

Adam Durski<sup>1</sup>

## DIAGNOSTYKA IZOLACJI PRZEKŁADNIKÓW ŚREDNIEGO NAPIĘCIA W ZALEWIE ŻYWICY EPOKSYDOWEJ

**Streszczenie:** Analiza dopuszczalnych naprężeń dielektrycznych w izolacji przekładników średniego napięcia zalewanych żywicą epoksydową pozwoli na zmniejszenie intensywności wyładowań niezupełnych i spowolnieniu procesu starzenia. Studium doświadczalne zostało wykonane na próbkach żywicy z wypełniaczem mineralnym, które odwzorowują układ izolacyjny przekładnika produkowanego w ABB Zwar S.A.. Statystyczna obróbka zarejestrowanych wyładowań jest prowadzona dwustopniowo: przy użyciu programów stanowiących integralną część cyfrowego analizatora wyładowań TE 571 oraz poprzez algorytm identyfikujący podobne rozkłady wyładowań, które charakteryzują typowe uszkodzenia izolacji żywicznej. Dalsze rozwinięcie projektu obejmuje symulację procesów starzeniowych wywołanych długotrwałą eksploatacją na drodze przyspieszonego starzenia napięciem o podwyższonej częstotliwości.

**Słowa kluczowe:** wyładowania niezupełne, izolacja żywiczna, przekładnik.

### 1. Wstęp

Konkurencja jest źródłem postępu. W ostatnich 20 latach nastąpił kolosalny postęp technologii w przetwórstwie żywic epoksydowych. Wyładowania niezupełne mają ogromne znaczenie w zapewnieniu właściwej jakości urządzeń wysokiego oraz średniego napięcia. Dlatego też ocena rozkładów wyładowań niezupełnych jest ważnym lecz ogromnie trudnym zadaniem [2]. Bardzo istotne stało się również poznanie zjawisk towarzyszących wykonaniu izolacji żywicznej [3]. Właściwe normy krajowe oraz międzynarodowe jak również rosnące wymagania klientów na rynkach międzynarodowych rodzą potrzebę ograniczenia intensywności wyładowań w układzie izolacyjnym przekładnika. Umożliwia to pracę przy wyższym napięciu, a zarazem przy wyższych naprężeniach dielektrycznych. Podjęto studium eksperymentalne nad mechanizmem wyładowań w żywicy z wypełniaczem mineralnym, a także w szczelinach gazowych nieunikniomych w rzeczywistym uzwojeniu wysokiego napięcia.

Pomiary wyładowań przeprowadzono na próbkach o kontrolowanym rozkładzie pola, obliczonego metodą elementów skończonych. Pomiary były wykonywane cyfrowym analizatorem wyładowań niezupełnych wyposażonym w program analizy statystycznej

<sup>1</sup> ABB Zwar S.A. w Przasnyszu

zarejestrowanych wyładowań. Dalsza obróbka wyników polega na wyznaczeniu podobieństwa pomiędzy typowymi rozkładami uzyskanymi dla wzorcowych uszkodzeń izolacji, a rozkładami zarejestrowanymi na badanych próbkach.

W ten sposób zostanie stworzona własna baza danych typowych uszkodzeń właściwych dla technologii stosowanej w ABB Zwar S.A.

W drugiej fazie projektu próbki będą poddawane przyspieszonemu starzeniu przy napięciu o podwyższonej częstotliwości i poziomie naprężeń.

Synteza wyników doświadczalnych pozwoli na stworzenie modelu odwzorowującego rozwój wyładowań niezupełnych w układzie izolacyjnym przekładnika.

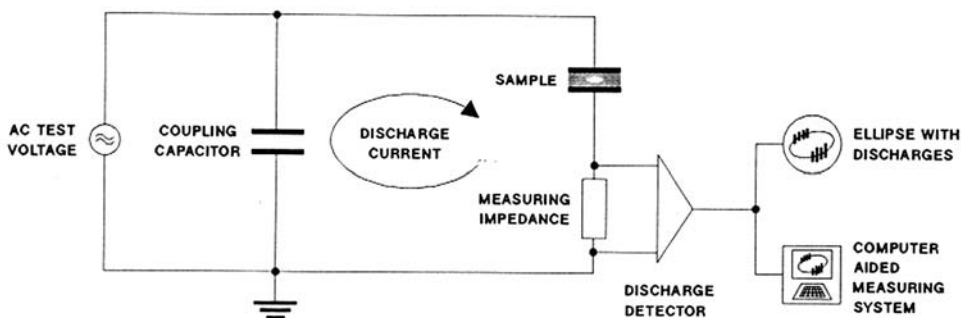
## 2. Opis eksperymentu

### 2.1 Układ pomiarowy

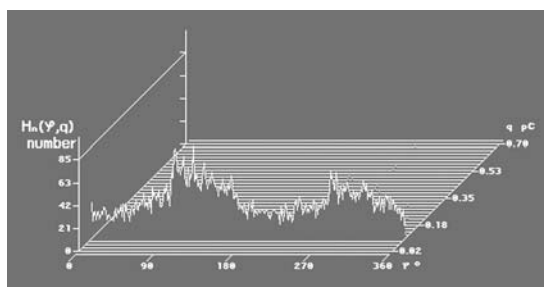
Układ pomiarowy jest przedstawiony na rys. 1 i składa się z :

- transformatora probierczego ACS 100 kV 0,7 A 50 –250 Hz,
- analizatora wyładowań niezupełnych TE 571 –1,
- dzielnika pojemnościowego,
- czwórnika sprzęgającego,
- prądnicy 50 – 250 Hz.

Poziom tła 0,5 pC jest osiągalny przy napięciu 100 kV.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego [1]



Rys. 2. Pomiar poziomu tła 75 kV –0,18 pC

## 2.2 Opis badanych próbek

W celu zasymulowania różnych nateżeń dielektrycznych przygotowano szereg próbek zalanych mieszanką epoksydową. Wybrane konfiguracje elektrod:

- dwie elektrody kuliste,
- elektroda płaska z przewodem,
- elektroda płaska z kulistą,
- elektroda płaska z igłą,
- dwie elektrody płaskie,
- dwie elektrody płaskie ze szczeliną.

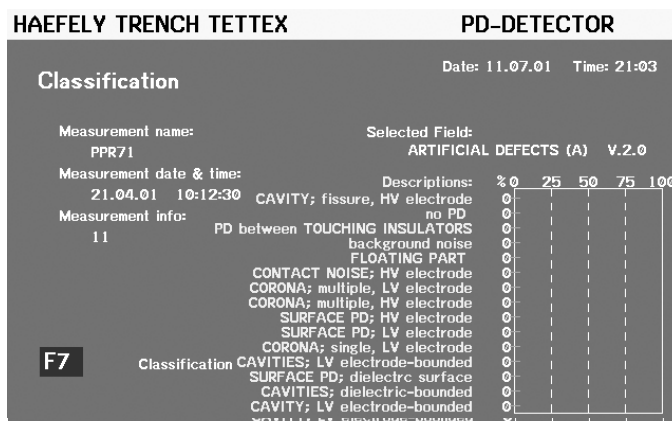
Odstęp pomiędzy elektrodami wynosił 2,5 - 3 mm.

## 3. Podsumowanie

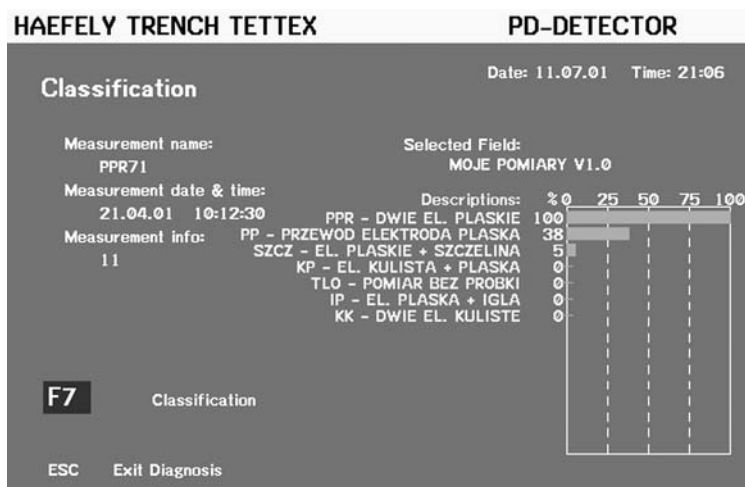
Wykonano 70 pomiarów w sześciu kategoriach. Średnie nateżenie pola wahało się w granicach 3,7-31,2 kV/mm. Uśrednione wyniki przedstawia Tab. 1. Utworzony został własny bank danych w TE 571. Pozwala dokonać identyfikacji źródła wyładowań niezupełnych na podstawie rozkładu oraz w porównaniu z bankiem danych. Rys. 4 oraz Rys.5.



Rys. 3. Bank danych utworzony z wyników pomiarów



Rys. 4. Porównanie wyników próbki PPR71ze standardowym bankiem danych



Rys. 5. Porównanie wyników próbki PPR71z nowym bankiem danych

Tabela 1. Uśrednione wyniki pomiarów

Typ próbki	Napięcie średnie	Średni poziom wyładowań niezupełnych
	KV	pC
Dwie elektrody kuliste	93,5	1,5
Elektroda płaska z przewodem (O 0,8)	70,9	5,0
Elektroda płaska z kulistą	38,9	13,3
Elektroda płaska z igłą	29,8	44,6
Dwie elektrody płaskie	25,3	349,8
Dwie elektrody płaskie ze szczeliną	11,2	866,7

#### 4. Wnioski

1. Artykuł przedstawia pracę w czasie realizacji. Przedstawione wyniki zgromadzone w pierwszym etapie realizacji pracy.

2. Opracowano technikę wykonywania próbek odwzorowujących rzeczywisty układ izolacyjny przekładnika w izolacji żywicznej.

3. Cyfrowy analizator wyładowań niezupełnych TE 571 umożliwia identyfikację rozkładów niezupełnych.

4. Rozkłady wyładowań niezupełnych są korelowane z fizycznymi źródłami wyładowań niezupełnych.

5. W dalszej części projektu przewidziane jest symulowanie procesów starzenia oraz wpływ tego procesu na rozwój wyładowań niezupełnych.

## Literatura

- [1] **A. Krivda** : *Recognition of discharges. Discrimination and classification.* Delft: Delft University Press, 1995
- [2] **Kartin Engel, Dirk Peier** : *Physically Based Interpretation of Partial Discharges in Flat Cavities:* 10th International Symposium on High Voltage Engineering. Montreal, Quebec, Canada, 1977
- [3] **Włodek R., Zydrón P.**: *Wybrane zagadnienia metod cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych wyładowań niezupelnych.* III Ogólnopolskie Sympozjum Inżyniera Wysokich Napięć. Poznań/Kiekrz, 1996

### DIAGNOSIS OF MEDIUM VOLTAGE INSTRUMENT TRANSFORMERS INSULATION BASED ON EPOXY RESIN.

Partial discharge measurements are of great regard to quality assurance of high and medium voltage apparatus. Therefore the evaluation of measured PD pattern is an important but also difficult task. Analysis of maximum dielectric stress in medium voltage instrument transformers insulation could help to avoid high partial discharges. A set of samples casted in epoxy resin with different electrodes configurations was made. Statistical analyse is made in two steps: using software integrated in TE 571 and using external software. Behaviour of partial discharges will be investigated from samples supplied with higher voltage and frequency during next part of project. Key words: partial discharge, insulation, epoxy resin, instrument transformer.