

# badania elementów urządzenia piorunochronnego prądem udarowym

prof. dr hab. inż. Andrzej Sowa – Politechnika Białostocka, Krzysztof Wincencik – DEHN Polska Sp. z o.o.

W grudniu 2010 r. ukazał się Dziennik Ustaw nr 239 zawierający Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 grudnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. W załączniku do nowelizacji w zakresie zagadnień związanych z ochroną odgromową obiektów budowlanych jako jedyne przywołane zostały normy z serii PN-EN 62305. Będzie to miało również wpływ na stosowanie do budowy urządzenia piorunochronnego elementów, które przeszły testy prądem udarowym symulującym przepływ prądu piorunowego. Nowe normy zwracają szczególną uwagę na zapewnienie skuteczności działania poszczególnych elementów urządzenia piorunochronnego podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w to urządzenie.

## wymagania norm ochrony odgromowej

Problem jakości złąbek i innych elementów konstrukcyjnych urządzenia piorunochronnego LPS (*Lightning Protection System*) będzie coraz częściej pojawiać się w projektach, ponieważ normy serii PN-EN 62305 [1, 2, 3, 4] dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych są bardziej rygorystyczne w porównaniu z przywoływanymi we wcześniejszej wersji Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z roku 2009 r. normami serii PN-EO5003 [5, 6, 7] oraz PN-IEC 61024 [8, 9]. Podstawowe – z punktu widzenia jakości elementów stosowanych do budowy LPS – zalecenia dla projektantów i wykonawców za-

warto w normie PN-EN 62305-3 i dodatkowo w ustanowionej w maju 2009 przez Polski Komitet Normalizacyjny zmianie A11 do tej normy.

W normie PN-EN 62305-3 charakteryzując właściwości LPS, stwierdzono, że „elementy LPS powinny wytrzymać skutki elektrodynamiczne prądu pioruna i przewidywane przypadkowe naprężenia bez ulegania uszkodzeniu” (pkt 5.5). Podobny zapis: „Elementy LPS powinny wytrzymać bez uszkodzenia elektromagnetyczne skutki prądu pioruna i przewidywane przypadkowe naprężenia” 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 – z punktu widzenia reguł normalizacyjnych – nakazem, gdyż stwierdzono, że „wszystkie elementy powinny odpowiadać normie wieloczęściowej EN 50164”. 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.

Szczególne role w poprawie jakości i zapewnieniu pewnego działania LPS przypadła projektantom i wykonawcom, którzy powinni (pkt E.5.6.1):

- „zweryfikować właściwości użytych materiałów. Można to osiągnąć, na przykład, żądając certyfikatów probierczych i raportów od producentów, wykazujących, że materiały przeszły pomyślnie próby jakości”,
- „wyszczególnić elementy połączeń i mocowań, które mają wytrzy-

mać siły elektrodynamiczne prądu pioruna w przewodach i pozwolić również na rozciąganie i kurczenie przewodów wskutek stosownego wzrostu temperatury według 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 będą zastosowane elementy, które przeszły pomyślnie badania prowadzone zgodnie z wymaganiami wieloarkuszowej normy EN 50164.

## zagrożenie stwarzane przez prąd piorunowy

We wprowadzonych normach stwierdzono, że poszczególne elementy urządzenia piorunochronnego mogą być narażone na:

- erozję termiczną w miejscu kontaktu przewodu z kanałem wyładowania piorunowego,
  - rozżarzenie przewodów wywołane przez przepływ prądu piorunowego,
  - działania dynamiczne pomiędzy przewodami, w których płynie prąd piorunowy.
- Niestety, w praktyce budowlanej częste są jeszcze przypadki lekceważenia zagadnień ochrony odgromowej wynikające najczęściej z następujących przyczyn:
- niewielkiego, w naszej strefie klimatycznej, prawdopodobieństwa bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany i stosunkowo rzadkiej weryfikacji poprawnego rozwiązania i wykonania urządzenia piorunochronnego,

- istniejącego przekonania, że projekt i montaż urządzenia piorunochronnego są proste do wykonania przez dowolną, często przypadkową, firmę,
- częstymi kłopotami finansowymi inwestorów w końcowej fazie budowy obiektu, w której montowane jest urządzenie piorunochronne, i poszukiwania najtańszych materiałów oraz wykonawców.

Wzrostowi wymagań stawianych przed projektantami i wykonawcami urządzeń piorunochronnych musi towarzyszyć dostępność do różnorodnych i pewnych w działaniu elementów urządzenia piorunochronnego. W przeciwnym wypadku na obiekcie budowlanym tworzony jest układ przewodów, który:

- nie spełnia swojego podstawowego zadania, jakim jest ochrona obiektu, ludzi oraz urządzeń przed zagrożeniami wywołanymi przez prąd piorunowy,
- swoim wyglądem szpeci chroniony obiekt.

W tym ostatnim przypadku jest to szczególnie widoczne, gdyż niska jakość elementów bardzo często połączona z brakiem konserwacji urządzenia piorunochronnego powoduje, że widoki przedstawione na **fotografii 1**, można spotkać bardzo często na obiektach budowlanych. W przeciwieństwie do widocznych skutków złej jakości elementów sprawa jest bardziej skomplikowana, jeśli chcemy ocenić skuteczność ochrony urządzenia piorunochronnego i mieć pewność jego poprawnego działania. Stworzenie pewnej i niezawodnej ochrony odgromowej wymaga zastosowania przy tworzeniu urządzenia piorunochronnego

elementów, które przeszły badania laboratoryjne symulujące zagrożenie występujące podczas bezpośredniego oddziaływania prądu udarowego.

## badania elementów połączeniowych urządzenia piorunochronnego

W celu ujednoczenia zakresów badań laboratoryjnych poszczególnych elementów stosowanych do budowy urządzeń piorunochronnych (wsporniki ścienne, uziomy, złączki, liczniki impulsów, studzienki rewizyjne itd.) opracowano już pod koniec lat 90. XX wieku wieloczęściową normę EN 50164, określającą wymagania i sposoby prowadzenia pomiarów. Opierając się na wymaganiach normy europejskiej Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna przystąpiła do opracowania wieloczęściowej normy IEC 62561, która ma być jej ogólnoświatowym odpowiednikiem.

W Polsce poszczególne arkusze normy PN-EN 50164 były ustanawiane przez PKN już od roku 2002 (w wersji oryginalnej). We wrześniu 2010 roku dwa pierwsze arkusze zostały wydane w języku polskim. Poniżej zestawiono podstawowe informacje o poszczególnych arkuszach norm przedstawiających zasady prowadzenia badań poszczególnych elementów urządzenia piorunochronnego:

- PN-EN 50164-1:09, 2010 *Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS). Część 1: Wymagania stawiane elementom połączeniowym.*
- PN-EN 50164-2: 09, 2010 *Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC). Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów.*
- 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.).*

Klasyfikacja	$I_{\max} \pm 10\%$ , w [kA]	$W/R \pm 35\%$ , w [kJ/ $\Omega$ ]	$T_1$ , w [ $\mu$ s]	$t_d$ , w [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*

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

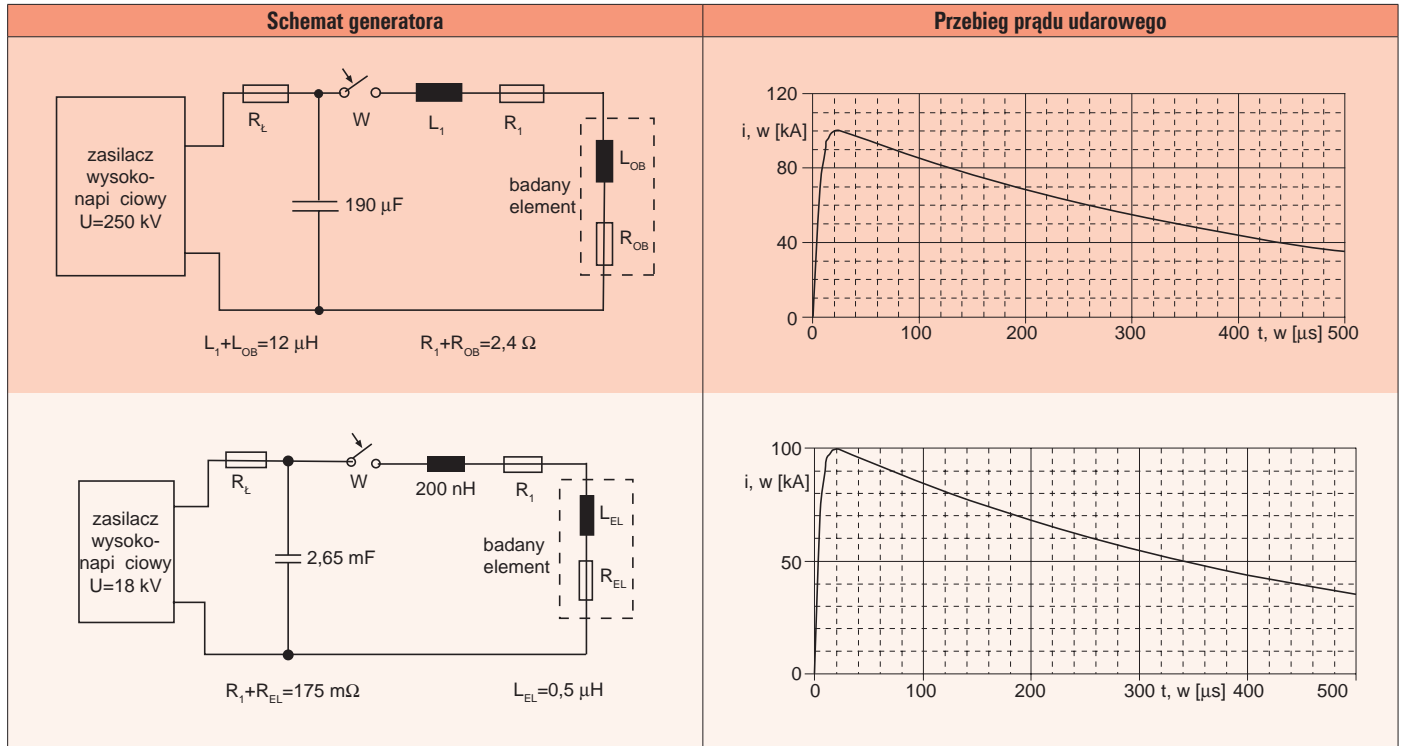


**Fot. 1.** Częsty widok na dachach obiektów budowlanych

Zakres badań metalowych elementów połączeniowych, które stanowią

części urządzenia piorunochronnego, takich jak złączki, elementy łączące i mostkujące, elementy rozprężane i złącza pomiarowe zawarto

reklama



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

w PN-EN 50164-1. **Norma ta dotyczy badań elektrycznych poszczególnych elementów LPS, a nie oceny odporności ich powłok antykorozyjnych.**

We wstępnej fazie procesu badawczego 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 amoniakal-

nej. Proces ten stanowi jedynie przygotowanie do zasadniczych badań i nie podlega ocenie. Po zakończeniu oddziaływań kondycjonujących badany element bez oczyszczenia powinien być trzykrotnie poddany działaniu prądu o parametrach zamieszczonych w tabeli 1.

Prąd probierczy charakteryzuje:

- wartość szczytowa  $I_{max}$ ,
- energia właściwa  $W/R$ ,
- czas czoła  $T_1$  i czas trwania  $t_d$ .

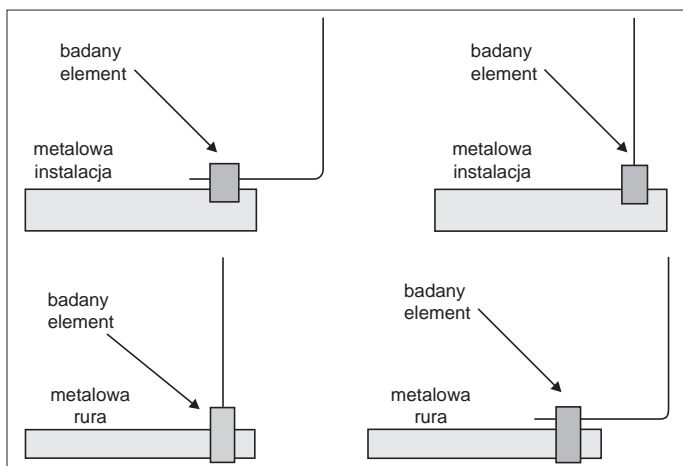
Parametry prądu udarowego zamieszczone w tabeli 1. można osią-

gnąć 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 ochronnej odgromowej EN 62305-1. Do wytworzenia prądu udarowego można zastosować typowy generator prądowy. Przykładowe schematy zastępcze takich generatorów o wysokim i niskim napięciu ładowania kondensatorów przedstawiono w tabeli 2. Widok ogólny generatora probierczego oraz układu połączeń przewodów i bada-

nych elementów przedstawiono na fotografii 2.

Odstęp czasu między poszczególnymi prądami udarowymi powinien umożliwić ochłodzenie próbki do mniej więcej temperatury otoczenia. Element połączeniowy (po badaniach udarowych) uważa się za spełniający wymagania badań z wynikiem pozytywnym, jeśli:

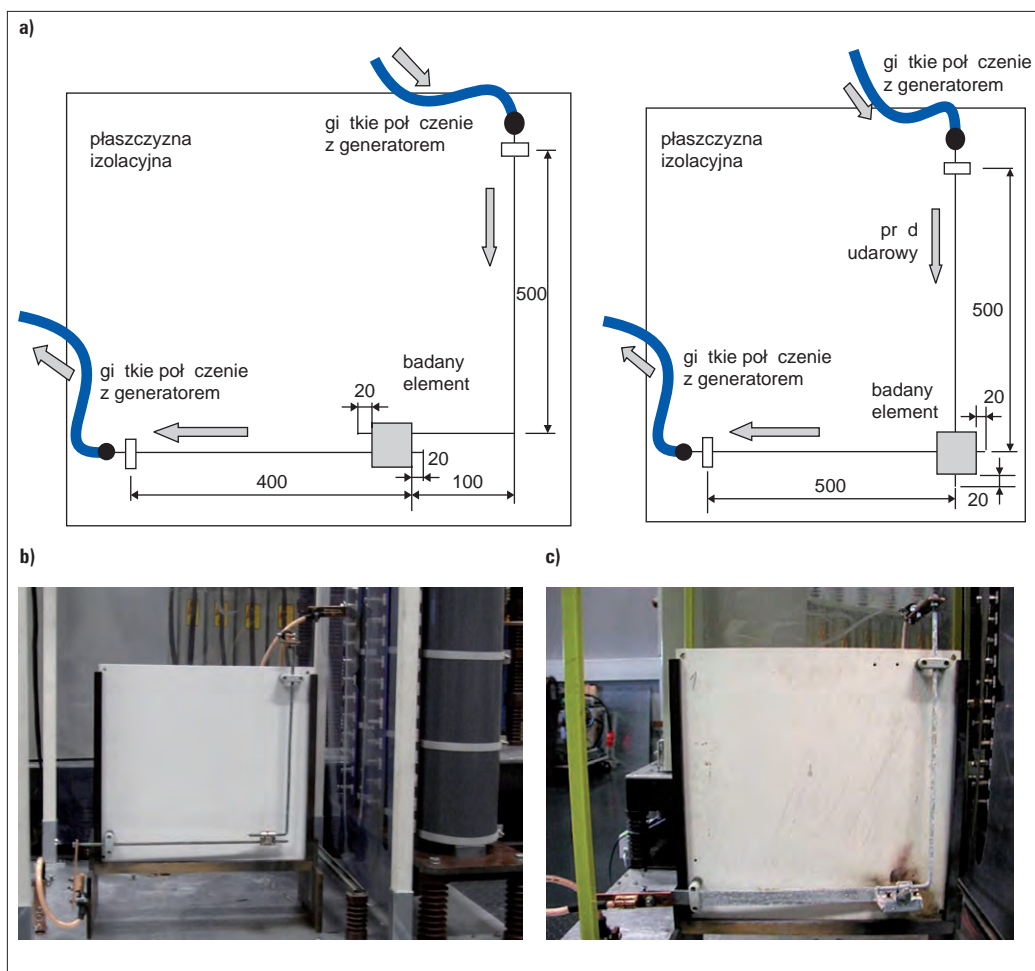
- rezystancja połączenia mierzona przy prądzie o wartości co najmniej 10 A, możliwie jak najbliższej miejsca połączenia, jest równa



Rys. 1. Przykładowe układy połączeń stosowane w badaniach różnych uchwytności na oddziaływanie sił elektrodynamicznych wywołanych przez przepływ prądu udarowego



Fot. 2. Ogólny widok generatora stosowanego do badań elementów LPS



**Rys. 2.** Badania elementów urządzenia piorunochronnego: a) przykładowe układy połączeń przewodów podczas badań złączek, b) widok elementu przed badaniem, c) element po badaniu

lub mniejsza  $1\text{ m}\Omega$ , tylko w szczególnym przypadku dla stali nierdzewnej  $2,5\text{ m}\Omega$ ,

- nie wykazuje żadnych uszkodzeń zauważalnych gołym okiem bez zastosowania powiększenia ani nie ma części 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 poszczególne złączki. Poszczególne typy złączek, w zależności od swojego

przeznaczenia, badane są w różnych układach połączeń (rys. 1).

Należy zauważyć, że w normie dokładnie określono układy połączeń przewodów z prądem udarowym – badana złączka (rys. 2). Kompletnie wykonanie badań dla jednego typu złączki trwa określony przedział czasu i nie jest tanie (krajów Unii Europejskiej może przekroczyć nawet  $1000$  euro). Dlatego też zapis o konieczności stosowania sprawdzonych elementów nie pojawił się nagle, ale w krajach europejskich był wprowadzany przez kilka lat po ustanowieniu przez CENELEC norm serii 50164. Takie podejście miało umożliwić producentom dopasowanie swoich wyrobów do nowych zaleceń w zakresie ich jakości.

## wnioski

Elementy urządzenia piorunochronnego powinny zapewnić pewną i nie-

zawodną ochronę obiektów budowlanych przed działaniem prądu piorunowego. Spełnienie takich warunków wymaga przeprowadzenia przez producentów badań, podczas których w laboratoriach symulowane są zagrożenia stwarzane przez przepływ prądu piorunowego.

Montując urządzenie piorunochronne z badanych elementów, 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 wykonania urządzenia piorunochronnego na obiekcie budowlanym.

## literatura

- PN-EN 62305-1:2008 *Ochrona odgromowa. Część 1: Wymagania ogólne.*

- PN-EN 62305-2:2008 *Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.*
- PN-EN 62305-3:2009 *Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.*
- PN-EN 62305-4:2009 *Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.*
- PN-86/E-05003/01 *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.*
- PN-89/E-05003/03 *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.*
- PN-92/E-05003/04 *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.*
- PN-IEC 61024-1:2001 *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne (oraz Poprawka PN-IEC 61024-1:2001/ Ap1:2002).*
- PN-IEC 61024-1-2:2002 *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B. Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.*
- Materiały informacyjne firmy DEHN.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 grudnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2010 r., nr 239, poz. 1597).

reklama



**DEHN Polska Sp. z o.o.**  
02-822 Warszawa  
ul. Poleczki 23  
Platan Park, wejście F  
tel./faks 22 335 24 66-69  
dehn@dehn.pl  
[www.dehn.pl](http://www.dehn.pl)