

# Konwencjonalne i nie Konwencjonalne Zwody Odgromowe: Uzupełnienie.

HARTONO Zainal Abidin, BSc, MIEEE i ROBIAH Ibrahim, BSc, MIEEE

## 1. Wprowadzenie.

Systemy ochrony odgromowej (LPS) używane kraju i na całym świecie zasadniczo są podzielone na dwa typy:

- Konwencjonalne lub standardowy LPS tzn., takie, które buduje się zgodnie ze standardami technicznymi/normami.
- Niekonwencjonalne albo nie standardowe LPS tzn. takie które nie stosują się do standardów/norm.

Powietrzne terminale (pionowe zwody odgromowe) zgodne z konwencjonalnym LPS kojarzone były dotychczas z prętami Franklina. Ostatnio dołączyły do nich LPS-y niekonwencjonalne, tak zwane "aktywne" terminale powietrzne np. z wczesną emisją streamera (ESE) i system przesyłania ładunku (CTS).

W ostatniej dekadzie, zasady konwencjonalnego LPS, zostały potwierdzone w pewnej liczbie badań przeprowadzonych na świecie przez ekspertów ochrony odgromowej. Z drugiej strony, podobne badania zdyskredytowały nie konwencjonalne LPS i to doprowadziło do ich odrzucenia przez różne organizacje naukowe i normalizacyjne. W 2005 roku, Międzynarodowa Konferencja Ochrony Odgromowej (ICLP) wyemitowała ostrzeżenie, że użycie nie konwencjonalnego LPS jest niebezpieczne dla końcowych użytkowników. Zdarzenia te nie powstrzymały sprzedawców i osoby oferujące nie konwencjonalne LPS-y, którzy nadal oferowali odbiorcom te niebezpieczne wyroby, a nawet zdołali wymyślić kolejny.

Artykuł ten jest dalszym ciągiem referatu przedstawionego przez autorów na forum ochrony odgromowej zorganizowanego przez ACEM w styczniu 2004. Czytelnik może pobrać referat ze strony internetowej [Lightning Safety Alliance \(www.lightningsafetyalliance.org\)](http://www.lightningsafetyalliance.org).

## 2. Normy ochrony odgromowej.

Uznane normy ochrony odgromowej znajdują zastosowanie w narodowych odpowiednikach - MS-IEC 61024 (Malezja), BS6651 (Wielka Brytania), NFPA780 (Stany Zjednoczone Ameryki Północnej), AS/NZS 1768 (Australia/Nowa Zelandia) i CP33 (Singapur). Normy te są regularnie uaktualniane, wcielając nowe odkrycia w badaniach nad ochroną od wyładowań atmosferycznych.

W odpowiedzi na to, sprzedawcy nie konwencjonalnych LPS przedstawili/zaproponowali ich własną "normę produktu" taką jak francuski dokument NFC 17-102. Te, tak zwane "normy", zostały już odrzucone przez naukowe organizacje w kraju ich pochodzenia.

### 2.1 AS/NZS 1768

Praca nad przeglądem tej normy rozpoczęła się pod koniec 1990 roku i nowa tymczasowa norma, AS/NZS 1768 (Int.) 2003 została opublikowana w grudniu 2003 r. Pozostały w niej nadal zachowane istniejące metody rozmieszczania powietrznych terminali (zwodów), a mianowicie Metoda Kąta Osłonowego (PAM), Metoda Toczącej się Kuli (RSM) i Metoda Klatki Faradaya (FCM).

Norma ta jest uzupełniona o nowe sposoby rozmieszczania zwodów, wynikające z obserwacji szkód spowodowanych wyładowaniami w Malezji.

Opis tej nowej metody jest następujący:

"Dane połowe szkód spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne kończą się na strukturach budynku (vide Załącznik G, Refs. 2 & 3) zidentyfikowały te jego części, które są najbardziej podatne na uderzenia. Najwrażliwsze punkty, zawierające 90% obserwowanych szkód piorunowych, prawie zawsze są umieszczone na górnych częściach struktury, takich jak:

- szpiczaste wierzchołki dachów, iglice i występy;
- ściany szczytowe na końcach kalenicy;
- zewnętrzne załamania dachu.

Innymi wrażliwymi rejonami, w klasyfikacji opartej na malejącym znaczeniu, są:

- ekspozowane krawędzie poziomych dachów, nachylone i poziome krawędzie dachów ścian szczytowych (< 10%);
- niższe poziome i pionowe krawędzie na zewnętrznych ścianach poniżej narożników (< 5%);
- płaskie powierzchnie w sąsiedztwie szpic i narożników (< 3%); i
- powierzchnie przybudówek i inne powierzchnie, szczególnie płaskie powierzchnie (< 1%)."

Aby maksymalizować prawdopodobieństwo przejścia wyładowań przez zwody odgromowe, należy koniecznie umieszczać je w punktach o wysokim ryzyku uderzeń, korzystając z powyższego zestawienia.

### 2.2 Nowa norma IEC 62305.

Praca nad przeglądem zapisów mających zastąpić normę IEC 61024 rozpoczęto w końcu 1990 roku, a rezultaty opublikowano w lutym 2006 r. Nowy standard jest podzielony na cztery części:

- IEC 62305-1: Zasady ogólne.
- IEC 62305-2: Zarządzanie ryzykiem.
- IEC 62305-3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.
- IEC 62305-4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.

W IEC 62305-3 zachowano sposoby rozlokowania zwodów według przyjętych wcześniej metod PAM, RSM i FCM. Ponadto, dodano nowy paragraf o rozmieszczeniu powietrznych terminali, zbliżony do tego, który można znaleźć w AS/NZS 1768(Int):2003.

IEC 62305 jest aktualnie weryfikowana przez SIRIM Grupę Roboczą Ochrony Odgromowej, mającą w przyszłości zastąpić normę MC-IEC 61024.

### 2.3 Francuska "norma" ESE, NFC 17-102.

„Norma” ta została opublikowana w 1995 roku przez GIMELEC, stowarzyszenie francuskich producentów ESE, aby standaryzować produkt, badania i instalację zwodów ESE. „Norma” została skopiowana przez innych nie francuskich producentów ESE np. Hiszpanię.

NFC 17-102 została skrytykowana w 2002 roku w sprawozdaniu [1] przez francuską agencję naukową, INERIS. Chociaż producenci zgodzili się przejrzeć dokument, żadna taka czynność nie została dotychczas powzięta. Odtąd zwody ESE, będące w użyciu na całym świecie, nie spełniają nie tylko znanych krajowych i międzynarodowych norm, ale nie spełniają własnych norm producenckich.

### 2.4 Propozycja normy dla systemu CTS.

Między 1989 i 2005 rokiem, wynalazca CTS dokonał pięciu zgłoszeń do NFPA, postulujących, aby włączyć CTS do normy NFPA 780. Wszystkie zgłoszenia zostały odrzucone, ponieważ wynalazca nie umiał na gruncie naukowej teorii, opisać działania CTS. Ostatnia odmowa [2] została wydana przez NFPA w 2005 roku.

### 2.5 Propozycja normy dla CVM.

CVM jest zastrzeżoną metodą ochrony odgromowej dla zwodów Dynasphere®, które, jako grupa zwodów aktywnych, rozwinęła się w Australii. Ta metoda została włączona do załącznika AS/NZS 1768:1991 tylko informacyjnie. Natychmiast ten fakt został wykorzystany do wielu realizacji instalacji opartych o Dynasphere®. W 2002 r. CVM nazwano Polową Metodą Wzmocnienia (FIM).

Dane polowe na temat aplikacji CVM/FIM, zbierane przez dziesięć lat w Malezji, nie zdołały udowodnić, że metoda ta była skuteczna dla większości uderzonych i uszkodzonych przez piorun budynków z zainstalowanymi tego typu zwodami.

W konsekwencji, CVM/FIM został usunięty z normy AS/NZS 1768(Int):2003. Z tych samych powodów CVM/FIM zostało też odrzucone w 2004 przez NFPA [3].

## 3. Legalność reklamy terminalu powietrza ESE

Na skutek odrzucenia w 2000 r. przez NFPA technologii ESE, kilku amerykańskich sprzedawców ESE, wniosło sprawę do sądu powołując się na "nieuczciwe praktyki handlowe" ze strony ich oponentów.

Na bazie wypowiedzi ekspertów opiniujących działania technologii ESE, sąd wydał orzeczenie [4] zakazujące sprzedawcom ESE twierdzenia, że ich produkt może dysponować większą strefą ochronną, niż ta, którą dają zwody Franklina. Sąd zdecydował, że twierdzenia sprzedawców ESE są fałszywą reklamą i naruszają amerykański Kodeks Lanham'a.

## 4. Niekonwencjonalny LPS i Publiczne Bezpieczeństwo

We wrześniu 2005, ICLP opublikował ostrzeżenie [5], że użycie niekonwencjonalnego LPS może stanowić niebezpieczeństwo zarówno dla końcowego odbiorcy jak i ogółu społeczeństwa.

Ostrzeżenie zwraca uwagę na studia prowadzone nad wyładowaniami w naturalnych warunkach w USA i Malezji, w których wykazano nie skuteczność zwodów ESE.

Idąc za tym ostrzeżeniem, ACEM przekazał opinię (dot.: ACEM/sec/2005/13 w dn. 27.10. 2005) do wszystkich jego członków, by zaprzestać używania niekonwencjonalnych LPS.

Ostatnie obserwacje wykazujące nie skuteczność zwodów ESE na przykładzie obiektów obserwowanych w Malezji:

### 4.1 Domy jednorodzinne.

Zwody ESE są używane przez domorosłych developerów, do ochrony domów jednorodzinnych i niskich apartamentów. Poniższe przypadki pokazują, że zwiększona strefa ochrony zwodów ESE nie zdołała powstrzymać pioruna od uderzenia w budynki, rozlokowane zarówno pojedynczo jak i w grupie.

#### Przypadek 1: Brak skuteczności w ochronie grupy budynków.



Foto. 1: Uszkodzenia dachu domu uderzonego przez piorun.



Foto. 2: Zbliżenie zwodu ESE (strzałka) na sąsiednim domu.

Piorun uderzył w dach domu, który sąsiaduje z innym domem, na którym został zainstalowany zwód ESE. W wyniku uderzenia dach został częściowo wypalony. Ten przypadek pokazuje, że zwód ESE nie jest zdolny ochraniać skupiska małych budynków.

## Przypadek 2: Brak skuteczności w ochronie pojedynczych budynków.



Foto. 3: Ogień uszkodził szczyt piętra domu, który został uderzony przez piorun.



Foto. 4: Zbliżenie zwodu ESE na dachu (strzałka).

Piorun uderzył w dach domu, na którym został zainstalowany terminal ESE. Dach i wyższe piętro zostały wypalone w wyniku wyładowania. Przypadek ten dowodzi, że zwód ESE nie jest zdolny do ochraniających małych kompleksów, takich jak dom z ogrodem.

### 4.2 Meczet Putrajaya

Minaret meczetu, ukończonego w 1998 r., jest smukłą 116-metrową strukturą, na której zainstalowano, na wierzchołku, pojedynczy zwód ESE. Zgodnie z RSM, ściany budynku minaretu od około 50 m i wyżej są narażone na wyładowania piorunowe i wymagają ochrony.

Ochrona "standardowa", przewidziana przez NFC 17-102 dla aktywnego zwodu ESE, powinna się znakomicie sprawdzić przy średnicy minaretu mniejszej od 10 m. A jednak, w 2005 r., piorun uderzył w bok minaretu, około 30 m poniżej wierzchołka. Możemy wyraźnie stwierdzić, na podstawie tego przypadku, że zwiększone strefy ochronne dla zwodów ESE są nie prawdziwe.

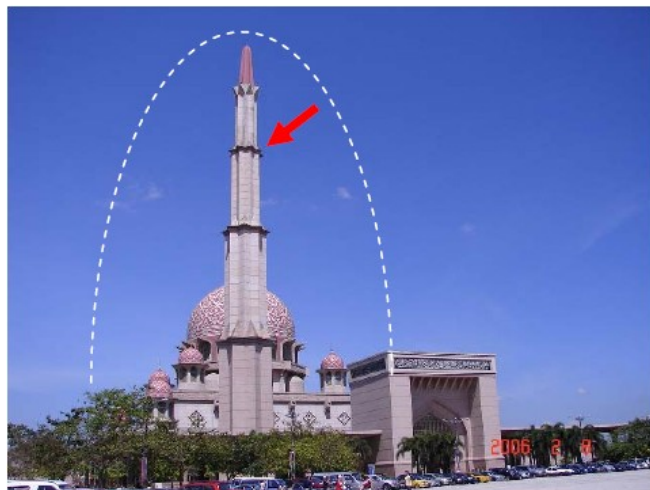


Foto. 5: Minaret Meczetu Putrajaya. Gwarantowaną strefę ochronną przedstawiono za pomocą linii przerywanej, a punkt uderzenia wskazuje strzałka.



Foto. 6: Zwód ESE na wierzchołku minaretu.



Figa. 7: Zbliżenie gzymsu minaretu uszkodzonego przez wyładowanie.

Brak skuteczności zwodu ESE w ochronie minaretu można wyjaśnić tym, że budynki bywają najczęściej trafiane przez piorun w górne krawędzie i narożniki. Jest to spowodowane tym, że te punkty trafień ulokowane są na zewnątrz hipotetycznej strefy

ochrony ESE. Instalacja zwodów ESE na wysokich masztach nie skutkuje powiększeniem strefy ochronnej.

### 4.3 Budynek Departamentu Prezesa Rady Ministrów, Putrajaya.

Ten duży budynek został wyposażony w pięć zwodów ESE, jeden na wierzchołku kopuły i cztery na końcach kalenic metalowych dachów pod kopułą. W ostatnim czasie, fotografowi lokalnych wiadomości udało się uwiecznić uderzenia pioruna w zwód kopuły. Analiza trajektorii pioruna, zakreślonej w powietrzu i kończącej się na zwodzie pokazuje, że zasady ESE są błędne.

Jeśli były by poprawne, to wtedy trajektoria pioruna byłaby w przybliżeniu prosta w obrębie kilkudziesięciu metrów ponad zwodem, odkąd streamer poruszałby od dołu w kierunku leadera. Zakrzywiona trajektoria uderzenia pioruna dokładnie ponad zwodem wskazuje, że żaden streamer nie został wyemitowany. Równocześnie, nie obserwujemy żadnych widocznych streamerów pochodzących od pobliskich terminali ESE, rozlokowanych na metalowych dachach.

Jak to już przedstawiono w poprzednim sprawozdaniu, róg budynku obok jednego z niższych zwodów ESE został trafiony przez błyskawicę.



Foto. 8: Fotografia błyskawicy uderzającej w zwód ESE na budynku Departamentu Prezesa Rady Ministrów. (Aut: The Star Publications plc).



Foto. 9: Linia kreskowana pokazuje hipotetyczną ścieżkę dostępu wczesnego streamera, według hipotezy ESE. (Aut.: The Star Publications plc).

## 5. Lokalne badania CTS i ESE.

Od 2003r., studia nad technologiami CTS i ESE, były wykonywane przez badaczy z Politechniki w Malezji (UTM). Pomimo ich twierdzeń, że udało im się znaleźć dowód na potwierdzenie tych technologii, wnioski były nadal nieprzekonywające.

### 5.1 Badania CTS

Badania te zostały wykonane wspólnie z badaczami z biura badawczo-rozwojowego Telekom Malezja. Panowie Ramli i Ahmad [6], [7] twierdzili, że można uprawomocnić technologię CTS w oparciu o dane otrzymane z malezyjskiej sieci rejestracji wyładowań (LDN), nagrania wideo i pomiary prądu wyładowań wykonanych na zwodach CTS. Jednakże, jak stwierdzono później, opublikowane błędne wnioski bazowały na złej interpretacji danych ze wszystkich trzech źródeł [8].

### 5.2 Badania ESE.

Badania te przeprowadzono w uniwersyteckim instytucie wysokich napięć, IVAT.

Prace Ngu i Darus [9] nad uprawomocnieniem technologii ESE bazowały na obserwacjach danych polowych, które składają się z numeru zaobserwowanych szkód uderzenia pioruna i wybranych odczytów z rejestratora wyładowań. Jednakże, stwierdzono, że dane te były podobne do danych dotyczących CVM/FIM, przekazanych przez sprzedawcę ESE australijskiemu komitetowi normalizacyjnemu. Odkąd CVM/FIM zostały odrzucone przez australijski komitet normalizacyjny i NFPA, ważność tego badania jest wątpliwa.

Do badania, Sidik i Ahmad [10] wyposażyli nowy zwód ESE w generator elektrostatyczny i laser, napędzane turbiną wiatrową. Twierdzili [11], że urządzenie laserowe jest zdolne do przyciągania wyładowań i że powietrzny terminal realizuje zasady CVM. Zastrzegali również [12], że ich wynalazek nie musi być zainstalowany na budynku dla ochrony przed bezpośrednim uderzeniem pioruna (może być obok).

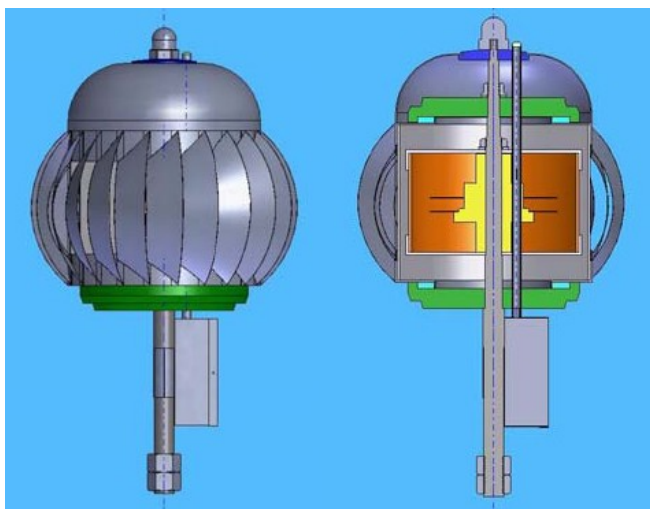


Foto. 10: Widok z boku i przekrój wynalezionej przez UTM zwodu ESE. Skrzynka z urządzeniem laserowym jest zamontowana poniżej generatora z turbiną wiatrową. (Fot.: UTM)

Badania wykonane na zachodzie wykazały, że urządzenia laserowe potrzebne do jonizacji bardzo długich powietrznych ścieżek dostępu, w celu utworzenia przewodzących kanałów przechwytyjących wyładowanie, są duże i muszą dysponować dużą mocą.

W skutek tego twierdzenie, że „kieszonkowy” laser może wyprodukować takie same efekty polowe jest wątpliwe.

Użycie generatora z turbiną wiatrową skutkuje tym, że generacja streamera jest możliwa tylko przy wietrznych dniach. Zasady metody CVM są nie udowodnione od czasu, gdy zostały zdyskredytowane i odrzucone przez normy Australii i NFPA.

Końcowa ocena zwodów jest negatywna, od czasu, kiedy wielokrotnie wykazano brak skuteczności zwodów ESE umieszczonych centralnie na budynkach, a tym bardziej tylko po jednej jego stronie.

Aby uniknąć kontrowersji w tej sytuacji, wynalazcy ESE twierdzili, [13] że ich wynalazek jest konwencjonalnym powietrznym terminalem z powodu obecności pręta Franklina w rdzeniu urządzenia.

## 6. Wnioski.

Od 2004 roku, nie został przedstawiony żaden nowy dowód, popierający poprawność hipotezy niekonwencjonalnych zwodów LPS. Z drugiej strony, więcej dowodów powstało, w celu demonstracji nieskuteczności niekonwencjonalnego LPS w aplikacjach polowych. ICLP opublikował ostrzeżenie, że użycie niekonwencjonalnego LPS jest niebezpieczne. Skorygowane krajowe i międzynarodowe normy powinny zawierać dane na temat nowego pozycjonowania zwodów, które znacząco ulepszy ochronę budynków od bezpośrednich uderzeń piorunów.

Badania niekonwencjonalnego zwodu ESE przeprowadzone przez lokalne jednostki badawcze promujące te zwody, zdają się być również nie wiarygodne.

## 7. Podziękowanie.

Autorzy pragną podziękować The Star Publications PLC za zgodę na pozwolenie wykorzystania fotografii uderzenia pioruna w budynek Departamentu Prezesa Rady Ministrów.

## 8. Literatura.

[1] Gruet, P, “Etude des Paratonnerres a Dispositif d'Amorçage: Ministère de l'Amenagement du Territoire et de l'Environnement”, INERIS, 2001.

[2] NFPA Standards Council Decision (Final): D#05-11, January, 2005.

[3] NFPA Report of the Committee on Lightning Protection, NFPA 780-04-ROC, 2004.

[4] United States District Court of Arizona, Order No. CV 96-2796-PHX-ROS, dated 9th September 2005.

[5] WARNING of the ICLP Scientific Committee, September 2005. [http://www.iclp-centre.org/view\\_news.php?id=45](http://www.iclp-centre.org/view_news.php?id=45)

[6] Ramli, A., et al, “Analysis of the Effectiveness of Charge

Transfer System intended for Lightning Prevention using Lightning Detection System, Lightning Video System and Rogowski Coils”, Intl Conference on Lightning and Static Electricity (ICOLSE2003), England, 2003.

[7] Ramli, A. et al, “The Performance of Charge Transfer System against Lightning Rod at the Communication Towers Analyzed by Using Lightning Video System and Rogowski coils”, EMC Zurich Symposium, Switzerland, 2005.

[8] Hartono, Z. A. and Robiah, I., “A review of studies on Early Streamer Emission and Charge Transfer System conducted in Malaysia”, EMC Zurich Symposium, Singapore, 2006.

[9] Ngu, E. E. and Darus, A, “A Study on the ESE Lightning Protection System”, summary of UTM research project, IVAT website, 2004.

[10] Sidik, M. A. B. and Ahmad, H., “Study on the ESE Mechanisms aided by Laser Radiation Ionisation Process”, summary of UTM research project, IVAT website, 2004.

[11] Sidik, M. A. B. and Ahmad, H., “Competitive tests between two lightning air terminals”, UTM handout distributed at IENA2006 exhibition, Hamburg, 2006.

[12] Sidik, M. A. B. and Ahmad, H., “A new lightning air terminal for strategic structures using infra-red controller technology”, UTM handout distributed at MTE2007 exhibition, Kuala Lumpur, 2007.

[13] Sidik, M. A. B. and Ahmad, H., “Modernised Lightning Protection System (MLPS) with 5-in-1 Surge Protective Device”, UTM handout distributed at IENA2006 exhibition, Hamburg, 2006.

*Autorzy tego referatu są od 1980 roku rzeczoznawcami sądowymi w dziedzinie analiz uszkodzeń urządzeń elektronicznych na skutek wyładowań atmosferycznych, jak również zajmują się od 1990 roku badaniami na temat skutków wyładowań w obiekty budowlane.*

*Są autorami wielu publikacji zamieszczonych w lokalnych i zagranicznych czasopismach i materiałach konferencyjnych. Ich prace są często cytowane w zachodnich artykułach naukowych, oraz uwzględnione w poprawkach do normy australijskiej i normy IEC.*

*W celu uzyskania większej ilości informacji wpisz do GOOGLE: “hartono” i “lightning protection”.*

*Kontakt do autorów:  
e-mail: hartono@pc.jaring.my  
telephone: 012-3059971*

## Opracowanie i tłumaczenie:

**mgr inż. Krzysztof Cedro**  
**PPHU SPINPOL HT Kielce**