

typowe błędy związane z projektowaniem i wykonywaniem urządzeń piorunochronnych

Krzysztof Wincencik – DEHN POLSKA Sp. z o.o., Stanisław Osiński – ELSTAN Poznań

Poprawne zaprojektowanie i wykonanie urządzenia piorunochronnego staje się ostatnio coraz bardziej skomplikowane. Dotyczy to nie tylko środków technicznych i możliwości realizacji ochrony, ale także wzrastających wymagań dotyczących estetyki jej wykonania, trwałości oraz pewności zadziałania podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany.

Pomimo wzrostu świadomości projektantów i wykonawców występują jeszcze przypadki lekceważenia podstawowych zagadnień ochrony odgromowej oraz traktowania wykonawstwa instalacji piorunochronnej jako sprawy prostej, niewymagającej praktycznie żadnego przygotowania i doświadczenia.

Wśród podstawowych przyczyn takiej niefrasobliwości można wymienić:

- przekonanie, że w naszym klimacie prawdopodobieństwo bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany jest niewielkie, a tym samym stosunkowo rzadko następuje weryfikacja poprawności przyjętego rozwiązania i samego wykonania zewnętrznego urządzenia piorunochronnego,
- przekonanie, że montaż urządzenia piorunochronnego jest prostą sprawą, którą praktycznie może wykonać dowolna firma, niekoniecznie elektroinstalacyjna,

- częste kłopoty finansowe i chęć obniżenia kosztów przez inwestorów w końcowej fazie budowy obiektu, kiedy jest montowane urządzenie piorunochronne, co przekłada się na poszukiwania najtańszych materiałów oraz wykonawców.

Od ponad 10 lat dostępne są europejskie normy z zakresu ochrony odgromowej [1, 2], w których zostały zapisane zasady postępowania pozwalające na stworzenie skutecznego systemu ochrony. Chcąc uzyskać tani, a zarazem skuteczny system ochrony odgromowej budynku, prace projektowe (z uwzględnieniem przewidywanych wewnątrz instalacji oraz urządzeń elektrycznych i elektronicznych) powinny być wykonane w ramach powstawania projektu całego budynku, jeszcze przed rozpoczęciem budowy. Taki tok postępowania pozwala też zoptymalizować wykorzystanie naturalnych elementów obiektu jako elementów LPS (*lightning protection system*, urządzenie piorunochron-



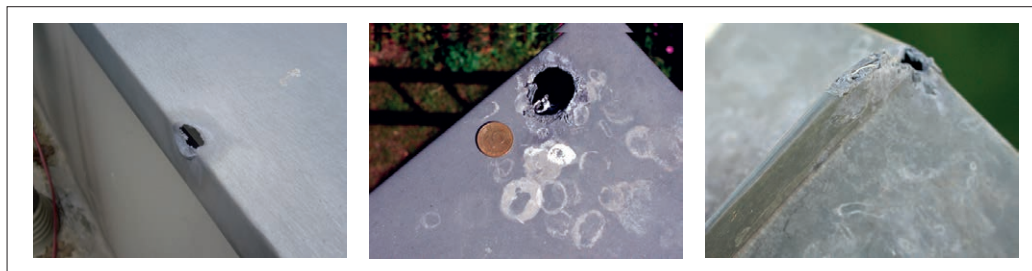
Rys. 1. Przykładowy wygląd elementów mocujących po ok. 2 latach od wykonania LPS (przedmieścia Warszawy)

ne). Jednocześnie możliwy jest wybór kompromisowego rozwiązania w rozmieszczeniu okablowania i lokalizacji urządzeń. Nie bez znaczenia są też kwestie ekonomiczne, ponieważ koszt systemu ochrony w przypadku nowych obiektów jest na ogół znacznie niższy niż wykonanie kompleksowej ochrony przed LEMP (*lightning electromagnetic pulse*, piorunowy impuls elektromagnetyczny) dla nowych urządzeń elektronicznych wprowadzanych do istniejących obiektów.

Właściwa ochrona przed LEMP może być uzyskana tylko, jeżeli spełnione zostały następujące warunki:

- specjalista ds. ochrony odgromowej określił wymagania w zakresie zagrożeń i rozwiązań ochrony (LPS),
- od samego początku projektowania obiektu istnieje dobra koordynacja między różnymi specjalistami branżowymi zaangażowanymi w konstruowanie budynku oraz samego systemu ochrony odgromowej (np. inżynierów budowlanych i elektryków),
- jest przestrzegany tok postępowania przedstawiony w normie.

Spełnienie tych warunków pozwala nie tylko uzyskać właściwy poziom ochrony, ale również zoptymalizować stosunek kosztów do zysków z uwzględnieniem wybranych środków ochrony. Należy przy tym pamiętać, że nie ma urządzeń lub metod zdolnych zmodyfikować naturalne zjawiska pogodowe w stopniu umożliwiającym zapobieganie wyładowaniom piorunowym. Tak więc zastosowanie dla budynku systemu



Rys. 2. Przykłady wytopienia metalowego pokrycia attyki przy uderzeniu pioruna

ochrony odgromowej nie może zapobiec formowaniu się piorunu i zagwarantować absolutnej ochrony budowli osób lub obiektów. Jednakże prawidłowo zaprojektowany i wykonany system ochrony odgromowej obniża znacznie ryzyko wystąpienia szkód w obiekcie spowodowanych wyładowaniem piorunowym.

W tabeli 1. pokazano tok postępowania związany z zarządzaniem kompleksową ochroną odgromową dla nowych budynków oraz obiektów, dla których dokonano ważnych zmian w konstrukcji i sposobie użytkowania.

W tabeli warto zwrócić uwagę na zapis mówiący o tym, że projektowaniem i wykonywaniem ochrony odgromowej powinni zajmować się specjaliści. Od wyspecjalizowanego projektanta i wykonawcy wymaga się gruntownej znajomości stosownych norm i co najmniej kilku lat praktyki.

Często jednak w rzeczywistych warunkach nowo powstające czy też modernizowane lub remontowane urządzenie piorunochronne zawiera błędy, które mogą rzutować na skuteczność ochrony, a tym samym na bezpieczeństwo chronionego obiektu oraz przebywających wewnątrz ludzi. Błędne rozwiązania dotyczące zewnętrznego urządzenia piorunochronnego mogą pojawić się zarówno na etapie projektowania (np. błędne założenia), jak również na etapie wykonawstwa (odstępstwo od projektu, niestaranny montaż itd.).

Poniżej przedstawiono wybrane przykłady typowych błędów, z jakimi można się spotkać w przypadku zewnętrznych urządzeń piorunochronnych.

brak oparcia się na aktualnych normach przy tworzeniu systemu ochrony odgromowej obiektu

W przypadku dużych obiektów wyposażonych w systemy informatyczne czy też systemy automatyki wymagane jest zachowanie ściślej

koordynacji ochrony odgromowej zewnętrznej i wewnętrznej. Prawidłowy tok postępowania przedstawiono w tabeli 1. Niestety, bardzo często takie rozwiązanie nie jest realizowane. Ważne jest także przyjęcie właściwego poziomu ochrony dla projektowanej instalacji, a później konsekwentne trzymanie się przyjętych założeń. Często zdarza się, że dla danego obiektu wymogi dotyczące wysokiej skuteczności ochrony nie przekładają się na rozwiązania projektowe, a nawet są lekceważone podczas wykonywania instalacji odgromowej. Dotyczy to np. siatek zwodów na dachach budynków, odstępów pomiędzy przewodami odprowadzającymi, zachowania kątów osłonowych i oraz ostępów bezpiecznych, wyrównywania potencjałów w obiekcie.

Brak przeprowadzenia analizy ryzyka zgodnie z zapisami normy PN-EN 62305-2 skutkuje często przyjęciem zawyżonej klasy LPS. Natomiast podczas przystępowania do realizacji praktycznej, okazuje się, że koszty są

zbyt wysokie i następuje stopniowe odchodzenie od przyjętych założeń. Dobrze, jeżeli zmiana klasy LPS podparta jest przez działania projektowe, gorzej – jeżeli zostaje to tylko w gestii wykonawcy, który nie zawsze obejmuje całość zagadnień związanych z ochroną odgromową obiektu. Wykonawca ochrony odgromowej powinien być wyszkolony w dziedzinie prawidłowego wykonawstwa elementów urządzenia piorunochronnego, zgodnie z wymaganiami normy oraz krajowych przepisów regulujących roboty budowlane i budownictwo.

Przeprowadzenie analizy ryzyka i przyjęcie na tej podstawie odpowiedniej klasy LPS skutkuje też wyborem odpowiednich rozwiązań technicznych dla chronionego obiektu. Z przyjętą klasą obiektu powiązane są:

- parametry pioruna (co ma wpływ na realizację m.in. piorunowych połączeń wyrównawczych),
- promień toczącej się kuli, wymiar oka sieci, kąt ochronny,

- typowe preferowane odległości między przewodami odprowadzającymi,
- odstęp separujący przeciwdziałający niebezpiecznemu iskrzeniu,
- minimalna długość uziołów.

Tak więc zmiana rozwiązań technicznych w zakresie ochrony obiektu może prowadzić do zmiany klasy ochrony obiektu, a tym samym do zmniejszenia skuteczności ochrony względem przyjętej w projekcie wstępnym.

W fazie projektowania i realizacji urządzenia piorunochronnego w istniejącym obiekcie, konsultacje powinny być utrzymywane – na ile to rozsądnie realne – z osobami odpowiedzialnymi za obiekt, jego użytkowanie, instalacje wewnętrzne i instalacje wprowadzane do budynku. Regularne konsultacje pomiędzy zainteresowanymi stronami powinny dawać w wyniku nie tylko skuteczne urządzenie piorunochronne, ale również znacznie obniżyć jego koszty.

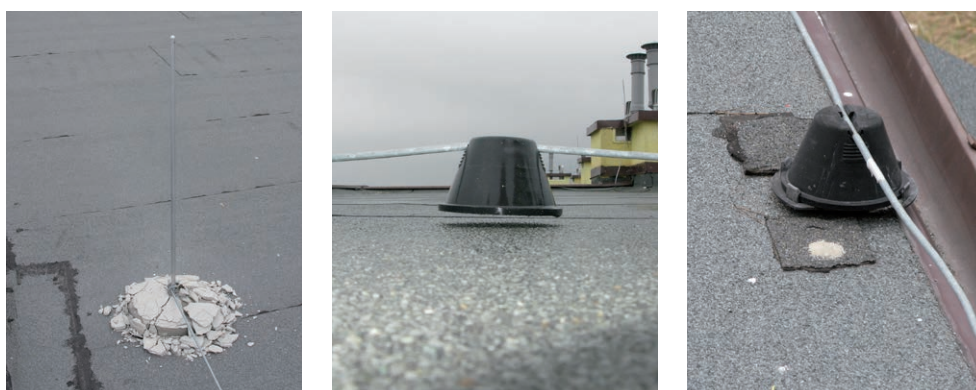
Krok	Cel	Działanie do podjęcia przez
Wstępna analiza ryzyka ^a	Sprawdzenie potrzeby ochrony przed LEMP Jeżeli potrzebna, wybrać właściwy SPM, stosując metodę oceny ryzyka Sprawdzić zmniejszenie ryzyka po każdym przyjętym kolejno środku ochrony	Specjalista ochrony odgromowej ^b Właściciel
Końcowa analiza ryzyka ^a	Stosunek koszt/zysk, dotyczący wybranych środków ochrony, powinien być zoptymalizowany podczas ponownego zastosowania metody oceny ryzyka. W wyniku zostają określone: – LPL i parametry pioruna – LPZ i ich granice	Specjalista ochrony odgromowej ^b Właściciel
Planowanie SPM	Określenie SPM: – środki ekranowania przestrzennego, – sieci połączeń wyrównawczych, – uzioły – ekranowanie i trasowanie linii, – ekranowanie wchodzących urządzeń usługowych, – skoordynowany układ SPD – separujący interfejs	Specjalista ochrony odgromowej Właściciel Architekt Projektanci układów wewnętrznych Projektanci stosownych instalacji
Projekt SPM	Ogólne rysunki i opisy Przygotowanie list do składania ofert Szczegółowe rysunki i harmonogramy dla instalacji	Biuro inżynieryjne lub równoważne
Instalacja SPM łącznie z nadzorem	Jakość instalacji Dokumentacja Możliwie sprawdzenie szczegółowych rysunków.	Specjalista ochrony odgromowej Instalator SPM Biuro inżynieryjne Nadzorca
Zatwierdzenie SPM	Sprawdzenie i dokumentowanie stanu systemu	Niezależny specjalista ochrony odgromowej Nadzorca
Okresowe sprawdzanie	Zapewnienie kompletności SPM	Specjalista ochrony odgromowej, Nadzorca

Objaśnienia: a – patrz IEC 62305-2, b – z szeroką znajomością EMC i znajomością praktyk instalacyjnych, SPM (*surge protection measures*) – środki ochrony przed LEMP

Tab. 1. Plan zarządzania SPM dla nowych budynków i dla poważnych zmian w konstrukcji lub przeznaczeniu budynków, źródło: norma PN-EN 62305-4:2011



Rys. 3. Połączenie bezpośrednie urządzeń elektrycznych z elementami LPS – możliwość wniknięcia części prądu pioruna do instalacji we wnętrzu obiektu.



Rys. 4. Przykłady błędnego montażu elementów LPS

Na przykład, koordynacja prac projektowych i konstrukcyjnych nad urządzeniem piorunochronnym pozwoli często pozbyć się kilku przewodów wyrównawczych i zredukować znacznie długość tych, które są niezbędne. Projektując urządzenie piorunochronne ważne jest również uwzględnianie oddziaływania prądu piorunowego. Elementy urządzenia piorunochronnego, a więc zwody na dachach oraz – w przypadku obiektów wysokich (ponad 60 m) – także na ścianach obiektów budowlanych, powinny wytrzymać zagrożenie, jakie występuje podczas przepływu prądu piorunowego. Zwodami mogą być przewodzące elementy konstrukcyjne obiektu (tzw. zwody naturalne) lub przewody umieszczone tylko w celach ochrony odgromowej (tzw. zwody sztuczne). Podczas bezpośredniego wyładowania w obiekt budowlany elementy

urządzenia piorunochronnego są narażone na:

- erozję termiczną w miejscu styku przewodu z kanałem wyładowania piorunowego,
- rozżarzenie przewodów wywołane przepływem prądu piorunowego,
- działania dynamiczne między przewodami, w których płynie prąd piorunowy.

Stąd też nowa norma PN-EN 62305 zwraca uwagę na jakość użytych do budowy LPS materiałów. W normie pojawił się zapis o konieczności wykonywania badań laboratoryjnych elementów składowych instalacji piorunochronnej (elementy łączeniowe, uziomy).

Zgodnie z zapisami normy projektant i wykonawca LPS powinni sporządzić wykaz łączących i mocujących przewody uchwytów, które wytrzymają siły elektrodynamiczne

od prądów pioruna w przewodach i pozwolą również na rozciąganie i kurczenie się przewodów wskutek pojawiających się wzrostów temperatury. Poruszony już wcześniej problem obniżania kosztów wykonania LPS skłania niekiedy inwestora lub wykonawcę do stosowania elementów najtańszych, a tym samym nie zawsze o najwyższej jakości. W tym przypadku nawet po roku lub dwóch latach użytkowania instalacja piorunochronna wymaga remontu i konserwacji.

Podczas bezpośredniego wyładowania w urządzenie piorunochronne w miejscu styku przewodu z kanałem wyładowania następuje nagrzanie się metalu, co może spowodować jego erozję. Erozja termiczna prowadzi do perforacji cienkich blach na dachu, wytapiania przewodów i ich ewentualnego przerywania. W przy-

padku klasycznego urządzenia piorunochronnego zagrożeniem może być zarówno rozgrzany przewód, jak i wytopione krople metalu. Zagadnienia te należy brać pod uwagę szczególnie w przypadku projektowania instalacji piorunochronnych dla obiektów krytych materiałami łatwopalnymi, instalowania przewodów odprowadzających bezpośrednio na ścianie budynku lub wykorzystywania metalowych pokryć dachowych jako zwodów.

ochrona urządzeń umieszczonych na dachach budynków

Bardzo często można spotkać się z pełnym brakiem ochrony dla urządzeń i nadbudówek z zainstalowanym w nich sprzętem elektrycznym i elektronicznym, który połączony jest z instalacjami wewnątrz obiektu. Nadbudówki takie winny znaleźć się w przestrzeni chronionej przez układ zwodów. Należy ograniczyć do minimum lub wyeliminować możliwość wnikania prądu piorunowego do urządzeń zamontowanych na dachu, a następnie do wnętrza obiektu. Stąd niekiedy po bezpośrednim wyładowaniu w obiekt pojawia się zastrzeżenie, że zastosowane w instalacjach obiektu ograniczniki przepięć okazały się nieskuteczne. Tymczasem prąd piorunowy wpłynął do instalacji z zupełnie innej, niechronionej strony.

błędy montażowe wynikające z braku wiedzy oraz nieprzestrzegania instrukcji montażowych

Częstym błędem jest nieuwzględnianie naprężeń powstałych w wyniku zmian temperatury. Prowadzi to do uszkodzenia samej instalacji odgromowej lub też uszkodzenia elementów konstrukcyjnych obiektu. Brak dokładnego czytania instrukcji montażowej lub zapisów projektu prowadzi do stosowania nieodpowiednich podstaw pod wolnostojące

iglice lub niewłaściwego montażu elementów odciągowych bądź też odstępowych. W przypadku wystąpienia wichury może to skutkować uszkodzeniem instalacji piorunochronnej lub nawet spowodowaniem zagrożenia życia w przypadku zrzucenia elementów urządzenia piorunochronnego z dachu.

Często też można się spotkać z „oszczędzaniem” na materiale, co owocuje tym, że po kilku latach zamiast instalacji piorunochronnej mamy na dachu obiektu resztki skorodowanych drutów i złączy. Instalacja taka nie tylko szpeci obiekt, ale również nie spełnia swoje roli ochronnej.

brak kontroli i konserwacji instalacji piorunochronnej

Bardzo często nie jest przestrzegany termin badań okresowych instalacji odgromowej, a szczególnie zapisy normy mówiący o konieczności

sprawdzenia stanu uziomów. Skutkiem tego w ziemi mogą wystąpić znaczne ubytki uziomu. Norma PN-EN 62305 precyzuje zakres badań i konserwacji instalacji piorunochronnej. Przestrzeganie zawartych w niej zapisów winno spowodować znaczne wydłużenie czasu eksploatacji urządzenia piorunochronnego.

podsumowanie

Projektowanie i wykonywanie instalacji piorunochronnych nawet na niewielkich obiektach budowlanych wymaga od osób zaangażowanych w ich tworzenie znajomości zapisów normy, rozporządzeń oraz wiedzy praktycznej. Instalacja odgromowa nie musi szpeci obiektu – może być wykonana w sposób trwały i estetyczny. W przypadku rozległych

obiektów budowlanych z bogatym wyposażeniem ważne jest, aby projekt instalacji piorunochronnej powstawał jednocześnie z projektem budowlanym obiektu. Konsultacje międzybranżowe powinny zapewnić optymalizację rozwiązania pod względem technologicznym, a tym samym – minimalizację kosztów ochrony. Tutaj właśnie można upatrywać roli Izby Inżynierów Budownictwa oraz stowarzyszeń branżowych (np. SEP, SPE i inne), gdzie w ramach seminariów szkoleniowych istnieje możliwość przedstawienia tej problematyki nie tylko elektrykom, ale

i innym osobom zaangażowanym w proces projektowania (architekt, konstruktor, projektant systemów klimatyzacji itd.). Takie współdziałanie może zaowocować eliminacją najczęściej spotykanych błędów.

literatura:

1. A. Sowa, Typowe błędy w rozwiązaniach urządzeń piorunochronnych, „Elektroinstalator” 1/2004.
2. A. Sowa, Badanie elementów urządzenia piorunochronnego, „Elektroinstalator” 9/2001.



Rys. 5. Wygląd urządzenia piorunochronnego, który nie podlegał pracom konserwacyjnym