

NARAŻENIA PIORUNOWE ORAZ WYŁĄCZENIA NAPOWIETRZNYCH LINII PRZESYŁOWYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA SPOWODOWANE BEZPOŚREDNIMI WYŁADOWANIAMİ ATMOSFERYCZNYMI

Marek ŁOBODA¹, Krzysztof LENARCZYK²

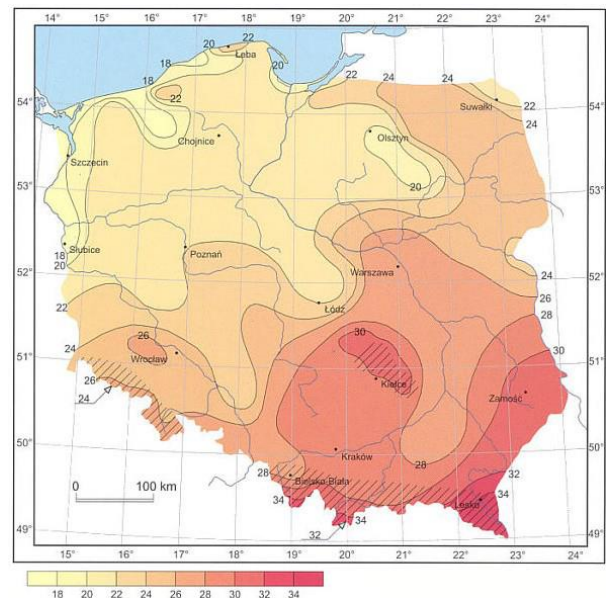
1. Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Zakład Wysokich Napięć i Kompatybilności Elektromagnetycznej
tel.: 608484736 , e-mail: marek.loboda@ee.pw.edu.pl
2. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., Departament Eksploatacji
tel.: 0-22 242 15 19, e-mail: krzysztof.lenarczyk@pse.pl

Streszczenie: Artykuł dotyczy korelacji między doziemnymi wyładowaniami piorunowymi a wyłączeniami napowietrznych linii przesyłowych NN w Polsce. W opracowaniu przedstawiono analizę spodziewanych częstości bezpośrednich trażeń wyładowań atmosferycznych w linii przesyłowe 220 kV i 400 kV, w zależności od aktywności burzowej w różnych rejonach kraju i dla różnych konstrukcji linii. Na podstawie danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych (PSE) opracowano statystyki wyłączeń linii przesyłowych zarejestrowane w latach 2008–2013. Dla wybranych linii 220 kV i 400 kV wykonano szczegółowe analizy określonych wyłączeń linii, porównano ich skutki z parametrami wyładowań piorunowych, a także ich lokalizacją w różnych regionach Polski. Dane o miejscu i parametrach doziemnych wyładowań atmosferycznych pochodzą z systemu rejestracji wyładowań piorunowych LINET obejmującego swym zasięgiem cały obszar Polski. Oszacowano także prawdopodobieństwo spowodowania wyłączenia linii przez bezpośrednie wyładowania piorunowe oraz wartości przepięć atmosferycznych dla wybranych przypadków wyłączeń linii 220 kV i 400 kV.

Słowa kluczowe: doziemne wyładowanie piorunowe, wyłączenia piorunowe linii elektroenergetycznych NN, rejestracja parametrów prądu piorunowego, system rejestracji wyładowań piorunowych LINET.

1. WPROWADZENIE

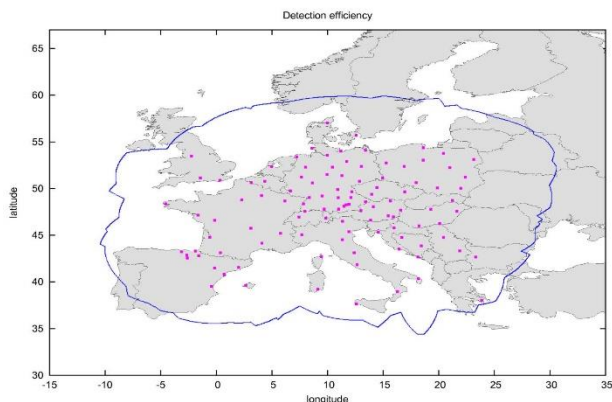
Na obszarze Polski główny „sezon burzowy” trwa od kwietnia do końca października. Niemniej jednak wyładowania atmosferyczne są obserwowane i rejestrowane w ciągu całego roku kalendarzowego. Informacje o liczbie dni burzowych w roku na terenie Polski podaje do publicznej informacji IMiGW [1]. Na rysunku nr. 1 przedstawiono mapę dni burzowych (mapę izokerauniczną) w Polsce. Została ona określona na podstawie danych metrologicznych z okresu 20 lat.



Rys. 1. Mapa dni z burzą w Polsce [1]

Poza danymi o liczbie dni burzowych w roku rejestrowanymi przez IMiGW, informacje o częstości wyładowań atmosferycznych w Polsce można uzyskać z danych zarejestrowanych przez systemy zdalnej rejestracji wyładowań piorunowych m.in. przez system LINET i PERUN [3].

System LINET rejestruje wyładowania doziemne (CG) oraz wewnątrz chmur (IG). Poza obszarem Polski obejmuje on swoim zasięgiem również większość obszaru Europy (rys. 2). Charakteryzuje się on wysoką efektywnością detekcji wyładowań oraz dokładnością ich lokalizacji.



Rys. 2. Lokalizacja anten systemu LINET na terenie Europy [2]

Wyładowania piorunowe powodują znaczące straty oraz stanowią realne zagrożenie nie tylko dla obiektów budowlanych, lecz również dla linii elektroenergetycznych nn, SN, WN i NN. W wyniku doziemnego wyładowania piorunowego może dojść do zakłóceń w pracy sieci elektroenergetycznej, wyłączenia linii (przejściowego lub trwałego) lub uszkodzenia jej elementów. Dotyczy to zarówno przypadku bezpośredniego wyładowania w linię, jak również wyładowań w jej pobliżu. Zidentyfikowanie, czy przyczyną było wyładowanie bezpośrednie czy pośrednie, jest bardzo trudne i wymagałoby dokonywania inspekcji linii (przy wyłączonej linii lub np. z pokładu śmigłowca).

W latach 2008–2013 w PSE zarejestrowano ponad 180 wyłączeń linii przesyłowych 220 kV i 400 kV [3], które były spowodowane wyładowaniami piorunowymi. Łączna długość linii przesyłowych 220 kV oraz 400 kV w Polsce wynosi 13 405 km (rys. 3). Przeważającą liczbę wyłączeń stanowiły wyłączenia przemijające (SPZ WZ).

Liczbę wyładowań piorunowych N_L w napowietrzną linię elektroenergetyczną w ciągu roku można określić według wzoru:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

gdzie: N_G – roczna liczba wyładowań piorunowych przypadających na 1 km² powierzchni na danym obszarze; A_L – powierzchnia zbierania wyładowań przez linię (m²), wyrażona jako:

$$N_G = a \cdot T_D^b \quad (2)$$

gdzie: $a = 0,036$ i $b = 1,3$ – współczynniki liczbowe oszacowane dla obszaru Polski [4].

Dla napowietrznej linii elektroenergetycznej zlokalizowanej na płaskim terenie, powierzchnię zbierania wyładowań A_L przez linię można określić jako przecięcie między powierzchnią ziemi i linią prostą nachyloną do niej pod kątem 33°, łączącą przewód odgromowy wzdłuż całej długości linii L . Wartość A_L można wyznaczyć w sposób graficzny lub matematycznie, w zależności od geometrii słupa linii i liczby przewodów odgromowych.

Dla typowych konstrukcji słupów oraz sposobu zawieszenia przewodów (patrz rys. 3 i rys. 4), powierzchnia zbierania wyładowań przez linię A_L może być obliczona z zależności:

$$A_L = (6H + W) \cdot L \quad (3)$$

gdzie: H – wysokość zawieszenia przewodów odgromowych nad powierzchnią ziemi, W – szerokość słupa, L – długość linii.

2. CHARAKTERYSTYKA LINII 220 kV I 400 kV ORAZ OCENA STOPNIA ICH NARAŻENIA NA WYŁADOWANIE PIORUNOWE

Na rys. 3 przedstawiono plan przesyłowych sieci elektroenergetycznych najwyższych napięć w Polsce. Kolorem zielonym zaznaczono napowietrzne linie elektroenergetyczne o napięciu 220 kV, zaś czerwonym o napięciu 400 kV. Zgodnie ze standardami technicznymi PSE oraz z wymaganiami międzynarodowymi linie NN powinny być wyposażone w przewody odgromowe w celu ochrony przed bezpośrednimi wyładowaniami piorunowymi. Wymagane jest, aby zewnętrzny kąt ochronny tworzony przez przewody odgromowe dla zewnętrznych przewodów fazowych był $\leq 20^\circ$, zaś wewnętrzny kąt ochronny $\leq 45^\circ$.

W celu zapewnienia skuteczności ochrony odgromowej napowietrznych linii elektroenergetycznych NN jest niezbędne uziemienie słupa linii oraz dotrzymanie właściwej wartości rezystancji uziemienia. Wymagane jest, aby wartość rezystancji uziemienia słupa linii dla gruntów o rezystywności $\rho < 1000 \Omega\text{m}$ wynosiła nie więcej niż 15 Ω , zaś dla gruntów o rezystywności $\rho > 1000 \Omega\text{m}$ wynosiła nie więcej niż 20 Ω .

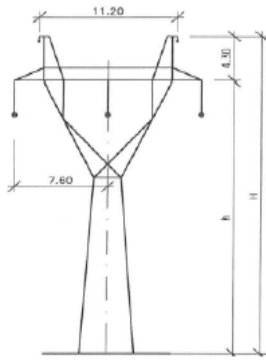
Na rys. 4 i rys 5 zostały przedstawione typowe kształty słupów linii stosowanych w Polsce, odpowiednio w liniach 220 kV oraz 400 kV.

W celu oszacowania liczby bezpośrednich wyładowań piorunowych N_L w napowietrzne linie 220 kV i 400 kV na 100 km ich długości zastosowano wzory (1-3) oraz wykorzystano dane przedstawione na rys. 1, rys. 4 i rys 5 oraz w tabelicy 1.

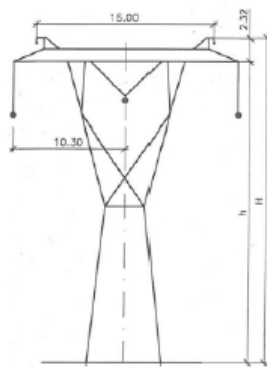
Biorąc pod uwagę średni zwis przewodów odgromowych może okazać się, że średnia wysokość słupów będzie o około 10% niższa. Uwzględnienie tego faktu może prowadzić do zmniejszenia liczby wyładowań N_L w podobnej skali, w zależności od poziomu napięcia oraz profilu linii.



Rys. 3. Plan sieci elektroenergetycznej NN [5] - kolorem zielonym zaznaczono linie 220 kV, zaś czerwonym 400 kV



Rys. 4. Typowy kształt słupa stosowany w liniach jednotorowych 220 kV - wymiary: h=26,5m, H=30,8 m, W=15,2 m



Rys. 5. Typowy kształt słupa stosowany w liniach jednotorowych 400 kV - wymiary: h=26,5m, H=30,8 m, W=15,2 m

Tablica 1. Obliczona liczba wyładowań piorunowych w linie elektroenergetyczne NN

Obszar Polski	Gęstość wyładowań N_G	Roczna liczba wyładowań w linii N_L	
	1/km ² ×rok	Na 100 km długości linii	
Północny	1,5 ÷ 2,1	200 kV	29 ÷ 41
		400 kV	30 ÷ 43
Centralny	1,8 ÷ 2,5	200 kV	35 ÷ 49
		400 kV	37 ÷ 51
Południowy	2,3 ÷ 3,4	200 kV	45 ÷ 67
		400 kV	47 ÷ 69
Średnia dla Polski		200 kV	36 ÷ 52
		400 kV	38 ÷ 54

3. ANALIZA WYŁĄCZEŃ LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH 220 kV I 400 kV SPOWODOWANYCH WYŁADOWANIAMI PIORUNOWYMI

3.1. Statystyka wyłączeń linii

Całkowita długość linii elektroenergetycznych w Polsce [5] wynosi:

- 6 759 km linii 220 kV,
- 4194 km linii 400 kV.

Liczba wyłączeń linii elektroenergetycznych 220 kV i 400 kV, które zostały zarejestrowane przez PSE S.A.

w latach 2008-2013 przedstawiono w tablicy 2. Z analizowanych danych wynika również, że w okresie tych 6 lat znaczna większość wyłączeń były to przypadki wyłączeń pojedynczych linii. Niemniej jednak, zarejestrowano także, że wybrane linie w wyniku wyładowania piorunowego wyłączane były nawet pięciokrotnie, linie 220 kV oraz ośmiokrotnie, linie 400 kV.

Wyłączenie trwałe linii zdefiniowane zostało jako wyłączenie, które trwa dłużej niż 1 minuta (w którym automatyka zabezpieczeniowa nie dokonała pozytywnego załączenia linii - SPZ WZ). Zdarzały się również przypadki, w których linia pozostawała wyłączona przez kilka godzin.

W znacznej większości wyłączenia linii były usuwane w ramach pozytywnego zadziałania automatyki SPZ – zakwalifikowane jako wyłączenia przemijające.

Mając na uwadze dane ujęte w tablicy 1 dotyczące oszacowanej liczby wyładowań piorunowych N_L w linię NN możemy dokonać obliczenia prawdopodobieństwa bezpośredniego wyładowania piorunowego w linię NN, które powodować może wyłączenia przemijające oraz wyłączenia trwałe linii.

Tablica 2. Zarejestrowana liczba wyłączeń linii elektroenergetycznych 220 kV i 400 kV spowodowanych wyładowaniami piorunowymi

Rok	Liczba zarejestrowanych wyłączeń (trwałych i przemijających) N_{RLF}			
	Linie 200 kV		Linie 400 kV	
	Trwałe	Przemijające	Trwałe	Przemijające
2008	2	12	1	6
2009	6	12	2	12
2010	4	15	5	8
2011	6	21	2	16
2012	7	12	5	12
2013	1	9	0	7
Razem	26	81	13	63
Średnio rocznie	4,3	13,5	2,2	10,5
Razem	97		78	
Wszystkie wyłączenia na 100 km długości linii/ rok	0,26		0,30	

Wykorzystując dane dotyczące zarejestrowanych wyłączeń linii, w wyniku wyładowań piorunowych, prawdopodobieństwo P może być oszacowane z zależności:

$$P = N_{RLF} / N_L \quad (4)$$

Dla linii elektroenergetycznych NN średnia wartość prawdopodobieństwa wyładowania piorunowego powodującego wyłączenie linii oszacowano na podstawie danych z PSE S.A. obejmujących lata 2008-2013 na poziomie:

- $P = 5 \cdot 10^{-3} \rightarrow 7 \cdot 10^{-3}$ dla linii 220 kV,
- $P = 5,5 \cdot 10^{-3} \rightarrow 7 \cdot 10^{-3}$ dla linii 400 kV

Na podstawie powyższych analiz można stwierdzić, że skuteczność ochrony ogromowej linii przesyłowych NN jest duża i ryzyko uszkodzenia linii przesyłowych dla warunków klimatycznych występujących w Polsce można określić jako umiarkowane.

3.2. Analiza wyłączeń spowodowanych wyładowaniami piorunowymi dla wybranych linii NN

Bardziej szczegółowe analizy wyłączeń linii przesyłowych wskutek wyładowań piorunowych przedstawiono dla wybranych linii NN zlokalizowanych w różnych regionach Polski. Parametry wyładowań piorunowych uzyskane zostały z bazy danych systemu rejestracji wyładowań LINET [2].

Do analiz wybrano dwie linie 220 kV i dwie linie 400 kV, które były wyłączone w wyniku wyładowań piorunowych w roku 2013. Na rys. 6–9, kolorem czerwonym przedstawione zostały fragmenty trasy linii wraz z pasem powierzchni o szerokości 1 km (kolor biały), w którym przedstawiono (kropkami czerwonymi) zarejestrowane przez LINET pojedyncze doziemne wyładowania piorunowe. Wyładowania, o których mowa, są wyładowaniami piorunowymi zarejestrowanymi w ciągu 24 godzin w dniu, kiedy nastąpiło wyłączenie linii spowodowane wyładowaniem piorunowym. Na powiększonych fragmentach rysunków przedstawiono kolorem czerwonym ze wskaźnikiem poszczególne wyładowania, będące prawdopodobnie przyczyną zarejestrowanego przez PSE wyłączenia linii.

Porównując czasy wyłączenia analizowanych linii oraz czasy wystąpienia wyładowania piorunowego można było zidentyfikować wyładowanie, które było przyczyną wyłączenia oraz określić jego parametry (wartość prądu piorunowego, biegunowość). Dla każdego z przypadków policzono liczby wyładowań, jakie zarejestrowano w danym dniu w pasie o szerokości 1 km wzdłuż całej długości linii. Należy wziąć tu pod uwagę fakt, że dokładność lokalizacji wyładowań doziemnych, określona przez operatora systemu LINET dla centralnej i południowej części Polski wynosi na poziomie 15–200 m.

Podstawowe dane o wyładowaniach piorunowych dla wybranych przypadków zamieszczono w tabelicy 3.

Dla wszystkich szczegółowo analizowanych przypadków dokonano obliczenia wartości przepięć, zgodnie z metodyką opisywaną przez Viscaro i in. [6], przy założeniu bezpośredniego wyładowania w słup linii. Tym samym wartości przepięć U_T można obliczyć zgodnie z następującą formułą:

$$U_T = Z_T \cdot I_m \left[\frac{2}{v \cdot T_F} \cdot H + \frac{2}{\left(\frac{Z_T}{Z_G} \right) + 1} \right] \quad (5)$$

gdzie: Z_T - impedancja słupa, Z_G - impedancja uziemienia słupa, I_m - maksymalna wartość prądu piorunowego, H - wysokość słupa, v - prędkość rozchodzenia się prądu piorunowego (odpowiadająca prędkości światła), T_F - czas trwania czoła udaru prądowego.

W tabelicy 3 przedstawiono wyniki obliczeń wartości przepięć atmosferycznych w linii, spowodowanych wyładowaniem piorunowym. Do obliczeń przyjęto następujące wartości: $Z_T = 200 \Omega$, $Z_G = 20 \Omega$, $T_F = 10 \mu s$, $v = 300 \text{ m}/\mu s$, H - dla różnych konstrukcji słupów wg rys. 2 i rys. 3, oraz wartości prądów piorunu oznaczone pogrubioną czcionką na rys. 6–9.

Tabela 3. Dane wyładowań piorunowych powodujące wyłączenia wybranych linii

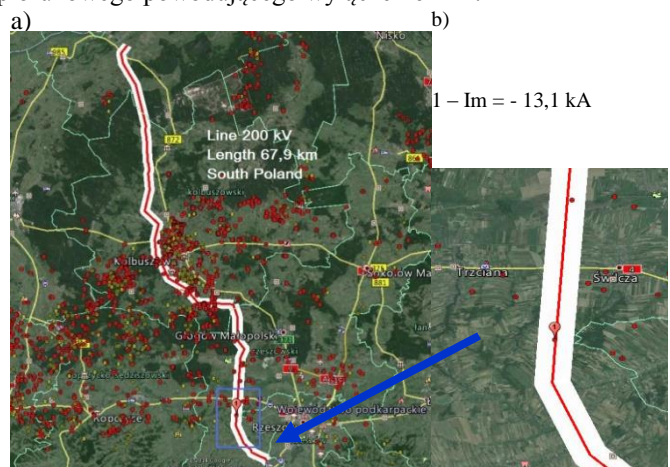
Przypadek	Napięcie znamionowe linii, symbol, długość i usytuowanie linii	Parametry wyładowania			
		Liczba udarów w obszarze pasa o szer. 1 km	Liczba udarów/km ² /dzień	Wartość szczytowa prądu i biegunowość [kA]	Obliczona wartość przepięcia U_T [kV]
A	220 kV, BGC – CHM, L = 67,9 km, płd. cz. Polski	40	0,6	-13,1	- 525
B	220 kV, KON – ADA L = 37,5 km cent.cz. Polski	45	1,2	-59,1	- 2370
C	400 kV, JOA-ROG, L= 78,0 km, cent.cz. Polski	10	0,1	+16,0	+ 643
D	400 kV, RZE-TAW L= 86,0 km płd. cz. Polski	33	0,4	-10,9	- 438

Zgodnie ze standardem technicznym PSE S.A., izolacja doziemna linii powinna być zaprojektowana na wytrzymałone napięcie udarowe piorunowe wynoszące:

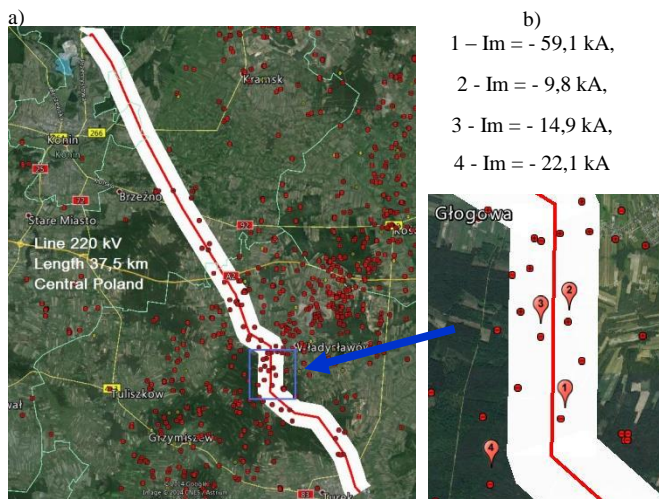
- 1050 kV dla linii 220 kV,
- 1425 kV dla linii 400 kV.

W wyniku wykonanej analizy stwierdzono, że tylko dla przypadku B (linia 220 kV położona w centralnej Polsce), oszacowane wartości przepięć piorunowych były wyższe od znamionowego poziomu napięcia udarowego piorunowego. W pozostałych przypadkach wartości przepięć piorunowych były stosunkowo niskie i mniejsze od przyjmowanych poziomów napięcia wytrzymałanego.

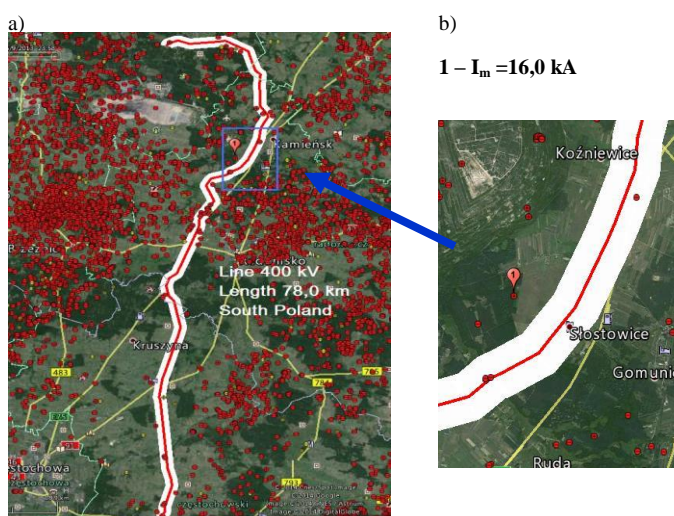
Dokonując oszacowania przepięć piorunowych oraz na podstawie danych szczegółowych dotyczących wyłączenia linii, stwierdzono, że w przypadku B zarejestrowano zwarcie międzyfazowe oraz wyłączenie linii na czas ok. jednej godziny. W pozostałych przypadkach (A, C i D) nie obserwowano zwarć międzyfazowych, a ponowne załączenie linii następowało w kilka sekund po przepływie prądu piorunowego powodującego wyłączenie linii.



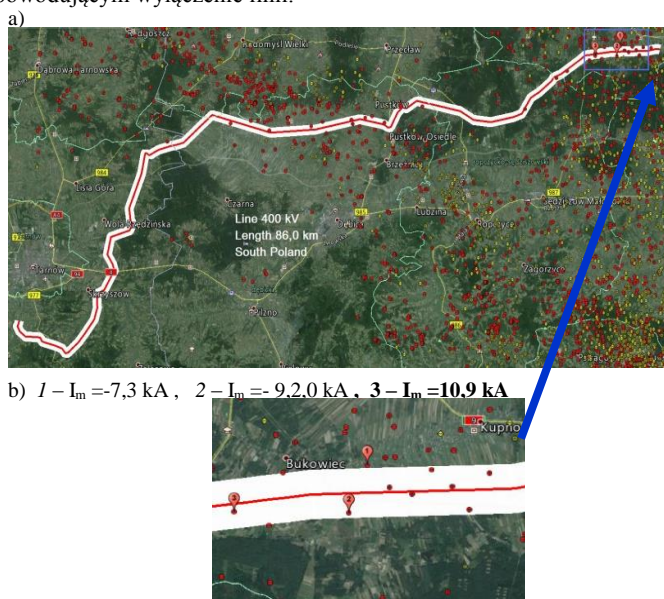
Rys. 6. Trasa linii a) oraz powiększenie jej fragmentu b) dla linii 220 kV BGC-CHM z zaznaczonym jako nr 1 wyładowaniem powodującym wyłączenie linii.



Rys. 7. Trasa linii a) oraz powiększenie jej fragmentu b) dla linii 220 kV ADA-KON z zaznaczonym jako nr 1 wyładowaniem powodującym wyłączenie linii.



Rys. 8. Trasa linii a) oraz powiększenie jej fragmentu b)- dla linii 400 kV JOA-ROG z zaznaczonym jako nr 1 wyładowaniem powodującym wyłączenie linii.



Rys. 9. Trasa linii a) oraz powiększenie jej fragmentu b) dla linii 400 kV RZE-TCN z zaznaczonym, jako nr 3 wyładowaniem powodującym wyłączenie linii.

4. WNIOSKI

Analizy dotyczące korelacji oddziaływań wyładowań piorunowych oraz wyłączeń linii NN, prezentowane w niniejszym artykule, są pierwszymi tego typu w kraju. Okres analizy obejmował lata 2008–2013, a dane wyładowań piorunowych uzyskane zostały z systemu automatycznej rejestracji wyładowań LINET.

Można ocenić, że dla wybranych przypadków linii 220 kV i 400 kV prawdopodobieństwo wyłączenia linii spowodowane wyładowaniami piorunowymi jest umiarkowane i zawarte w przedziale $5 \cdot 10^{-3} \rightarrow 7 \cdot 10^{-3}$. Jednakże należy zaznaczyć, że w analizie nie uwzględniono strat ekonomicznych wywołanych wyładowaniami piorunowymi oraz wyłączeniami linii.

Należy podkreślić, że stosowane na liniach przesyłowych NN w Polsce środki ochrony odgromowej linii spełniają swoją rolę, a uszkodzenia izolacji linii nie są częste w odniesieniu do całkowitej długości linii elektroenergetycznych 220 kV i 400 kV. Może wynikać to w głównej mierze z tego, że linie przesyłowe przebiegają na terenie Polski głównie przez tereny płaskie, charakteryzujące się stosunkowo niską gęstością wyładowań doziemnych (1,5-3,4 wyładowania/km²/rok).

Wykorzystywanie danych o wyładowaniach piorunowych z systemów automatycznej ich rejestracji, w tym gromadzonych danych historycznych może być przydatne do analizy skuteczności koordynacji izolacji linii NN. Jest to obecnie stosunkowo proste dzięki możliwości zastosowania ogólnodostępnych narzędzi takich jak np. Google maps oraz Internetu.

Dzięki temu jest możliwa szczegółowa analiza wpływu wyładowań piorunowych oraz ich parametrów na wyłączenia linii oraz ulepszanie środków ochrony odgromowej dla dowolnie wybranych linii elektroenergetycznych.

Podziękowanie

Autorzy dziękują firmie Nowcast (Niemcy), operatorowi systemu LINET, za udostępnienie danych o wyładowaniach piorunowych na potrzeby niniejszego artykułu i Panu Jarosławowi Łobodzie za przygotowanie map z trasami linii NN z naniesionymi wyładowaniami piorunowymi.

5. BIBLIOGRAFIA

1. IMGW: Atlas Klimatu Polski Warszawa 2005.
2. M. Łoboda, H. D. Betz, Z. Dziewit, P. Barański: „New lightning detection networks in Poland – LINET and LLDN”, 29th International Conference on Lightning Protection - ICLP 2008, Uppsala, Sweden 2008.
3. M. Łoboda, Z. Dziewit, J. Konarski, A. Maciszewska, and H. D. Betz: „Lightning location with the two networks Perun and Linet in Poland”, 30th International Conference on Lightning Protection - ICLP 2010, pp.1127-1- 1127-4, Cagliari, Italy 2010.
4. W. Skomudek: „Analiza i ocena skutków przepięć w elektroenergetycznych sieciach średniego i wysokiego napięcia”, Politechnika Opolska, Studia i monografie, z. 225, Opole 2008.
5. Dane PSE SA 2008-2013.
6. S. Visacro, R. Nietzsche Dias, C. Rejane de Mesquita: “Novel Approach for Determining Spots of Critical

- Lightning Performance Along Transmission Lines”, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol.20, No.2, April 2005, pp.1459-1464..
7. A. Borghetti, F. Napolitano, C.A. Nucci, M. Paolone, M. Bernardi, F. Rachidi, K. Yamabuki: “Correlation of Lightning Events and Faults in Distribution Power Networks: A Joint Research Project, CIGRE Session, Paris 2008, C-4-117
 8. D. Correia, D. Brasil, L. Montezuma, C. Campinho, A. Carvalho; ”A Review on EHVAC Transmission Line Lightning Performance” CIGRE Session, Paris 2012, C4-305.
 9. J. L. He, R. Zeng: ”Lightning Shielding Failure Analysis Of 1000-kV Ultra-High Voltage AC Transmission Line”, CIGRE Session, Paris 2010, C4-201-2010.
 10. S. Okabe, S. Taniguchi, T. Tsuboi, H. Ohta, E. Zaima: ”Observation results of Lightning Shielding and Improvement in the Reduction Method for the Lightning Failure Rate with Large-sized Transmission lines”, CIGRE Session, Paris 2010, C4-207-2010.
 11. K. L. Cummins, E. P. Krider, M. D. Malone: ”The U.S. National Lightning Detection Network TM and Applications of Cloud-to-Ground Lightning Data by Electric Power Utilities”, IEEE Transactions On Electromagnetic Compatibility, Vol. 40, No.4, November 1998, pp. 465-480.

LIGHTNING HAZARD AND SHUT-DOWNS OF OVERHEAD HV ELECTRIC POWER TRANSMISSION LINES CAUSED BY DIRECT LIGHTNING STRIKES

The paper is addressed to analysis of shut-downs and reclosures occurred in high voltage transmission lines caused by cloud to ground lightning discharges in Poland. The problem is focused on 220 kV and 400 kV overhead lines and lightning outages in years 2008-2013. The lightning data were recorded by lightning location system LINET while faults data of transmission lines were collected by the Polish Transmission System operator. The analysis correlates the individual lightning discharge parameters and technical characteristics of selected 220 kV and 400 kV transmission lines located in different regions of Poland, which are characterised by different intensity of cloud to ground lightning discharges. Some detailed analysis includes the probability of line shut-downs and estimation of overvoltage values for typical cases of 220 kV and 400 kV lines outages in Poland. Presented analysis are quite new in Poland methodology of lightning data application useful for improvement oh HV transmission lines lightning performance.

Keywords: CG lightning intensity, HV overhead power transmission lines, faults and shut-downs of line, lightning current parameters.