

Andrzej Jaglarz<sup>1</sup>, Zbigniew Gniadek<sup>1</sup>

## WYBRANE ZAGADNIENIA EKSPLOATACYJNE W ZAKRESIE IZOLACJI ŚN, W ZET S.A.

**Streszczenie:** W referacie przedstawiono wybrane problemy eksploatacyjne związane z awaryjnością różnych rodzajów kabli średniego napięcia, izolatorów, ograniczników przepięć, oraz działania podjęte w celu ograniczenia częstotliwości występowania uszkodzeń.

**Słowa kluczowe:** awaryjność, kable elektroenergetyczne, stan techniczny, izolator wiszący i izolator stojący, ogranicznik przepięć, działania zmniejszające awaryjność.

### 1. Wstęp

Niezawodność dostawy energii elektrycznej wobec obowiązujących uregulowań prawnych stanowi dla przedsiębiorstw zajmujących się dystrybucją pierwszorzędnego znaczenie. Każda przerwa spowodowana awarią w sieci dystrybucyjnej stanowi dla Zakładów Energetycznych problem nie tylko ekonomiczny, ale i rzutuje na wizerunek firmy.

Znaczny procent awarii występujących w sieci związany jest z wystąpieniem zjawisk osłabienia izolacji w urządzeniach i elementach osprzętu liniowego wynikających z różnych przyczyn.

Analiza awaryjności w ZET S.A. wykazuje, iż obok poznanych charakterystycznych uszkodzeń kabli szczególnie niesieciowanych występuje w znacznym stopniu nowa kategoria uszkodzeń związanych z izolatorami i ogranicznikami przepięć w sieci średniego napięcia, która stanowi obecnie znaczny procent uszkodzeń.

### 2. Awaryjność kabli w sieci ŚN

ZET S.A. eksploatuje ogółem 679 km kablowych linii elektroenergetycznych, które pracują na napięciu 30, 15 i 6 kV głównie na terenach miejskich.

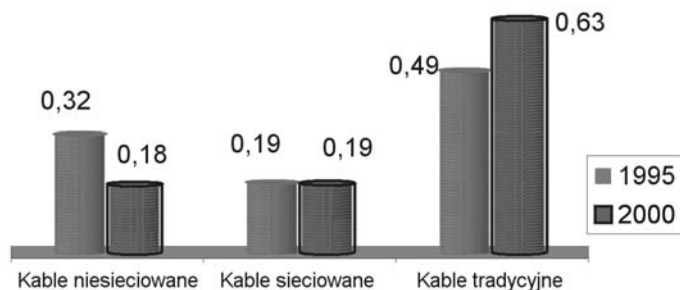
– W eksploatacji znajdują się następujące typy kabli:

---

<sup>1</sup> Zakład Energetyczny Tarnów S.A.

- HAKFta, HAKnFta, kable o izolacji papierowej, tzw. tradycyjne.
- HAKY – to kable z izolacją papierową w ostonie polwinitu.
- NHAKBA – kable w izolacji papierowej produkcji jugosłowiańskiej lub hiszpańskiej
- YHdAKX, YHdtAKX, YHAKX – z izolacją z polietylenu nieusieciowanego
- YHAKXS – z izolacją z polietylenu usieciowanego.
- XURHAKXS – z izolacją z polietylenu usieciowanego uszczelnione wzdłużni i poprzecznie.

Przekroje tych kabli zawierają się w granicach od 16 do 240 mm<sup>2</sup>. Różnorodność osprzętu stosowanego w liniach kablowych wynika z rozwoju technicznego i dostępu do nowych technologii wykonywania połączeń. Obecnie stosujemy osprzęt oparty na technologii termo i zimnokurczliwej z wykorzystaniem elementów powszechnie dostępnych na rynku krajowym. Nasilenie uszkodzeń kabli niesieciowanych w latach 1995 – 1997 wynikających z osłabienia izolacji na skutek drzewienia materiału izolacyjnego spowodował, iż podjęto zdecydowane działania w celu ograniczenia ilości występowania awarii. Problem kabli z izolacją z polietylenu nieusieciowanego zmusił ZET.S.A. do określenia szczególnych zasad prowadzenia eksploatacji tych kabli. Jedną z pierwszych metod mających na celu wyeliminowanie lawinowych uszkodzeń kabli było zainstalowanie w ciągach kablowych wskaźników przepływu prądu zwarcia i ograniczenie próbnych łączów do jednego po wyłączeniu danego ciągu przez zabezpieczenia. Równocześnie przeprowadzono ocenę stanu technicznego ograniczników przepięć w polach odgromnikowych, co wobec pracy sieci średniego napięcia z izolowanym punktem zerowym miało szczególne znaczenie dla ograniczenia poziomu przepięć łączeniowych. Dzięki zastosowaniu tych stosunkowo prostych metod uzyskano obniżenie ilości awarii i skrócenie czasu lokalizacji uszkodzonych odcinków kabli. Widoczny spadek ilości awarii wystąpił w 1998 i 1999r po wprowadzeniu w GPZ uziemienia punktu zerowego sieci 15kV przez rezystor. Zastosowane metody pozwoliły na wydłużenie żywotności izolacji kabli i sukcesywną ich wymianę w ramach zadań eksploatacyjnych i inwestycyjnych. Prowadzona na bieżąco od 1994r. analiza uszkodzeń kabli daje obraz występowania awarii na poszczególnych odcinkach kablowych i jest podstawą do podjęcia decyzji o zakresie wymiany kabli w następnym roku. Po określeniu środków decyzje o wymianach kabli podejmowane są na bieżąco w ciągu roku po wystąpieniu awarii na kablu. Zmianę struktury eksploatowanych kabli w roku 2000 w porównaniu do roku 1995 ze względu na rodzaj izolacji przedstawiono na wykresie nr 1.



Wykres nr 1. Zmiana struktury eksploatowanych kabli

Jak widać z powyższego wykresu w ciągu pięciu lat wymieniono blisko połowę dotychczas eksploatowanych kabli niesieciowanych na rzecz kabli tradycyjnych.

Dla porównania w tabelach przedstawiono dane dotyczące awaryjności kabli w latach poprzednich.

Statystykę uszkodzeń kabli w latach 1994-2000 przedstawiono w tabeli nr 1

**Tabela nr 1** Uszkodzenia kabli

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Ilość uszkodzeń kabli ogółem	208	225	237	245	215	190	159
Ilość uszkodzeń kabli niesieciowanych	132	163	190	177	122	126	75
Ilość uszkodzeń pozostałych kabli	76	62	47	68	93	64	84

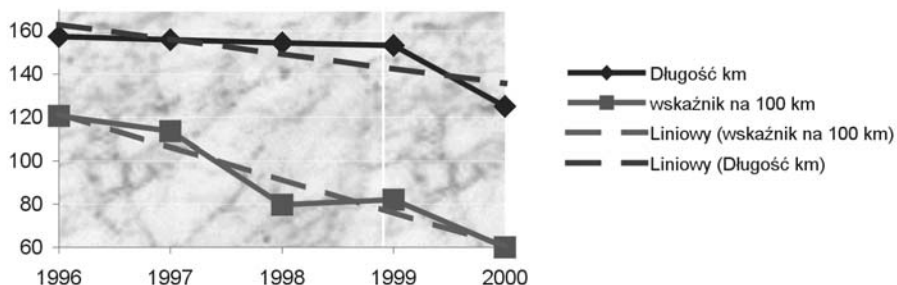
Osiągnięte wskaźniki uszkodzeń określone jako ilość uszkodzeń na 100 km/rok danego typu kabli przedstawiono w tabeli nr 2.

**Tabela nr 2**

	Długość km	Ilość uszkodzeń	Wskaźnik [100 km/rok.]
Kable niesieciowane 31.12-1996r.	157,5	190	120,6
Kable niesieciowane 31.12-1997r. /km/	56	177	113,4
Kable niesieciowane 31.12-1998r. /km/	154,5	122	79,6
Kable niesieciowane 31.12-1999r. /km/	153,2	126	82,2
Kable niesieciowane 31.12-2000r. /km/	124,9	75	60

Z przedstawionych powyżej danych wynika, iż największy wpływ na poziom wskaźnika uszkodzeń ma wymiana kabli

Przedstawiona na wykresie nr 2 linia trendu wskaźnika awaryjności ma tendencję bardziej malejącą niż linia trendu spadku długości posiadanych kabli niesieciowanych. Wskazuje to na poprawność działań przyjętych w ZET.S.A.



**Wykres nr 2**

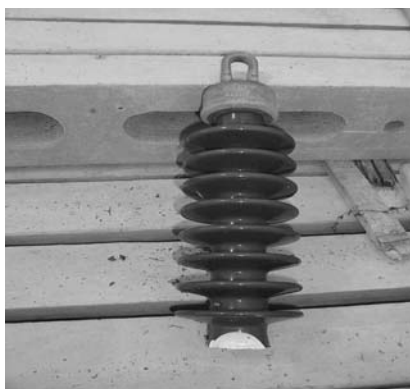
### 3. Awaryjność izolatorów w sieci SN

W ostatnich latach w ZET S.A. zanotowano zdecydowany wzrost awaryjności izolatorów w sieciach napowietrznych szczególnie średniego napięcia. Uszkodzenia te wykazują tendencję wzrostową. Uszkodzenia izolatorów w ciągu ostatnich 3 lat przedstawiono w tabeli nr 4.

**Tabela nr 4**

Rok	1998	1999	2000
Przepustowe	2	1	5
Stojące	68	71	103
Wiszące	70	97	212
Wsporcze	4	7	0

Największa ilość uszkodzeń wystąpiła w grupach izolatorów wiszących i stojących. Przyczyny uszkodzeń izolatorów wiszących to przede wszystkim pęknięcie i zrywanie się izolatora w okolicy okucia. Nasilenie awarii izolatorów następuje w okresach gwałtownych zmian temperatur w okresach jesienno-zimowych i zimowo-wiosennych.



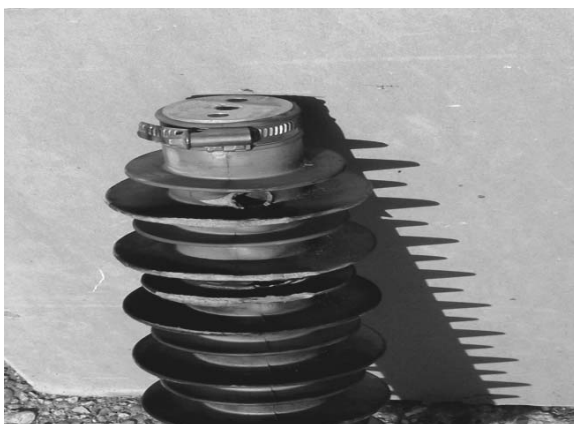
*Typowe uszkodzenie izolatora wiszącego*

Ogłędziny wskazują, iż prawdopodobną przyczyną uszkodzeń większości izolatorów były wady konstrukcyjno-materiałowe, które spowodowały obniżenie ich wytrzymałości mechanicznej. Są to izolatory, o co najmniej dwudziestoletnim okresie eksploatacji brak, bowiem na nich oznakowań, co do producenta i daty produkcji.

ZET. S.A. prowadzi analizę przyczyn i miejsc występowania awarii i od jej wyników zależą dalsze działania ( wykresy wszystkich izolatorów na najbardziej awaryjnych z tego tytułu liniach).

#### 4. Ograniczniki przepięć w sieci SN

Rok 1999 był kolejnym czwartym rokiem, w którym prowadzono wymiany odgromników wydmuchowych i zaworowych na ograniczniki przepięć nowej generacji typu warystorowego. Nowoczesna konstrukcja tych ograniczników oraz montaż w bezpośredniej bliskości obiektu chronionego, bezpośrednio na kadzi transformatora spowodował, że ilość uszkodzeń transformatorów wywołanych przepięciami atmosferycznymi, chronionych w taki właśnie sposób jest minimalna. Jednak ze względu na znaczne koszty instalowania ograniczników warystorowych /koszt kompletu ok.1300 zł/ nie przeprowadza się kompleksowych wymian odgromników np. typu OWS, lecz ogranicza się do wymian przy okazji planowanych przeglądów stacji oraz na tych transformatorach, które uległy uszkodzeniu. W początkowym okresie wprowadzania do sieci ograniczników nowej generacji zastosowano ograniczniki typu GXE. Zanotowaliśmy kilka uszkodzeń tych ograniczników spowodowanych przez wewnętrzne zawilgocenie. Przyczyną było zastosowanie uszczelnienia za pomocą opaski metalowej.



Kolejnym problemem, który zaobserwowano w tych ogranicznikach jest występowanie na zewnętrznej powierzchni izolatora lepkiej substancji koloru żółtego, o konsystencji podobnej do miodu, który powoduje przywieranie zanieczyszczeń do powierzchni izolatora.

ZET.S.A. ogółem posiada w eksploatacji około 800 sztuk tych ograniczników co prawdopodobnie w przyszłości będzie przyczyną zwiększenia się ilości awarii. Obecnie już nie produkuje się ograniczników w tym wykonaniu.

Dotychczasowe doświadczenia zgromadzone w czasie eksploatacji ograniczników kilku typów pozwoliła na wyselekcjonowanie i wybór odpowiedniej grupy dla zastosowania w sieci elektroenergetycznej.

W 2000 r. stosowano:

- na napięcie 15 kV ograniczniki typu, typu GX 18S ZWAR ABB Przasnysz (silikonowe) oraz typu AZX 180 produkcji FERRAZ Francja.
- na napięcie 30 kV ograniczniki typu GXE 36 produkcji ABB ZWAR Przasnysz oraz AZX 360 produkcji FERRAZ Francja.
- na napięcie 110 kV ograniczniki GXB w obudowie silikonowej produkcji ABB ZWAR Przasnysz.

## Ilość odgromników /ograniczników/ zainstalowanych w sieciach ŚN

Typ odgromników								
Wydmuchowe			Zaworowe			Warystorowe		
1998r.	1999r.	2000r.	1998r.	1999r.	2000r.	1998r.	1999r.	2000r.
5438	5281	5084	2490	2247	2157	1154	1660	1952

Wszystkie zamierzenia związane z wprowadzeniem nowego typu ograniczników przepięć zostały osiągnięte. W dalszym ciągu będziemy kontrolować wymianę odgromników wydmuchowych na nowoczesne zgodnie z zasadami w ZET. S.A.

## 5. Podsumowanie

Doświadczenia eksploatacyjne wskazują, iż wprowadzanie nowych urządzeń i rozwiązań technicznych z reguły przynosi pożądane efekty w postaci zmniejszonej awaryjności. Niemniej jednak urządzenia te szczególnie w pierwszych latach eksploatacji powinny być monitorowane i na tej podstawie wyciągane wnioski, co do dalszego zastosowania ich w zakładzie. Oprócz wprowadzenia nowych technologii równoważnym zagadnieniem jest stosowanie odpowiednich przedsięwzięć organizacyjnych, które dają pożądany efekt ekonomiczny. Obydwa te zagadnienia wymagają szczegółowych analiz awarii gromadzonych w bazach danych oraz rzetelnej ocenie stanu technicznego urządzeń.

The paper present selected operating problems connected with mortality of various kinds of medium voltage cables, insulators, over voltage limiter, and also steps made to reduce the failure frequency.