

Aktywność piorunowa w rejonie Giewontu – wstępna analiza rejestrów systemu *Linet*

Marek Szczerbiński

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: masz@uci.agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: Linet, Giewont, piorun, zagrożenie piorunowe

Keywords: Linet, Giewont, lighting, lighting hazard

Streszczenie

Przeprowadzono analizę aktywności piorunowej w rejonie Giewontu oraz zagrożenia piorunowego krzyża na Giewoncie i turystów – opierając się na annałach wypadków, analizach teoretycznych oraz rejestrach systemu *Linet*.

Zasadniczą inspiracją do przeprowadzonego w latach 2008/09 rozpoznania stanu technicznego, a następnie remontu krzyża na Giewoncie była obiegowa (rozpowszechniana również w mediach) opinia o destrukcyjnym działaniu piorunów, których skutki (uszkodzenia metalowej konstrukcji i fundamentów) miały się kumulować na przestrzeni wieku. Pojawiały się również głosy o potrzebie założenia „profesjonalnego piorunochronu” – celem ochrony turystów. (Na kopule Giewontu miało miejsce, w ciągu ostatniego stulecia, kilkadziesiąt porażeń elektrycznych spowodowanych przez gromy, część z nich – chociaż ich liczba nie przekracza 10 – to wypadki śmiertelne).

W niniejszym opracowaniu zostaną przedyskutowane powyższe kwestie. Autor uczyni to opierając się na współczesnej wiedzy naukowej o zjawisku pioruna, na rezultatach obserwacji aktywności burzowej i rejestrach wyładowań atmosferycznych w rejonie Giewontu (obejmujących jednak niestety tylko lata ostatnie, bo techniczne możliwości pojawiły się niedawno) na wynikach badań stanu krzyża i jego posadowienia w skale wapiennej oraz na kwerendzie literatury, prasy i Internetu w poszukiwaniu informacji o porażeniach. Rozpocząć jednak wypada od krótkiej, ogólnej charakterystyki pioruna oraz zasad ochrony odgromowej.

Piorun na przestrzeni dziejów

Wyładowania atmosferyczne u początków Ziemi przyczyniły się być może do powstania pierwszych mo-

lekuł białka. Prawie na pewno Ludzkość zawdzięcza gromowi dar ognia. Piorun jest jednak nie tylko darczyńcą, ale zjawiskiem groźnym. Ludy pierwotne, pracywilizacje, a później Grecy, Rzymianie, Słowianie postrzegali go jako kaprys (a niekiedy nieuniknione narzędzie sprawiedliwości) Zeusa, Jupitera, Peruna...

Narodziny ochrony odgromowej i fizyka pioruna

Tak jak w wielu innych dziedzinach, potrzeba obrony przed tym co zrazu zdawało się nieuniknione stała się matką wynalazków. Kiedy powstały pierwsze piorunochrony? Historycy nie są w tej sprawie zgodni: niektórzy dopatrują się ich już w starożytnym Egipcie i na dachu Świątyni Jerozolimskiej. Lecz są to tylko słabo uzasadnione hipotezy... Jedno jest pewne: wynalazek (stosowany początkowo sporadycznie) pojawił się w Europie i Ameryce jeszcze przed odkryciem elektrycznej natury pioruna, co świadczy o genialnej intuicji a zarazem spostrzegawczości autorów (głównie księży, gdyż wieże kościołów, górujące nad okolicą, były najbardziej narażone na wyładowania). Rozpowszechnienie pomysłu wiąże się jednoznacznie z nazwiskiem Benjamina Franklina – jednakże prawdziwość jego niebezpiecznego doświadczenia z latawcem (1752) jest obecnie poddawana przez historyków nauki w wątpliwość; opis eksperymentu pojawił się w dziennikach uczonego dopiero kilkanaście lat później.

Pioruny są jak wiadomo iskrami elektrycznymi o ekstremalnych rozmiarach. Biorą początek w chmurach burzowych (z reguły *cumulus cumulonimbus*) osiagających rozległość kilku kilometrów. W aktywnych częściach chmury, tzw. *komorach czynnych*, pojawia się pod wpływem różnicy temperatur wstępujący prąd powietrza, który powoduje elektryzację zderzających się i pękających kropeł wody i cząstek lodu, a następnie rozdzielenie ładunków dodatnich i ujemnych na centra. Wzrost napięcia elektrycznego między nimi nawzajem oraz ziemią prowadzi do wyładowań, które mogą mieć przebieg wewnątrzchmurowy, między-chmurowy lub doziemny – te

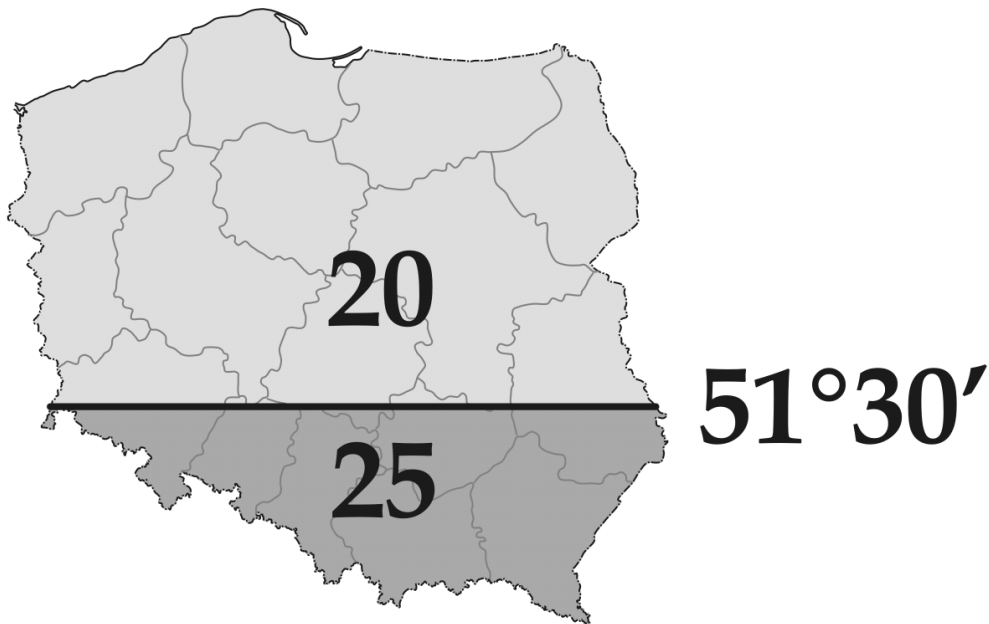
ostatnie nazywamy właśnie piorunami. Istnieją różne typy wyładowań doziemnych – najczęstszym, zdecydowanie dominującym na obszarach płaskich jest piorun ujemny (czyli niosący elektrony) odgórny. Na nim skoncentrujemy dalsze rozważania.

W pierwszej fazie, zwanej *liderem odgórnym*, rozwija się ku ziemi skokami (przepływ prądu o wartości kilkudziesięciu do dwustu amperów w ciągu milionowej części sekundy, a potem kilkadziesiąt razy dłuższa przerwa, jakby wyładowanie nabierało sił do kolejnego skoku, przy którym wydłuża się coraz bardziej ku ziemi). W tym czasie elektrony rozpraszają się wokół gorącego kanału plazmowego na odległość do kilku metrów. Kiedy czoło *lidera odgórnego* znajdzie się w odległości kilkudziesięciu metrów od ziemi, na jego spotkanie startuje ku górze (najczęściej z najwyższego elementu rzeźby lub pokrycia terenu) *lider oddolny*, niosący ładunek dodatni. Po spotkaniu liderów, gdy przetarły już one gorącą niskorezystancyjną (niskooporową) drogę pojawia się wyładowanie główne, którego prąd osiąga wartość szczytową kilkudziesięciu (a w skrajnych przypadkach nawet dwustu kilkudziesięciu) tysięcy amperów.

Generalnie pioruny „wybierają” jako cel naziemny (którym jest miejsce startu lidera oddolnego) obiekty górujące nad otoczeniem, a zarazem o lepszej przewodności elektrycznej. Obie te „preferencje” uwzględnione są w ochronie odgromowej – mają jednak one charakter wyłącznie statystyczny (zdarzają się niekiedy uderzenia w elementy niższe, niż pobliska rzeźba i pokrycie terenu, piorun może też ominąć pręt metalowy, a trafić np. w pobliską ścianę z wyraźnie słabiej przewodzącej cegły).

Szacuje się, że ciągu sekundy trafia w Ziemię około 60 piorunów. Wyładowania atmosferyczne nie mogą być jednak brane pod uwagę jako możliwa do ujarznienia przyszłościowa elektrownia. Aczkolwiek zgodnie z literaturą przedmiotu „energia jednego wyładowania starczyłaby na zasilanie 100-watowej żarówki przez okres 3 miesięcy” [5], to jednak wypada zauważyć, że niespełna 1% tej energii dociera do ziemi, zaś reszta jest bezpowrotnie rozpraszana po drodze, zamieniając się w ciepło, podmuch powietrza, falę akustyczną grzmotu i fale elektromagnetyczną (w tym światło błyskawicy).

Znaczne jest regionalne zróżnicowanie ilości burzowych dni w ciągu roku i rocznej liczby uderzeń pioruna na kilometr kwadratowy. Dla potrzeb norm krajowych dotyczących ochrony odgromowej przyjęto zgrubnie, iż w Polsce południowej występuje 25 dni burzowych w roku, zaś 20 dni burzowych w roku w środkowej i północnej części kraju. Znając szacunkową liczbę dni burzowych, można określić spodziewaną częstość wyładowań. Wartości te przyjmuje się w normach odpowiednio jako 1,8 uderzenia pioruna na rok na kilometr kwadratowy powierzchni dla terenów o szerokości geograficznej powyżej 51°30' oraz 2,5 uderzenia pioruna na rok dla reszty kraju – vide Ryc. 1 (oczywiście „ułamki” pojawiają się ze względów statystycznych, nie mając związku z naturą pioruna). Jest to jednak daleko idąca idealizacja stanu faktycznego; dokładniejsze mapy winny powstać w ciągu najbliższych kilkunastu lat, w oparciu o wyniki uzyskane z uruchomionych w ostatnich latach systemów detekcji i rejestracji wyładowań atmosferycznych (np. *Perun*, *Lineł*). Przykładowe wyni-



Ryc. 1. Umowny (przyjmowany w normach) podział obszaru Polski na dwie strefy aktywności burzowej (20 dni burzowych w ciągu roku na północ i 25 dni burzowych na południe od równoleżnika 51°30'). W rejonach górskich można przyjmować 30 dni burzowych w ciągu roku

Fig. 1. Conventional (assumed in standards) division of Poland's territory into two zones of thunderstorm activity (20 thunderstorm days north of 51°30' and 25 thunderstorm days south of 51°30' latitude). In mountain regions one can accept 30 thunderstorm days per annum

ki za okres jednego roku przedstawione są na Ryc. 6.5 (Mapa nie jest jednak reprezentatywna dla okresu wieloletniego).

Aczkolwiek ochrona ogromowa obiektów naziemnych jest doskonała od przeszło dwu i pół wieku, żaden piorunochron nie daje ochrony całkowicie pewnej – ze względu na ograniczoną przewidywalność „zachowywania się” wyładowań atmosferycznych. Nie sposób też chronić wszystkich obiektów. W efekcie, szkody piorunowe (przede wszystkim spowodowane przez pożary oraz uszkodzenia aparatury elektronicznej) są nadal poważnym problemem ekonomicznym. Ocenia się, że w samych tylko Stanach Zjednoczonych sięgają one 5 miliardów USD rocznie. (Dane te jednak należy traktować z dużą ostrożnością, ponieważ oparte są na rozszyczeniach klientów firm ubezpieczeniowych i mogą być przez nich zawyżane.)

Zagrożenie piorunowe konstrukcji krzyża

Uważa powszechnie, że pioruny stanowią główne (obok wiatru) zagrożenie konstrukcji krzyża na Giewoncie. Miałyby być one przyczyną uszkodzeń elementów kratownicy oraz ich połączeń, jak również mieć udział w destrukcji fundamentu.

Poglądy te, przynajmniej w zakresie piorunowego zagrożenia elementów wznoszących się ponad posadowienie, są zdecydowanie błędne. Mniemanie, że piorun trafiając w obiekt naziemny działa nań jakąś siłą mechaniczną (jak gdyby „stuknięcie młotkiem”) jest błędne z punktu widzenia fizyki elektryczności. Nie ma też zagrożenia nadmiernym nagraniem konstrukcji.

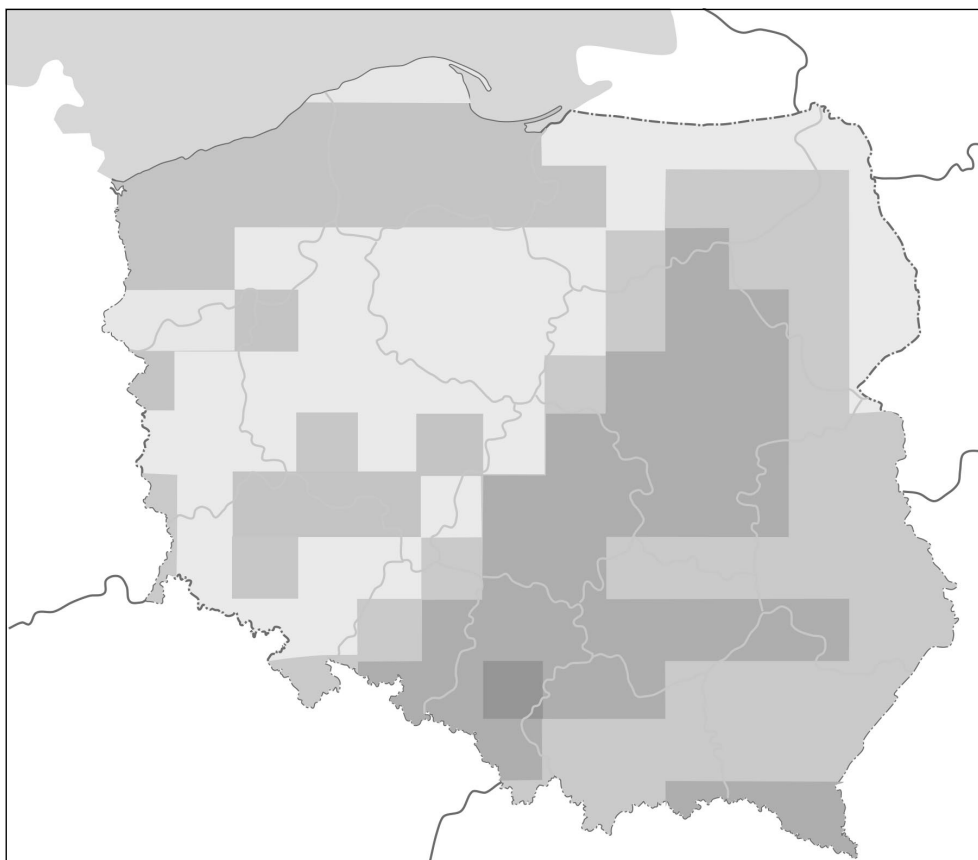
Teoretycznie, piorun uderzając w konstrukcję metalową może spowodować (ale tylko w przypadkach, gdy jej wymiary geometryczne mają wartości poniżej „krytycznych”) następujące uszkodzenia:

a) Erozję termiczną metalu w miejscu kontaktu z kanałem wyładowania (temperatura w centrum „błyskawicy” sięga 50 000°C)

b) Rozmięknienie a następnie topienie się metalu wzdłuż drogi (dróg) przepływu prądu jako efekt wydzielania się tzw. *ciepła Joule'a*

c) Deformację elektrodynamiczną elementów metalowych stanowiących drogi dla rozgałęziającego się prądu (w szczególności na skutek sił przyciągania, gdyż równoległe „odnogi” prądu piorunowego płyną w tym samym kierunku)

Jednakże **w przypadku krzyża na Giewoncie** zjawiska przywołane w pkt. b) i c) mogą być całkowicie pominięte. Przeszło dwuwiekowe doświadczenia



Ryc. 2. Orientacyjna mapa częstości wyładowań atmosferycznych dla Polski w 2008 r. ustalona w oparciu o rejestracje systemu *Linet*: obszary bardziej zaciemnione odznaczają się większą aktywnością piorunową

Fig. 2. Rough map of lightning activity for Poland in 2008 based on *Linet* registrations: darkened regions are of higher lightning activity

w zakresie projektowania i eksploatacji urządzeń piorunochronnych oraz analizy teoretyczne i eksperymenty laboratoryjne wskazują, że zjawiska Jouleowskie (a tym bardziej oddziaływania elektrodynamiczne) zaniechuje się dla sumarycznego przekroju drogi prądowej w stali (żelazie) równym lub większym od 50 mm^2 [4]. W konsekwencji, urządzenia piorunochronne są wykonywane ze stosunkowo cienkich drutów.

Warunek ten spełniony jest w przypadku kratownicy krzyża z wielokrotnym naddatkiem¹: prąd piorunowy nie jest w stanie jej roztopić, zdeformować ani w inny sposób uszkodzić.

Nieco więcej uwagi wymaga natomiast zagrożenie typu a) – tj. możliwość erozji termicznej żelaza (stali) w miejscu przejścia wyładowania (a więc kontaktu z piorunem); w przypadku ochrony odgromowej przepisy normatywne pozwalają tę erozję całkowicie zaniechać jeśli grubość blachy jest nie mniejsza niż 4 milimetry. Elementy kratownicy krzyża mają grubość od 5 do 8 mm, dlatego warunek można uważać za spełniony, ale „margines bezpieczeństwa” zda się być wąski. Jednakże erozja blach w kontakcie z kanałem pioruna ogranicza się z reguły do drobnych perforacji, a faktyczne zagrożenie trwałości elementu nastąpiłoby dopiero przy grubości blachy stalowej poniżej 0,5 mm [4]. Z tego powodu nie istnieje więc żadne zagrożenie dla elementów kratownicy krzyża, mających grubość co najmniej dziesięciokrotnie większą.

Sprawą otwartą dla dalszego rozpoznania pozostaje natomiast ewentualny udział zjawisk piorunowych w destrukcji fundamentu.

Przy przepływie prądu do skał podłoża może wydzielać się znaczna ilość ciepła Joule'a, gdyż wapień ma znaczną rezystancję (oporność elektryczną) właściwą. (Piorun posiada cechy tzw. źródła prądowego, a nie napięciowego, więc duża rezystancja drogi prądowej nie obniża wartości prądu). Gwałtowne parowanie podgrzanej wody stanowi hipotetyczną przyczynę sił destrukcji i wyrw. (Na podobnej zasadzie dochodzi niekiedy – chociaż zdarza się to rzadko – do wyrwania z korzeniami potężnych drzew rażonych przez piorun.) Zjawiska te są jednak jak dotychczas słabo rozpoznane, trudno więc tu cokolwiek przesądzać, nawet dysponując wynikami dotychczasowych badań fundamentu krzyża na Giewoncie.

Hipotetyczna możliwość udziału prądów piorunowych w destrukcji fundamentu została znacznie ograniczona po dokonaniu w 2009 r. remontu krzyża. Wy-

brano rumosz skalny, glebę i śmieci, fundament wzmocniono 6 kotwiami ze stali nierdzewnej o średnicy 25 mm i długości 2,5 m. Zastosowano również materiały z włókna węglowego. Kawerny i pustki wypełniono uzbrojonym betonem, a u podstawy krzyża wykonano żelbetowy cokolik. Wierzchnią część fundamentu zabezpieczono środkiem hydrofobowym, zapobiegającym penetracji wody.

Zagrożenie piorunowe turystów na Giewoncie

Na całym świecie pioruny są przyczyną śmiertelnych wypadków i porażeń, prowadzących do różnorodnych uszkodzeń ciała i patologii (nowa dziedzina medycyny. *keraunomedycyna* – nazwa pochodzi od greckiego słowa *keraunos*, piorun – wyróżnia ponad 30 ich rodzajów). Ofiara może zostać rażona bezpośrednio, bądź znaleźć się na drodze iskry rozwijającej się od obiektu trafionego, względnie mieć kontakt z ziemią czy skałą, przewodzącą prąd piorunowy. Względnie korzystną okolicznością jest skłonność prądu wyładowania do przeskoku po powierzchni ciała do ziemi, co pozwala przeżyć znacznemu odsetkowi rażonych.

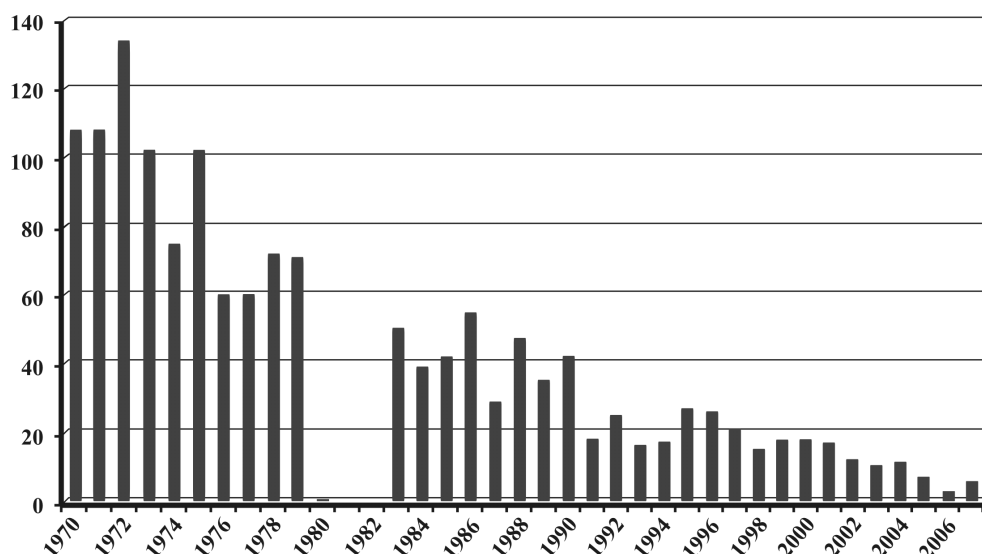
Ocenia się, że na świecie ginie od pioruna ok. 7 tysięcy osób rocznie (jest to jednak, zdaniem autora, liczba wyłącznie orientacyjna, trudna do zweryfikowania). W kraju stosowne rejestry prowadzi od początku lat 70-tych dwudziestego wieku Główny Urząd Statystyczny (Ryc. 3). Korzystna tendencja wyraźnego spadku liczby ofiar w tym okresie nie znalazła dotychczas jednoznacznej interpretacji. Wśród splotu przyczyn można się domyślać wzrostu społecznej świadomości zagrożenia i wiedzy o sposobach przeciwdziałania oraz zmniejszonej ekspozycji piorunowej ludzi na otwartej przestrzeni na skutek migracji ludności ze wsi do miast, mechanizacji rolnictwa, postępującej motoryzacji, zmian w zwyczajach spędzania wolnego czasu. Nie można też z góry wykluczyć wpływu ewentualnych zmian w systemie klasyfikacji przyczyn zgonów.

Jak już wspomniano, na powierzchnię kilometra kwadratowego południowej części naszego kraju przypada średnio kilka wyładowań piorunowych w ciągu roku. Jednakże w przypadku górskich grani i ich okolicy liczba ta jest wyższa (Ryc. 4).

Obecność metalowej konstrukcji na górkim szczycie zwiększa narażenie piorunowe – przeto gdyby na wierzchołku Giewontu nie było krzyża, trafiałoby weń mniej piorunów niż obecnie. Jednakże zagrożenie pozostawałoby na tyle duże, iż obowiązywałoby nadal generalne zalecenie nieprzebywania na szczycie i jego sąsiedztwie w porze burzowej – tak jak to jest w przypadku innych tatrzańskich (a generalnie górskich) wierzchołków i grani.

Obecność krzyża na Giewoncie nie zwiększa więc zagrożenia piorunowego turystów zachowujących podstawowe zasady bezpieczeństwa. Jednakże w przypadku lekkomyślnych wniosków nie są jednoznaczne. Widok metalowego obiektu na szczycie, tablice ostrzegawcze, w po-

¹ Kątownicy poszczególnych segmentów krzyża mają (kolejno od fundamentu) przekroje $150 \times 9 = 1350 \text{ mm}^2$, $140 \times 8 = 1120 \text{ mm}^2$, $110 \times 7 = 910 \text{ mm}^2$, $110 \times 8 = 880 \text{ mm}^2$, $100 \times 6 = 600 \text{ mm}^2$, $90 \times 6 = 540 \text{ mm}^2$. Pręty wykratowania czterech dolnych segmentów wykonanych z płaskowników mają przekrój $50 \times 8 = 400 \text{ mm}^2$, piątego $17 \times 8 = 376 \text{ mm}^2$, zaś najwyższego $36 \times 6 = 216 \text{ mm}^2$. Najmniejszy przekrój mają płaskownice poziomych ramion krzyża, $50 \times 5 = 250 \text{ mm}^2$, lecz i w tym przypadku mamy 400% margines bezpieczeństwa odporności piorunowej.



Ryc. 3. Liczba śmiertelnych ofiar wypadków w ciągu roku w Polsce, spowodowanych przez piorun (okres 1970–2007, dane GUS, przy czym brak statystyk dla początku lat 80-tych – prawdopodobnie na skutek stanu wojennego) [2]

Fig. 3. Number of lightning mortalities per annum in Poland (Period 1970–2007, the data got from GUS (Główny Urząd Statystyczny – Main Statistical Office), there are no information for the beginning of 80', probably as a result of marshal law in Poland)

łączeniu z elementarną wiedzą z lekcji winny w końcu wzbudzić zdrowy rozsądek. Ale nie zawsze wzbudzą...

W annałach, a szczególnie w księdze wypraw Tatrzańskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego opisano szereg przypadków rażenia piorunowego na Giewoncie, lub bezpośrednio pod jego wierzchołkiem [1]. Najbardziej tragiczny miał miejsce 15. sierpnia 1937 r., kiedy to zginęły 3 osoby (a czwarta zmarła po dwu dniach w zakopiańskim szpitalu) zaś 13 zostało poszkodowanych. Zginęły dwie kultowe naonczas postacie Giewon-

tu: Kazimierz Bania, sprzedający ciastka pod szczytem i kobziarz grający dla turystów. Zwłoki dwóch osób były doszczętnie zwęglone, a jedną z ofiar siła rażenia odrzuciła jakoby na odległość 50 m (jednakże zdaniem autora niniejszego rozdziału, przemieszczenie to mogło być raczej skutkiem spadku z wysokości, niż eksplozji). Kolejne wypadki miały miejsce w latach 1950, 1961, 1964, 1966, 1968, dwukrotnie w 1986, 2001, 2004 (datowanie może być jednak niekompletne). Ostatnie zdarzyły się 31. maja 2008 r. (przejsiowy niedowład nóg poszkodowanego) oraz śmiertelny 12. września 2009 r. (jedna osoba została zabita, druga porażona). Wynika więc stąd, że do piorunowego wypadku na Giewoncie dochodzi przeciętnie nie częściej niż raz na dekadę, do śmiertelnego przeciętnie raz na 20 lat, a zła sława góry wynika ze spektakularności zdarzeń i stosunkowo wysokiemu odsetkowi ofiar śmiertelnych.

W ostatnich latach staje się możliwa obiektywna odpowiedź na pytanie:

Czy i w jakim stopniu krzyż na Giewoncie „przyciąga” pioruny?

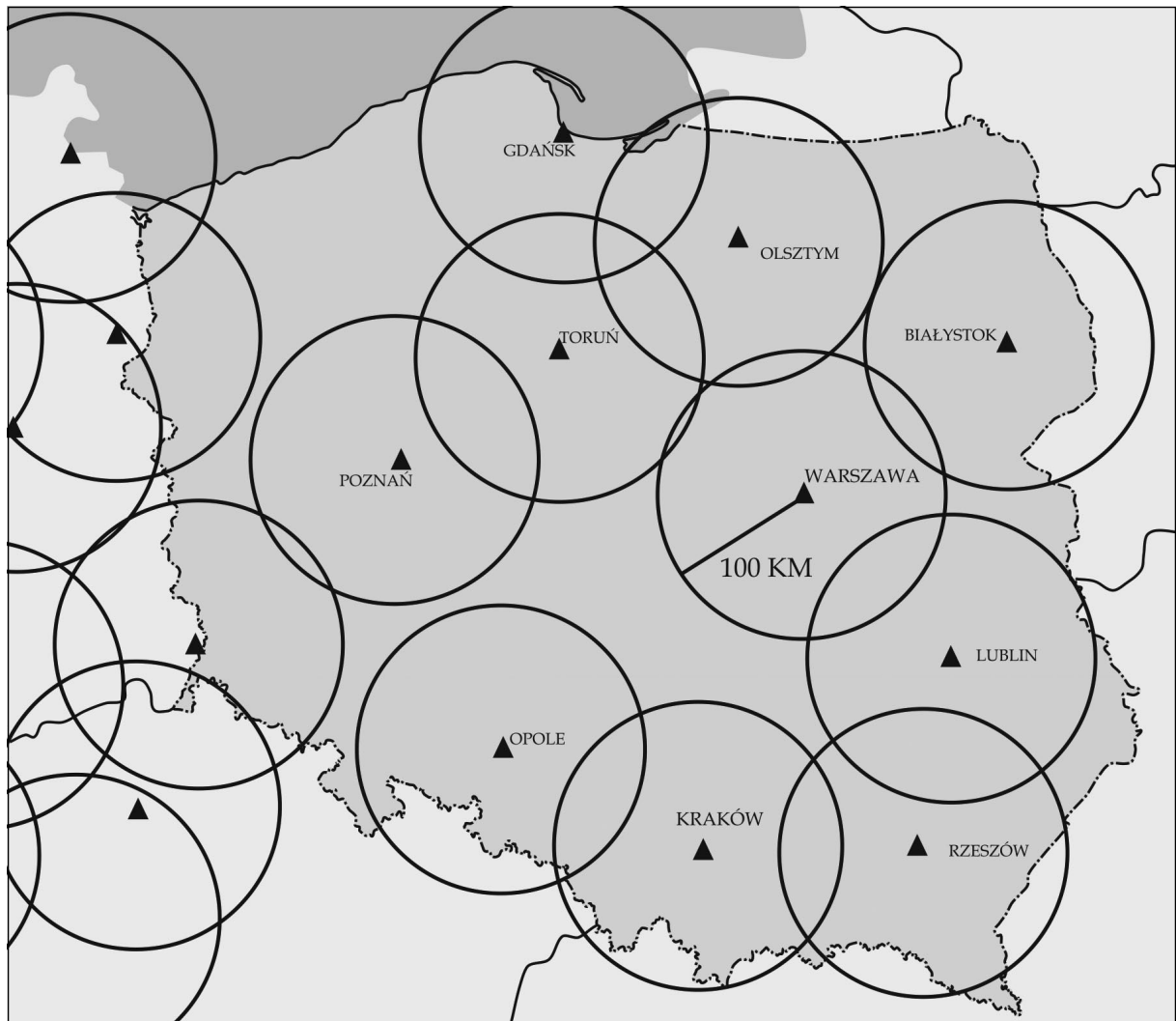
Na terenie kraju działa bowiem od roku 2001 r. system detekcji i rejestracji piorunów *Safir (Perun)*, zaś w 2007 r. dołączył do niego system *Linet* (Ryc. 5 i Ryc. 6) Dokładność lokalizacji wyładowań doziemnych dla systemu *Linet* wynosi 100–200 m.

Przeprowadzona przez autora analiza danych zebranych przez system *Linet* w okresie 1. stycznia 2008 r. do 30. czerwca 2009 (Ryc. 7) umożliwiła sporządzenie następującego zestawu wyładowań w rejonie kopuły Giewontu: 13. maja 08 (1 wyładowanie), 16. maja 08 (1 wyładowanie), 31. maja 08 (9 wyładowań, w tym jedno dwukrotne i jedno trzykrotne), 25. czerwca (1 wyładowanie),



Ryc. 4. Pioruny w okolicy Giewontu. Źródło: Tomasz Skowroński – Internet

Fig. 4. Lightnings within Giewont region. Source: Tomasz Skowroński – Internet



Ryc. 5. Lokalizacja i zasięg stacji systemu detekcji i rejestracji piorunów *Linet* na terytorium Polski

Fig. 5. Localization and range of lightning detection and registration system *Linet* in Poland



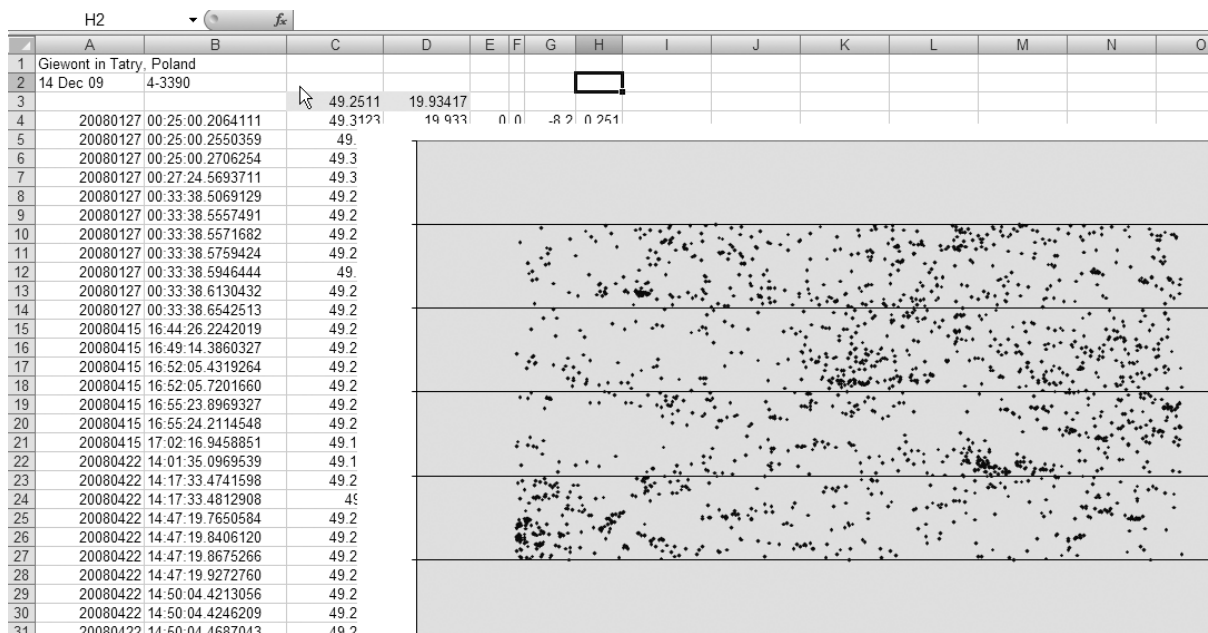
Ryc. 6. Antena stacji systemu *Linet* w Katedrze Elektrotechniki i Elektroenergetyki AGH w Krakowie (Zdj.: Sz. Moskwa)

Fig. 6. Antenna of the *Linet* system station in Department of Electrotechnics and Electrical Power Engineering AGH UST Cracow

13 lipca (2 wyładowania, w tym jedno dwukrotne), 14. lipca (1 wyładowanie), 1. sierpnia (1 wyładowanie), 8. sierpnia (1 wyładowanie), 14. sierpnia (1 wyładowanie czterokrotne), 30. kwietnia 09 (3 wyładowania, wszystkie dwukrotne), 6. czerwca 09 (2 wyładowania, w tym jedno trójkrotne). Są to łącznie 23 wyładowania.

Spośród nich system *Linet* zidentyfikował jako doziemne 6 wyładowań (w tym 2 dwukrotne i 1 trzykrotne), jako między-chmurowe 11 wyładowań, zaś charakter pozostałych 6 pozostał nierozpoznany. Można założyć, że prawdopodobnie dwa lub trzy spośród tych ostatnich mają charakter piorunów doziemnych.

Generalizując, liczba piorunów trafiających w kopułę Giewontu w ciągu analizowanego półtorarocznego okresu nie przekroczyła 10, przy czym prawdopodobnie większość z nich (ale jest to tylko domysł) została przejęta przez metalową konstrukcję. W krzyż trafia więc nie więcej niż kilka piorunów rocznie, a obiegowa opinia o kilkuset, wyrastająca jakoby z obserwacji pracowników Parku, rozmija się z faktami. Ponadto, rozkład wyładowań pokrywa się z równoleżnikowym przebiegiem



Ryc. 7. Fragment rejestru i mapa wyładowań atmosferycznych w rejonie Giewontu w okresie 1. stycznia 2008 r. do 30 czerwca 2009 r. (Kopuła Giewontu znajduje się w centralnej części mapy)

Fig. 7. Excerpt from register and the lightning map in Giewont region for the period 1. January 2008 – 30 June 2009 (Giewont top is located in the central part of the map)

grani Giewontu, a nie jest „punktowy”; nie ma więc podstaw do twierzenia, że metalowa konstrukcja „przyciąga” pioruny z okolicy.

Czy na Giewoncie mógłby działać piorunochron?

Istnieją racje natury estetycznej, ochroniarskiej i inne (w 2007 r. krzyż został uznany za zabytek) przemawiające przeciw umieszczeniu na Giewoncie piorunochronu. Znalazłyby się jednak i argumenty „za” – ale pod warunkiem, że urządzenie okaże się wystarczająco skuteczne (tj. niezawodne lub o bardzo niskim stopniu zawodności) skoro mają mu zaufać turyści... Czy taka konstrukcja jest możliwa? Oto uwagi w tej kwestii na zakończenie rozdziału.

Jak wynika z dotychczasowych rozważań, ochrona metalowej kratownicy krzyża nie miałaby sensu, gdyż gabaryty jej elementów gwarantują pełną „piorunotrwłość”. Piorunochron mógłby jednak odciążać prądowo fundamenty (możliwość wydzielania się w nich sporej ilości ciepła jest nadal sprawą otwartą). Ale pod warunkiem skutecznego uziemienia...

Jest ono wszakże niemożliwe, gdyż na kopule Giewontu mamy do czynienia z wapienną skałą, a warstwy gleby, na których rośnie trawa i kosodrzewina, są cienkie... Poprowadzenie przewodu uziemiającego „ku dolinom” jest nierealne z kilku względów, a przede wszystkim z powodu tzw. indukcyjnego spadku napięcia. Taki piorunochron nie tylko nie chroniłby turystów ale wręcz

im zagrażał, bo przewód uziemiający iskrzyłby (efekt znanego ze szkoły podstawowej prawa Ohma: prąd natrafiwszy na dużą oporność elektryczną, powoduje skok napięcia).

Lightning activity in Giewont area – preliminary analysis of *Linet* system registrations

Lightning activity, lightning risk for metal cross and tourists have been analyzed on the basis of accidents records, theoretical analyzes and registers of the *Linet* system.

Literatura

- Janczy J., 2001. „Błękitny krzyż” na Giewoncie [w:] Sto lat krzyża na Giewoncie. Materiały z sesji popularnonaukowej. Zakopane.
- Łoboda M., Sobolewski K., 2009. Lightning Deaths and Injures in Poland [w:] European COST Action P-18 International Symposium on “Lightning Physics and Its Effects, Vienna 2009.
- Mikoś T., 2009. Zbawicielowi Świata – wkład pracowników AGH w renowację krzyża na Giewoncie. Biuletyn AGH 22-2009, str. 40–43.
- Norma PN-EN 62305, 2008. Ochrona odgromowa.
- Rakov V.A., Uman M.A., 2005. Lightning – Physics and Effects, Cambridge, Cambridge University Press.

