Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 27

XXXV Konferencja Naukowo - Techniczna

GDAŃSKIE DNI ELEKTRYKI' 2010
Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Gdańsk
Referat nr 19

WPŁYW WYNIKÓW REJESTRACJI WYŁADOWAŃ ATMOSFERYCZNYCH NA PROJEKTOWANIE OCHRONY ODGROMOWEJ

Stanisław WOJTAS[1], Marek OLESZ[2]

1. Politechnika Gdańska
   tel: 583471611 fax: 583472136 e-mail: s.wojtas@ely.pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska
   tel: 583471820 fax: 583472136 e-mail: m.olesz@ely.pg.gda.pl

Streszczenie: W referacie przedstawiono systemy i wstępne wyniki współczesnych rejestracji parametrów wyładowań atmosferycznych na obszarze Polski. Podstawą tych rozważań są wyniki uzyskane z systemu rejestracji LINET, którego jedna z anten znajduje się na terenie Politechniki Gdańskiej. Parametry wyładowań atmosferycznych otrzymane współczesnymi metodami rejestracji antenowych zostały porównane z rejestracjami przeprowadzanymi metodami klasycznymi w ubiegłym wieku. Dotyczy to zwłaszcza gęstości powierzchniowej oraz amplitudy prądu wyładowań atmosferycznych. Prezentowane wstępne wyniki rejestracji wskazują, że gęstość powierzchniowa występowania wyładowań jest większa, a amplituda prądu mniejsza od wartości oszacowanych metodami klasycznymi i wpisanych do aktów normatywnych.

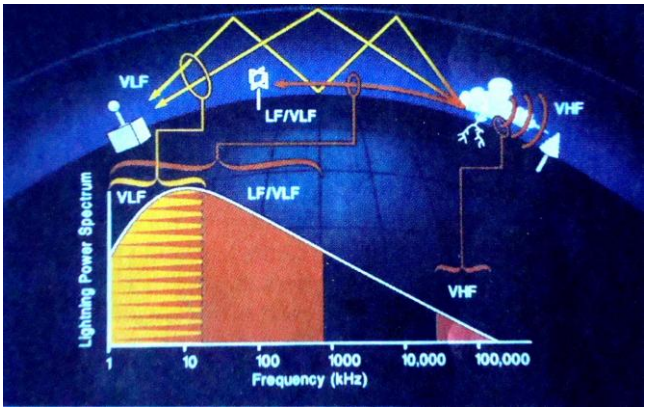
Słowa kluczowe: wyładowania atmosferyczne, ochrona odgromowa.

1. WSTĘP

Parametry wyładowań atmosferycznych zamieszczone w aktualnie obowiązujących przepisach normalizacyjnych [10,11,13] są wynikiem badań prowadzonych w XX wieku. W połowie ubiegłego stulecia nastąpiła znaczna intensyfikacja badań i obserwacji wyładowań z zastosowaniem klidonografów i pręcików magnetycznych, a potem liczników wyładowań atmosferycznych. Dzięki pracom badawczym prowadzonym w latach 1950 - 1970 pod kierunkiem prof. S. Szpora z Politechniki Gdańskiej, Polska była zaliczana do czołówki światowej w badaniach parametrów wyładowań atmosferycznych. Wyniki tych badań były uwzględniane przez CIGRE oraz IEC przy opracowywaniu uzgodnień parametrów prądów piorunowych dla potrzeb normalizacji międzynarodowej.

W ostatniej dekadzie ubiegłego wieku nastąpił intensywny rozwój technik detekcji oraz analizy numerycznej parametrów wyładowań piorunowych opartych na rejestracji pola elektromagnetycznego emitowanego przez kanał piorunowy. W wielu rejonach świata zainstalowano anteny tworzące sieci lokalizacji wyładowań, wspomagane zwykle przez systemy satelitarne.

Etapowi wstępnego rozwoju wyładowania, czyli wyładowaniom strimerowym i liderowym towarzyszy emisja pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości (VHF), natomiast podczas wyładowania głównego, korzystającego z kanału zjonizowanego wyładowaniem wstępnym, jest emitowana największa energia w paśmie małych (LF) i bardzo małych częstotliwości (VLF). Moc sygnałów generowanych przy różnych częstotliwościach oraz ich propagacja została przedstawiona na rysunku 1. W zależności od częstotliwości sygnałów wykorzystywanych przez detektor (VLF, LF, HF lub VHF), są stosowane różne techniki lokalizacji wyładowań [6].



Rys. 1. Moc sygnałów w funkcji częstotliwości generowanych przez wyładowania atmosferyczne [6]

Do najstarszych metod lokalizacji wyładowań atmosferycznych należy technika detekcji nazywana MDF (Magnetic Direction Finder). W tej technice wykorzystuje się przynajmniej dwie, a lepiej trzy anteny kierunkowe usytuowane w różnych miejscach. Zasada lokalizacji źródła sygnału polega na zarejestrowaniu azymutów (kątów określających kierunek), skąd nadeszły sygnały do każdej z anten i wyznaczeniu punktu leżącego w miejscu przecięcia się prostych odpowiadających tym kierunkom. Metoda MDF wykorzystuje sygnały LF oraz VLF i pozwala na lokalizację wyładowań doziemnych.

System lokalizacji wyładowań nazywany TOA (Time of Arrival) polega na precyzyjnym pomiarze różnicy czasów, w których sygnał ze źródła dotarł do poszczególnych anten. System ten wymaga przynajmniej trzech anten oraz ich precyzyjnej synchronizacji czasowej za pomocą sygna-

Recenzent: Doc. dr inż. Henryk Boryń – Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska

łów z systemu GPS (Global Positioning System). Precyzyjne wyznaczanie momentu dotarcia sygnału do każdej z anten pozwala na wyznaczenie różnic czasowych między poszczególnymi antenami. Stałe różnice czasu dla każdej pary anten tworzą krzywe o kształcie hiperbol. Punkty przecięcia wielu hiperbol wyznaczają miejsce wystąpienia wyładowania. Technika TOA umożliwia wykrywanie zarówno wyładowań doziemnych, jak i między chmurami.

Metoda interferometryczna lokalizacji wyładowań atmosferycznych polega na wyznaczeniu kąta fazowego sygnału elektromagnetycznego docierającego do co najmniej dwóch anten umieszczonych na wspólnym maszcie. Otrzymane różnice fazowe pozwalają na obliczenie azymutów propagacji sygnału i w konsekwencji miejsca emisji, czyli miejsca wyładowania atmosferycznego. Lokalizacja wyładowania odbywa się na podstawie sygnałów rejestrowanych w paśmie LF i dotyczy wyładowań doziemnych i między chmurami.

Połączenie technik TOA oraz MDF umożliwiło wzrost dokładności i efektywności lokalizacji wyładowań atmosferycznych i zostało wdrożone jako system pod nazwą IMPACT (Improved Accuracy Using Combined Technology). Dzięki jednoczesnej rejestracji azymutu oraz czasu wyładowania otrzymuje się dobrą dokładność lokalizacji wyładowania nawet w przypadku danych tylko z dwóch anten. Systemy IMPACT są obecnie instalowane w większości krajów Europy.

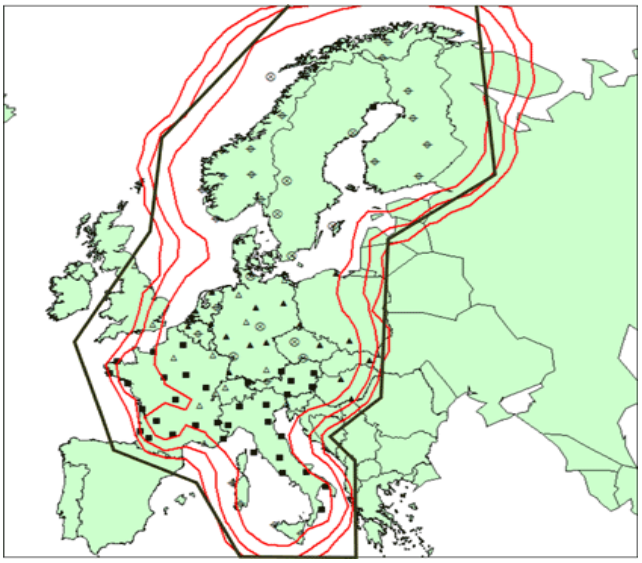
Wyładowania atmosferyczne są więc zjawiskiem, które obecny poziom techniki pozwala dokładnie rejestrować ze znacznych odległości. Burze i pioruny z kolei towarzyszą innym zjawiskom atmosferycznym takim jak ulewne deszcze czy huragany, więc detekcja wyładowań piorunowych może ostrzegać o nadciągających żywiołach. Po powodzi 1997 roku w Polsce przystąpiono do budowy nowoczesnego systemu detekcji i lokalizacji chmur burzowych i wyładowań atmosferycznych [1, 2, 3].

Według meteorologów zmiany klimatyczne w postaci ocieplenia klimatu wywołują wzrost liczby wyładowań atmosferycznych. Szacuje się, że liczba wyładowań rośnie o 10 do 100% (średnio ok. 50%) na każdy stopień wzrostu temperatury [4]. Jeżeli przyjąć tezę ekologów na temat ocieplenia klimatu, należy oczekiwać wzrostu gęstości wyładowań piorunowych. Wzrost liczby wyładowań atmosferycznych powinien być uwzględniany podczas projektowania systemów ochrony odgromowej różnych obiektów.

Celem pracy jest przedstawienie wstępnych wyników rejestracji z terenu Polski uzyskane w ostatnich latach z systemu LINET [14]. Prezentowane dane dotyczą gęstości wyładowań doziemnych oraz amplitudy prądu piorunowego. Zauważony wzrost gęstości wyładowań w stosunku do wytycznych normalizacyjnych może mieć wpływ na projektowanie systemów odgromowych chronionych obiektów.

2. SYSTEMY REJESTRACJI WYŁADOWAŃ PIORUNOWYCH NA OBSZARZE POLSKI

Praktyczne wdrażanie technologii rejestracji i lokalizacji wyładowań atmosferycznych poprzez detekcję fal elektromagnetycznych rozpoczęto w Europie na przełomie lat 80-tych i 90-tych ubiegłego wieku. We Francji w 1987 r. został powołany operator METEORAGE z zadaniem wdrażania detekcji wyładowań atmosferycznych jako spółka joint venture Meteo France i firmy Vaisala. W 1990 r. oddział firmy Siemens w Karlsruhe rozpoczął prace nad wprowadzeniem w życie idei detekcji wyładowań atmosferycznych na terenie Niemiec. Powstał system BLIDS, który w 1991 r. zarejestrował pierwszą burzę w okolicy Bremy, a fakt ten został zweryfikowany poprzez telefoniczne potwierdzenie z miejscowego oddziału Siemensa. W następnych latach powstawały kolejne krajowe systemy rejestracji wyładowań i w 1999 r. współpraca europejska została usankcjonowana powołaniem programu EUCLID (European Cooperation for Lightning Detection) na spotkaniu we Frankfurcie. W tym samym roku obszar oddziaływania programu EUCLID został powiększony o strefę państw Europy Środkowej (Polska, Czechy, Słowacja i Węgry) za pomocą sieci pod nazwą CELDN (Central European Lightning Detection Network). Centrala systemu CELDN znajduje się w Karlsruhe, a system składa się z 20 anten umieszczonych we wspomnianych krajach oraz Austrii i Niemczech. Rysunek 2 przedstawia mapę pokrycia i możliwości detekcyjne programu EUCLID, który zbiera dane z 75 anten. Linie pokazujące efektywność rejestracji wskazują, że dla środkowej i zachodniej części Polski osiąga ona 90%, a na krańcach wschodnich obniża się do 50%. Anteny wchodzące w skład programu EUCLID rejestrują wyładowania atmosferyczne w oparciu o system IMPACT - kombinacja technik TOA i MDF w paśmie LF [7].



Rys. 2. Rozmieszczenie anten oraz pokrycie i efektywność lokalizacji w ramach programu EUCLID [7]

Negatywne skutki powodzi w 1997 r. wpłynęły na przyspieszenie prac nad budową polskiego systemu rejestracji i lokalizacji wyładowań atmosferycznych, który jednocześnie jest elementem systemu ostrzegania o niebezpieczeństwie intensywnych opadów. W 2002 r. rozpoczął pracę system detekcji i lokalizacji wyładowań atmosferycznych PERUN złożony z 9 anten SAFIR 3000 firmy Vaisala-Dimensions zainstalowanych w: Warszawie, Białymstoku, Olsztynie, Kaliszu, Gorzowie Wlkp., Toruniu, Włodawie, Sandomierzu i Częstochowie. System SAFIR bazuje na interferometrycznej technice pomiaru różnicy faz fali elektromagnetycznej docierającej do poszczególnych elementów anteny. Rozmieszczenie anten co około 200 km pozwala na 1-kilometrową dokładność lokalizacji wyładowań atmosferycznych i skuteczność na poziomie 95%. Stacje detekcji są synchronizowane za pomocą satelitarnego systemu GPS. System PERUN zapewnia takie informacje na temat wyładowań jak: miejsce (długość i szerokość geograficzna), war-

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

tość maksymalna prądu, czasy narastania i zaniku impulsu prądowego, typ wyładowania i jego polaryzacja [1].

W ostatnich kilku latach zespół pod kierownictwem prof. Betza z Uniwersytetu w Monachium wprowadził i ciągle rozwija nowy system lokalizacji wyładowań atmosferycznych o nazwie LINET. System ten działa w oparciu o technikę TOA, a obróbka danych w programie 3D pozwala na lokalizację zarówno wyładowań doziemnych jak również między chmurami. System LINET charakteryzuje się właściwościami, które podnoszą jego użyteczność, np. zbliżona czułość w wykrywaniu wyładowań doziemnych i między chmurami, możliwość detekcji wysokości źródła emisji w przypadku wyładowań między chmurami, dobra dokładność określenia miejsca lokalizacji wyładowania oraz niskie koszty instalacji i eksploatacji systemu [9].

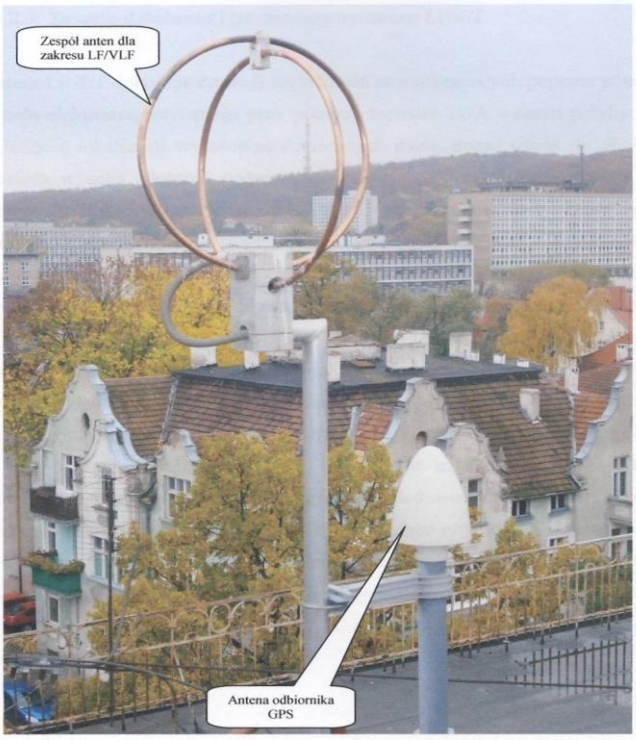
Rys. 3. Rozmieszczenie sensorów systemu LINET na obszarze Polski [14]

Początkowo system LINET był ograniczony do terytorium Niemiec, ale w 2006 roku rozpoczęto jego rozszerzanie na obszar krajów sąsiadujących. W 2007 r. w Polsce zainstalowano 5 stacji, a dziś łączna liczba anten LINET w naszym kraju wynosi 14, co można zauważyć na rysunku 3. W Gdańsku stacja została zainstalowana przed sezonem burzowym 2007 na budynku Katedry Wysokich Napięć i Aparatów Elektrycznych PG. Rysunek 4 przedstawia fotografię stacji składającej się z anteny o podwójnej, skrzyżowanej pętli do pomiaru pola elektromagnetycznego oraz anteny GPS do precyzyjnego pomiaru czasu. Każda stacja jest wyposażona w komputer z ciągłym połączeniem internetowym i możliwością przesyłania danych do bazy w Monachium [12].

Wyładowania atmosferyczne pojawiające się nad Europą w rejonie naszego kraju są lokalizowane przez różne systemy rejestracji i ich rozwój oraz kierunki przemieszczania się mogą być śledzone na bieżąco na stronach internetowych poszczególnych operatorów, np. EUCLID, BLIDS czy SAFIR [7, 8, 14]. System wczesnego ostrzegania o zbliżającej się burzy może być użyteczny dla firm, których charakter działalności powoduje uzależnienie ciągłości pracy od zagrożeń powodowanych wyładowaniami atmosferycznymi.

3. WYNIKI REJESTRACJI Z SYSTEMU LINET

Dane odnośnie gęstości wyładowań zostały udostępnione przez operatora sieci LINET w postaci pliku tekstowego bazującego na układzie ETRS89 oraz systemie współrzędnych Poland CS92, a zawierającego liczbę wyładowań doziemnych na każdy kilometr kwadratowy analizowanej powierzchni. Liczba wierszy pliku odpowiadała powierzchni prostokąta opisanego na konturze granic Polski, tj. ok. 480000. Do wizualizacji danych został wykorzystany program MapInfo generujący mapy obrazujące gęstość doziemnych wyładowań atmosferycznych na obszarze Polski odpowiednio w latach 2007, 2008 i 2009 (rys. 5). Na poszczególnych mapach zostało zaznaczone położenie równoleżnika o szerokości geograficznej 51,5^{o}.

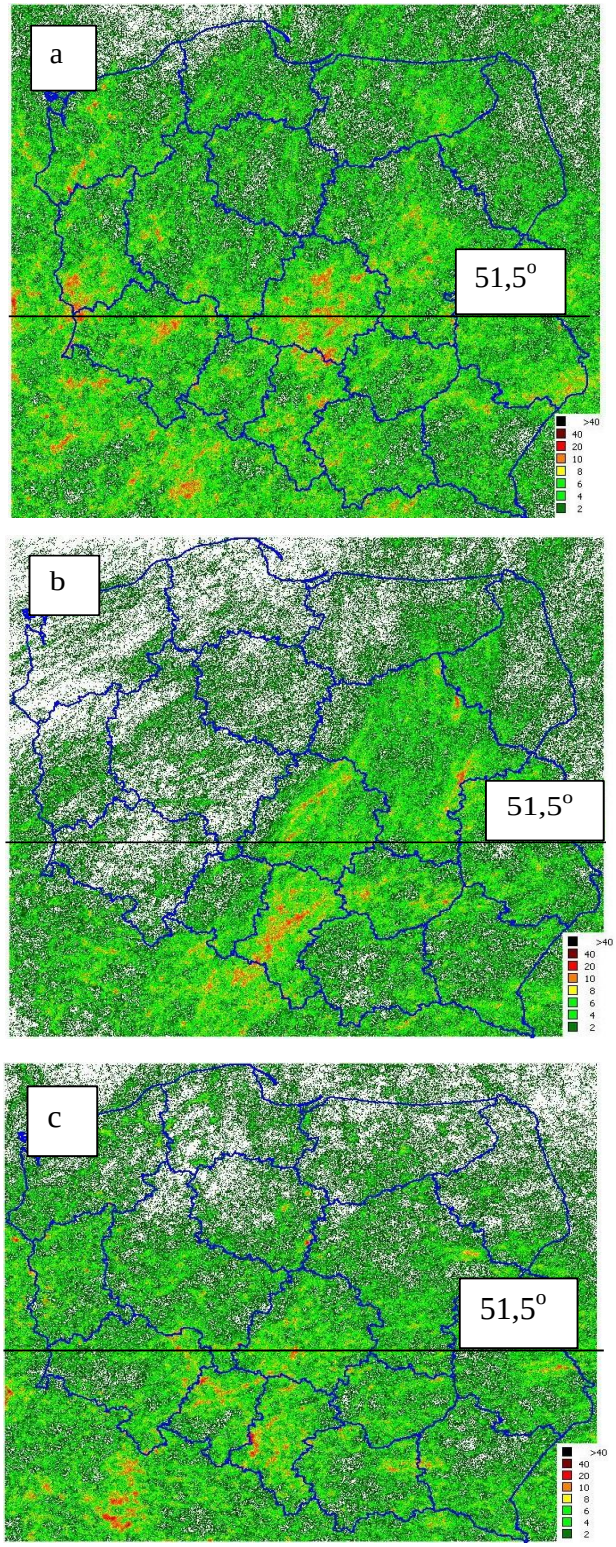


Rys. 4. Widok anteny systemu LINET zainstalowanej na budynku KWNiAE PG

Przy podejmowaniu decyzji o stosowaniu urządzenia piorunochronnego w danym obiekcie należy uwzględnić między innymi gęstość wyładowań na kilometr kwadratowy. Zaznaczona na mapach pokazanych na rysunku 5 linia równoleżnikowa 51°30' wskazuje, że stosowany sposób podziału kraju na strefy charakteryzowane przez średnie roczne liczby wyładowań 1,8 oraz 2,5/km^2 może znacznie odbiegać od gęstości rzeczywistej.

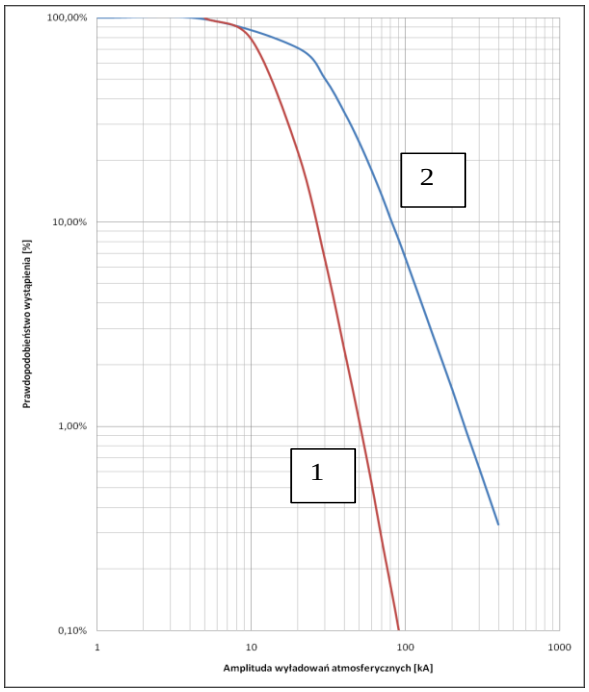
Obliczenia przeprowadzone na podstawie danych przedstawionych na mapach z rysunku 5 wskazują, że na północ od równoleżnika 51°30' liczba wyładowań na kilometr kwadratowy w latach 2007 – 2009 jest zawarta w granicach od 1,5 do 1,9. Wyniki te są zbliżone do wartości pochodzących ze starszych badań i przyjętych w przepisach normalizacyjnych jako 1,8/km^2. W rezultacie analogicznych obliczeń przeprowadzonych dla obszaru na południe od wspomnianego równoleżnika otrzymano dla poszczególnych lat gęstość wyładowań w granicach od 3,0 do 3,4, co daje wartość średnią 3,2/km^2. W tym przypadku występuje większa, prawie 30%, różnica w stosunku do wartości znormalizowanych. Jeszcze większą gęstość uzyskano dla prostokąta o powierzchni ok. 20000 km^2 opisanego na obszarze województwa Śląskiego, gdzie średnia gęstość wyładowań w analizowanym okresie wynosi 4,6. Wartość ta prawie 2-krotnie przewyższa dane dotychczas używane w procesie projektowania ochrony odgromowej.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl



Rys. 5. Gęstość wyładowań atmosferycznych doziemnych (liczba na kilometr kwadratowy) na obszarze Polski zarejestrowana przez system LINET: w roku 2007 – a, w 2008 – b, w 2009 – c [15]

Różnice między wynikami uzyskanymi w ubiegłym wieku metodami klasycznymi, a współczesnymi rejestracjami dotyczą także amplitud prądu, co można zauważyć na rysunku 6. Według metod klasycznych średnia wartość prądu piorunowego (odpowiadająca prawdopodobieństwu 50%) wynosi 30 kA, a podobna wartość uzyskana z systemu LINET jest szacowana na ok. 14 kA [5, 15]. Ta okoliczność, po weryfikacji wyników, może wpłynąć na podniesienie poziomu rzeczywistego bezpieczeństwa przy wybranych poziomach ochrony, co można zauważyć w tablicy 1.



Rys. 6. Krzywe procentowe szczytowych wartości prądów piorunowych: 1 - wyniki z systemu LINET, 2 - badania z ubiegłego wieku [15]

4. WPŁYW WYNIKÓW REJESTRACJI NA DOBÓR URZĄDZEŃ OCHRONY ODGROMOWEJ

Możliwy wpływ przedstawionych wyników rejestracji na projektowanie ochrony odgromowej został przedstawiony na przykładzie 4 kondygnacyjnego budynku mieszkalnego o powierzchni 35 m x 14 m i wysokości 11 m położonego w województwie Śląskim.

Zgodnie z normą PN-E 5003 [13] wskaźnik zagrożenia piorunowego może być w sposób uproszczony obliczony jako:

$$W = n \cdot m \cdot N \cdot A \cdot p \qquad (1)$$

gdzie: n jest współczynnikiem zależnym od liczby przebywających osób, m – współczynnikiem zwartości zabudowy, N – gęstością roczną wyładowań na metr kwadratowy, A – powierzchnią równoważną zbierania wyładowań przez obiekt, p – prawdopodobieństwem wywołania szkody przez wyładowanie piorunowe

Zakładając, że w analizowanym budynku mieszkalnym przebywa nie więcej niż 1 osoba na 10 m^2, brak zabudowy zwartej, obiekt wykonany z materiałów niepalnych z typowym wyposażeniem, wskaźnik zagrożenia piorunowego według wzoru (1) wynosi $4{,}1 \times 10^{-5}$ dla obowiązującej na tym terenie gęstości normatywnej wyładowań $2{,}5 \times 10^{-6}$ m^{-2}. Taki wskaźnik zagrożenia upoważnia do stwierdzenia, że zagrożenie jest małe i ochrona odgromowa jest zbędna.

Przyjmując w przedstawionych powyżej obliczeniach gęstość wyładowań o wartości 3,2, jak to wynika z rejestracji LINET, wskaźnik zagrożenia wzrasta do $5{,}2 \times 10^{-5}$, co oznacza średnie zagrożenie piorunowe i zalecenie ochrony. Zakładając liczbę wyładowań $4{,}6 \times 10^{-6}$ m^{-2}, która została obliczona z rejestracji dla rejonu województwa Śląskiego,

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

wskaźnik zagrożenia piorunowego analizowanego obiektu wzrasta do 7,5x10^{-5}, i przez to zbliża się do klasyfikowanego jako duże zagrożenie wymagające koniecznej ochrony odgromowej.

Rozpatrując zasadność stosowania środków ochrony odgromowej analizowanego budynku w oparciu o normę PN – IEC 61024 [10, 11] należy wyznaczyć spodziewaną częstość N_d bezpośrednich wyładowań piorunowych trafiających w obiekt jako:

$$N_d = N_g \cdot A_e \tag{2}$$

gdzie: N_g oznacza średnią roczną gęstość wyładowań doziemnych na kilometr kwadratowy, A_e - równoważną powierzchnię zbierania wyładowań przez obiekt w metrach kwadratowych

Powierzchnia A_e obliczona dla przedmiotowego budynku jako obiektu odizolowanego wynosi 7143 m^2. Dla gęstości wyładowań 2,5/km^2 spodziewana częstość wyładowań bezpośrednich osiąga wartość 1,8x10^{-2}, co przewyższa wartość akceptowalną częstości wyładowań N_c = 1x10^{-3} dla tego typu obiektów. Ponieważ $N_d > N_c$, więc powinno być zainstalowane urządzenie piorunochronne o skuteczności:

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d} \tag{3}$$

Po wstawieniu wcześniej obliczonych wartości wyznaczona w ten sposób skuteczność urządzenia powinna wynosić przynajmniej 0,94, co odpowiada III poziomowi ochrony.

Zakładając w przedstawionych powyżej obliczeniach gęstość wyładowań o wartości 3,2, jak to wynika z rejestracji LINET, średnia liczba wyładowań bezpośrednich wzrasta do 2,3x10^{-2}, a to podnosi wymaganą skuteczność E urządzenia piorunochronnego do 0,96. Przy takim założeniu budynek wymaga II poziomu ochrony. Gdy do obliczeń wstawić jako gęstość roczną wyładowań wartość 4,6, która została wyznaczona dla województwa Śląskiego, wymagana skuteczność urządzenia wzrasta do 0,97. Wartość taka zbliża wymagania do I poziomu ochrony (0,98).

Ze względu natomiast na mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia wysokich amplitud rejestrowanych prądów piorunowych jak to zostało przedstawione w tablicy 1, poziomy ochrony wyznaczane na podstawie obecnych przepisów mogą okazać się przewymiarowane.

5. PRZYKŁADY WYŁADOWAŃ W NISKIE OBIEKTY BUDOWLANE

W czasie silnych wyładowań atmosferycznych w okolicach Gdańska we wrześniu 2010 roku miały miejsca bezpośrednie trafienia pioruna w stosunkowo niskie domy jednorodzinne. Ciekawy przypadek wystąpił w jednej z dzielnic Gdańska, gdzie dom w czasie budowy zlokalizowany w pobliżu wieży kościoła, ale jednak poza jej strefą ochronną został trafiony bezpośrednio przez wyładowanie atmosferyczne. Skutkiem przepływu prądu wyładowczego przez prowizoryczną, niedokończoną instalację piorunochronną nastąpiło zapalenie elementów konstrukcyjnych budynku (rys. 7).

Inny przypadek miał miejsce w miejscowości w pobliżu Gdańska, gdzie miało miejsce bezpośrednie lub pobliskie wyładowanie atmosferyczne do obiektu nie wyposażonego w instalację piorunochronną. Na dachu budynku, o konstrukcji podobnej jak na rysunku 7, pokrytego dachówką ceramiczną wyprowadzono kominki wentylacyjne, kwasoodporną rurę pieca gazowego oraz antenę satelitarną, które wyprowadzały potencjał ziemi na górne powierzchnie obiektu. W otoczeniu domu znajdowały się budynki o podobnej konstrukcji i wysokości.

Rys. 7. Szkody wywołane w budynku bezpośrednio uderzonego piorunem. Widoczna nieprawidłowa ochrona wsadu ze stali kwasoodpornej za pomocą zwodu pionowego – brak zachowania kątów ochronnych

Zasilanie budynku odbywało się ze złącza kablowego zintegrowanego z pomiarem energii elektrycznej do którego dochodził 4 przewodowy kabel typu YAKY 4x120 mm^2, a dalej do budynku oddalonego o ok. 50 metrów przewód YKY 5x10 mm^2 prowadzony w ziemi na głębokości 0,7 m. W budynku wg projektu powinny być umieszczone 4 ograniczniki przepięć, w rzeczywistości zastosowano błędnie tylko 3 o napięciu obniżonym 1200 V przy udarowym prądzie wyładowczym 5 kA.

W budynku mieszkalnym uszkodzeniu uległy urządzenia elektroniczne o dość przypadkowej lokalizacji. Uszkodzenia miały miejsce na obu poziomach mieszkalnych oraz na zewnątrz budynku (domofon). We wnętrzu uległy uszkodzeniu elementy elektroniczne urządzeń pracujących w II klasie izolacji – takie jak sterownik do podlewania ogrodu, sterownik pieca, amplituner, dekoder cyfrowy, DVD, monitor ciekłokrystaliczny.

Na podstawie przedstawionych przypadków zagrożenia wyładowaniami atmosferycznymi obiektów niskich należy zauważyć, że w przypadku instalacji na dachu anten, odbiorników elektrycznych, czy elementów wynoszących potencjał ziemi na górne części budynku należy zgodnie z zaleceniami najnowszej edycji norm [16, 17] wykonywać ochronę odgromową.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Tablica 1. Rozkład amplitud prądu (1) oraz poziomy i skuteczność ochrony odgromowej

Lp.	Amplituda [kA]	Prawdopodobieństwo amplitudy		Poziom ochrony	Skuteczność systemu [%]
		Badania klasyczne [%]	Rejestracje współczesne [%]		
1	14	8,4	50,0		
2	20	30	78,1		
3	30	50,0	93,51		
4	50	74,5	98,94		
5	100	94,4	99,94	III, i<100 kA	90
6.	150	97,2	99,99	II, i<150 kA	95
7.	200	98,5	99.998	I, i<200 kA	98

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Wyładowania atmosferyczne pojawiające się nad Polską mogą być lokalizowane przez różne systemy detekcji i lokalizacji, które pokrywają obszar naszego kraju. Umożliwia to porównywanie wyników parametrów wyładowań otrzymywanych z poszczególnych systemów, a przez to może być weryfikowana wiarygodność i czułość poszczególnych systemów.

Parametry wyładowań atmosferycznych uzyskiwane ze współczesnych systemów lokalizacji i detekcji różnią się od wyników sprzed pół wieku otrzymanych metodami klasycznymi, np. podobna liczba dni burzowych, ale większa liczba wyładowań przy mniejszych amplitudach prądu, linia podziału kraju na 2 strefy aktywności burzowej powinna prawdopodobnie przebiegać bardziej na północ od obecnie obowiązującej.

Przyjęcie uzyskanej z przedstawionych rejestracji zwiększonej gęstości wyładowań może nie tylko zmieniać projektowany poziom ochrony odgromowej, lecz także decydować o wprowadzeniu ochrony do obiektu, który jej nie wymagał przy normatywnych gęstościach. Natomiast mniejsze amplitudy prądu wynikające z rejestracji mogą obniżać wymagane w dotychczasowych przepisach poziomy ochrony.

Dane z systemu LINET wskazują, że rejon Gdańska należy do obszarów w Polsce o najmniejszej aktywności burzowej. Jednak i w tym rejonie mogą występować uderzenia w obiekty, które według obowiązujących przepisów zostały uznane za bezpieczne z punktu widzenia wyładowań atmosferycznych.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Bodzak P.: System detekcji i lokalizacji wyładowań atmosferycznych, Gazeta Obserwatora IMGW nr 5, 2004.
2. Szewczykowski M., Dziewit Z.: Sieć radarów meteorologicznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej - POLRAD, Gazeta Obserwatora IMGW nr 5, 2004.
3. Łoboda M.: Lokalizacja i rejestracja wyładowań atmosferycznych na obszarze Polski, Elektro-Info, Nr 3, 2003.
4. Price C.: Thunderstorms, Lightning and Climate Change, 29-th ICLP, 2008 Uppsala.
5. Szpor S.: Ochrona odgromowa, WNT, Warszawa, 1975.
6. Cummins K., Murphy M.: Overview of Lightning Detection in the VLF, LF and HF Frequency Ranges, Int. Conf. on Lightning Detection (ICLD), Tucson 2000.
7. Strona internetowa: http://www.euclid.org
8. Strona internetowa: http://www.pa.op.dlr.de/linet/
9. Łoboda M. i inni: New Lightning detection Networks in Poland - LINET and LLDN, 29-th ICLP, 2008 Uppsala.
10. PN-IEC 61024-1 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
11. PN-IEC 61024-1-1:2001+Ap/2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
12. Wojtas S., Olesz M.: Rejestracja wyładowań atmosferycznych w Polsce, Gdańskie Dni Elektryki – 2008
13. PN-E-05003.01:1986 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
14. Strona internetowa : http://www.nowcast.de
15. Kminikowski M.: Wyniki współczesnych rejestracji wyładowań atmosferycznych, Praca dyplomowa, Wydz. EiA PG, 2010.
16. PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenia życia.
17. PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.

INFLUENCE OF LIGHTNING DISCHARGE RECORD RESULTS ON LIGHTNING PROTECTION DESIGNING

Key-words: lightning discharge, lightning protection

The paper deals with systems as well as initiated results of lightning detection in Poland. A basic results of the presentation are general characteristics of the LINET system. One of its sensors has been installed in Gdańsk University of Technology. Lightning current parameters obtained using present methods have been compared with those obtained about a half century ago by classic methods. A problems to be taken into consideration refers to both surface density of lightning strokes and their current amplitudes. Presented results indicate, that a surface density of lightnings seems to be higher than that obtained by classic methods and their amplitudes seem to be lower in comparison to those evaluated in previous century and introduced to standard regulations. Lightning flash localization and detection results can have an influence on lightning protection system design methods in future.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl