadzenia badań stanu izolacji budownictwie jest metoda hybrydowa, łącząca zalety i eliminująca wady termografii w podczerwieni i metod stykowych, która wykorzystuje wyniki symulacji termicznych i koreluje je z wynikami pomiarów stykowych i radiacyjnych temperatury i strumienia ciepła przenikającego przez przegrodę.

6. Literatura

1. Więcek B., De Mey G.: *Termowizja w podczerwieni. Podstawy i zastosowania*. Wydawnictwo PAK, Gliwice, 2011.
2. Wróbel A.: *Termografia w pomiarach inwentaryzacyjnych obiektów budowlanych*, Wydawnictwa AGH, 2010.
3. *Ochrona cieplna budynków*, Polska Norma PN-91/B-02020.
4. *Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczania*, Norma Europejska. PN-EN ISO 6946:2007.
5. *Technika świetlna*, Polska Norma PN-90/E-01005.
6. De Mey G., Więcek B., Papagiannopoulos I., Chatziathanasiou V.: *Influence of geometrical effects on the wall corner temperature in buildings*, PAK, Nr 10/2011.
7. Kostowski E.: *Promieniowanie cieplne*, PWN, Warszawa 1993, ISBN 83-01-10847-9.
8. Sala A.: *Radiacyjna wymiana ciepła*, WNT, Warszawa 1982.
9. Wiśniewski S.: *Wymiana ciepła*, PWN, Warszawa, 1988.
10. Minkina W., Dudzik S.: *Infrared thermography – errors and uncertainties*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2009 r., ISBN 978-0-470-74718-6.
11. Kruczek T.: *Wyznaczanie radiacyjnej temperatury otoczenia przy pomiarach termowizyjnych*, PAK vol. 54, nr 11/2009.
12. Siegel R., Howell J. R.: *Thermal Radiation Heat Transfer*. 3rd ed., Taylor and Francis, Hemisphere Publishing Corporation, ISBN 0-89116-271-2, 1992.
13. Więcek B.: *Zastosowanie termowizji w badaniach urządzeń elektrycznych*, Seminarium firmy Sonel, Mikołajki, 2012.

prof. dr hab. Bogusław Więcek
Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki
wiecek@p.lodz.pl

O pomiarach ochronnych i diagnostyce w Karpaczu

W dniach 8 – 10 maja 2013 roku, w Karpaczu odbyła się X konferencja techniczna „Pomiary ochronne oraz diagnostyka urządzeń i instalacji elektrycznych” organizowana przez



firmę Sonel S.A. W wydarzeniu uczestniczyło ok. 150 osób, które miały możliwość wzięcia udziału w wykładach prowadzonych przez wybitnych przedstawicieli uczelni technicznych.

Jubileuszowa konferencja w swojej szerokiej tematyce dotyczyła m.in. zagadnień związanych z analizą jakości zasilania, badaniami ochronnymi i bezpieczeństwem urządzeń elektrycznych, a także termowizją oraz przepisami dotyczącymi użytkowania przyrządów pomiarowych.

Uczestnikami konferencji byli przedstawiciele m.in. środowiska naukowego, energetyki zawodowej, przemysłu, sektora budżetowego oraz firm świadczących usługi elektroinstalacyjne.

Wśród tematów prezentowanych podczas konferencji znalazły się m.in.:

- „Pomiarowa ocena indywidualnej emisji zaburzeń elektromagnetycznych”.
- „Przepisy i akty prawne dotyczące użytkowania przyrządów pomiarowych”.
- „Zastosowania kamer termowizyjnych do monitorowania obiektów i urządzeń”.
- „Diagnostyka izolacji transformatorów energetycznych”.
- „Napięcia uziomowe i napięcia dotykowe rażeniowe”.
- „Kompensacja mocy biernej – dobór baterii kondensatorów”.

Prelegentami byli prof. Zbigniew Hanzelka, prof. Bogusław Więcek, prof. Franciszek Mosiński, mgr inż. Witold Ślirz, mgr inż. Wojciech Wróblewski, mgr inż. Tomasz Bernacik oraz inż. Roman Domański.



Konferencja odbyła się w kompleksie Sandra SPA w Karpaczu, gdzie uczestnicy po zakończeniu części wykładowej mieli możliwość skorzystania z bogatej oferty rekreacyjnej ośrodka. Podczas wieczornej kolacji gościnnie wystąpił Tomasz Jachimek, który swoim występem rozbawił publiczność.

W imieniu Zarządu Sonel S.A. pragniemy tą drogą serdecznie podziękować wszystkim uczestnikom konferencji za liczne przybycie i aktywny udział. Już dziś zapraszamy na kolejną edycję konferencji, którą zamierzamy zorganizować w 2014 r.

Na podstawie materiałów Sonel S.A.

Andrzej Boroń

Stanowisko Stowarzyszenia Elektryków Polskich w sprawie budowy elektrowni jądrowej w Polsce¹

Motto

Energetyka jądrowa stanowi, moim zdaniem, podstawę naszej przyszłości i żadne protesty na to nie wpłyną

Stanisław Lem „Świat na krawędzi”,
Kraków 2000, rozdz.13, „O zaletach energetyki jądrowej”,
s. 221 – 228

Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP) powstało w 1919 r. Jest największą w Polsce społeczną organizacją twórczą o charakterze naukowym i technicznym, będącą dobrowolnym zrzeszeniem inżynierów i techników elektryków wszystkich specjalności oraz osób, których działalność zawodowa związana jest z elektryką energetyką czy informatyką, zainteresowanych działalnością SEP.

Stowarzyszenie zrzesza obecnie ponad 23,5 tys. członków indywidualnych oraz kilkudziesięciu wspierających. Ma swoje oddziały we wszystkich miastach wojewódzkich i innych dużych aglomeracjach miejskich (w sumie 50 oddziałów w 49 miastach). Oddziały posiadają koła terenowe, koła przy zakładach pracy i koła członków jednej specjalności.

W SEP działa 17 komitetów naukowo-technicznych oraz 10 sekcji specjalistycznych. Komitety skupiają naukowców i prakty-

ków z określonej dziedziny elektryki. Wśród nich działa od dawna Komitet Energetyki Jądrowej. Komitety zwane „polskimi” reprezentują Stowarzyszenie w organizacjach międzynarodowych (10) Sekcje specjalistyczne grupują członków SEP z tej samej dziedziny elektryki lub o podobnych zainteresowaniach. Dodam jeszcze, że spod skrzydeł SEP wyłoniło się nowe, odrębne, niezależne i dynamiczne Stowarzyszenie Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej (SEREN) wydające periodyk EKOATOM.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich jest członkiem zwyczajnym Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT oraz Europejskiej Federacji Stowarzyszeń Inżynierów Elektryków EUREL.

SEP prowadzi działalność gospodarczą w zakresie elektryki poprzez swoje agendy: Biuro Badawcze ds. Jakości, Centralny Ośrodek Szkolenia i i Wydawnictw, Biuro Studiów i Analiz oraz działalność rzeczoznawczą, którą prowadzą ośrodki rzeczoznawstwa przy oddziałach. Udziela rekomendacji firmom z obszaru elektryki, produkującym wysokiej jakości wyroby lub wykonującym usługi na odpowiednim poziomie jakościowym. Organizuje szkolenia elektryków i energetyków oraz przeprowadza egzaminy kwalifikacyjne. Wydaje 8 czasopism branżowych i 2 w formie elektronicznej. SEP prowadzi również działalność normalizacyjną we współpracy z Polskim Komitetem Normalizacyjnym.

¹ Wystąpienie na Międzynarodowym Forum Energetyki Jądrowej, 29.11.2012 r.

SEP był organizatorem I Kongresu Elektryków Polskich w Warszawie (2009 r.) i jednym z współorganizatorów XXIV Kongresu Techników Polskich, który zakończył się w czerwcu ub. roku w Łodzi. W panelach tematycznych dotyczących energetyki jądrowej Stowarzyszenie zajęło jednoznaczne stanowisko. Stwierdzono, że energia jądrowa dzięki swoim szczególnym właściwościom niewątpliwie stanie się nowym składnikiem krajowego bilansu energetycznego i stanowić będzie jeden ze stabilizatorów bezpieczeństwa dostaw energii dla gospodarki w przyszłości. Pod względem oddziaływania na środowisko energetyka jądrowa jest traktowana jako bezemisyjna, czyli nie przyczyniająca się do wzrostu efektu cieplarnianego, powstawania kwaśnych deszczy i innych zjawisk wynikających z zanieczyszczenia atmosfery. Paradoksalna jest więc sytuacja, kiedy energetyka jądrowa, będąca źródłem najczystszej energii, jest często społecznie nieakceptowana, czy wręcz jest przedmiotem lęków i uprzedzeń. Warto wspomnieć, że w światowym miksie paliwowym elektroenergetyki energia jądrowa stanowi 18%, w Unii Europejskiej zaś nawet 30% (dane za 2011 r.).

Polska jest jednym z ostatnich krajów rozwiniętych nie posiadającym energetyki jądrowej, chociaż w odległości do 300 km od granic jest czynnych 10 elektrowni jądrowych (25 reaktorów energetycznych) o łącznej elektrycznej mocy zainstalowanej brutto 17 GWe). Jest więc krajem pozbawionym korzyści, jakie wynikają z posiadania elektrowni jądrowych, ale narażonym na praktycznie wszystkie negatywne konsekwencje wynikające z awarii takich urządzeń.

Budowa elektrowni jądrowej wiąże się wprawdzie z dużymi kosztami, około 3,5 mld euro za 1000 MWe (tj. ok. dwukrotnie więcej niż dla elektrowni węglowej), ale koszty paliwa jądrowego są dużo mniejsze od kosztów węgla. Porównania ekonomiczne wskazują, że energia jądrowa jest znacznie tańsza od energii wiatru i słońca. Emisje CO₂ przypadające na jednostkę wytwarzanej energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych są minimalne i porównywalne z elektrowniami wodnymi i wiatrowymi. Elektrownie jądrowe dają nie tylko redukcję emisji CO₂, ale, co ważniejsze dla zdrowia mieszkańców, redukcję emisji pyłów, dwutlenku siarki, tlenków azotu i metali ciężkich.

Polska ma szczególnie dogodne warunki do wprowadzenia kogeneracji jądrowej, ponieważ aglomeracja warszawska dysponuje największym w Unii Europejskiej systemem ciepłowniczym, o mocy 4000 MW, zaopatrującym w ciepło około 80% jej mieszkańców. Wprowadzenie elektrociepłowni jądrowej na miejsce węglowych dałoby dodatkowo wielki wkład w proces oczyszczania powietrza nad Warszawą, przy niewątpliwych korzyściach ekonomicznych (gospodarka skojarzona).

Nasz kraj jest w tej dobrej sytuacji, że może wybierać wśród rzeczywiście bezpiecznych i najnowocześniejszych projektów reaktorów. Są to reaktory III generacji, odporne na największe kataklizmy naturalne, a także na awarie układów wewnętrznych. Nawet w razie stopienia rdzenia zagrożenie nie będzie wymagało żadnych akcji w odległości większej niż 3 km od elektrowni. Akcja weryfikacji bezpieczeństwa reaktorów, która będzie przeprowadzona w tym roku w Unii Europejskiej, przyniesie potwierdzenie bezpieczeństwa elektrowni, jakie mają powstać w Polsce. Nie ulega żadnej wątpliwości, że wybierzemy tylko taki reaktor, który daje najwyższe gwarancje bezpieczeństwa.

Nasz kraj ma własne zasoby uranu. Jednakże obecnie paliwo jądrowe jest tak tanie, że nie opłaca się uruchamianie wydobycia uranu w Polsce. Przez wiele lat rudę uranową będziemy kupowali za granicą, korzystając z tego, że dla reaktora o mocy 1000 MWe potrzeba rocznie zaledwie 20 ton paliwa. W dalszej przyszłości, jeśli ceny uranu wzrosną, będziemy mogli wydobywać uran ze

złóż j rudy występującej w zasobach krajowych lub wydobywać uran z odpadów przy produkcji miedzi. W żadnym razie nie grozi nam uzależnienie od dostawców, gdyż uran wydobywa ponad 20 krajów, od Australii poprzez Namibię do Kanady, a w razie potrzeby uruchomienie krajowej produkcji jest zawsze możliwe.

Polska społeczność techniczna jest przekonana o potrzebie rozwoju energetyki jądrowej. Zarówno FSNT NOT, jak i w szczególności SEP przez cały okres ostatnich 20 lat zgłaszały propozycje wznowienia polskiego programu energetyki jądrowej. Wielokrotnie podejmowano stosowne uchwały i apele. W dniu 17.02.2011 roku Zarząd Główny SEP podjął Uchwałę nr 35 – 2010 / 2014 o przyjęciu stanowiska SEP w sprawie energetyki jądrowej. Uchwała ta popiera rozwój energetyki jądrowej w Polsce i stwierdza, że tylko energetyka jądrowa jest rzeczywistym celem strategicznym, rozwiązującym problem polskiego bezpieczeństwa energetycznego na stulecia. Inne sposoby pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną, jak elektrownie konwencjonalne spalające węgiel czy gaz, nawet w najnowocześniejszych technikach, OZE, rozbudowa sieci przesyłowych są tematami bardzo ważnymi i niezbędnymi do realizacji, dotyczą jednak okresu najbliższych lat i jednego czy dwu pokoleń.

Aby uzyskać akceptację społeczną energetyki jądrowej trzeba przeprowadzić obszerną akcję informacyjną, która nie ograniczy się do mieszkańców okolic przyszłych elektrowni, ale obejmie także środowiska opiniotwórcze (lekarzy, nauczycieli czy dziennikarzy). Konieczne jest przeprowadzenie publicznych spotkań i dyskusji, w których będą mogli wziąć udział wszyscy zainteresowani i uzyskać odpowiedzi na nurtujące ich wątpliwości, szczególnie w dziedzinie bezpieczeństwa i zapewnienia jakości. SEP wielokrotnie podejmował tę tematykę – ostatnio na konferencji zorganizowanej przy targach ENERGOTAB w Białymostku-Białej, we wrześniu ub.r. W cyklu dwuletnim odbywały się Międzynarodowe Konferencje *Elektrownie Jądrowe dla Polski*, organizowane wspólnie przez SEP i Polskie Towarzystwo Nukleonowe (PTN). Od wielu lat SEP prowadzi akcję przybliżającą tematykę energetyki jądrowej dzieciom i młodzieży.

Polskie Prawo Atomowe wskazuje na niektóre najważniejsze wymagania co do Zintegrowanego Systemu Zarządzania (ZSZ) dla każdej jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem promieniotwórczym, polegającym na budowie, rozruchu, eksploatacji lub likwidacji obiektu jądrowego. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej MAEA zaleca, aby System Zapewnienia Jakości – SZJ (obecnie coraz częściej stosuje się określenie TQM – *Total Quality Management*) zaczął funkcjonować tak szybko, jak to możliwe (a.s.a.p.), już w procesie przygotowania inwestycji EJ, gdyż jest on niezależny od typu reaktora jądrowego. Zintegrowany system zarządzania pozwala objąć nim wszelką działalność jednostki organizacyjnej (np. szkolenie personelu, przeprowadzanie konkursów kwalifikacyjnych, a nawet administrację, księgowość, itp.).

Reasumując, energia jądrowa to stabilizator cen energii, czyste środowisko i postęp naukowo techniczny naszego kraju.

SEP i FSNT NOT zamierza w przyszłym roku zorganizować międzynarodową konferencję pt.: *System Zapewnienia Jakości (SZJ) EJ w Polsce*. Zakładamy, że organizacje polskie i zagraniczne starające się o udział w przetargach na dostawy i usługi na rzecz Polskiego Programu Energetyki Jądrowej będą zainteresowane tą konferencją i będą miały możliwość prezentacji swoich doświadczeń z SZJ EJ.

Andrzej Boroń

Sekretarz Generalny Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nadanie tytułu Doktora Honoris Causa Politechniki Opolskiej Profesorowi Kazimierzowi Zakrzewskiemu

W dniu 8 maja br., w Politechnice Opolskiej, odbyła się miła uroczystość przyznania honorowego doktoratu tej uczelni Profesorowi Kazimierzowi Zakrzewskiemu, wybitnemu polskiemu uczonemu z dziedziny elektrotechniki, znanemu nie tylko w Polsce, ale i zagranicą, od wielu lat związanego swoją działalnością naukową i dydaktyczną z Politechniką Łódzką i aktywnie uczestniczącemu w pracach związanych z organizacją życia naukowego w Polsce.



Profesor Kazimierz Zakrzewski w czasie ceremonii powitalnej

Sylwetkę Doktoranta oraz jego dokonania zawodowe przedstawili publiczności zgromadzonej w reprezentacyjnej auli Politechniki promotor „rite constitutus” – prof. dr hab. inż. Marian Łukaniszyn, dziekan Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej oraz dwaj recenzenci tego przewodu powołani przez Senat Politechniki: prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka z Politechniki Śląskiej i prof. dr hab. inż. Andrzej Demenko z Politechniki Poznańskiej.

Profesor dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski urodził się w Łodzi 6 lutego 1938 r. Zdał maturę z odznaczeniem w wieku szesnastu lat. Studia ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej w 1960 r., doktorat z wyróżnieniem obronił w 1968 r. Stopień naukowy doktora habilitowanego uzyskał w 1972 r., a tytuł naukowy profesora nauk technicznych w 1983 r. Tematyką jego badań naukowych są transformatory najwyższych mocy. Wywodzi się z Łódzkiej Szkoły Naukowej Transformatorów, znanej w całym świecie i obecnie jest jej liderem. Profesor Zakrzewski jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Politechniki Łódzkiej od 1960 roku. W roku 1981 został wybrany prodziekanem Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej ds. nauki i pełnił tę funkcję przez dwie kadencje, do roku 1987. Przez pięć kadencji był dyrektorem Instytutu Maszyn Elektrycznych i Transformatorów, który w końcowym okresie został przemianowany na Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych.



Prezydium uroczystego spotkania poświęconego wręczeniu dyplomu Doktoru h.c. Politechniki Opolskiej Profesorowi K. Zakrzewskiemu (stojącemu obok pocztu sztandarowego): rektor – prof. dr hab. inż. Marek Tukiendorf (w todzie z gronostajami) w towarzystwie prorektorów, ds. nauki – prof. dr hab. inż. Janusza Pospolity (z jego lewej strony) i ds. współpracy i rozwoju – prof. dr hab. inż. Krzysztofa Malika (z jego prawej strony) oraz promotora „rite constitutus” – prof. dr hab. inż. Mariana Łukaniszyna, dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki (ostatni z prawej strony)

Zainteresowania naukowe K. Zakrzewskiego koncentrowały się od początku pracy wokół modelowania elektrycznych i magnetycznych pól potencjalnych. Początkowo zajmował się modelowaniem analogowym pól za pomocą wanny elektrolitycznej i papieru półprzewodzącego, a następnie modelowaniem matematycznym metodami numerycznymi. Rozprawę doktorską nt. „Wyznaczanie pola elektromagnetycznego i strat mocy w maszynowym żelazie z uwzględnieniem nieliniowej przenikalności magnetycznej” ukończył w 1968 r. pod promotorską opieką doc. dr. hab. inż. Janusza Turowskiego. Praca doktorska w 1969 r. została wyróżniona nagrodą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego III stopnia.

W następnych latach K. Zakrzewski rozszerzył swoje zainteresowania na zastosowanie metod informacyjnych w badaniach naukowych i wspomaganie ich komputerem. Ważnym etapem w jego rozwoju naukowym była dysertacja habilitacyjna nt. „Pole elektromagnetyczne w ciałach ferromagnetycznych przewodzących”, ukończona w 1972 r. Znaczenie wyników tej pracy, w której uwzględniono doświadczalnie wyznaczone pętle magnesowania materiałów ferromagnetycznych i podano algorytmy obliczeń przebiegów elektromagnetycznych wewnątrz środowiska ferromagnetycznego, nie zmalało do dnia dzisiejszego. Dysertacja habilitacyjna została w 1974 r. wyróżniona Nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki II stopnia.

Najbardziej wartościowe wyniki zawarte są m.in. w pracach opublikowanych po rozprawie doktorskiej w czasopiśmie PAN:



Dyplomy w językach łacińskim i polskim, potwierdzające godność Doktora Honoris Causa Politechniki Opolskiej, nadaną Profesorowi Kazimierzowi Zakrzewskiemu

Archiwum Elektrotechniki w 1969 i 1970 r. i Rozprawy Elektrotechniczne w latach 1970 – 1977, dotyczące analizy pola elektromagnetycznego w masywnym środowisku ferromagnetycznym. Duże znaczenie dla przyszłych kontaktów międzynarodowych miał artykuł „Method of calculating the electromagnetic field and power losses in ferromagnetic materials taking into account magnetic hysteresis” (z 1971), opublikowany w czasopiśmie Proceedings of IEE. Na tę wielokrotnie cytowaną pracę zwrócił uwagę także prof. Takayoshi Nakata z Uniwersytetu w Okayamie, który kilkakrotnie odwiedzał Łódź oraz zaoferował staże naukowe w Japonii.

Po 1975 roku dr K. Zakrzewski, oprócz ujęć numerycznych, stosował także metody analityczne oraz kryteria podobieństwa do modelowania fizycznego w elektrotechnice. Za działalność w omawianym wyżej zakresie uzyskał w 1979 r. Nagrodę Wydziału IV Nauk Technicznych Polskiej Akademii Nauk.

W latach 1980 – 1990 profesor K. Zakrzewski aktywnie uczestniczył w realizacji problemów węzłowych i centralnie sterowanych kierowanych przez Zakład Badań Podstawowych Elektrotechniki Ministerstwa Przemysłu i Handlu oraz Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, zajmując się obliczeniami pól niestacjonarnych. Za prace zespołowe w tym okresie uzyskał w 1986 r. Nagrodę Sekretarza Naukowego Polskiej Akademii Nauk. Wyniki badań o problemach węzłowych zostały opublikowane we współautorskiej monografii „Analiza i synteza pól elektromagnetycznych”, wydanej w 1990 r. przez Ossolineum, pod patronatem Komitetu Elektrotechniki PAN.

Wprowadzenie w latach 1990 – 2000 komputerów osobistych do prac naukowych i technicznych przyspieszyło rozwój metod obliczeniowych wykorzystujących oprogramowanie własne oraz komercyjne. Profesor K. Zakrzewski, po nawiązaniu współpracy z Politechniką Opolską, wraz z zespołem opracował programy do obliczania pól rozproszenia i parametrów całkowitych transformatorów rozproszeniowych oraz przekładników prądowych.

Na ich podstawie zostały w ujęciu trójwymiarowym opracowane programy metody różnic skończonych TransfSD i metody równań całkowych Trącał, przedstawione m.in. we współautorskich publikacjach.

Profesor K. Zakrzewski kierował również kilkoma projektami badawczymi i celowymi KBN dotyczącymi analizy zjawisk elektromagnetycznych, elektromechanicznych i wibroakustycznych w silnikach indukcyjnych zasilanych za pomocą falowników oraz zastosowania numerycznych metod symulacji pól w pracach projektowo-konstrukcyjnych oraz komputerowego wykonywania dokumentacji technicznej dla fabryki EMIT w Żychlinie.

W 1995 r. w Wydawnictwie Chapman and Hall ukazała się książka pt. „Computational Magnetism” pod redakcją prof. J. Sykulskiego z Uniwersytetu Southampton, w której prof. K. Zakrzewski opracował wspólnie z dr. R. Stollem rozdział pt: „Finite Difference Method” i samodzielnie rozdział „Experimental Methods”.

W ostatnich latach, w związku z awariami transformatorów, prof. K. Zakrzewski analizował zjawiska dynamiczne w uzwojeniach, uwzględniając trójwymiarowy rozkład pola magnetycznego, a ich wyniki przedstawił w kilku współautorskich publikacjach.

Profesor K. Zakrzewski bardzo wydajnie i skutecznie współpracuje z przemysłem, wspomagając wdrażanie innowacji, zwłaszcza w dziedzinie transformatorów oraz silników elektrycznych dużej mocy. Uczestniczył np. w badaniach ekranowania transformatorów dla potrzeb Fabryki Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej ELTA w Łodzi. Współpracował z Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Maszyn Elektrycznych KOMEL w Katowicach przy projektowaniu silników indukcyjnych liniowych, także z Zakładami Wytwórczymi Maszyn Elektrycznych EMIT w Żychlinie, Hutą Łaziska, Zakładami Anilana w Łodzi, Kopalnią Węgla Brunatnego Adamów. Przez kilka lat współpracował z Wyższą Szkołą Marynarki Wojennej w Gdyni w zakresie ochrony przeciwwymiarowej okrętów.

Profesor K. Zakrzewski ma ogromne zasługi w prezentowaniu osiągnięć naukowych za granicą. Na przełomie lat 1969 – 1970 K. Zakrzewski, jeszcze jako doktor n.t., odbył pięciomiesięczny staż naukowy w Technische Hochschule Ilmenau, w katedrze kierowanej przez prof. dr. Germara Miillera, który w owym czasie badał pierwszy model turbogeneratorsa z nadprzewodzącym uzwojeniem wzbudzenia, zbudowany w NRD. Ten kontakt skłonił K. Zakrzewskiego do zainteresowania się zastosowaniem nadprzewodnictwa w elektrotechnice. Krótkie staże odbył w 1972 r. w fabryce Transformatorenunion w Bad Cannstadt w RFN oraz w 1978 r. w Fabryce i Wszeczwiązkowym Instytucie Budowy Transformatorów w Zaporozu na Ukrainie. W 1990 r. przez dwa miesiące pracował w Universite des Sciences et Technologies w Lilie jako profesor wizytujący, nawiązując kontakty międzyuczelniane. W latach 1987 – 1995 współpracował z Instytutem Fizyko-Energetycznym Łotewskiej Akademii Nauk w Rydze, organizując wykłady i wymianę naukową. Utrzymuje kontakty z Narodowym Instytutem Politechnicznym w Kijowie, z Uniwersytetem w Pawii, z Katolickim Uniwersytetem w Leuven, Uniwersytetem w Southampton. Miał kontakty z Technische Hochschule w Ilmenau, Technische Universität w Dreźnie, Uniwersytetem Strathclyde w Szkocji oraz Instytutem Elektrodynamiki Ukraińskiej Akademii Nauk w Kijowie. W okresie 1979 – 1987 nie mógł ze względów politycznych wyjeżdżać z kraju, gdyż został mu zatrzymany paszport służbowy.

Działalność kształceniowa i dydaktyczna K. Zakrzewskiego jest ściśle związana z jego twórczą pracą badawczą. Wypromował on ośmiu doktorów, z których czterech jest już profesorami: Jan Sykulski w Uniwersytecie w Southampton, Sławomir Wiak w Politechnice Łódzkiej oraz Marian Łukaniszyn i Bronisław Tomczuk w Politechnice Opolskiej. Profesor, jako promotor „rite constitutus”, wypromował dwóch doktorów „honoris causa” Politechniki Łódzkiej: członka rzeczywistego PAN prof. Tadeusza Śliwińskiego i prof. Michała Jabłońskiego, nieżyjącego, emerytowanego profesora Politechniki Łódzkiej. Ponadto opiniował blisko 200 artykułów naukowych i referatów konferencyjnych. W ramach działalności w Centralnej Komisji ds. Stopni Naukowych i Tytułu Naukowego był superrecenzentem ponad 140 wniosków profesorskich i habilitacyjnych. W dorobku opiniodawczym ma 29 recenzji przewodów habilitacyjnych, 8 recenzji wydawniczych prac habilitacyjnych, 38 recenzji prac doktorskich. Profesor opiniował również 11 wniosków profesorskich do tytułu i 18 w sprawie zatrudnienia na stanowisku profesora.

Jego działalność dydaktyczna obejmowała wszystkie formy zajęć. Jednak największy wkład innowacyjny wniósł w opracowanie wykładów z maszyn elektrycznych oraz elektrycznych maszynowych elementów automatyki. Od 2004 r. prowadził wykład w języku francuskim, w Centrum Kształcenia Międzynarodowego w Politechnice Łódzkiej. W latach osiemdziesiątych prowadził wykłady z badania maszyn i z budowy maszyn elektrycznych. Zajmował się organizacją laboratoriów maszyn elektrycznych, brał czynny udział w uruchomieniu kierunku studiów informatyka. W czasie jego kadencji dyrektorskiej w Instytucie Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Politechniki Łódzkiej powstało nowoczesne laboratorium „Systemy SIEMENS-a”. Jako wykładowca szczególnie nacisk kładzie na fizyczne podstawy omawianych zagadnień i nawiązuje do własnych doświadczeń inżynierskich. Jest zwolennikiem egzaminów ustnych i z wnikliwością sprawdza wiadomości nabyte przez studentów.

Prof. K. Zakrzewski jest bardzo ceniony w środowisku akademickim, o czym świadczy jego bogata działalność społeczna w gremiach zajmujących się organizacją nauki. Jest to członkostwo i aktywna wieloletnia działalność (od 1990 r.) w Komitecie

Elektrotechniki PAN, któremu przewodniczył w latach od 2003 do 2012 r. W uznaniu zasług w czasie sprawowania tej funkcji przyznano mu godność Honorowego Przewodniczącego tego Komitetu. Prof. Zakrzewski przewodniczył też Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Komitetu Elektrotechniki PAN od 1997 roku. Od czterech kadencji jest członkiem Centralnej Komisji do spraw Stopni i Tytułu, w której przez dwie kadencje sprawował funkcję zastępcy przewodniczącego Sekcji Nauk Technicznych. Nadal przewodniczy Radzie Naukowej Instytutu Elektrotechniki w Warszawie (od 1999 r. – jest to obecnie czwarta kadencja). Był członkiem Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (w latach 1998 – 1992 i 1996 – 2005). W 1996 r. został członkiem honorowym PTETiS. Profesor jest członkiem Rady Redakcyjnej czasopisma z listy filadelfijskiej „COMPEL” i członkiem Rady Redakcyjnej polskiego czasopisma „Archives of Electrical Engineering”. Jest członkiem komitetów naukowych szeregu stałych konferencji międzynarodowych i recenzentem tych konferencji oraz od 1992 roku członkiem Łódzkiego Towarzystwa Naukowego.

Ogólna liczba prac opublikowanych przez prof. K. Zakrzewskiego obejmuje ponad 200 pozycji, w tym trzy książki (dwie współautorskie). Są to monografie, artykuły w czasopismach o najwyższej randze: z tzw. listy filadelfijskiej, Komitetu Elektrotechniki PAN i innych czasopismach zagranicznych i ogólnopolskich oraz referaty publikowane w materiałach konferencji międzynarodowych i krajowych. Jego dorobek uzupełniają projekty badawcze Komitetu Badań Naukowych i Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, liczne opracowania badawcze dla instytutów i przedsiębiorstw oraz patenty.

Za wyróżniającą się pracę zawodową został uhonorowany: Złotym Krzyżem Zasługi (1980); Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (1989); Medalem Komisji Edukacji Narodowej (2007); Odznaką Zasłużonego dla Politechniki Łódzkiej (1994); Odznaką Zasłużonego dla Politechniki Śląskiej (2007); Medalami 35-lecia, 50-lecia i 60-lecia Politechniki Łódzkiej, Srebrną Odznaką Honorową SEP (2007), Medalem 60-lecia Oddziału Łódzkiego SEP (1979), medalami imienia Profesorów: Stanisława Fryze, Michała Doliwo-Dobrowolskiego, Józefa Węglarza, Eugeniusza Jezierskiego oraz Medalem Alessandro Volta Uniwersytetu w Pawii (1999) za współpracę z tą uczelnią. Jest laureatem 2 nagród PAN, 3 nagród Ministra i licznych nagród Rektora Politechniki Łódzkiej za osiągnięcia w działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej.

Uchwała Senatu Politechniki Opolskiej z dnia 20 lutego 2013 roku o nadaniu profesorowi Kazimierzowi Zakrzewskiemu zaszczytnego tytułu doktora honoris causa Politechniki Opolskiej, podjęta na wniosek Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, poparta opiniami recenzentów i uchwałami senatów: Politechniki Śląskiej i Poznańskiej, stanowi wyraz uznania dla jego dorobku naukowego, istotnych zasług dla Politechniki Opolskiej oraz bardzo aktywnej działalności na rzecz rozwoju polskiego i międzynarodowego środowiska naukowego w zakresie elektrotechniki, a szczególnie w obszarze maszyn elektrycznych i transformatorów. Profesor Zakrzewski został trzecim – po prof. Jerzym Buzku i prof. Tadeuszu Kaczorku – doktorem honorowym tej Uczelni.

*Opracował: Andrzej Dębowski,
na podstawie publikacji wydanych przez
Dział Wydawnictw Politechniki Opolskiej.
Zamieszczone zdjęcia ze spotkania pochodzą
z portalu Opolskiego Serwisu Informacyjnego:
<http://www.24opole.pl>*

Stefan Kudelski (1929 – 2013)

Wspomnienie o wybitnym elektroniku, Polaku Stefanie Kudelskim zmarłym 26 stycznia bieżącego roku w Szwajcarii

Stefan Kudelski urodził się 27 lutego 1929 roku w Warszawie, natomiast jego rodzina pochodziła z Kresów, ze Lwowa i Stanisławowa. Jego dziadek **Jan Tomasz Kudelski** (1861 – 1937) był architektem miejskim w Stanisławowie. Ukończył studia na Politechnice Lwowskiej w 1888 roku. Pod koniec wieku XIX zaprojektował i zbudował budynek Dyrekcji Kolei Państwowych w Stanisławowie. Zaprojektował wiele kamienic, między innymi przy ulicy Kazimierzowskiej, a także pasaż Gartenbergów, który do dziś jest ozdobą miasta. Jan Tomasz był znany także z tego, że prowadził otwarty „cygańsko-artystyczny” dom. Bywali w nim Jan Kasprówicz oraz Stanisław Przybyszewski. Po zakończeniu I wojny światowej Jan Tomasz Kudelski uczestniczył w odbudowie miasta. To jemu centrum Stanisławowa zawdzięcza dzisiejszy wygląd.

Ojciec Stefana Kudelskiego – Tadeusz też studiował architekturę na Politechnice Lwowskiej. W 1918 roku wziął udział w obronie Lwowa i był adiutantem prof. Kazimierza Bartla. Jego żona Irena pochodziła z polsko-węgierskiej rodziny Ulbrichów i była antropologiem. Gdy profesor Bartel został premierem, sprowadził swego byłego adiutanta do stolicy i Stefan urodził się już w Warszawie. Jego ojciec przyjaźnił się z inż. Eugeniuszem Kwiatkowskim, gen. Kazimierzem Sosnkowskim, a ojcem chrzestnym Stefana był ówczesny prezydent Warszawy Stefan Starzyński. Takie są ważne i jakby zapomniane korzenie wybitnego „szwajcarskiego elektronika polskiego pochodzenia”, jak go niekiedy przedstawiały zagraniczne publikacje.

Od wczesnej młodości Stefan Kudelski interesował się elektrycznością. Dziadkowie Stefana od strony matki mieszkali w Stanisławowie i mieli na przedmieściu miasta, w pobliżu rzeki Bystrzycy Nadwórniańskiej, która wówczas była czystą i bystrą rzeką, willę z dużym ogrodem zwaną „Ulbrichówką”. Dostrzegając zainteresowania wnuka, dziadkowie urządzili mu w willi małe laboratorium elektryczne. U dziadków, a raczej w tym laboratorium, spędzał zawsze Stefan swe wakacje i wszelki wolny czas. Tam przeprowadzał swe pierwsze doświadczenia i przeżywał pierwsze fascynacje elektrycznością oraz „porażał prądem” swego przyjaciela Tadzika Olszańskiego.

Po klęsce kampanii wrześniowej rodzina Kudelskich ewakuowała się z Warszawy przez Zaleszczyki do Rumunii, a następnie do rodziny na Węgry, skąd udali się do Francji, gdzie zaczęła się tworzyć Armia Polska. Po klęsce Francji ojciec Stefana Kudelskiego, oficer Wojska Polskiego, brał udział we francuskim ruchu oporu na terenach administrowanych przez rząd Vichy. Po wykryciu przez władze niemieckie siatki konspiracyjnej rodzinie Kudelskich udało się uciec do Szwajcarii.

W 1943 roku Stefan Kudelski rozpoczął naukę w szkole średniej College de Geneve. W piwnicy skromnego mieszkania rodziców Kudelski urządził laboratorium, w którym zajmował się urządzeniami do ekstrakcji pyłów z powietrza, a także urządze-

niami do mierzenia dokładności zegarów przy użyciu generatorów kwarcowych. W roku 1948 rozpoczął studia na kierunkach fizyki i inżynierii fizycznej na Politechnice w Lozannie (ETH-Ecole Polytechnique Federale de Lausanne). Studiów jednak nie ukończył, bo zafascynowała go konstrukcja magnetofonów. Jedną z jego pierwszych konstrukcji był przenośny magnetofon lampowy ze sprężynowym napędem taśmy, Swój pierwszy własnoręcznie wykonany magnetofon sprzedał za 1000 franków. W owym czasie była to dość znacząca kwota, którą w całości przeznaczył na inwestycje. Uzyskany w ten sposób fundusz umożliwił mu utworzenie własnej firmy.

W 1951 roku założył firmę Kudelski Group, która rozpoczęła produkcję przenośnych magnetofonów reporterskich, nazwanych przez niego „Nagra”. Na siedzibę swojej firmy Stefan Kudelski początkowo wybrał Lozannę, a następnie przeniósł ją do Chasseaux pod Lozanną. Pierwszy magnetofon lampowy monofoniczny, z elektrycznym napędem taśmy, nosił nazwę Nagra I i produkowany był od roku 1951, a w 1952 roku otrzymał I nagrodę na wystawie International Amateur Recording Conect w Lozannie. Produkcję magnetofonów stereofonicznych Kudelski rozpoczął w 1955 roku. W 1957 roku na rynek wszedł magnetofon tranzystorowy z elektronicznym sterowaniem szybkości przesuwu taśmy Nagra III. Był to pierwszy magnetofon przenośny o jakości nagrywania porównywalnej do jakości nagrywania przez urządzenia studyjne. Do jego zalet należały trwałość, precyzja wykonania i niezawodność. Jego waga wynosiła 5 kg. Był to magnetofon szpulowy, z taśmą o szerokości 1/4 cala, zasilany akumulatorem. W 1959 roku firma Kudelskiego rozpoczęła produkcję magnetofonów do nagrywania danych. Wszystkie te magnetofony zaliczały się do najwyższej klasy światowej. Magnetofony Nagra stanowiły podstawowe wyposażenie reporterów radiowych, telewizyjnych i studiów filmowych i były powszechnie używane na całym świecie. Decyzja o przerwaniu studiów okazała się słuszna. Konstruowanie nowoczesnych magnetofonów oraz ich szybka produkcja, wyprzedzająca innych, przyniosła sukces. Kudelski wygrał z konkurencją.



W 1968 roku doszło do przekształcenia firmy z prywatnej w spółkę akcyjną. W tym samym roku rozpoczęto także produkcję magnetofonów 16-ścieżkowych, które znajdowały zastosowanie przy skomplikowanych studyjnych nagraniach muzycznych.

Od 1970 do 1977 roku firma Kudelskiego produkowała kolejną serię magnetofonów Nagra IV, w których zastosowano tranzystory krzemowe. Były one użytkowane przez reporterów, w przemyśle filmowym, fonograficznym oraz w kinach. Znalazły również zastosowanie w radiofoniach wielu krajów, w tym w Polskim Radiu. Firma Kudelskiego potrafiła dostosować się do zmiany techniki analogowej na cyfrową, jaka nastąpiła w elektronice. W 1974 roku wprowadziła do produkcji cyfrowe rejestratory danych wykorzystujące technikę kodowania impulsowego. W kolejnym roku firma stworzyła prototyp magnetofonu opartego na pamięciach elektronicznych. Od roku 1977 firma Kudelskiego rozpoczęła produkcję odbiornika przeznaczonego do odbioru map pogodowych. Był to model Nagrafax, który z czasem wszedł do wyposażenia okrętów pełnomorskich. Trzy lata później Kudelski rozpoczął produkcję wideomagnetofonów wysokiej klasy.

Magnetofony Nagra znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle filmowym (zostały użyte już w roku 1959 przy kręceniu filmu „Czarny Orfeusz”). Firma Stefana Kudelskiego była czterokrotnie nagradzana statuetkami Oscara za zasługi dla udźwiękowienia filmów w latach 1965, 1977, 1978 i 1983. Zdobyła także dwukrotnie nagrodę przemysłu rozrywkowego Emmy oraz Złoty medal L. Warnera oraz nagrodę „Skrzydła”, którą otrzymał w 2008 roku na Festiwalu Filmu Polskiego odbywającego się w Chicago. Kolejną nagrodę za cyfrowy 6-kanalowy model Nagra VI wyposażony w dysk twardy otrzymała firma w Nowym Jorku 2009 roku. W trakcie swojej działalności Stefan Kudelski uzyskał liczne patenty w dziedzinie napędu taśmy i stabilizacji jej szybkości. W roku 1986 Stefan Kudelski otrzymał tytuł Doctora Honoris Causa swej macierzystej uczelni, Politechniki Federalnej w Lozannie. A w roku 1998 został zaliczony do grona stu geniuszy Szwajcarii (według „Gent Suisses”)

Od początku lat 90. firma rozpoczęła produkcję cyfrowych magnetofonów o nazwie Nagra-D i Nagra Ares-C. A od 1991 roku zajmuje się również systemami kodowania dla telewizji cyfrowej, opracowywaniem kart deszyfrujących oraz systemami wideoteki na żądanie.

Obecnie przedsiębiorstwo obejmują grupę 15 firm z siedzibami w różnych krajach, takich jak: Niemcy, Francja, Wielka Brytania. Nowa działalność firmy Kudelskiego obejmuje systemy bezpieczeństwa i kontroli dostępu, posiada 40% udziałów w rynku dekoderów telewizji cyfrowej. W 2011 roku majątek rodziny Kudelskich szacowano na ok. 200 mln USD.

Od 1991 roku kierownictwo nad firmą sprawują jego syn Andrzej (Andrea). Natomiast Stefan Kudelski stopniowo ograniczał swą działalność w firmie. W 2006 roku wycofał się nawet z Rady Nadzorczej firmy, gdyż stan jego zdrowia pogarszał się. Wybitny elektronik, Polak Stefan Kudelski zmarł 26 stycznia 2013 roku w Cheseaux-sur-Lausanne, w Szwajcarii.

Źródła:

1. Wspomnienia Tadeusza Olszańskiego, przyjaciela Stefana Kudelskiego od lat dziecińczych.
2. Olszański T., *Kresy Kresów Stanisławów*, Warszawa 2008.
3. *Nieznane sławy cz. 2 – Stefan Kudelski* [w:] Biuletyn VPI, Stowarzyszenie Polskich Inżynierów i Techników w Austrii, nr 39, marzec 2011, s. 12 – 14.
4. Iwańczak W., *Polak z Oskarami* [w:] Niedziela. Tygodnik Katolicki nr 1 z 2.01.2011.
5. Hickiewicz J., Sadłowski P., Drwal P.: *Wybitni przedstawiciele techniki urodzeni w Stanisławowie*, Materiały międzyn. konf. nauk. „Kresowanie na świecie” Pol. Opolska, Opole listopad 2012.
6. Strona internetowa : <http://kulturaviva.pl/pl/osobowosci/my-na-swiecie/stefan-kudelski,305.html>.
7. Strona internetowa : <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3928646/kudelski-stefan.html>.

opracował: Jerzy Hickiewicz (j.hickiewicz@po.opole.pl)
współudział: Piotr Drwal (piotrekdr1985@wp.pl)

XII Rada Prezesów SEP

Bydgoszcz, Opera Nova, 22 – 24 marca 2013 roku

W dniach 22 – 24 marca, w Operze Nova (fot. 1.) w Bydgoszczy odbyło się dwunaste w kadencji zebranie Rady Prezesów [1], zorganizowane staraniem Oddziału Bydgoskiego SEP. Obrady prowadzili: prezes SEP Jerzy Barglik oraz dziekan Rady Prezesów Franciszek Mosiński. Obecnych było 35 prezesów i trzech wiceprezesów. Zebranie zostało znakomicie zorganizowane przez obchodzący jubileusz 80-lecia Oddział Bydgoski SEP. Z okazji Rady Prezesów prezes SEP kol. Jerzy Barglik otrzymał statuetkę i dyplom z okazji 100-lecia Oddziału Pomorskiego Polskiego Związku Chórów i Orkiestr Śpiewaczych. Jednym z założycieli Związku był członek honorowy SEP prof. Alfons

Hoffmann. Zebrani otrzymali najnowsze wydawnictwo Oddziału poświęcone sylwetce prof. Alfonsa Hoffmanna [2].

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

1. przygotowaniach do XXXVI WZD SEP w Szczecinie w 2014 r. Kol. Piotr Szymczak –członek ZG i przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Zjazdu – podał informacje o tych przygotowaniach. Po dyskusji ustalono, że 11 kwietnia br. w Szczecinie odbędzie się spotkanie KO Zjazdu z udziałem prezesa SEP i SG SEP, podczas którego wiele spraw zostanie jeszcze omówionych i doprecyzowanych. Prezes poinformował, że



Fot. 1. Widok Opery Nowa – miejsca obrad XII Rady Prezesów

ZG wstępnie akceptował preliminarz Zjazdu, który został także przekazany prezesom oddziałów do zapoznania się i zgłoszenia ewentualnych uwag. Dziekan Rady Prezesów SEP poinformował, że do tego dokumentu otrzymał już uwagi od wiceprezesa SEP kol. Jana Strzałki;

2. zaplanowanym w dniach 3 – 6 września 2014 r. II Kongresem Elektryki Polskiej; zaproponowano przeniesienie wybranych kosztów z preliminarza Zjazdu do preliminarza kosztów II KEP;
3. procedurą zgłaszania kandydatów do godności członka honorowego SEP i nad sprawami wyróżnień SEP; prezes SEP poinformował o nowym wyróżnieniu – „szafirowej” odznace honorowej SEP, które zostało ustanowione w SEP uchwałą ZG w dn. 21 marca br.; prezes zachęcił także do zgłaszania kandydatów do dyplomu honorowego za 50 i więcej lat działalności w SEP, który nadaje prezes SEP na wniosek prezesów Oddziałów SEP;
4. Rada Prezesów SEP w jawnym głosowaniu jednogłośnie zaopiniowała pozytywnie dokumenty dotyczące sprawozdania finansowego SEP za 2012 r i towarzyszących uchwał;
5. nad programem Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka zaplanowanych na kwiecień 2013; dziekan RP kol. Franciszek



Fot. 2. Pałac w Ostromecku

Mosiński zaapelował o udział, szczególnie przedstawicieli oddziałów „nieakademickich”, mając na uwadze szkoły średnie techniczne;

6. omówiono aktualny stan prenumeraty czasopisma „Spektrum” oraz potrzebę jej zwiększenia, aby utrzymać wydawanie tej pozycji w SEP. Prezes zwrócił się z prośbą, szczególnie do tych oddziałów, które prenumerują mniejszą liczbę egzemplarzy o zadeklarowanie jej zwiększenia;
7. kol. Bolesław Pałac, prezes Oddziału Rzeszowskiego, przekazał informacje uzyskane w sprawie celowości renowacji grobu tegorocznego Patrona roku – prof. Romana Dzieślewskiego pochowanego we Lwowie. Poinformował, że szacowany koszt całościowy takiej renowacji wyniesie ok. 30 tys. zł i zwrócił się do oddziałów o partycypowanie finansowe w tym przedsięwzięciu. Prezesi Oddziałów jednogłośnie zadeklarowali udział finansowy w realizacji tej inicjatywy;
8. wysłuchano informacji kol. dr Tadeusza Szczepańskiego na temat działalności Oddziału Bydgoskiego SEP.

Pierwszy dzień Rady Prezesów zakończył się spektaklem Giuseppe Verdiego TRUBADUR w Operze Nova i uroczystą kolacją koleżeńską w Hotelu Przystań.

Obradom merytorycznym towarzyszył ciekawy program turystyczno-integracyjny. W piątek osoby towarzyszące zwiedzały Bydgoszcz.



Fot. 3. Wnętrze elektrowni wodnej „Kujawska” (turbina nr 1), o całkowitej mocy 600 kW, na Brdzie

Sobota poświęcona była zwiedzaniu Ostromecka (fot. 2.) i Chełmna, a po południu zwiedzaniu Bydgoszczy. Zwiedzono między innymi elektrownię wodną „Kujawska” na Brdzie, o mocy 600 kW (fot. 3.). W pomieszczeniach elektrowni znajduje się również muzeum energetyki, w którym ekspozycję stanowi zabytkowe wyposażenie elektrowni oraz wyeksploatowany i wycofany z użytku sprzęt techniczny. W muzeum, oprócz ekspozycji urządzeń energetycznych, są także zbiory odbiorników radiowych z XX wieku (250 szt.).

zdjęcia i tekst FM

Literatura:

1. Infosepik_2013_597
2. Infosepik_2012_598

XIII Rada Prezesów SEP

Kołobrzeg, Hotel Aquarius, 23 – 25 maja 2013 roku

W dniach 23 – 25 maja, w hotelu Aquarius (fot. 1.) w Kołobrzegu, odbyło się trzynaste w kadencji zebranie Rady Prezesów [1], zorganizowane staraniem Oddziału Koszalińskiego SEP. Obrady prowadzili: prezes SEP Jerzy Barglik oraz dziekan Rady Prezesów Franciszek Mosiński. Obecnych było 34 prezesów i 6 wiceprezesów. Zebranie zostało znakomicie zorganizowane przez obchodzący jubileusz 60-lecia Oddział Koszaliński SEP. Z tej okazji, wieczorem w piątek odbyło się uroczyste spotkanie



Fot. 1. Kontuzjowana część Rady Prezesów, od lewej prezes Warszawskiego Oddziału SEP kol. Miłostawa Bożentowicz-Kujarczyk, prezes Gorzowskiego Oddziału SEP kol. Franciszek Narkun, żona dziekana Rady Prezesów kol. Halina Mosińska; w tle hotel Aquarius – miejsca obrad XIII Rady Prezesów

z udziałem władz województwa i miasta w osobach marszałek województwa zachodnio-pomorskiego i prezydenta Kołobrzegu.

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

1. przygotowaniem do XXXVI WZD SEP w Szczecinie w 2014 r. Kol. Piotr Szymczak – członek ZG i Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Zjazdu podał informacje o tych przygotowaniach.
2. zaplanowanym w dniach 3 – 6 września 2014 r. II Kongresem Elektryki Polskiej.

Większa część obrad Rady Prezesów odbyła się w trzech grupach tematycznych: (I) na temat wymiany informacji w Stowarzyszeniu; (II) pracy z młodzieżą; (III) działalności gospodarczej Stowarzyszenia. Po zakończeniu prac w grupach przedstawiono wstępne wnioski. Ostateczne ich sformułowanie będzie dokonane w trybie roboczym, w późniejszym terminie.

Pierwszy dzień Rady Prezesów zakończył się uroczystym spotkaniem z okazji 60-lecia Oddziału Koszalińskiego SEP (fot. 3.). Prezes Oddziału kol. Jacek Zawadzki przedstawił historię i osiągnięcia Oddziału. Goście i prezesi zebrani na Radzie Prezesów złożyli gratulacje i okolicznościowe upominki. Wieczór zakończył się występem chóru dziecięcego i uroczystą kolacją.

Obradom merytorycznym towarzyszył ciekawy program turystyczno-integracyjny. W piątek zwiedzano Kołobrzeg. W sobotę organizatorzy zaproponowali rejs morski i zwiedzanie Bornholmu.

zdjęcia FM i EM, tekst FM



Fot. 2. Zdjęcie zbiorowe uczestników Rady Prezesów

Fundusz Stypendialny im. Lecha Grzelaka

Zarząd Główny SEP uchwałą z dn. 31.01.2013 r. utworzył Fundusz Stypendialny im. Lecha Grzelaka – wieloletniego prezesa i zasłużonego działacza OŁ SEP i ZG SEP.

Z woli darczyńcy, stypendium adresowane jest głównie do studentów ze środowiska Politechniki Łódzkiej wyróżniających się wynikami w nauce i działalności społecznej w SEP.

W dniu 21 marca 2013 r. w Warszawie odbyło się pierwsze zebranie Zarządu Funduszu Stypendialnego, w którego skład wchodzi:

1. Halina Grzelak – przewodnicząca
2. Marek Pawłowski – wiceprzewodniczący
3. Michał Wojdał – sekretarz
4. Andrzej Boroń – członek
5. Wojciech Kocańda – członek
6. Marcin Wardach – członek

W tym samym dniu Zarząd ogłosił konkurs o przyznanie stypendium na rok akademicki 2013/2014 oraz zatwierdził następujący harmonogram jego przebiegu:

1. **do 30.09.2013 r. do godz. 16:00** – składanie wniosków do Biura OŁ SEP w wersji papierowej (pl. Komuny Paryskiej 5a, 90-007 Łódź) oraz elektronicznej (e-mail: seplodz@onet.pl; seplodz@internetdsl.pl).
2. **do 15.10.2013 r. do godz. 16:00** – rozpatrzenie wniosków przez Zarząd Funduszu i przedłożenie w siedzibie SEP protokołu wraz z listą osób nominowanych do stypendium.
3. **w grudniu 2013 r.** uroczyste wręczenie stypendium podczas spotkania świątecznego organizowanego przez Oddział Łódzki SEP.

Wszystkie szczegóły dotyczące Funduszu i zasad ubiegania się o stypendium znajdują się na stronie <http://www.sep.com.pl/> w zakładce Regulaminy Konkursy. Poniżej zamieszczamy Regulamin Funduszu.

redakcja

Załącznik nr 7 do prot. nr 22-2010/2014
zebrania Zarządu Głównego SEP
w dn. 31.01.2013 r.

REGULAMIN Funduszu Stypendialnego Stowarzyszenia Elektryków Polskich im. Lecha Grzelaka

§ 1

Postanowienia ogólne

1. Fundusz Stypendialny im. Lecha Grzelaka, zwany dalej Funduszem, gromadzi środki finansowe przeznaczone na stypendia dla studentów.
2. Funduszem zarządza Zarząd Funduszu SEP, powoływany przez ZG SEP na kadencję.
3. Zarząd Funduszu działa na podstawie statutu SEP i niniejszego regulaminu.

§ 2

Cele funduszu

1. Wyróżnienie i wspomaganie finansowe najlepszych studentów technicznych szkół wyższych na kierunkach z szeroko rozumianej elektryki, ze szczególnym uwzględnieniem z woli darczyńcy środowiska łódzkiego.
2. Popularyzacja działalności Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz sylwetki Kol. Lecha Grzelaka - działacza SEP.

§ 3

Zasady organizacyjne działalności Zarządu Funduszu

1. Zarząd Funduszu składa się z: darczyńcy pani Haliny Grzelak (lub wskazanego przez darczyńcę - pełnomocnika), przedstawiciela Oddziału Łódzkiego SEP, sekretarza generalnego SEP, przewodniczącego Zarządu Funduszu Stypendialnego SEP oraz przedstawicieli Centralnej Komisji Młodzieży i Studentów SEP oraz Komisji Młodzieżowej z O. Łódzkiego SEP.

2. Przewodniczącego Zarządu Funduszu powołuje i odwołuje ZG SEP na wniosek Prezesa SEP.
3. Do podstawowych zadań Zarządu Funduszu należy gromadzenie środków finansowych, przygotowanie i zatwierdzenie imiennych nominacji stypendialnych z propozycją ich wysokości.
4. Zarząd Funduszu podejmuje decyzje w zakresie liczby i wysokości przyznanych stypendiów.
5. Zebrania Zarządu Funduszu są protokołowane, a protokoły podpisuje prowadzący zebranie oraz sekretarz, wybrany ze składu Zarządu Funduszu.
6. Zarząd Funduszu przedstawia coroczne sprawozdanie ze swej działalności CKMiS i SRK SEP.

§ 4

Środki finansowe Funduszu

1. Środki finansowe przeznaczone na stypendia i nagrody tworzone są z darowizny pani Haliny Grzelak i innych fundatorów.
2. Środki finansowe zdeponowane będą na koncie Biura SEP w Warszawie.
3. Dokumentację finansową w zakresie gromadzenia funduszy finansowych i wypłacania przyznanych stypendiów i nagród prowadzi Biuro SEP w Warszawie.

§ 5

Zasady przyznawania stypendiów

1. Stypendia są przyznawane studentom od drugiego roku studiów technicznych szkół wyższych ze szczególnym uwzględnieniem środowiska łódzkiego o kierunkach szeroko rozumianej elektryki i informatyki.
2. Osoby ubiegające się o stypendium powinny wyróżniać się wynikami w nauce i działalności społecznej, zwłaszcza w SEP.
3. Zainteresowani składają wnioski do Biura SEP w Warszawie, załączając do nich pełną dokumentację, składającą się z:
 - a. ankiety osobowej, według załącznika nr 1,
 - b. informacji o dorobku – według kryteriów załącznika nr 2,
 - c. rekomendacji Koła Studenckiego SEP.
4. Wniosek z kompletnymi dokumentami powinien być złożony do dnia 30 września danego roku kalendarzowego.
5. Po analizie otrzymanych dokumentów pod względem formalnym i merytorycznym Zarząd Funduszu do 15 października danego roku kalendarzowego nominuje osoby do stypendiów i przekazuje protokół do Biura SEP w Warszawie.
6. Stypendia są przyznawane na dany rok akademicki od października i wypłacane przez kolejne 10 miesięcy kalendarzowych.
7. Informacje dotyczące przyznanych stypendiów są publikowane na stronie internetowej SEP (www.sep.com.pl) oraz w biuletynie organizacyjnym i naukowo-technicznym SEP „Spektrum” i innych oddziałowych biuletynach.

§ 6

Zasady realizacji przyznanych stypendiów

1. Wręczenie dyplomów odbywać się będzie na spotkaniach świąteczno-noworocznych, uroczystych inauguracjach roku akademickiego lub innych ogólnopolskich imprezach Stowarzyszenia. Decyzje w tej sprawie podejmować będzie corocznie Zarząd Funduszu.
2. Stypendysta otrzymuje dyplom z podpisem prezesa SEP i przewodniczącego Zarządu Funduszu.
3. Stypendia są wypłacane przez Biuro SEP w Warszawie, co miesiąc, w formie wskazanej przez stypendystów.
4. Przyznane stypendium może być cofnięte przez Zarząd Funduszu w przypadku utraty statusu studenta.

§ 7

Postanowienia końcowe

1. Zmiany w niniejszym Regulaminie mogą być wprowadzone na wniosek Zarządu Funduszu lub z inicjatywy ZG SEP.
2. Dokumentację Zarządu Funduszu oraz obsługę administracyjną zapewnia Biuro SEP w Warszawie.
3. Regulamin został zatwierdzony przez Zarząd Główny SEP w dniu 31 stycznia 2013 r. prot. nr 22-2010/2014.

Załączniki:

Załącznik 1 – Ankieta osobowa - do Regulaminu Funduszu Stypendialnego SEP im. Lecha Grzelaka

Załącznik nr 2 – Kryteria oceny dorobku studentów - do Regulaminu Funduszu Stypendialnego SEP im. Lecha Grzelaka

Załącznik nr 3 - Sylwetka Kol. Lecha Grzelaka - do Regulaminu Funduszu Stypendialnego SEP im. Lecha Grzelaka.

XIII Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki

Podobnie jak w latach ubiegłych, do udziału i organizacji XIII Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi włączyły się stowarzyszenia naukowo-techniczne działające w ramach Naczelnej Organizacji Technicznej NOT. Festiwal odbywał się w dniach 15 – 22 kwietnia 2013 r. Hasło tegorocznego festiwalu brzmiało – **Z WIEDZĄ W DROGĘ ŻYCIA**.

Imprezy organizowane przez NOT miały charakter wykładów, wystaw i wycieczek. Wykłady odbywały się w Domu Technika w dniach 16 i 17 kwietnia, a wycieczki i wystawy w dniach 16 – 19 kwietnia.

Pierwszego dnia, 16 kwietnia, sesje wykładowe prowadziła prof. dr hab. inż. Maria Kotelko (SIMP) oraz mgr inż. Bolesław Lipnicki (STOP). Słuchacze mieli możliwość zapoznania się z następującymi prezentacjami:

- „Frezarki CNC” – Przemysław Lewandowski, uczeń klasy IV, Zespół Szkół Elektronicznych Zduńska Wola,
- „Prezentacja manipulatora” – Łukasz Szczeciński, uczeń klasy IV, Zespół Szkół Elektronicznych Zduńska Wola,
- „Grafen – materiał przyszłości” – prof. dr hab. inż. Piotr Kula (SIMP),
- „Utleńnianie związków chloroorganicznych występujących w odpadach przemysłowych z udziałem katalizatorów heterogenicznych” – dr inż. Andrzej Żarczyński (SITPChem.),
- „Technik czy inżynier – co dalej z edukacją?” – mgr inż. Grażyna Nowak, mgr inż. Tadeusz Robaczyński (PRCP),
- „Utrzymanie czystości i porządku w gminach wiejskich w świetle obowiązujących ustaw” – mgr inż. Stanisław Jankowski (PRCP).

XIII Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki

Także w XIII Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki chętni mieli możliwość poznać proces technologiczny wytwarzania w skojarzeniu energii elektrycznej i cieplnej. W zwiedzaniu oddziałów nawęglania, kotłowni, maszynowni i nastawni uczestniczyło 119 osób w 7 zorganizowanych grupach. Jak zwykle były grupy z Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 (2 grupy) i Zgierskiego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych. Także grupa studentów Uniwersytetu Łódzkiego oraz kilkanaście osób ze zgłoszeń indywidualnych dla których ustalono wspólny termin zwiedzania.

Tą drogą składam jeszcze raz podziękowania dla dyrektora ds. produkcji Sławomira Burmanna i pracowników tego pionu za trud i zaangażowanie w przygotowanie i przeprowadzenie wycieczek.

Jacek Kuczkowski



Następnego dnia sesję prowadzili dr inż. Zdzisław Czaplicki (SWP) i dr inż. Józef Wiśniewski (SEP). Prezentowane były następujące zagadnienia:

- „Czy alpaki w Polsce będą alternatywą dla hodowli owiec?” – dr inż. Zdzisław Czaplicki (SWP),
- „Substancje niebezpieczne obecne w produktach przeznaczonych do użytku konsumenta” – mgr inż. Magdalena Lasoń-Rydel (Instytut Przemysłu Skórzanego, SWP),
- „Po nitce....od nauki do biznesu” – dr inż. Agnieszka Gutowska (Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych, SWP),
- „Inteligentny system ochrony indywidualnej ratowników górniczych, chemicznych i straży pożarnej” – dr inż. Piotr Pietrowski (CIOP – Państwowy Instytut Badawczy, SWP),
- „Inteligentne ciecze przyszłości balistyki” – dr inż. Bogumiła Delczyk-Olejniczak, mgr inż. Dorota Zielińska, dr inż. Karolina Olszewska (ITB MORATEK, SWP),
- „Procedury oznaczeń substancji niebezpiecznych na wyrobach włókienniczych” – dr inż. Bogumił Gajdzicki (Stow. Pol. Chem. Kolorystów),
- „Wzory przemysłowe” – Krzysztof Michalczyk.

W trakcie sesji wykładowych funkcjonowała Wystawa Malarstwa prof. dr hab. inż. Tomasza Kapitaniaka (SIMP).

Udział Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Festiwalu polegał na zaoferowaniu możliwości uczestnictwa młodzieży szkolnej w dwóch wycieczkach technicznych. Pierwsza wycieczka zorganizowana przez mgr inż. Jacka Kuczkowskiego dotyczyła zwiedzania w dniach 16 – 18 kwietnia łódzkich elektrociepłowni EC-2, EC-3 i EC-4. Druga wycieczka, zorganizowana i prowadzona przez inż. Mirosława Grzelakowskiego oraz Witolda Talara dała możliwość zwiedzania w dniach 18 – 19 kwietnia zajezdni tramwajowej (na zdjęciach).

*Józef Wiśniewski
Fot. M. Grzelakowski*





XII Zjazd ŁOIIB

Tegoroczny XII Zjazd Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa odbył się 13 kwietnia br. w Hotelu Borowiecki w Łodzi. Uczestniczyło w nim 116 delegatów na 138 uprawnionych oraz zaproszeni goście, m.in.: Jacek Szer – zastępca głównego inspektora nadzoru budowlanego, Andrzej R. Dobrucki – prezes Krajowej Rady Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, Jadwiga Kaczorowska – prezes Regionalnej Izby Budownictwa w Łodzi, Dariusz Gawin – dziekan Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PŁ, Franciszek Mosiński – prezes Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, przedstawiciele Łódzkiego Urzędu Wojewódzkiego, nadzoru budowlanego oraz Łódzkiego Porozumienia Samorządów Zawodów Zaufania Publicznego.

W wystąpieniach i dyskusjach przewijały się dwa główne tematy: deregulacja zawodów zaufania publicznego oraz problemy związane z kwalifikacjami i doskonaleniem zawodowym członków PIIB. Zjazd przyjął uchwałę w sprawie stanowiska ŁOIIB dotyczącego prac nad deregulacją zawodów w budownictwie, w której m.in. czytamy: „(...) 1. Wobec zagrożenia obniżenia poziomu przygotowania inżynierów do samodzielnego wykonywania zawodu uznać za niekorzystne postulaty skrócenia czasu wymaganej praktyki zawodowej. 2. Odrzucić propozycje wyeliminowania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie rzeczoznawcy budowlanego. Zjazd dostrzega jednakże potrzebę zmiany obowiązujących przepisów w zakresie warunków nadawania tytułu rzeczoznawcy budowlanego oraz konieczność doprecyzowania formy wykonywania tej funkcji. Zjazd udziela pełnego poparcia dla działań PIIB w sprawie prac nad deregulacją zawodów w budownictwie”.

Delegaci, po wysłuchaniu sprawozdań z działalności organów ŁOIIB w 2012 r., udzielili absolutorium Radzie oraz podjęli stosowne uchwały. W wyniku wyborów uzupełniających delegatem ŁOIIB na Krajowe Zjazdy PIIB został mgr prawa inż. budownictwa Ryszard Kaniecki. Wręczono również honorową złotą odznakę PIIB, którą otrzymał mgr inż. Jan Gałązka.

Renata Włostowska



XV Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka w Warszawie

W dniach 25 – 28 kwietnia 2013 r. odbyła się jubileuszowa, piętnasta odsłona Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. Tegorocznym gospodarzem imprezy było Studenckie Koło Naukowe SEP przy Politechnice Warszawskiej wraz z Oddziałem Warszawskim SEP. W imprezie wzięło udział 112 osób z uczelni z całego kraju oraz zaproszeni goście. Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka to impreza cykliczna, organizowana od 1997 roku. Pierwsze ODME odbyły się w Szczecinie i stały się miejscem spotkań i wymiany poglądów studentów reprezentujących krajowe środowiska akademickie. Celem tegorocznego zjazdu było propagowanie wśród młodych elektryków tradycji Stowarzyszenia Elektryków Polskich, zachęcanie do działania w stowarzyszeniach i organizacjach skupiających inżynierów elektryków oraz integracja studenckich środowisk branżowych z całej Polski. Studenckie Koło SEP im prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej wystawiło, dzięki poparciu Oddziału Łódzkiego SEP, dziesięcioosobową reprezentację, która mogła uczestniczyć w zjeździe.

Inauguracja uroczystości odbyła się w czwartek, 25 kwietnia o godzinie 10.00, w małej auli w Gmachu Głównym Politechniki Warszawskiej. Otwarcia dokonali prorektor PW ds. rozwoju prof. dr hab. inż. Stanisław Wincenciak, dziekan Wydziału Elektrycznego PW prof. dr hab. Lech Grzesiak, wiceprezes SEP Stefan Granatowicz, prezes Oddziału Warszawskiego SEP Miłostawa Kujszczyk-Bożantowicz oraz przewodniczący Komitetu Naukowego prof. dr Stanisław Bolkowski.

W kolejnej części zostały wręczone medale i wyróżnienia Stowarzyszenia Elektryków Polskich: medal im. Michała Doliwo-Dobrowolskiego, medal im. prof. Pawła Jana Nowackiego oraz statuetki dla wyróżniających się nauczycieli, opiekunów i sojuszników młodzieży. Również Komitet ds. Promocji Osoby i Dzieła Michała Doliwo-Dobrowolskiego ufundował reprodukcje obrazów twórcy systemu trójfazowego i jego dworku rodzinnego, które zostały wręczone wyróżniającym się młodym liderom SEP. Wraz z dwiema koleżankami z Warszawy otrzymał je nasz kolega z SK SEP przy Politechnice Łódzkiej Krzysztof Kalusiński. Następnie prof. dr hab. inż. Antoni Dmowski wygłosił bardzo ciekawy wykład inauguracyjny na temat energetyki rozproszonej. W swoim wystąpieniu zwrócił uwagę na to, jakże aktualne zagadnienie, jakim są odnawialne źródła energii. Ostatnim punktem inauguracji były wystąpienia sponsorów imprezy: firm ZPUE Włoszczowa, Globema oraz PGE GiEK S.A. Po części oficjalnej uczestnicy mieli możliwość zwiedzenia laboratoriów Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej:

- Laboratorium Techniki Wysokich Napięć;
- Laboratorium Zakładu Techniki Światłowej;
- Laboratorium Automatyki i Robotyki;
- Laboratorium Komputerowego Widzenia i Przetwarzania Obrazu.

Był to bardzo ciekawy i pożyteczny punkt konferencji, w którym uczestnicy mogli zobaczyć nowoczesne laboratoria PW, uzyskać wiele informacji na temat nowinek technicznych od osób



Uczestnicy XV Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka

oprowadzających oraz zwiedzić kampus Politechniki Warszawskiej. Po kilkugodzinnym zwiedzaniu, zmęczeni uczestnicy mogli nabrać sił przy wspólnym obiedzie. Następnie, o godzinie 17.00 wszyscy zostali przewiezieni do Wojskowego Domu Wczasowego w Ryni nad Zalewem Zegrzyńskim. Tam, po zakwaterowaniu i wspólnej kolacji, skończył się pierwszy dzień konferencji.

Drugiego dnia ODME, po wspólnym śniadaniu, odbyła się sesja wykładowa. Organizatorzy zadbali o to, aby poruszane tematy były jak najbardziej aktualne, dotyczyły obecnych problemów światowej i polskiej energetyki oraz sytuacji młodego inżyniera na rynku pracy. Sesję seminaryjną rozpoczął prof. dr hab. Wojciech Żagan wykładem pt. „Iluminacja obiektów”. Referent, będący wybitnym specjalistą w temacie techniki oświetleniowej, przekazał uczestnikom swoją wiedzę dotyczącą oświetlania obiektów budowlanych. Zaprezentował podstawy teoretyczne i szereg przykładów tego, jak powinna wyglądać prawidłowa iluminacja, gdyż, jak pokazuje rzeczywistość, nie zawsze jest ona wykonana zgodnie z zasadami prawidłowego oświetlenia. Kolejny wykład „Technologie oświetleniowe” wygłosił dr inż. Piotr Pracki. Prezenter ukazał, w odróżnieniu od swojego poprzednika, trendy i zasady panujące w oświetleniu wnętrz. Przedstawił programy komputerowe wspomagające pracę projektanta oświetleniowego oraz przykłady wykonanych instalacji oświetleniowych. Trzecie wystąpienie wygłoszone przez dr inż. Danutę Miedzińską pt. „Nowe perspektywy energetyczne – ciepło z głębi ziemi” przybliżyło uczestnikom tematykę wykorzystania energii geotermalnej do produkcji energii elektrycznej. Referentka ukazała sposoby przetwarzania energii ciepła ziemi oraz źródła energii geotermalnej w Polsce. Sesję wykładową zakończyło wystąpienie dr inż. Piotra Biczela pt. „Sztuka inżynierii”. Prezenter w niezwykle energiczny sposób przedstawił obecną sytuację młodego inżyniera na rynku pracy. Ukazał zasady, jakimi powinien się kierować młody człowiek tak, aby był zarówno wartościowym pracownikiem, ale przede wszystkim, aby był wartościowym człowiekiem. Przemówienie to było niezwykle pozytywnie odebrane przez uczestników, o czym świadczyły gromkie brawa oraz seria dociekliwych pytań, jakie otrzymał referent.

Po wykładach na spotkanie z młodzieżą przybyli prezes SEP prof. dr hab. inż. Jerzy Barglik oraz sekretarz generalny SEP mgr inż. Andrzej Boroń. Padała masa pytań skierowana do prezesa SEP na temat przyszłości młodzieży w stowarzyszeniu. Spotkanie przebiegło w miłej atmosferze i przyniosło korzyści obu stronom.

W dalszej części konferencji odbyła się I runda Ligi Elektryków – konkursu, który stał się tradycją ODME i zawsze wzbudza ogromne emocje wśród uczestników oraz wyzwala ducha zdrowej rywalizacji. Pierwsza część Ligi składała się z dwóch konkurencji praktycznych zorganizowanych przez sponsorów. Firma FLUKE przygotowała minimodel rozdzielni elektrycznej. Zadaniem uczestników było odnalezienie za pomocą pirometru miejsc, w których zasymulowano uszkodzenia. Firma Globema udostępniła uczestnikom program za pomocą, którego symulowano pracę systemu elektroenergetycznego. Zadaniem uczestników było odpowiednie zaplanowanie funkcjonowania systemu tak, aby pracował on najbardziej ekonomicznie. W ramach Ligi Elektryków zorganizowano również turniej tenisa stołowego.

Drugi dzień konferencji zakończyła kolacja grillowa oraz wspólna zabawa.

Dzień trzeci był dniem wycieczkowym. Tuż po śniadaniu uczestnicy XV ODME wyruszyli zwiedzać twierdzę w Modlinie. Po kilkugodzinnej wyprawie nastąpiła II runda Ligi Elektryków. W ramach tej części zawodów zorganizowano grę w terenie – bieg na orientację. Uczestnicy zostali podzieleni na drużyny, których zadaniem było znalezienie „Świętego Graala”. Dotarcie do miejsca docelowego wymagało odszukania określonych punktów w lesie kampusu, które przybliżyły do rozwiązania



Reprezentanci SK SEP podczas Ligi Elektryków

zagadki. Nawet siarczysty deszcz nie przeszkodził uczestnikom w dobrej zabawie.

Po zakończeniu części sportowej Ligi Elektryków odbyło się spotkanie Studenckiej Rady Koordynacyjnej SEP, na którym poruszono tematy działalności poszczególnych kół SEP, kolejnych Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka, II Forum Młodzieży SEP, a także tematy dotyczące II Kongresu Elektryki Polskiej, konkursu International Management CUP 2013 oraz stworzenia monografii na pięćdziesięciolecie CKMiS. Obradom SRK przewodniczył kol. Piotr Szymczak wraz z kol. Krzysztofem Kalusińskim.

Po zakończeniu obrad rozpoczęła się uroczysta kolacja, na której podsumowano XV Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka. Spotkanie otworzyła Wanda Rachaus-Lewandowska, która przywitała gości i uczestników oraz podziękowała komitetowi organizacyjnemu za zaangażowanie przy organizacji ODME. Po rozpoczęciu uroczystości wszyscy wysłuchali hymnu Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. Następnie głos zabrał przewodniczący Centralnej Komisji Młodzieży i Studentów kol. Piotr Szymczak, który bardzo gorąco podziękował sponsorom i komitetowi organizacyjnemu za wspaniałe przygotowanie imprezy oraz wszystkim uczestnikom za niezwykle atmosferę podczas konferencji.



Zwiedzanie Twierdzy Modlin

Po krótkiej przerwie nastąpiło rozdanie dyplomów dla uczestników oraz oczekiwane przez wszystkich ogłoszenie wyników Ligi Elektryków. Przewodniczący CKMiS kol. Piotr Szymczak, prezes OW SEP Mirosława Kujarczyk-Bożentowicz oraz przewodnicząca komitetu organizacyjnego, kol. Beata Antosiewicz wręczyli nagrody dla uczestników z Uniwersytetu Technolo-

giczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy za zajęcie I miejsca, dla uczestników z Oddziału Tarnobrzskiego za zajęcie II miejsca oraz uczestnikom z Oddziału Wałbrzyskiego za zajęcie III miejsca w Lidze Elektryków. Dalszą część wieczoru uczestnicy spędzili na wspólnej zabawie do białego rana.

Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej reprezentowały następujące osoby: Wojciech Łyżwa (prezes SK SEP), Robert Bakalarski (wiceprezes SK SEP), Krzysztof Kalusiński (przewodniczący Studenckiej Rady Koordynacyjnej SEP), Marcin Rybicki (wiceprezes SB IEEE), Adam Maciejewski, Konrad Olbiński, Adrian Chojecki, Bogumiła Chabir, Kinga Janczak, Jarosław Bruszewski. Chcielibyśmy zaznaczyć,

że po raz kolejny nasza reprezentacja była jedną z najbardziej licznych podczas Ogólnopolskich Dni Młodego Elektryka. Jednocześnie chcemy dodać, że ogromnym zainteresowaniem cieszyły się koszulki naszego Oddziału.

Pragniemy serdecznie podziękować Oddziałowi Łódzkiemu SEP za faktyczne wsparcie, jakim otacza młodych członków SEP poprzez zapewnienie rokrocznie udziału w Ogólnopolskich Dniach Młodego Elektryka. Dziękujemy również za otrzymane wsparcie finansowe. Podziękowania składamy również na ręce władz Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

*Wojciech Łyżwa
Krzysztof Kalusiński*

X Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka

To już jubileuszowe, dziesiąte spotkanie młodych elektryków. W dniu 10 kwietnia bieżącego roku na wydziale Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki odbyły się X Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka, które zostały zorganizowane przez Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej oraz Student Branch IEEE Lodz University of Technology (skrót SB IEEE LUT).



Oficjalne powitanie uczestników

Wojewódzkie Dni Młodego Elektryka są skierowane do uczniów szkół ponadgimnazjalnych o profilu elektrycznym. Celem naszej imprezy było wyłonienie najlepiej zapowiadających się elektryków oraz zachęcenie młodych i ambitnych uczniów do kontynuowania swojej nauki na wyższych szczeblach edukacyjnych. Taki dzień jest znakomitą okazją do zaprezentowania wydziału EEIA od strony zaplecza badawczego, jak i oferty dydaktycznej. WDME z każdym kolejnym rokiem cieszą się coraz większą popularnością i przybywa coraz więcej osób zainteresowanych naszym sposobem integracji młodych elektryków. W tegorocznej imprezie wzięło udział 8 szkół ponadgimnazjalnych z województwa łódzkiego:

- Zgierski Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. Jana Pawła II,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 1 im. Pułku Piechoty w Łowiczu,
- Zespół Szkół nr 2 im. prof. Janusza Groszkowskiego w Pabianicach,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 im. Jana Szczepaniaka w Łodzi,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 im. Marszałka Józefa Piłsudskiego w Łodzi,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 1 im. Tadeusza Kościuszki w Tomaszowie Mazowieckim,
- Technikum Energetyczne w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 3 im. L. Czyżewskiego w Bełchatowie,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej.

Imprezę rozpoczął wiceprzewodniczący SB IEEE LUT Marcin Rybicki, który jednocześnie powitał zaproszonych gości: władze wydziału EEIA, przedstawicieli Oddziału Łódzkiego SEP oraz uczestników X WDME wraz z opiekunami. Krótko scharakteryzował i przedstawił działalność SK SEP. Następnie prodziekana ds. studiów niestacjonarnych, dr hab. inż. Andrzej Kanicki, prof. nadzw. przedstawił prezentację dotyczącą historii Politechniki Łódzkiej ze szczególnym uwzględnieniem wydziału EEIA. Podczas tej prezentacji uczniowie szkół ponadgimnazjalnych mogli się dowiedzieć o kierunkach, jakie może zaoferować im nasz wydział. W kolejnej części spotkania przedstawiciel zarządu Oddziału Łódzkiego SEP, wiceprezes ds. naukowo-technicznych dr inż. Józef Wiśniewski wygłosił prezentację na temat OŁ SEP. Była to również możliwość pokazania Stowarzyszenia Elektryków Polskich jako instytucji, która wspiera oraz umożliwia rozwój kariery zawodowej i odgrywa ważną rolę w życiu zawodowym każdego elektryka.

Po uroczystym otwarciu kolega Adrian Chojecki zaprezentował projekty wykonane przez studentów, m.in. „Rowerową Elektrownię Domową”, „Działko magnetyczne Coilgun” oraz „Cewkę Tesli”. Wszystkie projekty wzbudziły ogromne zainteresowanie wśród uczestników.



Pokaz stanowiska laboratoryjnego – Laboratorium Robotyki

W dalszej części nadszedł czas na zwiedzanie przez uczniów jednostek dydaktycznych wydziału EEIiA m in.:

- Instytutu Elektroenergetyki,
- Instytutu Systemów Inżynierii Elektrycznej,
- Instytutu Elektroniki,
- Instytut Automatyki

W Instytucie Elektroenergetyki prowadzący oprowadzili uczniów po Laboratorium Inżynierii Wysokich Napięć, gdzie mogli oni zaobserwować sposoby pomiarów wyładowań elektrycznych oraz aparaturę z tym związaną. Mogli również zwiedzić Laboratorium Oświetlenia oraz Laboratorium Odnawialnych Źródeł Energii, gdzie zostali zapoznani z zagadnieniami dotyczącymi ogniw fotowoltaicznych, turbin gazowych, wiatraków oraz ogniw wodorowych. W Instytucie Systemów Inżynierii Elektrycznej zwiedzający mieli możliwość zetknięcia się z pomiarami prędkości liniiowych, czujnikami i przetwornikami temperatury, pomiarami sił skręcających oraz z wykorzystaniem tensometrów do pomiaru naprężeń i masy. W Instytucie Elektroniki gościom zostały zaprezentowane prace prowadzone przez doktorantów tego Instytutu oraz mieli oni możliwość zwiedzenia Laboratorium Inżynierii Akustycznej.

W Instytucie Automatyki uczestnicy zwiedzali Laboratorium Robotyki, w którym zostały przedstawione nowoczesne roboty pracujące we współczesnym przemyśle. Tego typu roboty o wielkości człowieka są w stanie manipulować z ogromną szybkością i precyzją przedmiotami o wadze do kilkuset kilogramów. We wszystkich odwiedzonych jednostkach goście zostali zapoznani z pracowniami laboratoryjnymi oraz nowościami technicznymi, nad którymi pracują aktualnie pracownicy Politechniki Łódzkiej.



Uczestnicy XWDME podczas testu praktycznego

Kolejnym etapem był test z wiedzy teoretycznej oraz praktycznej, podczas którego uczestnicy mogli sprawdzić swoje umiejętności. Test teoretyczny składał się z 30 pytań zamkniętych jednokrotnego wyboru, natomiast tegoroczny konkurs praktyczny wymagał dużej wiedzy i umiejętności, co było widać po przebiegu konkursu, z którym nie każdy zespół sobie poradził. Uczestnicy konkursu montowali rozdzielnicę, w której należało umieścić: wyłączniki instalacyjne typu „S”, wyłączniki różnicowoprądowe oraz żarówki LED. Zawodnicy musieli dobrać odpowiednie wyłączniki spośród wielu rodzajów, kierując się ściśle określonym schematem. Elementy, które zostały użyte w konkursie praktycznym udostępniła firma Chint Poland.

Podczas trwania konkursu, pozostała część zaproszonych gości została przeszkolona przez Adama Bakalarza z tematu „Jak uczyć się języków obcych”. Szkolenie to cieszyło się sporym zainteresowaniem, z uwagi na bardzo przyjemny i prosty sposób nauki języka obcego.

Następnie została przedstawiona prezentacja dotycząca działalności Studenckiego Koła SEP przy Politechnice Łódzkiej im prof. Michała Jabłońskiego oraz Student Branch IEEE Lodz University of Technology, którą wygłosił sekretarz SK SEP Adam Maciejewski. Opowiedział o sprawach bieżących i zrealizowanych projektach przez członków SK SEP. W czasie prezentacji ocenione zostały zmagania szkół z przeprowadzonego konkursu teoretycznego i praktycznego.

Zwycięzcą jubileuszowych dziesiątych zmagania młodych elektryków został Zespół Szkół nr 2 im. prof. Janusza Groszkowskiego w Pabianicach. Drugie miejsce zajął Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej w Łodzi. Trzecie miejsce zajęło Technikum Energetyczne w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 3 im. L. Czyżewskiego w Bełchatowie.

Podczas oficjalnego zakończenia X Wojewódzkich Dni Młodego Elektryka ogłoszono wyniki konkursów, wręczono zwycięzcą puchar i naorodv rzeczowe.



Organizatorzy X Wojewódzkich Dni Młodego Elektryka wraz z Małgorzatą Golicką-Jabłońską

Szczególne podziękowania składamy firmie Chint Poland, która udostępniła wszystkie potrzebne materiały i elementy do przeprowadzenia konkursu praktycznego. Wielkie podziękowania również nauczycielom akademickim, którzy udostępniili i umożliwili zwiedzanie laboratoriów dydaktycznych podczas X Wojewódzkich Dni Młodego Elektryka.

*Marcin Rybicki
przewodniczący
Student Branch IEEE Lodz University of Technology*

Sprawozdanie z wyborów do zarządu Student Branch IEEE Lodz University of Technology

W dniu 6 maja 2013 roku, na Wydziale Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki odbyły się wybory nowego zarządu Student Branch IEEE Lodz University of Technology (skrót SB IEEE LUT).

Na zebranie wyborcze został zaproszony założyciel i jednocześnie pierwszy przewodniczący SB IEEE LUT dr inż. Paweł Kelm, który pełnił funkcję obserwatora podczas wyborów.

Wybory nowego Zarządu Koła przebiegały w ściśle określonym porządku. Przewodniczącym zebrania został wybrany kol. Wojciech Łyżwa, a sekretarzem kol. Adam Maciejewski. Powołana została również dwuosobowa Komisja Skrutacyjna w składzie: Robert Bakalarski i Krzysztof Kalusiński.

Zgodnie z decyzją wszystkich uprawnionych do głosowania osób, wybory zostały przeprowadzone w sposób jawny.

Na funkcję przewodniczącego zostało zgłoszonych dwóch kandydatów:

- Marcin Rybicki z liczbą głosów 11
- Konrad Olbiński z liczbą głosów 1

Na funkcję wiceprzewodniczącego zostało zgłoszonych czterech kandydatów:

- Konrad Olbiński z liczbą głosów 6
- Andrzej Giercarz z liczbą głosów 4
- Michał Dębowski z liczbą głosów 1
- Piotr Woźniak z liczbą głosów 1

Na funkcję sekretarza/skarbnika zostały zgłoszone dwie kandydaty:

- I TURA
 - Emilia Koziarska z liczbą głosów 6
 - Andrzej Giercarz z liczbą głosów 6
- II TURA
 - Emilia Koziarska z liczbą głosów 8
 - Andrzej Giercarz z liczbą głosów 4

Podsumowanie wyborów zarządu Student Branch IEEE Lodz University of Technology:

- przewodniczący** – Marcin Rybicki
- wiceprzewodniczący** – Konrad Olbiński
- sekretarz/skarbnik** – Emilia Koziarska

*Marcin Rybicki
przewodniczący*

Student Branch IEEE Lodz University of Technology

Wizyta w ZPUE Włoszczowa

Na zaproszenie dyr. Artura Dobosz, kilka dni temu grupa działaczy Oddziału Łódzkiego SEP, na czele z wiceprezesem kol. Andrzejem Gorzkiewiczem oraz sekretarzem generalnym SEP kol. Andrzejem Boroniem, odwiedziła ZPUE we Włoszczowej. Wcześniej, w dniu 18 kwietnia 2013 r., na spotkanie w Łodzi ZPUE Włoszczowa prezentowała członkom OŁ SEP swoje wyroby, historię i osiągnięcia.

W firmie przyjęł nas osobiście dyr. A. Dobosz i po krótkim spotkaniu w sali konferencyjnej, przy kawie i ciastku, poprowadził do hal produkcyjnych. Mieliśmy okazję zapoznać się z procesem produkcyjnym z bliska i dosłownie od podstaw.

Rok 1988 to początek historii ZPUE, Bogusław Wypychewicz rozpoczął jednoosobową działalność gospodarczą – produkcję złączy kablowych i tablic elektrycznych. Kilka lat potem, w 1996 roku, wraz z żoną Małgorzatą, założył spółkę akcyjną – Zakład Produkcji Urządzeń Elektrycznych B. Wypychewicz S.A. Spółka stała się jedynym producentem nowoczesnych rozłączni-

ków i rozdzielnic w izolacji SF6 na terenie Europy Środkowej i Wschodniej.

Rok 2009 to intensywna rozbudowa obiektów zakładu: hali montażu rozdzielnic w stacjach kontenerowych, hali montażu aparatury rozdzielczej, hali czystego montażu. ZPUE S.A. zawarła umowy o dofinansowanie inwestycji spółki (o łącznej wysokości 28 milionów złotych) z unijnego Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka POIG 1.4-4.1 w wysokości prawie 14 milionów złotych na realizację projektu „Badanie i wdrożenie do produkcji trójfunkcyjnego łącznika izolacyjnego ŚN”.

W 2010 roku spółka została liderem sprzedaży małogabarytowych rozdzielnic w Polsce. Uruchomiono jedną z największych w Polsce automatyczną linię do proekologicznego malowania z zastosowaniem technologii farb proszkowych i procesu bezchromowej obróbki aluminium; linia wykorzystuje innowacyjne techniki nanotechnologiczne. Po raz pierwszy wykorzystano roboty w procesie produkcyjnym – linia do obróbki plastycznej blach.

Dziś Grupa Kapitałowa ZPUE jest producentem urządzeń do przesyłu i rozdziału energii elektrycznej. Firma prowadzi także działalność handlową w zakresie materiałów do budowy sieci i urządzeń elektroenergetycznych. Z powodzeniem zajmuje się kompleksową realizacją inwestycji w zakresie dostaw i montażu oraz uruchomienia urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. Asortyment wyrobów produkowany przez Grupę Kapitałową ZPUE obejmuje:

- rozdzielnice średniego napięcia;
- rozdzielnice niskiego napięcia;
- kontenerowe stacje transformatorowe;
- słupowe stacje transformatorowe;
- wyłączniki, rozłączniki i odłączniki średniego napięcia;
- konstrukcje energetyczne;
- obudowy i złącza kablowo-pomiarowe.

Kluczowym asortymentem grupy są rozdzielnice średniego i niskiego napięcia, będące elementem wyposażenia stacji transformatorowych. ZPUE Włoszczowa jest jedynym polskim producentem rozdzielnic i rozłączników średniego napięcia w izolacji SF6. W zakładzie ZPUE Katowice wytwarzane są rozdzielnice średniego i niskiego napięcia pierwotnej dystrybucji: do GPZ-tów, dla elektrowni, przemysłu petrochemicznego, wydobywczego i hutnictwa. Produkowane są tutaj również obudowy do rozdzielnic i szaf sterowniczych, obudowy transformatorów, mostów szynowych niskiego i średniego napięcia, układów SZR oraz baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej.

Przedsiębiorstwo jest krajowym liderem w segmencie produkcji kontenerowych stacji transformatorowych. Obudowy tych stacji wykonywane są w zakładzie we Włoszczowie z betonu lub aluminium.

Pozostałe produkowane przez grupę wyroby to: słupowe stacje transformatorowe, aparatura łączeniowa średnich napięć, konstrukcje do budowy linii napowietrznych.

We Włoszczowie znajduje się jedna z najwcześniejszych w Europie linii do produkcji żerdzi wirowanych.

Firma zajmuje się również handlem urządzeniami i materiałami do budowy sieci i urządzeń elektroenergetycznych (transformatory oraz aparatura elektryczna). Uzupełnieniem oferty są produkty wytwarzane w ZPUE Gliwice, w tym:

- obudowy termoutwardzalne;
- złącza kablowe;
- złącza pomiarowe;
- szafy oświetlenia ulicznego;
- rozdzielnice elektryczne;
- złącza kablowe i oświetleniowe terenu.

Głównymi odbiorcami wyrobów ZPUE są zakłady energetyczne (dystrybutorzy energii), zakłady przemysłowe, obiekty użyteczności publicznej, wykonawcy robót elektrycznych, hurtownie urządzeń elektrycznych.

Po pobycie w halach produkcyjnych, po obfitym i smacznym obiedzie, wróciliśmy do sali, aby podsumować wizytę w tym na wskroś nowoczesnym, polskim, ale jakże europejskim zakładzie.

Trzeba też wspomnieć, że w zakładzie istnieje Zakładowe Koło SEP, zrzeszające obecnie ponad stu członków.

Dziękujemy władzom spółki, a szczególnie dyrektorowi Arturowi Doboszowi za miłą, uczącą i koleżeńską gościnę w ZPUE Włoszczowa. Zapraszamy do ponownej wizyty w Łodzi.

*Na podstawie strony: <http://zpue.pl/>
MB*

Energopolis przyczynkiem do dyskusji

Ostatnie zebranie Koła Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy Dalkia Łódź S.A. w dniu 23 kwietnia 2013 r. po wyczerpaniu tematyki nowoczesnego oświetlenia zostało przeznaczone na przypomnienie historycznych wydarzeń związanych z energetyką łódzką. Okazją była projekcja filmu „Energopolis” autorstwa Bogny, Agnieszki i Jana Bohdanowiczów z Filmowego Archiwum Historii Opowiedzianej. Realizację zapewniła Fundacja „Aby nikt nie zginął”, której partnerem była Dalkia.

Udział kilku dawnych pracowników EC 1 spowodował, że po projekcji wywiązała się dyskusja nad niektórymi fragmentami prezentacji, choć już historii to nadal żywej w pamięci wielu energetyków łódzkich.

Za udostępnienie filmu podziękowania dla Wydziału Komunikacji Dalkia Łódź S.A.

W części organizacyjnej zebrania przedstawiono zamierzenia organizacyjne Koła na rok bieżący, zwracając uwagę na przekraczającą



oczekiwania liczbę chętnych do zapoznania się z blokiem 858 MW w Elektrowni Bełchatów. Relacja z tego wyjazdu już wkrótce.

Jacek Kuczkowski

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH



Oddział Łódzki

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

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

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

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

http://sep.p.lodz.pl

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

Ceny szkoleń organizowanych przez OŁ SEP są zwolnione z podatku VAT

OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA OŁ SEP

oferuje bogaty zakres usług technicznych i ekonomicznych:

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

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

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