

# Zwód w izolacji HVI z systemu DEHNconductor

Klaus-Peter Müller

Elementarnym zadaniem zewnętrznej ochrony odgromowej jest – zgodnie z pomysłem Beniamina Franklina – „złapanie” pioruna i bezpieczne odprowadzenie go do ziemi na zewnątrz budynku. Niniejszy artykuł porusza kwestię zachowania bezpiecznego odstępu izolacyjnego podczas projektowania i montażu nowoczesnych systemów ochrony odgromowej. Przedstawiono budowę i działanie zwodu HVI firmy Dehn.

Przy odprowadzaniu prądu piorunowego do ziemi ważnym wymogiem jest zachowanie odstępu izolacyjnego „s” na etapie planowania i wykonywania instalacji odgromowej. Ma to na celu uniknięcie niebezpiecznych przeskoków iskrowych pomiędzy częściami zewnętrznej instalacji odgromowej i innymi instalacjami wewnętrznymi (instalacja elektryczna, okablowanie w rurach, kanały wentylacyjne itp.), mogących powstać wskutek bezpośredniego uderzenia pioruna.

Odstęp izolacyjny „s” musi być obliczony zgodnie z zaleceniami normatywnymi podanymi w PN-IEC 61024-1. [1] Jednakże zachowywanie odstępu izolacyjnego „s” w nowych i już istniejących instalacjach jest często problematyczne i trudne

w praktycznej realizacji. W wielu przypadkach nowoczesna architektura nie pozwala ze względów estetycznych na prowadzenie przewodu odprowadzającego w odstępie izolacyjnym, tzn. odsunięcie przewodu odprowadzającego na zewnątrz budynku za pomocą drążków izolacyjnych od innych instalacji. W przypadku nowoczesnych obiektów przemysłowych to właśnie dach jest ostatnim poziomem do montażu urządzeń technologicznych, np. urządzeń układów napowietrzania, klimatyzacji, różnych systemów orurowania czy też drabinek i korytek kablowych. W takim przypadku zastosowanie zewnętrznego urządzenia piorunochronnego i jednocześnie zachowanie odstępu izolacyjnego „s” może okazać się niezbędne. Dzięki odpowied-

niemu rozmieszczeniu zwodów pionowych (iglic) przy wykorzystaniu metody toczonej się kuli można uniknąć bezpośredniego uderzenia pioruna w wymienione urządzenia zamontowane na dachu.

Szczególnie istotnym problemem jest znalezienie sposobu, w jaki można odprowadzić prąd piorunowy do ziemi poprawnie pod względem technicznym, uwzględniając wystarczający odstęp izolacyjny „s” i jednocześnie wymogi architektoniczne. Nowatorskim rozwiązaniem problemu jest zwód w izolacji HVI z systemu DEHNconductor. [2]

## Odstęp izolacyjny „s”

Na rysunku 1 pokazano typowy problem braku bezpiecznego odstępu izolacyjnego w istniejącej instalacji telefonii komórkowej. Podstawa anteny i kabel zasilający są podłączone bezpośrednio do zewnętrznej ochrony odgromowej. W przypadku bezpośredniego uderzenia pioruna w maszt, część prądu piorunowego zostanie wprowadzona do budynku przez kabel zasilający. Wpływająca bezpośrednio do budynku część prądu piorunowego może być przyczyną szkód przebieciowych w urządzeniach elektrycznych wewnątrz obiektu.

Norma PN-IEC 61024-1 podaje wzór, w oparciu o który należy obliczyć niezbędny odstęp izolacyjny „s”:

$$s = \frac{k_i \cdot k_c}{k_m} L$$

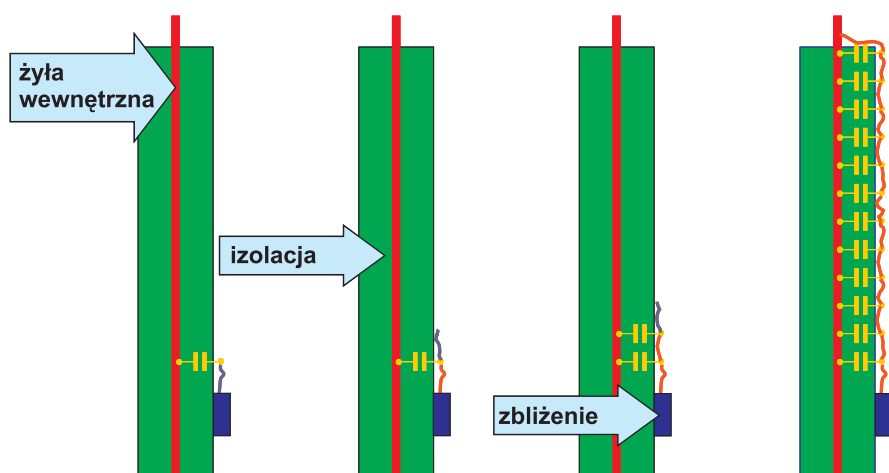
gdzie:

s – odstęp izolacyjny,

$k_i$  – zależny od wybranego poziomu ochrony urządzenia piorunochronnego (LPS),



Rys. 1. Brak zachowania odstępu izolacyjnego na stacji bazowej telefonii komórkowej



Rys. 2. Zasada rozwoju wyładowania ślizgowego na przewodzie izolowanym bez specjalnego płaszczka

$k_c$  – zależna od geometrycznej konfiguracji LPS,

$k_m$  – zależna od materiału izolacyjnego,

$L$  – długość (m) mierzona wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego.

Jak widać wielkość odstępu izolacyjnego „s” jest zależna od długości przewodu odprowadzającego, wybranego poziomu ochrony, rozptyłu prądu piorunowego w urządzeniu piorunochronnym oraz od materiału zastosowanego na odcinku izolującym.

### Budowa i działanie zwołu HVI

Główna koncepcja zwołu w izolacji polega na tym, aby otoczyć przewód odprowadzający prąd piorunowy materiałem izolującym w taki sposób, aby zachowany został konieczny odstęp izolacyjny „s” do innych przewodzących części konstrukcji budynku, do przewodów elektrycznych, technologicznych przewodów rurowych itd.

Należy unikać niedopuszczalnych zbliżeń. Jeżeli stosuje się materiały izolacyjne w celu wyeliminowania takich zbliżeń, powinny zostać zachowane następujące wymogi w stosunku do zwołu w izolacji:

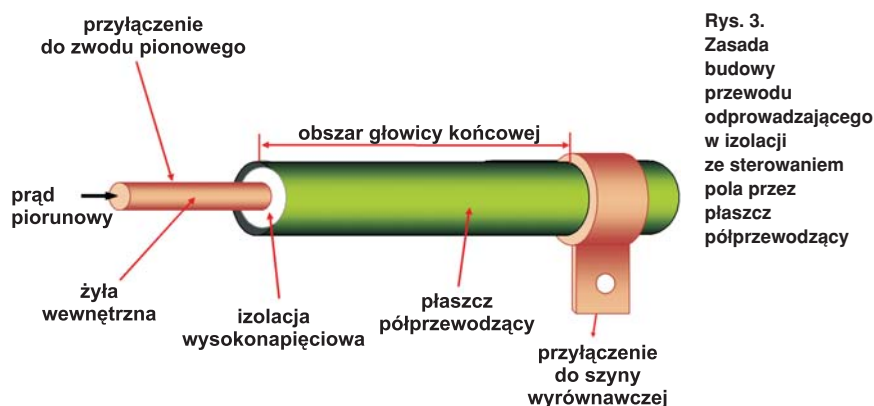
- konieczność zastosowania przetestowanych zacisków łączeniowych (odpornych na prąd piorunowy) pomiędzy iglicą a izolowanym przewodem odprowadzającym (iglica, przewód, szczyt iglicy itd.),
- zapewnienie niezbędnego odstępu izolacyjnego „s” poprzez odpowiednią wytrzymałość elektryczną izolowanego przewodu odprowadzającego zarówno w obszarze punktu przyłączenia z iglicą jak również

wzdłuż całej drogi przewodu aż do punktu uziemienia,

- zapewnienie dopuszczalnego obciążenia prądem uderzeniowym i wystarczającej średnicy przewodu,
- możliwość podłączenia zwołu do uziemienia lub do szyny wyrównawczej.

Odstęp izolacyjny „s” może być w zasadzie zmniejszony, jeśli przewód odprowadzający zostanie umieszczony w płaszczu z materiałów izolacyjnych o wysokiej odporności na udary wysokonapięciowe. W tym celu należy jednak zachować pewne warunki graniczne z zakresu techniki wysokich napięć, ponieważ odporność przewodu odprowadzającego w izolacji jest określona przez konfigurację samą w sobie, jak również przez występowanie wyładowań ślizgowych.

Aby uniezależnić się od konfiguracji urządzenia piorunochronnego, a co za tym idzie – od zmian projektowych – należałoby w zasadzie zastanowić się nad zastosowaniem nieekranowanych, izolowanych przewodów odprowadzających. Problemu bezpieczeństwa nie rozwiąże się poprzez zastosowanie jedynie zwołu, który jest umieszczony tylko w płaszczu izolacyjnym. Akurat w przypadku relatywnie niewielkich przepięć indukowanych odnotowuje się w obszarze zbliżeń (np. pomiędzy uziemionymi metalowymi uchwytemi zwołu i instalacją elektryczną) wyładowania ślizgowe, które mogą doprowadzić do zbiorczego przeskoaku iskrowego na powierzchni izolacji długiego odcinka przewodu. Miejscem krytycznym pod względem występowania wyładowań ślizgowych są obszary, gdzie styka się materiał izolacyjny, przewodnik (o wysokim potencjale lub uziemiony) i powietrze. Takie okoliczności są bardzo istotne z punktu wi-



Rys. 3. Zasada budowy przewodu odprowadzającego w izolacji ze sterowaniem pola przez płaszcz półprzewodzący

89 → dzenia techniki wysokich napięć, ponieważ może dochodzić do tworzenia się wyładowań ślizgowych, a co za tym idzie – do obniżenia odporności napięciowej na wyładowania. Z zaistnieniem wyładowań ślizgowych należy liczyć się zawsze wtedy, gdy normalne składowe elektrycznego natężenia pola  $E$  (skierowane pionowo na powierzchni materiału izolującego) prowadzą do przekroczenia granicznego napięcia wyładowań ślizgowych a styczne składowe pola (skierowane równoległe do powierzchni materiału izolującego) przyspieszają rozprzestrzenianie się wyładowań ślizgowych.

Napięcie graniczne wyładowań ślizgowych określa odporność całego układu izolującego i wynosi dla takich układów w ogólnej konfiguracji 250-300 kV udarowego napięcia piorunowego.

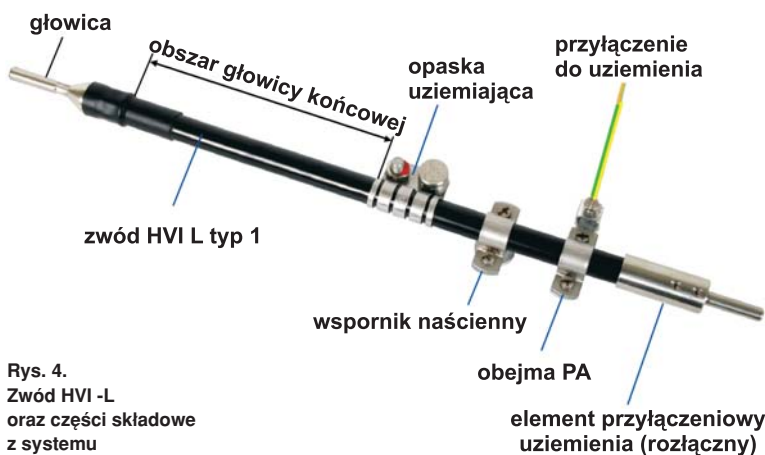
### Zwód izolowany o budowie koncentrycznej HVI-L

Dzięki specjalnej konstrukcji koncentrycznego kabla jednożyłowego typu HVI można nie dopuścić do występowania wyładowań ślizgowych i bezpiecznie odprowadzić prąd piorunowy do ziemi [3].

Zwód w izolacji HVI-L, ze sterowanym rozkładem pola elektrycznego i ekranem oraz z określoną zdolnością przewodnictwa elektrycznego zapobiega wyładowaniom ślizgowym przez celowe oddziaływanie pola elektrycznego w obszarze punktu przyłączenia iglicy. Tym samym zwody HVI-L umożliwiają wprowadzenie prądu piorunowego do miedzianej żyły kabla i zabezpieczają odprowadzenie tegoż prądu do ziemi przy zachowaniu niezbędnego odstępu izolacyjnego „s”. Półprzewodzący ekran koncentrycznego kabla jednożyłowego ekranuje pole elektryczne. Należy jednak zwrócić uwagę, że pole magnetyczne dookoła wewnętrznej żyły przewodzącej prąd piorunowy nie ulega redukcji.

### Kabel koncentryczny z płaszczem półprzewodzącym

W odróżnieniu od innych ekranowanych kabli z ekranem metalowym, zwód HVI posiada płaszcz półprzewodzący. Dzięki optymalizacji w sterowaniu rozkładem pola elektrycznego powstała specjalnie dopasowana głowica końcowa o długości 1,5 m, umożliwiająca realizację ekwiwalentnego odstępu izolacyjnego  $s \leq 0,75$  m w powietrzu lub  $s \leq 1,5$  m w stałym materiale budowlanym.



Rys. 4. Zwód HVI -L oraz części składowe z systemu DEHNconductor

Ta specjalna kablowa głowica końcowa jest realizowana poprzez dopasowane przyłącze do zwodu pionowego (punkt przyłączenia iglicy) i przyłącze do układu wyrównania potencjałów ulokowane w podanym odstępie. Cały półprzewodzący płaszcz kabla posiada w porównaniu do kabla koncentrycznego z ekranem metalowym wyraźnie większą rezystancję. Dzięki temu nawet przy wielokrotnym przyłączeniu płaszcz kabla do systemu wyrównującego potencjały żadne zauważalne części prądu piorunowego nie są wprowadzane do obiektu..

Wychodząc od koniecznego odstępu izolacyjnego „s” można obliczyć maksymalną długość  $L_{max}$  odprowadzenia izolowanego według wzoru [1]:

$$L_{max} = \frac{k_m \cdot s}{k_i \cdot k_c}$$

### Zastosowanie zwodu HVI do ochrony anten telefonii komórkowej

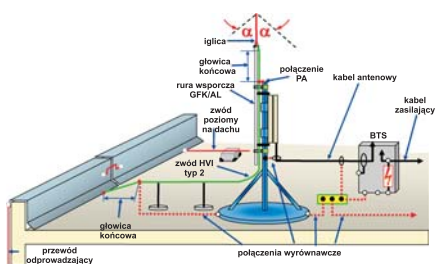
Urządzenia telefonii komórkowej są często montowane „gościnnie” na obcych budynkach. Z reguły operatora telefonii komórkowej i właściciela budynku wiąże porozumienie, przewidyujące iż zainstalowanie tych urządzeń nie będzie stanowiło dodatkowego zagrożenia dla samego budynku [4]. W odniesieniu do ochrony odgromowej oznacza to w szczególności, że w przypadku uderzenia pioruna w elementy stacji bazowej, prąd piorunowy nie może być wprowadzony do wnętrza samego budynku. Wniknięcie części prądu piorunowego do wnętrza budynku oznaczałoby zagrożenie dla znajdujących się tam urządzeń elektrycznych i elektronicznych.

Iglica zainstalowana na izolowanej rurze wsporczej z materiału nieprzewodzącego musi być umocowana do anteny konstrukcji nośnej. Wysokość iglicy wynika z tego, iż konstrukcja nośna i ewentualne zamontowane urządzenia elektryczne telefonii komórkowej (Radio Base Station, RBS), jak również drabiny, korytka i półki kablowe, muszą leżeć w obszarze chronionym przez iglicę.

### Ochrona urządzeń dachowych

Metalowe i elektryczne urządzenia dachowe wystają ponad poziom dachu i stanowią eksponowane punkty dla uderzają-





Rys. 5a. Podłączenie nowej anteny 2G/3G do istniejącej instalacji odgromowej przy użyciu zwodu HVI



Rys. 5b. Zwód pionowy i przewód odprowadzający izolowany dla ochrony anteny telefonii komórkowej – zastosowanie systemu DEHNconductor

nych piorunów. Ponieważ są one połączone galwanicznie z systemem orurowania, kanałami wentylacyjnymi i przewodami elektrycznymi, a tym samym z wnętrzem budynku, stanowią zagrożenie przeniesienia do środka obiektu części prądu pioru-

nowego. Wprowadzenie części prądu piorunowego do budynku może być wyeliminowane przez podłączenie oddzielnego przewodu odprowadzającego. Dzięki temu wszystkie wystające ponad poziom dachu elektryczne i metalowe urządzenia znajdują się w obszarze chronionym przed uderzeniem pioruna. Prąd piorunowy zostanie odprowadzony „obok” chronionego urządzenia i odprowadzony do ziemi przez instalację uziemiającą.

### Zastosowanie przewodów odprowadzających w izolacji

Jak opisano na wstępie, szczególnie częstym problemem jest optyczne wkomponowanie przewodu odprowadzającego z uwzględnieniem niezbędnego odstępu izolacyjnego „s”. Zwód typu HVI może być kładziony zarówno na fasadzie budynku, jak również może być wbudowany w fasadę. W ten sposób powstają nowe możliwości w zakresie rozwiązań architektonicznych.

### Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu zwodu HVI można w łatwy sposób odprowadzić prąd piorunowy do instalacji uziemiającej, bez potrzeby zachowywania specjalnych odstępów instalacji elektrycznych oraz od metalowych elementów budynku i urządzeń. Nie ma przy tym potrzeby podejmowania dodatkowych kroków w celu odseparowania zwodów pionowych, przewodów od-

prowadzających (przewody są układane z odstępem odpowiadającym odstępowi izolacyjnemu „s”).

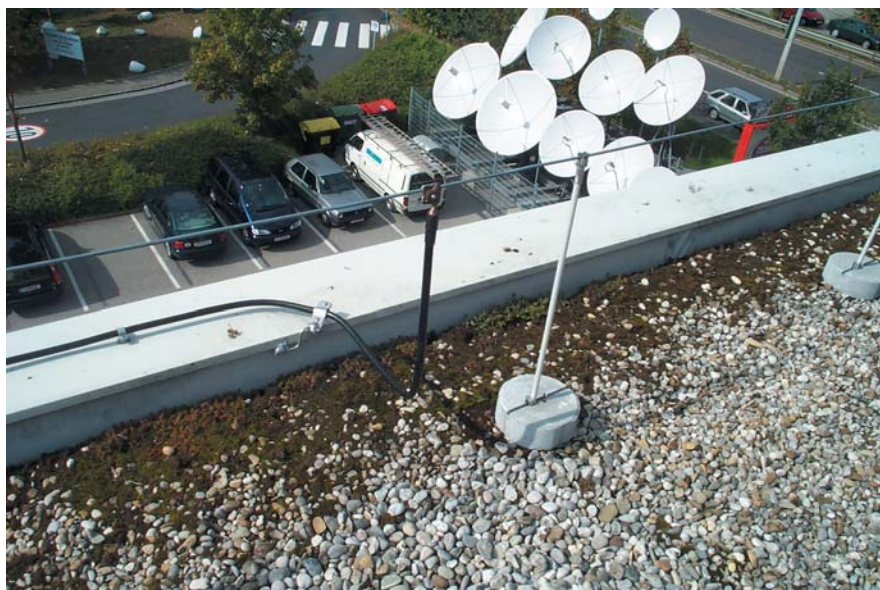
Zwód HVI realizuje niezbędny odstęp izolacyjny i dzięki temu oferuje konstruktorom i wykonawcom instalacji odgromowych lepsze możliwości konfiguracji. Ogólny wygląd budynku nie jest pogarszany, a dzięki temu wzrasta poziom akceptacji instalacji odgromowej u konstruktorów i właścicieli zabudowań. Tego typu rozwiązania znajdują również zastosowanie w przypadku wykonywania instalacji elektrycznych w obiektach zagrożonych wybuchem (zbiorniki biogazu, silosy, itp.).

Przykładem wykonanej aplikacji jest ochrona komina odsiarczania spalin o wysokości 44 m wbudowanego w halę, według projektu AMK Kraków S.A. dla spółki Bolesław Recycling w Bukowni, woj. małopolskie, gdzie zastosowano dwa odcinki zwodu HVI po 18 m każdy.

**Klaus-Peter Müller**  
Autor jest pracownikiem  
firmy Dehn+Söhne GmbH + Co. KG

### Literatura

1. PN-IEC 61024-1: 2001 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
2. DEHNconductor – koniec problemów z odstępami izolacyjnymi, druk nr DS119/PL/02/04 dostępny w wersji elektronicznej na stronie <http://www.dehn.pl>
3. Beierl, O., Brocke, R., Hasse, P., Zischank, W., Beherrschen von Trennungsbständen mit isolierten Ableitungen. 5. VDE/ABB-Blitzschutztagung (Opanowanie odstępów izolacyjnych z odprowadzeniami izolowanymi. 5 konferencja VDE/ABB) 13./14.11.2003, Neu-Ulm
4. Bartels, H., Clausen, Th., Müller, K.-P., Aufbau und Anwendung einer neuartigen isolierten Ableitung. 5. VDE/ABB-Blitzschutztagung, (Budowa i zastosowanie nowoczesnych odprowadzeń izolowanych. 5 konferencja VDE/ABB) 13./14.11.2003, Neu-Ulm



Rys. 6. Zwód poziomy na dachu budynku – przewód rozpięty na wspornikach dookoła dachu. W narożniku połączenie z izolowanym przewodem odprowadzającym



### KONTAKT

**Dehn Polska Sp. z o.o.**

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