

# Badania element6w urz6dzenia piorunochronnego

Andrzej Sowa, Krzysztof Wincencik

**Elementy urz6dzenia piorunochronnego powinny zapewni6 niezawodn6 ochron6 obiekt6w budowlanych przed dzia6aniem pr6du piorunowego. Spe6nienie takich warunk6w wymaga przeprowadzenia przez producent6w bada6, podczas kt6rych w laboratoriach symulowane s6 zagrozenia stwarzane przez przep6yw pr6du piorunowego.**

**P**oprawne zaprojektowanie i wykonanie urz6dzenia piorunochronnego na obiekcie budowlanym staje si6 spraw6 coraz bardziej skomplikowan6. Rosn6 wymagania dotycz6ce zar6wno estetyki jego wykonania, jak i trwa6o6ci oraz pewno6ci dzia6ania poszczeg6lnych element6w urz6dzenia piorunochronnego podczas bezpo6redniego wy6adowania piorunowego w obiekt budowlany. Podczas takiego zjawiska poszczeg6lne elementy urz6dzenia piorunochronnego mog6 by6 narazone na:

- erozj6 termiczn6 w miejscu kontaktu przewodu z kana6em wy6adowania piorunowego,
- rozr6zanie przewod6w wywo6ane przez przep6yw pr6du piorunowego,
- dzia6ania dynamiczne pomi6dzy przewodami, w kt6rych p6ynie pr6d piorunowy.

## B6ledy wykonawcze i zaniedbania

Niestety, cz6ste s6 jeszcze przypadki lekcewazenia zagadnie6 ochrony odgromowej. W6r6d podstawowych przyczyn takiego podej6cia nalezy wymieniu6:

- niewielkie, w naszym klimacie, prawdopodobie6stwo bezpo6redniego wy6adowania piorunowego w obiekt budowlany i stosunkowo rzadk6 weryfikacj6 poprawnego rozwi6zania i wykonania urz6dzenia piorunochronnego,
- istniej6ce przekonanie, ze projekt i monta6 urz6dzenia piorunochronnego jest prost6 spraw6 i moze by6 wykonane przez dowoln6, cz6sto przypadkow6 firm6,
- cz6ste k6opoty finansowe inwestor6w w ko6cowej fazie budowy obiektu, w kt6rej montowane jest urz6dzenie pio-



Rys. 1. Zaniedbane elementy instalacji odgromowej na dachach obiekt6w budowlanych

runochronne, i poszukiwanie najta6niejszych materia66w oraz wykonawc6w.

Wzrostowi wymaga6 stawianych przed projektantami i wykonawcami urz6dze6 piorunochronnych musi towarzyszy6 dost6pno6 do r66norodnych i pewnych w dzia6aniu element6w urz6dzenia piorunochronnego. W przeciwnym wypadku na obiekcie budowlanym tworzony jest uk6ad przewod6w, kt6ry:

- nie spe6nia swojego podstawowego zadania, jakim jest ochrona obiektu, ludzi oraz urz6dze6 przed zagrozenia wywo6anymi przez pr6d piorunowy,
- swoim wygl6dem szpeci chroniony obiekt.

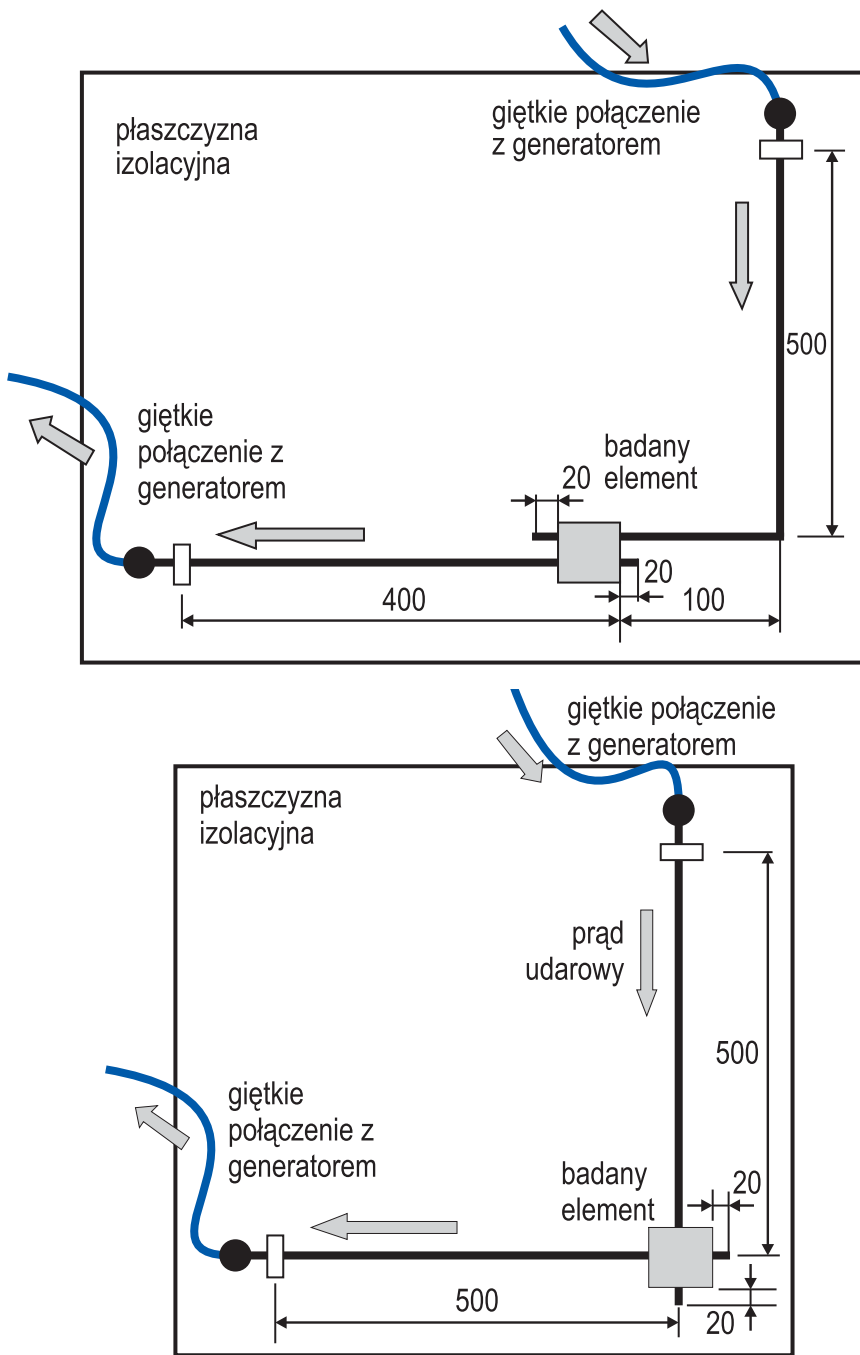
Niska jako6 element6w bardzo cz6sto po6czona jest takze z brakiem konserwacji urz6dzenia piorunochronnego, co dodatkowo obni6za estetyk6 budynku (rys. 1).

W przeciwnie6stwie do 6atwo widocznych skutk6w zastosowania z6ej jako6ci element6w, bardziej skomplikowan6 jest ocena

skuteczno6ci ochrony urz6dzenia piorunochronnego oraz ustalenie, ze zastosowane elementy wytrzymaj6 przep6yw pr6du piorunowego. Stworzenie pewnego i niezawodnego urz6dzenia piorunochronnego wymaga zastosowania produkt6w, kt6re przesz6y badania laboratoryjne symuluj6ce zagrozenie stwarzanego podczas bezpo6redniego oddzia6ywania pr6du udarowego.

## Badania element6w po6czeniowych

Do opracowania bada6 symuluj6cych wyst6puj6ce zagrozenie piorunowe wykrzystane zostaly wyniki analiz teoretycznych, pomiar6w laboratoryjnych oraz obserwacji prowadzonych podczas bezpo6rednich wy6adowa6 w urz6dzenia piorunochronne. W celu ujednocnienia zakres6w bada6 laboratoryjnych poszczeg6lnych element6w stosowanych do budowy urz6dze6 piorunochronnych (wsporniki 6cien-



Rys. 2. Przykładowe układy połączeń przewodów podczas badań złączek na działanie prądu udarowego

ne, uziomy, złączki, liczniki impulsów, studzienki rewizyjne itd.) opracowano wieloczęściową normę EN 50164, określającą wymagania i sposoby prowadzenia pomiarów. Części normy, zawierające zasady prowadzenia badań poszczególnych elementów urządzenia piorunochronnego, zestawiono poniżej:

- PN-EN 50164-1: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS) – Część 1: Wymagania stawiane elementom połączeniowym (oryg.),
- PN-EN 50164-2: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów (oryg.),
- PN-EN 50164-3: 2007, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 3: Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych (oryg.),
- PN-EN 50164-4: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 4: Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody (oryg.),
- PN-EN 50164-5: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 5: Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień (oryg.),
- PN-EN 50164-6: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 6: Wymagania dotyczące liczników udarów

piorunowych (oryg.),

- PN-EN 50164-7: 2009, Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) – Część 7: Wymagania dotyczące środków polepszających uziemienie (oryg.).

#### Warunki badania

Zakres badań metalowych elementów połączeniowych, które stanowią części urządzenia piorunochronnego LPS (*Lightning Protection System*), takich jak złączki, elementy łączące i mostkujące, elementy rozprężane i złącza pomiarowe, zawarto w PN-EN 50164-1. Zgodnie z zaproponowanymi procedurami badawczymi, wstępnej fazie elementy LPS należy poddać kondycjonowaniu / starzeniu obejmującemu oddziaływanie mgły solnej, a następnie oddziaływaniu wilgotnej atmosfery siarki. Dodatkowo, w przypadku próbek wykonanych ze stopu miedzi z zawartością miedzi mniejszą niż 80%, są one poddawane oddziaływaniu atmosfery amoniakalnej. Po zakończeniu oddziaływań kondycjonujących badany element bez oczyszczenia powinien być trzykrotnie poddany działaniu prądu o parametrach zamieszczonych w tabeli 1.

Prąd probierczy jest definiowany przez wartość szczytową  $I_{max}$ , energię właściwą  $W/R$ , czas czoła  $T_1$  i czas trwania  $t_d$ . Parametry prądu udarowego zamieszczone w tabeli 1 można osiągnąć stosując prąd udarowy o kształcie 10/350  $\mu s$  (czas czoła  $T_1 = 10 \mu s$  i czas do półszczytu  $T_2 = 350 \mu s$ ), który jest zgodny z zaleceniami normy ochrony odgromowej EN 62305-1. Do wytworzenia prądu udarowego można zastosować typowy generator prądowy. Przykładowe schematy zastępcze takich generatorów przedstawiono w tabeli 2. Odstęp czasu pomiędzy poszczególnymi impulsami prądów udarowych powinien umożliwić ochłodzenie próbki do mniej więcej temperatury otoczenia.

#### Wyniki

Element połączeniowy uważa się za spełniający wymagania badań z wynikiem pozytywnym, jeśli:

- rezystancja połączenia mierzona przy prądzie o wartości co najmniej 10 A, możliwie jak najbliższej miejsca połączenia, jest równa lub mniejsza 1 m $\Omega$ , tylko w szczególnym przypadku – dla stali nierdzewnej 2,5 m $\Omega$ ,
- nie wykazuje on żadnych uszkodzeń zauważalnych gołym okiem, bez zastosowania powiększenia, ani nie ma części

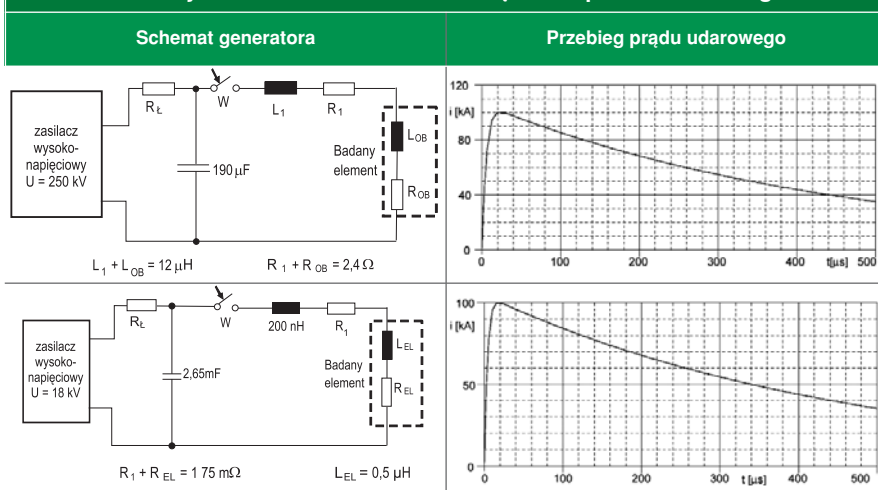


**Tablica 1. Podstawowe parametry prądu udarowego stosowanego do badań elementów urządzenia piorunochronnego\***

Klasyfikacja	$I_{max} \pm 10\%$ [kA]	W/R $\pm 35\%$ [kJ/ $\Omega$ ]	$T_1$ [ $\mu$ s]	$t_d$ [ms]
H	100	2500	$\leq 50$	$\leq 2$
N	50	630	$\leq 50$	$\leq 2$

\* Uwaga: podane parametry są wyprowadzone z normy EN 61643-11, *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to the low-voltage systems – Requirements and tests*

**Tabela 2. Przykładowe schematy generatorów do wytwarzania prądów udarowych do badań elementów urządzenia piorunochronnego**



7] oraz PN-IEC 61024 [8, 9]. Zalecenia dla projektantów i wykonawców zawarte zostały w trzecim arkuszu normy PN-EN 62305-3 i dodatkowo w ustanowionej w maju 2009 r. przez PKN zmianie A11 do PN-EN 62305-3. W normie PN-EN 62305-3 charakteryzując właściwości LPS stwierdzono, że *elementy LPS powinny wytrzymać skutki elektrodynamiczne prądu pioruna i przewidywane przypadkowe napięcia bez ulegania uszkodzeniu* (pkt 5.5). Podobny zapis: *Elementy LPS powinny wytrzymać bez uszkodzenia elektromagnetyczne skutki prądu pioruna i przewidywane przypadkowe napięcia pojawia się w punkcie E. 5.5. Jednocześnie wskazuje się, że można to osiągnąć przez dobór elementów, które przeszły pomyślnie badania zgodne z normą wieloczęściową EN 50164.* Kolejny zapis w tym punkcie jest już, biorąc pod uwagę reguły normalizacyjne, nakazem i stwierdza, że *wszystkie elementy powinny odpowiadać normie wieloczęściowej EN50164.* Podobnie stanowi zapis w punkcie E. 5.6.2 mówiący, że materiały i komponenty stosowane do budowy LPS (zaciski i pręty) winny spełniać wymagania wieloarkuszowej normy PN-EN 50164.

Szczególna rola, według zapisów regulacji, przypada projektantom i wykonawcom, którzy powinni (pkt. E. 5.6.1):

poluzowanych lub zdeformowanych pogarszających warunki normalnej eksploatacji,

- dla połączeń skręcanych moment obrotowy luzowania jest większy niż 0,25 i mniejszy niż 1,5 wartości momentu obrotowego stosowanego przy dokręcaniu. W przypadku połączeń wykonanych za pomocą więcej niż jednej śruby dla niniejszej próby ważny jest moment obrotowy luzowania pierwszej śruby.

W celu otrzymania jednoznacznych wyników dokładnie określono układy połączeń przewodów podczas badania oddziaływania prądu udarowego na złączki (rys. 2). Widok ogólny generatora probierczego oraz układu połączeń przewodów i badanych elementów przedstawiono na rys. 3. Poszczególne typy złączek, w zależności od swojego przeznaczenia, badane są w różnych układach połączeń (rys. 4).

Kompletne wykonanie badań dla jednego typu złączki nie jest tanie. Koszt takiego badania przeprowadzonego w laboratoriach krajów Unii Europejskiej może przekroczyć nawet 1000 euro.

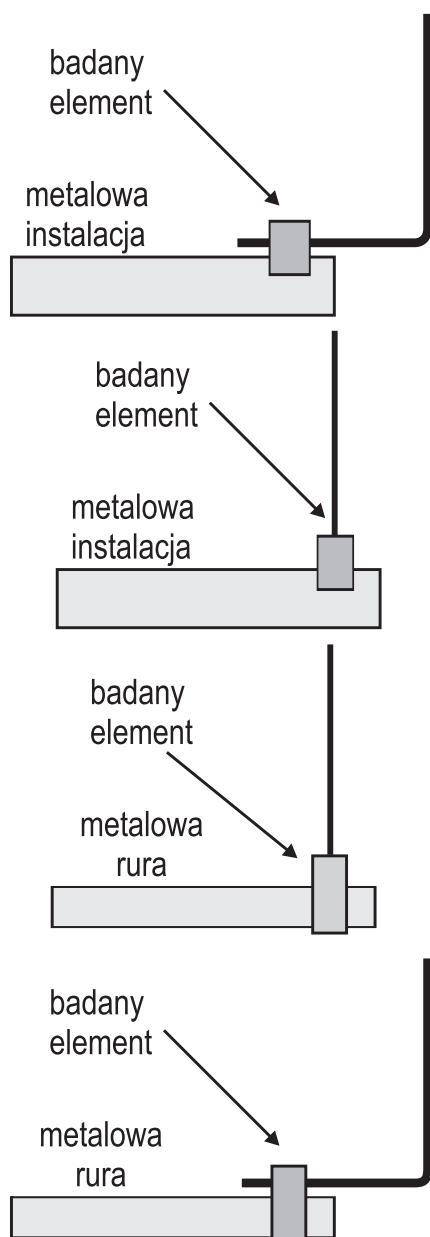
### Wymagania norm

Należy zauważyć, że problem jakości złączek i innych elementów konstrukcyjnych LPS będzie pojawiał się w projektach

coraz częściej, ponieważ normy serii PN-EN 62305 [1, 2, 3, 4] dotyczące ochrony odgromowej są bardziej rygorystyczne w porównaniu do wycofanych przez PKN w roku 2009 norm serii PN-/E05003 [5, 6,



**Rys. 3. Badanie elementów urządzenia piorunochronnego: a – widok generatora stosowanego do prób, b – element przed badaniem, c – element po badaniu**



**Rys. 4. Przykładowe układy połączeń stosowane w badaniach różnorodnych uchwytów na oddziaływanie sił elektrodynamicznych wywołanych przez przepływ prądu udarowego**

- zweryfikować właściwości użytych materiałów. Można to osiągnąć, na przykład, żądając certyfikatów probierczych i raportów od producentów, wykazujących, że materiały przeszły pomyślenie próby jakości,
- wyszczególnić elementy połączeń i mocować, które mają wytrzymać siły elektrodynamiczne prądu pioruna w przewodach i pozwolić również na rozciąganie i kurczenie przewodów wskutek stosownego wzrostu temperatury wg normy wieloczęściowej EN 50164.

W zmianie A11 wprowadzonej do PN-EN 62305-3 dodatkowo stwierdzono, że urządzenie piorunochronne wytrzyma skutki przepływu prądu piorunowego, jeśli do jego wykonania zastosowaną zostaną

elementy, które przeszły pomyślenie badania prowadzone zgodnie z wymaganiami wieloarkuszowej normy EN-50164.

### Podsumowanie

Montując urządzenie piorunochronne z elementów badanych zgodnie z zaleceniami norm i posiadających odpowiednią certyfikację, można zapewnić ochronę obiektu i uniknąć sytuacji, w której układy mające zapewnić bezpieczeństwo nie tylko nie spełnią swojego zadania, ale jako pierwsze ulegną uszkodzeniu. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na jakość i estetykę wykonania urządzenia piorunochronnego na obiekcie budowlanym.

**Andrzej Sowa**

Autor jest pracownikiem naukowym Politechniki Białostockiej

**Krzysztof Wincencik**

Autor jest pracownikiem firmy Dehn Polska

### LITERATURA:

- [1] PN-EN 62305-1: 2008, Ochrona odgromowa – Część 1: Wymagania ogólne.
- [2] PN-EN 62305-2: 2008, Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- [3] PN-EN 62305-3: 2009, Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.
- [4] PN-EN 62305-4: 2009, Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.
- [5] PN-86/E-05003/01: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- [6] PN-89/E-05003/03 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.
- [7] PN-92/E-05003/04: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.
- [8] PN-IEC 61024-1: 2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne (oraz Poprawka PN-IEC 61024-1: 2001/Ap1: 2002).
- [9] PN-IEC 61024-1-2: 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
- [10] Materiały informacyjne firmy Dehn.



### KONTAKT

**DEHN Polska Sp. z o.o.**

ul. Poleczki 23  
02-822 Warszawa  
tel. (22) 335 24 66 do 69  
fax (22) 335 24 66 do 69  
www.dehn.pl