



Wpływ uszkodzeń izolacji na awaryjność linii 110 kV

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analiz awaryjności linii 110 kV na terenie ENION S.A. Oddział w Krakowie, Zakład Energetyczny Kraków w latach 1996 – 2006. Omówiono udział poszczególnych elementów linii wysokiego napięcia w awariach oraz najnowsze trendy w doborze izolacji linii wysokich napięć.

Abstract. (The insulation damages impact on 110 kV overhead lines failure) The paper presents results of failure analysis of 110 kV overhead lines on the area of power distribution company - Enion S.A. Oddział w Krakowie, Zakład Energetyczny Kraków from 1996 to 2006. The participation of each overhead line structure element in line failures is also described. Moreover the new trends in high voltage insulation systems are presented.

Słowa kluczowe: izolator długopniowy, izolator kompozytowy, linia elektroenergetyczna, awarie linii

Key words: long-rod insulator, composite insulator, electrical power line, lines failures

Wstęp

Jedną z jednostek organizacyjnych Enion S.A. Oddział w Krakowie jest Rejon Wysokich Napięć (RWN). Działa on na całym obszarze Spółki i zajmuje się głównie eksploatacją linii 110 kV i stacji transformatorowych 110/SN. Całkowita długość linii 110 kV eksploatowanych przez RWN przekracza 1500 km, a ilość stacji 110/SN wynosi 57. Zarówno linie jak i stacje elektroenergetyczne wysokich napięć tworzą sieć o kluczowym znaczeniu dla dystrybucji energii elektrycznej. Fakt ten nakłada na RWN obowiązek prowadzenia eksploatacji tych urządzeń w taki sposób, aby zmniejszyć do minimum ryzyko awarii.

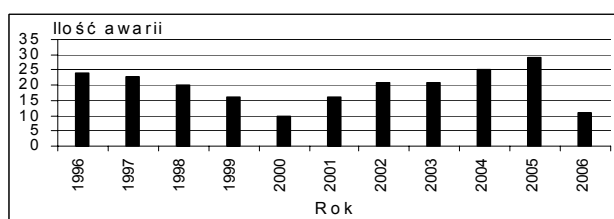
W artykule przedstawiono typowe przyczyny awarii linii 110 kV oraz ich krótką analizę.

Konstrukcje wsporcze i izolacja linii 110 kV

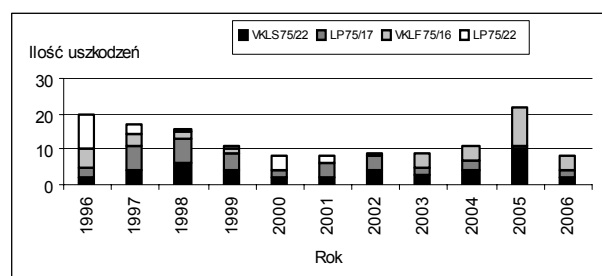
Obecnie na ponad 1500 km linii 110 kV składa się około 4200 słupów i 48000 izolatorów różnego typu. Corocznie ma miejsce kilka awarii linii. Najczęściej są one związane z uszkodzeniem izolacji (ok. 60% wszystkich awarii), przewodów roboczych i odgromowych (ok. 25%) oraz konstrukcji wsporczych (ok. 10%). Najogólniej wszystkie awarie linii można podzielić na: powodujące przerwy w dostawie energii i ich nie powodujące.

Innym podziałem awarii linii jest rozróżnienie przyczyn ich powstawania. Większość zakłóceń jest spowodowanych zużyciem materiału (procesy starzeniowe i zmęczenie materiału), co stanowi około 65% wszystkich przypadków. Kolejną przyczyną uszkodzeń linii jest działanie żywiołów – wichury, powodzie, burze, mrozy (rysunek 4 i 5) co stanowi około 25% wszystkich zanotowanych przypadków. Warto w tym miejscu również wspomnieć o czynniku ludzkim (ok. 10%), do którego można zaliczyć uszkodzenie linii przez pojazdy mechaniczne lub też naruszenie konstrukcji wsporczych w następstwie prowadzonych robót ziemnych.

Na rysunku 1 przedstawiono liczbę wszystkich awarii jakie miały miejsce na liniach 110 kV w okresie od 1996 do 2006 roku nie rozróżniając elementów linii, które zostały uszkodzone ani przyczyn awarii. W celu wyjaśnienia takiego rozkładu liczby awarii na przestrzeni rozpatrywanego okresu czasu należy zwrócić uwagę na kolejny histogram (rys. 2) przedstawiający liczbę awarii linii spowodowanych uszkodzeniem izolatorów.

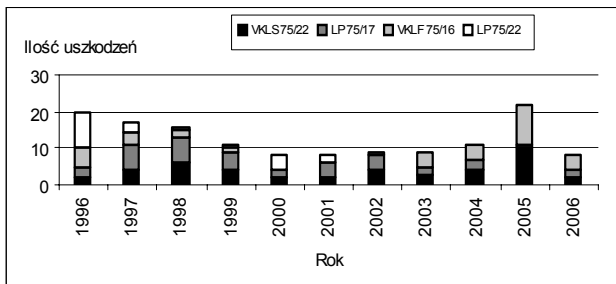


Rys. 1. Liczba awarii linii 110 kV w ZEK



Rys. 2. Liczba awarii linii 110 kV spowodowanych uszkodzeniem izolatorów

Z analizy rysunków 1 i 2 wynika, że rozkład ilości awarii linii 110 kV jest zdeterminowany przez liczbę uszkodzeń izolatorów. Dlatego właśnie uszkodzenia izolatorów liniowych są czynnikiem mającym zasadniczy wpływ na ilość awarii linii. Analiza powyższych obserwacji i późniejsze porównanie ich z typami uszkodzonych izolatorów oraz ich wiekiem pozwala stwierdzić, które z nich są najbardziej podatne na uszkodzenia i tym samym sklasyfikować, które linie w pierwszej kolejności powinny zostać pod tym względem zmodernizowane. Jak przedstawiono na rysunku 2 liczba uszkodzeń izolatorów sukcesywnie maleją od roku 1996, w którym rozpoczęto proces wymiany izolacji na poszczególnych (najbardziej awaryjnych) liniach do roku 2000. W latach 2000-2003 wzrost ilości awarii jest skutkiem mniejszej liczby wymian i pozostawieniu w eksploatacji izolatorów, których techniczny czas życia dobiegł końca, a co za tym idzie podatny na uszkodzenia. Od 2003 roku wznowiono na większą skalę wymianę izolacji na liniach, co poskutkowało relatywnym zmniejszeniem awaryjności.



Rys. 3. Zestawienie uszkodzeń izolatorów dla poszczególnych ich typów

Jak pokazano na rysunku 3 najbardziej awaryjnymi typami izolatorów okazały się izolatory VKLS 75/21 i VKLF 75/16. Na przestrzeni lat 1996-2006 zanotowano łącznie 78 uszkodzeń tych izolatorów. Były one sprowadzane do Polski z byłej NRD od połowy lat 60 do połowy 80.

Kolejnymi izolatorami o dużej awaryjności są izolatory polskiej produkcji typu LP 75/17. Uszkodzeniu uległo 40 sztuk na przestrzeni 11 lat dla roczników od 1973 do 1984.

Izolatory z reguły ulegają uszkodzeniu z powodu osłabienia ich wytrzymałości mechanicznej. Jest to spowodowane procesami starzeniowymi i zmęczeniem materiału. Istotnym jest również fakt, że większość uszkodzeń izolatorów ma miejsce późną jesienią i wczesną wiosną, kiedy to dobowe amplitudy temperatur są największe, co dodatkowo naraża izolatory na większe naprężenia termiczne. Należy jednak wspomnieć, że około 7% uszkodzeń izolatorów jest spowodowanych działaniem żywiołów (wichury, burze) lub też ingerencją osób postronnych.

Wymiana izolacji

W celu poprawy stanu sieci co roku wykonuje się wymianę izolatorów na określonych liniach wybieranych w oparciu o analizę awaryjności. W ostatnich latach przy wymianie izolacji na liniach 110 kV zastosowano głównie izolatory kompozytowe. Na drodze przetargu wyłoniono dostawców tych izolatorów, głównie produkowanych przez: LAPP Insulator GmbH i Isoelectric. Parametry techniczne wybranych izolatorów znajdują się w tabeli 1. Wymiana izolacji jest dużym przedsięwzięciem nie tylko pod względem nakładów finansowych, ale także logistycznym. Należy zauważyć, że obszar działania RWN ZE Kraków obejmuje tereny bardzo zróżnicowane pod względem klimatycznym i ukształtowania terenu, co często utrudnia dostęp do linii. Wybór izolatorów kompozytowych był też podyktowany łatwością transportu w nierzadko trudno dostępne miejsca usytuowania linii. Również montaż zdecydowanie lżejszych izolatorów jest łatwiejszy i niewątpliwie szybszy, co skraca czas wyłączenia linii.

Operacja wymiany izolacji na linii jest wykonywana metodą tradycyjną tj. po wyłączeniu linii spod napięcia. Obecnie dokonują się wymiany starej izolacji głównie na izolatory kompozytowe w dwojaki sposób: wymiany samego izolatora z pozostawieniem osprzętu lub też wymiany całego łańcucha. Drugi sposób jest stosowany w przypadku przebudowy odcinków linii, natomiast w przypadku samej wymiany izolatorów stosuje się pierwszy sposób z uwagi na mniejsze nakłady finansowe oraz krótsze czasy wyłączeń.

Tylko w 2006 roku wymieniono ponad 4300 izolatorów na liniach elektroenergetycznych 110 kV, co stanowi około 9% wszystkich izolatorów pracujących na liniach na obszarze działania RWN. W efekcie do połowy 2007 roku wystąpiły tylko dwie awarie linii napowietrznych 110 kV spowodowane uszkodzeniem izolatora.



Rys. 4. Stup linii 110 kV uszkodzony z powodu wystąpienia sadzi



Rys. 5. Stup linii 110 kV uszkodzony w wyniku silnych podmuchów wiatru

Podsumowanie

Jak już wcześniej wspomniano linie elektroenergetyczne wysokich napięć są kluczowym elementem sieci. Z tego powodu dążenie do ciągłej poprawy stanu technicznego sieci 110 kV, aby zapewnić jej bezawaryjną pracę, jest całkowicie uzasadnione. Już teraz widoczne są efekty wymiany najbardziej awaryjnych izolatorów w postaci zmniejszającej się liczby awarii.

LITERATURA

- [1] ŻUREK F., LIBER M., Problemy eksploatacyjne izolacji 110 kV, *Przegląd elektrotechniczny Konferencje, Symp. EUI2005*, 302-304
- [2] Praca zbiorowa, *Elektroenergetyczne linie napowietrzne 110 – 400 kV*, Instrukcja Remontu, Elbud, Kraków 1978

Autor:

mgr inż. Przemysław Wujec, ENION S.A. Oddział w Krakowie, Zakład Energetyczny Kraków, Rejon Wysokich Napięć, Kraków, ul. Prądnicka 74c, e-mail: przemyslaw.wujec@krakow.enion.pl

Tabela 1. Parametry wybranych typów izolatorów

Typ izolatora	Długość	Średnica klosza	Znamionowa droga upływu	Masa	Znamionowa wytrzymałość na rozciąganie	Producent
-	mm	mm	mm	kg	kN	-
LP 75/31	1100	145	2250	26	100	ZPE ZAPEL
LP 75/27	1245	175	3000	36	100	ZPE ZAPEL
LP 75/31W	1130	145	2250	27	160	ZPE ZAPEL
LPZ 75/27W1	1275	175	3000	37	160	ZPE ZAPEL
LP 75/37W	1370	155	3100	36	160	ZPE ZAPEL
LPZ 75/27W	1370	200	3540	43	160	ZPE ZAPEL
LP 75/17	1080	175	2100	28	100	ZPE ZAPEL
LP 75/22	1270	195	3300	42	100	I Ep-Ar Jugosławia
VKLF 75/16	1240	170	2240	30	-	KWH Sonneberg NRD
VKLS 75/21	1240	195	3050	38	-	KWH Sonneberg NRD
CS120CC22/ 14(170/130) 1220	1220	170/ 130	3080	4,7	120	LAPP Insulator GmbH
CS120TT22/ 9(170)1100	1100	170	2490	4,1	120	LAPP Insulator GmbH
ISI-CAN- A22r4-120SS	1095	115	2600	5,4	120	Necks Electric