

Mgr inż. Artur Dłużniewski,
Mgr inż. Łukasz John,
Dr inż. Mieczysław Laskowski
Instytut Kolejnictwa

ZABEZPIECZENIE ODGROMOWE WYBRANYCH OBIEKTÓW KOLEJOWYCH

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Ocena zagrożenia piorunowego obiektów kolejowych
3. Zasady realizacji ochrony odgromowej obiektu
4. Wybór rodzaju instalacji.
5. Rozwiązania konstrukcyjne elementów zewnętrznej instalacji odgromowej
6. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule omówiono problematykę projektowania ochrony odgromowej urządzeń elektronicznych znajdujących się w obiektach kolejowych, które są narażone na oddziaływanie zaburzeń elektromagnetycznych o dużej energii. Ochrona obiektu polega na wyposażeniu go w zewnętrzną instalację odgromową, która będzie obejmowała również instalacje radiowe na zewnątrz budynku oraz pełne zabezpieczenie wszystkich urządzeń elektronicznych zainstalowanych wewnątrz obiektu po stronie zasilania. Przedstawiono elementy składowe zewnętrznej instalacji odgromowej oraz zasady jej doboru, a także opisano sposób jej projektowania, zewnętrznej instalacji odgromowej uwzględniający obowiązujące wymagania normatywne.

1. WSTĘP

Impulsy elektromagnetyczne dużej energii stanowią poważne zagrożenie dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych zainstalowanych w kolejowych obiektach stacjonarnych. Specyfika obiektów kolejowych polega na ich przestrzennym rozmieszczeniu. Cechuje je zatem duże narażenie na wyładowania atmosferyczne. Obiekty takie, jak np. nastawnie kolejowe są najczęściej zlokalizowane na terenach mało zurbanizowanych i dominują swoją wysokością nad otoczeniem. Dodatkowo na dachach nastawni kole-

owych są umieszczane zespoły anten analogowej, a niebawem cyfrowej łączności radiowej. Są one zatem narażone na bezpośrednie wyładowania atmosferyczne i dlatego wymagają kompleksowej ochrony.

Zabezpieczenie stacjonarnych obiektów kolejowych powinno być wykonane w postaci zewnętrznej ochrony odgromowej. Rozbudowane systemy elektroniczne, które znajdują coraz większe zastosowanie w obiektach kolejowych, pracują z bardzo małymi mocami rzędu od 10^{-2} do 10^{-8} W na pojedynczy tranzystor. Powoduje to znaczne obniżenie progów wrażliwości tych układów i zmniejszenie ilości energii potrzebnej do trwałego uszkodzenia danego urządzenia.

Ochrona obiektu kolejowego polega na wyposażeniu go w zewnętrzną instalację odgromową, która będzie obejmowała instalacje na zewnątrz budynku oraz pełne zabezpieczenie wszystkich urządzeń elektronicznych zainstalowanych wewnątrz obiektu po stronie zasilania i po stronie sygnałowej.

2. OCENA ZAGROŻENIA PIORUNOWEGO OBIEKTÓW KOLEJOWYCH

Przy ocenie zagrożenia piorunowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych należy wziąć pod uwagę:

- możliwość wystąpienia bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budo-
wlany oraz w dochodzące do niego instalacje elektryczne,
- wyładowania w sąsiedztwie obiektu,
- wyładowania w sąsiedztwie linii zasilających i sygnałowych dochodzących do obiektu,
- bezpośrednie wyładowanie w pobliże obiektu.

Analizując każde z wymienionych zagrożeń, należy uwzględnić podstawowe informacje o intensywności burzowej obszaru, w którym znajdują się obiekty. Intensywność burzową określają tzw. mapy burzowe, na których podawane są poziomy izokerauniczne (tzw. przeciętna liczba dni burzowych w roku).

Do prawidłowego oszacowania izokerauniczności danego terenu może być pomocna mapa intensywności wyładowań atmosferycznych w Polsce, pokazana na rysunku 1, z dodatkowo zaznaczonymi głównymi liniami kolejowymi.

Z mapy wynika, że występują następujące prognozowane liczby dni burzowych:

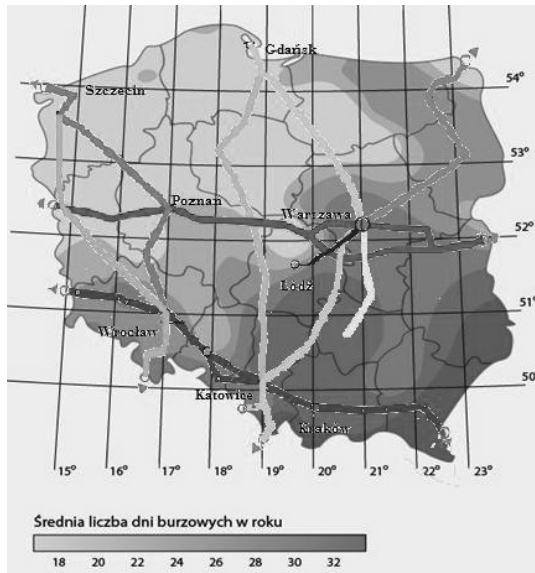
- 25 dni burzowych w roku dla południowo-zachodniej części Polski,
- 20 dni burzowych w roku dla pozostałej części kraju.

Uwzględniając przedstawione liczby dni burzowych w roku, można określić roczną liczbę uderzeń pioruna na 1 km^2 . Wartości te wynoszą odpowiednio:

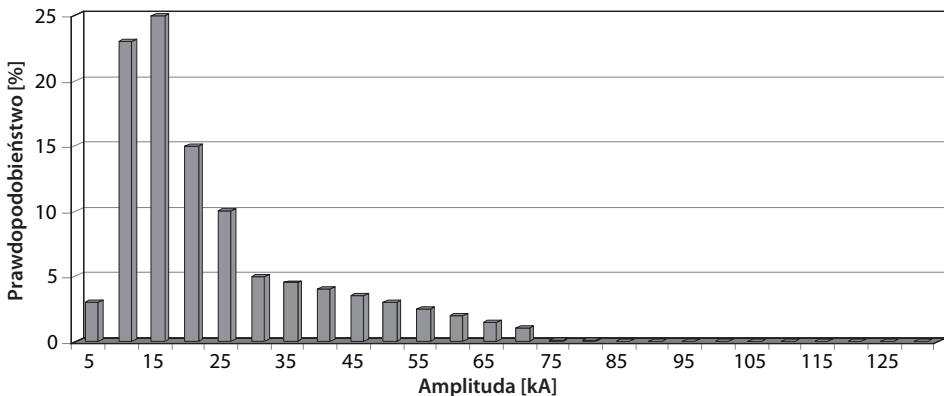
- 1,8 dla terenów o szerokości geograficznej powyżej $51^{\circ}30'$,
- 2,5 dla pozostałych terenów kraju.

Wyładowania atmosferyczne mogą mieć charakter dodatni lub ujemny w zależności od gromadzonego ładunku w chmurach. Około 90% wszystkich wyładowań ma charakter

ujemny, natomiast wyładowania dodatnie charakteryzują się dużo większym natężeniem prądu. Szczytowa wartość prądu może wynosić 200 kA, a napięcie w kanale wyładowania wstępnego może przekroczyć 10 milionów V. W zależności od wielkości prądu płynącego w kanale wyładowania, rozróżnia się cztery poziomy ochrony odgromowej. Najwyższy, pierwszy poziom ochrony zapewnia jej efektywność tylko w 98%, natomiast czwarty poziom ochrony zapewnia efektywność ochrony na poziomie 80%. W budownictwie powszechnie jest stosowany 4 poziom ochrony, zgodnie z obowiązującymi normami. Zakres wielkości prądów płynących podczas wyładowań zawiera się w przedziale od 10 do 200 kA, a najczęściej podczas wyładowań występujących na terenie Polski, grupuje się w okolicy 20 kA, co przedstawia histogram na rysunku 2.



Rys. 1. Intensywność burzowa w Polsce



Rys. 2. Histogram prawdopodobieństwa wyładowania w funkcji amplitudy

Jak wynika z rysunku 2, pokazującego histogram prawdopodobieństwa wyładowania, przypadek wystąpienia wyładowania o skrajnej amplitudzie około 200 kA może wystąpić raz na kilkadziesiąt lat.

Przy braku instalacji odgromowej, wyładowanie o amplitudzie nawet 10 kA może spowodować pożar obiektu budowlanego, jeżeli wystąpi ono bezpośrednio w obiekt budowlany oraz w dochodzące do niego instalacje elektryczne.

Przykładowa ocena zagrożenia piorunowego jest przedstawiona dla urządzeń pracujących w:

- średniej wysokości budynkach o niewielkim przekroju poprzecznym (nastawie kolejowe na obszarach niezurbanizowanych),
- typowym wielokondygnacyjnym budynku stacyjnym,
- masztach kolejowej łączności radiowej (GSM-R).

2.1. Bezpośrednie wyładowanie pioruna w obiekt

Podstawą do określenia możliwości wystąpienia bezpośredniego wyładowania atmosferycznego w obiekty stacjonarne jest zamieszczona na rysunku 1 mapa, która obrazuje intensywność burzową na terenie Polski. Na bezpośrednio wyładowanie atmosferyczne są szczególnie narażone wysokie pojedyncze budynki i maszty antenowe umieszczone na otwartym terenie.

Istnieje zależność określająca spodziewaną częstość bezpośrednich wyładowań piorunowych N_d w rozpatrywany obiekt:

$$N_d = N_g A_g 10^{-6} \quad (1)$$

gdzie:

N_g – średnia gęstość wyładowań doziemnych na km² i na rok w rejonie obiektu,

A_g – równoważna powierzchnia zbierania wyładowań piorunowych przez obiekt.

Wartość średniej rocznej częstości bezpośrednich wyładowań piorunowych N_d w analizowany obiekt zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Średnia roczna częstość bezpośrednich wyładowań piorunowych.

Współczynnik	Określenie	Wartość współczynnika	Wartość N_d
N_d	20 dni burzowych w roku	1,7	0,004880
A_e	Równoważna powierzchnia zbierania wyładowań przez obiekt: $A_e = L \cdot W + 6H(L + W) + 9\pi \cdot H^2$	11 483,6 m ²	
N_d	25 dni burzowych w roku	2,2	0,012632
A_e	Równoważna powierzchnia zbierania wyładowań przez obiekt: $A_e = L \cdot W + 6H(L + W) + 9\pi \cdot H^2$	11 483,6 m ²	

W wielu publikacjach podawana jest równoważna powierzchnia zbierania wyładowań piorunowych, wyrażona jako prostopadłościan o wymiarach L , W i H (długość, szerokość i wysokość określone w m) i opisywana następującą zależnością:

$$A_e = LW + 2(L+W)mH + \pi m^2 H^2 \quad (2)$$

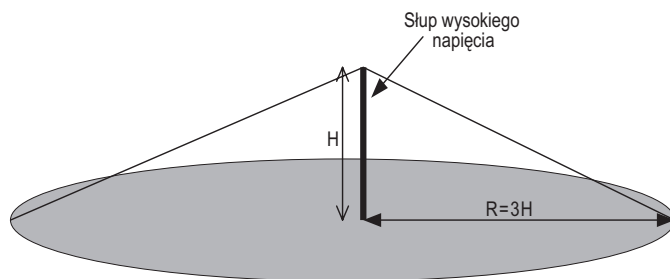
Powierzchnia A_e jest określana jako obszar ziemi, na który przypada tyle samo wyładowań, co w obiekt. Występujący w zależności (2) współczynnik m oznacza stosunek szerokości pasa powierzchni, która wykracza poza zarys poziomu obiektu, do jego wysokości.

W przypadku wysokich obiektów lub masztów, pomijając wymiary L i W , otrzymujemy zależność uproszczoną:

$$A_e \approx \pi m^2 H^2 \quad (3)$$

Wyznaczenie równoważnej powierzchni zbierania wymaga określenia wartości współczynnika m , który wynosi według normy [2] $m = 3$ stąd powierzchnia $A_e = 9\pi H^2$.

Zależność według zalecenia [2] określa obszar ograniczony linią utworzoną przez przecięcie się powierzchni ziemi z linią prostą o nachyleniu 1:3, prowadzoną z najwyższych części obiektu i obracaną dookoła względem niej (rys. 3) [1].



Rys. 3. Wyznaczanie powierzchni zbierania wyładowań przez wysoką wieżę lub maszt

2.2. Poziomy ochrony urządzeń piorunochronnych

Podstawą doboru poziomy ochrony urządzenia piorunochronnego jest określenie spodziewanej częstotliwości bezpośrednich wyładowań piorunowych w dany obiekt N_d i porównanie jej z częstością akceptowalną N_c dla tego obiektu. Akceptowalna roczna częstość N_c wyładowań piorunowych może być ustalona przez projektanta urządzenia piorunochronnego.

W celu prawidłowej oceny stopnia zagrożenia należy porównać wartości N_c i N_d . W wyniku takiego porównania można stwierdzić:

- $N_d < N_c$ – urządzenie piorunochronne nie jest potrzebne
- $N_d > N_c$ – urządzenie piorunochronne powinno zostać zainstalowane.

Jeśli stosowanie urządzenia piorunochronnego jest konieczne, to jego skuteczność określa zależność:

$$E \geq 1 - N_c/N_d \quad (4)$$

Ostatnim etapem wyznaczenia wartości E jest określenie odpowiedniego dla danego obiektu poziomu ochrony odgromowej. Skuteczność urządzenia piorunochronnego w zależności od poziomu ochrony przedstawia tablica 2.

Tablica 2

Skuteczność urządzenia piorunochronnego, a odpowiadające im poziomy ochrony

Skuteczność urządzenia piorunochronnego E	Poziom ochrony
0,98	I
0,95	II
0,90	III
0,80	IV

2.3. Wyładowania piorunowe w sąsiedztwie linii dochodzących do obiektu

W analizie należy również wziąć pod uwagę wyładowania atmosferyczne w sąsiedztwie linii zasilających i sygnałowych dochodzących do obiektu. Liczbę wyładowań piorunowych oddziałujących na urządzenia w analizowanym obiekcie można oszacować za pomocą zależności (5):

$$N_{nl} = N_g A_g 10^{-6} \quad (5)$$

gdzie: A_g – obszar oddziaływania wyładowania piorunowego na instalacje zasilające i sygnałowe dochodzące do obiektu.

Wyznaczając wartości A_g należy uwzględnić możliwość oddziaływania na linie dochodzące do obiektu. W celu wyznaczenia obszarów zbierania doziemnych wyładowań piorunowych oddziałujących na linie stosuje się zależności podane w tablicy 3.

Tablica 3

Obszar zbierania wyładowań doziemnych oddziałujących na sieci zasilające i sygnałowe dochodzące do obiektu

Typ instalacji	Efektywny obszar zbierania
Linie niskich i średnich napięć	
Napowietrzne linie niskiego napięcia	$2\,000 \times L$
Napowietrzne linie średnich napięć	$500 \times L$
Podziemne kable niskiego napięcia	$2 \times d_s \times L$
Podziemne kable średniego napięcia	$0,1 \times d_s \times L$
Linie telekomunikacyjne	
Napowietrzne linie przesyłu sygnałów	$2\,000 \times L$
Podziemne kable przesyłu sygnałów	$2 \times d_s \times L$
<p>Gdzie: L – długość linii w metrach od rozważanego obiektu do najbliższego punktu rozgałęzienia linii lub do sąsiedniego obiektu, jednak nie dalej niż 1000 m. Jeśli długość L jest nieznana, należy przyjąć 1000 m.</p> <p>d_s – długość w metrach odpowiadająca wartości rezystywności gruntu do wartości maksymalnej 500 m.</p>	

3. ZASADY REALIZACJI OCHRONY ODGROMOWEJ OBIEKTU

Instalacją odgromową obiektu nazywamy zespół elementów konstrukcyjnych obiektu lub elementów zainstalowanych na nim, odpowiednio połączonych i wykorzystywanych do odprowadzania prądu piorunowego do ziemi. Składa się ona z następujących elementów:

- zwodów przeznaczonych do bezpośredniego przyjmowania prądów piorunowych wyładowań atmosferycznych,
- przewodów odprowadzających, łączących zwody z przewodami uziemiającymi lub uziomem fundamentowym,
- przewodów uziemiających, łączących przewody odprowadzające z uziomami,
- uziomów, elementów metalowych lub zespołów elementów metalowych umieszczonych w gruncie i zapewniających z nim połączenie elektryczne.

Zadaniem zewnętrznej ochrony odgromowej jest zabezpieczenie obiektu budowlanego oraz zespołu anten przed bezpośrednim wyładowaniem atmosferycznym. Bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne w obiekt budowlany pozbawiony instalacji odgromowej spowoduje najczęściej:

- uszkodzenie pokrycia dachowego lub jednej ze ścian budynku,
- uszkodzenie instalacji elektrycznej i zniszczenie aparatury przyłączonej do niej w rozdzielni (gniazda popalone i powyrywane ze ścian),
- zniszczenie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zainstalowanych w obiekcie,
- zniszczenie urządzeń nadawczo-odbiorczych wraz z instalacją antenową.

4. WYBÓR RODZAJU INSTALACJI

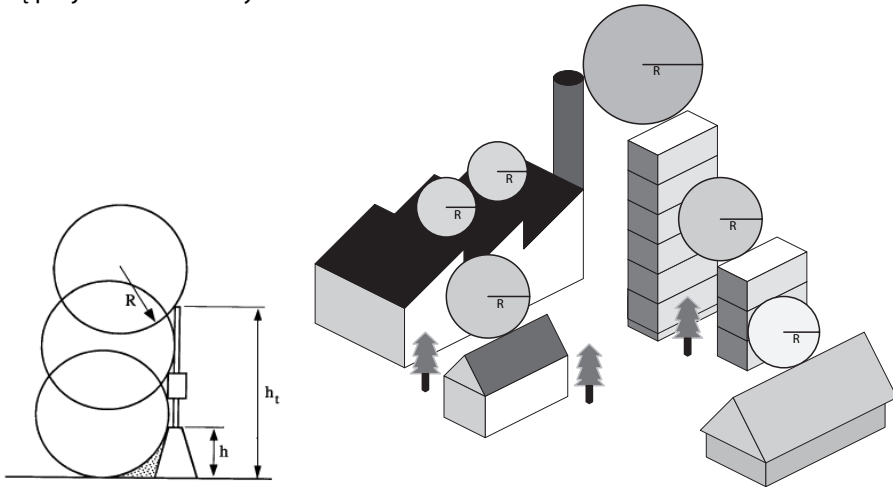
Podczas oceny ryzyka bezpośredniego wyładowania atmosferycznego w budynek przy określaniu rodzaju instalacji powinny być uwzględniane:

- gabaryty obiektu,
- sposób rozwiązania konstrukcyjnego,
- przeznaczenie obiektu,
- wyposażenie w urządzenia elektryczne i elektroniczne.

W trakcie procedury wyboru rozwiązania konstrukcyjnego ochrony jest konieczne uwzględnienie wymaganego poziomu ochrony. Przyjęty poziom ochrony obejmuje obiekt jako całość oraz znajdujące się w nim zainstalowane urządzenia. Obiekty o złożonej budowie są dzielone na strefy ochrony odpowiadające wymaganemu poziomowi ochrony.

Strefy te, w przypadku wykorzystania zwodów poziomych odsuniętych lub zwodów pionowych, jako elementów instalacji piorunochronnej wyznacza się, korzystając z zasady toczącej się po dachu wirtualnej kuli lub przez określenie kąta osłonowego. Spośród wymienionych metod preferowana jest metoda toczącej kuli. Zakłada się, że w miejscach na powierzchni dachu, które nie są dotykane przez kulę, nie istnieje zagrożenie bezpośrednim uderzeniem pioruna.

Jak ilustruje rysunek 4, wirtualna kula o promieniu R jest toczona po dachu obiektu, a jej promień jest uzależniony od przyjętego poziomu ochrony. Im promień wirtualnej kuli będzie mniejszy, tym będzie zapewniony wyższy poziom ochrony, ponieważ ochrona będzie wtedy dokładniejsza. Z przyjętej wartości promienia wirtualnej kuli wynikać będą projektowane strefy ochronne.



Rys. 4. Tworzenie stref ochronnych za pomocą toczącej się kuli [4]

Podstawowym elementem przyjmującym prąd piorunowy wyładowania atmosferycznego jest zwód. W zależności od konfiguracji dachu można wyodrębnić następujące rodzaje zwodów:

- pionowe o kącie ochronnym uzależnionym od wysokości zwodu,
- poziome w formie siatki o okach, których wymiary są związane z przyjętym poziomem ochrony,
- o konstrukcji mieszanej zwodów pionowych i poziomych, która jest stosowana przy nietypowej konfiguracji dachu.

Wymiary oka siatki zwodów są ściśle związane z poziomem ochrony. W tabelicy 4 pokazano zalecenia zawarte w normie [4], które dotyczą wymiarów oka siatki zwodów w zależności od stopnia ochrony odgromowej. W przypadku obiektów kolejowych takich, jak nastawnie oraz dworce kolejowe, w których znajdują się urządzenia elektryczne i elektroniczne, powinien być wymagany co najmniej III stopień ochrony.

Tablica 4

Wymiary oka siatki w zależności od stopnia ochrony odgromowej

Charakterystyka obiektu	Poziom ochrony	Oko siatki	Efektywność ochrony
Obiekty z ochroną podstawową	IV	20 × 20	80%
Obiekty z ochroną obostrzoną	III	15 × 15	90%
Obiekty z ochroną specjalistyczną	II	10 × 10	95%
Brak odpowiednika	I	5 × 5	98%

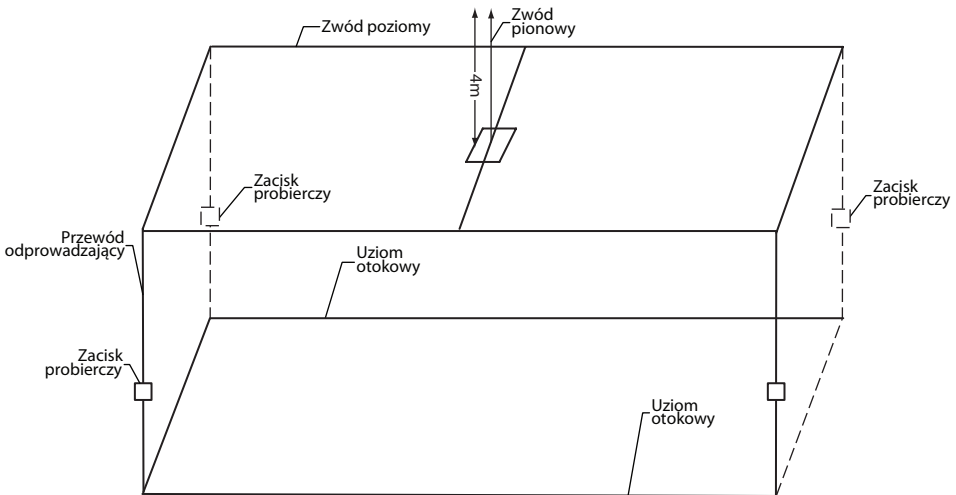
5. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE ELEMENTÓW ZEWNĘTRZNEJ INSTALACJI ODGROMOWEJ

5.1. Zwody

Podstawowym zadaniem zwodów jest zapewnienie bezawaryjnego przepływu prądu piorunowego do ziemi. Zwody stanowią dowolną kombinację prętów, rozpiętych przewodów lub całej sieci z nich tworzonych. Zwody mogą być wykonane z przewodów stalowych, miedzianych lub aluminiowych.

Dla większości rozwiązań konstrukcyjnych instalacji odgromowej przyjmuje się rozwiązanie polegające na zastosowaniu zwodów poziomych niskich. Są one układane bezpośrednio na dachu lub w niewielkiej od niego odległości. Taki sposób rozwiązania jest stosowany tylko wtedy, gdy przepływ prądu piorunowego w przewodach, mimo towarzyszącego mu przyrostu temperatury, nie spowoduje termicznego uszkodzenia pokrycia dachowego. W przypadku występowania bezpośrednio pod blachą materiałów łatwopalnych, blacha ta nie może być wykorzystana jako zwód, ze względu na możliwość wystąpienia zagrożenia pożarowego.

Poziomochrony jest ściśle związany z wymiarami oka siatki zwodu, podanymi w normie [3]. W przeważającej liczbie przypadków, dla obiektów kolejowych należy przyjąć obostrzony poziom ochrony, ponieważ obiekty te są coraz częściej wyposażane w urządzenia elektroniczne. W przypadkach szczególnych jest zalecana ochrona specjalistyczna. Zastosowanie odpowiednich wsporników umożliwi przeprowadzenie łatwego, szybkiego i niezawodnego montażu przewodów stanowiących zwody oraz przewody odprowadzające (rys. 5). Takie rozwiązanie oferuje na polskim rynku wiele krajowych i zagranicznych firm.



Rys. 5. Ilustracja przykładowej instalacji odgromowej

W przypadku dachów wykonanych z materiałów łatwopalnych istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia pożaru w wyniku przepływu prądu piorunowego na skutek:

- erozji termicznej metalu w miejscu jego bezpośredniego kontaktu z kanałem piorunowym (miejsce wpływania prądu piorunowego),
- nagrzewania się przewodów pod wpływem przepływającego przez nie prądu piorunowego,
- zapłonu materiałów palnych w bezpośrednim sąsiedztwie kanału piorunowego lub przeskoku iskrowego.

Długotrwały przepływ prądu udarowego jest szczególnie niebezpieczny, ponieważ może stanowić zagrożenie pożarowe dachów pokrytych materiałem łatwopalnym. Istnieje wówczas możliwość nagrzewania się metalu (przewody, blacha). Zastosowanie na obiektach zwodów poziomych podwyższonych, zapewni ochronę przed tego typu zagrożeniem.

W przypadku dachów płaskich pojawia się problem łączenia materiałów podłoża ze zwodami instalacji odgromowej. Dlatego do tworzenia siatek zwodów wykorzystywane są różnorodne wsporniki ustawiane na dachu budynku. Na rozległych dachach płaskich, na których nie można wkręcać lub wbijać wsporników, stosuje się wsporniki układane na dachu lub mocowane do jego powierzchni za pomocą materiału, z którego jest wykonane pokrycie dachowe. Na dachu płaskim lub o niewielkim spadku pokrytym tworzywami sztucznymi, należy również wykorzystywać wspomniane wsporniki. Przy mocowaniu wsporników do powierzchni dachu należy:

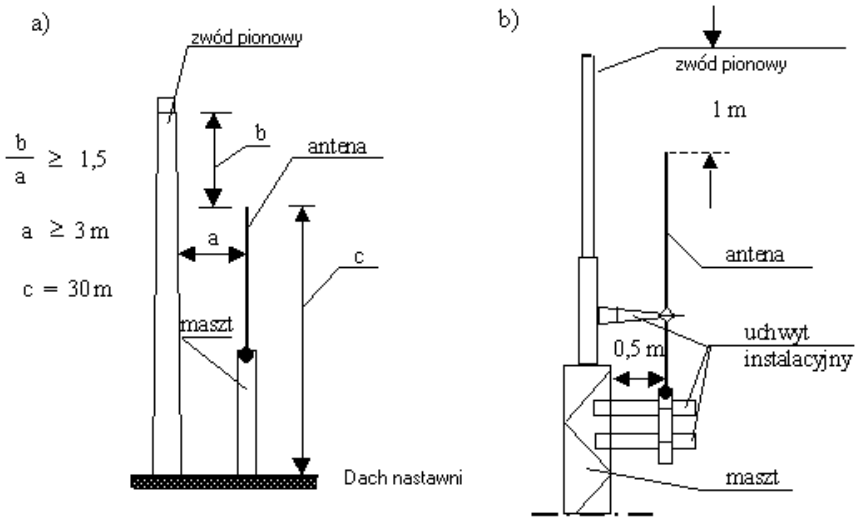
- ustawić wsporniki na dachu w odpowiednich miejscach i (o ile zachodzi taka potrzeba) połączyć przewodami, tworząc wymaganą siatkę zwodów,
- wyciąć z materiału pokrywającego dach, paski o długości i szerokości odpowiedniej dla danego wspornika,
- wykorzystując technikę łączenia odpowiednią dla danego tworzywa (zgrzewanie, klejenie), połączyć wsporniki z powierzchnią dachu.

Ze względu na to, że przy tworzeniu siatki (w wyniku zmiany temperatury) mogą pojawić się niebezpieczne naprężenia, należy zastosować elastyczne elementy łączące przewody instalacji między sobą lub z przewodzącymi elementami konstrukcji dachu.

Przykładowe rozwiązanie ochrony instalacji antenowych, jakie mogą być stosowane na obiektach kolejowych pokazano na rysunku 6. Możliwe są dwa sposoby instalacji anten:

- poniżej elementów zabezpieczających, które mogą spełniać rolę zwodu, np. wysokie maszty metalowe z instalacją odgromową itp.; taki sposób instalacji nie powoduje istotnych zmian parametrów elektrycznych anteny,
- w pobliżu wierzchołka masty antenowego wolnostojącego lub umieszczonego na budynku, w tym przypadku występuje deformacja charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie poziomej.

W przypadku instalowania anten systemu GSM-R na masztach antenowych, konieczne jest również stosowanie ochrony odgromowej. Przykładowy sposób rozwiązania ochrony odgromowej złożonej struktury GSM-R ilustruje rysunek 7.



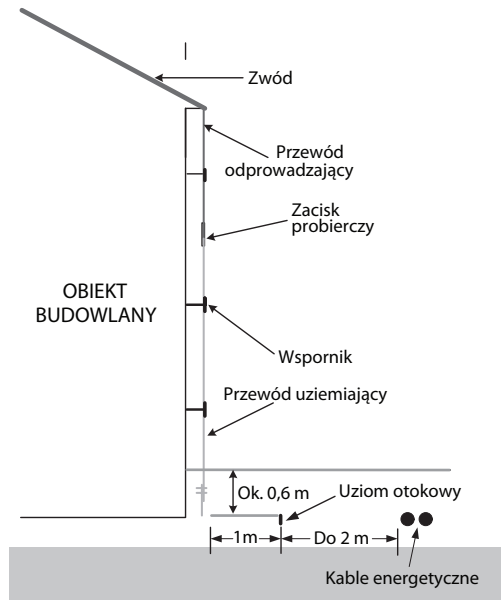
Rys. 6. Sposoby zabezpieczania anten zlokalizowanych na masztach



Rys. 7. Maszt antenowy systemu GSM-R wraz z instalacją odgromową

5.2. Przewody odprowadzające

Zadaniem przewodów odprowadzających jest zapewnienie ciągłego przewodzącego połączenia zwodów z przewodami uziemiającymi lub uziomami fundamentowymi. Cały układ przewodów odprowadzających powinien zapewnić możliwie najkrótszą wieloprzewodową drogę przepływu prądu piorunowego między miejscem uderu piorunowego a ziemią, co ilustruje rysunek 8.



Rys. 8. Prowadzenie przewodów odprowadzających

Rodzaj materiału z jakiego jest wykonana ściana, wymusza zachowanie odpowiedniej odległości od ściany. Niewłaściwy dobór odległości od ściany obiektu może spowodować trwałe uszkodzenie obiektu budowlanego. Wymagane odległości podane są w normie [3].

Podczas montażu przewodów odprowadzających na wspornikach jest wskazane zachowanie pomiędzy nimi odległości nie przekraczającej 1,5 m. Przewody odprowadzające należy instalować możliwie najkrótszą drogą między zwodem, a przewodem uziemiającym. Ze względów bezpieczeństwa wymagane jest jednak zachowanie odległości nie mniejszej niż 2 metry pomiędzy przewodem odprowadzającym a:

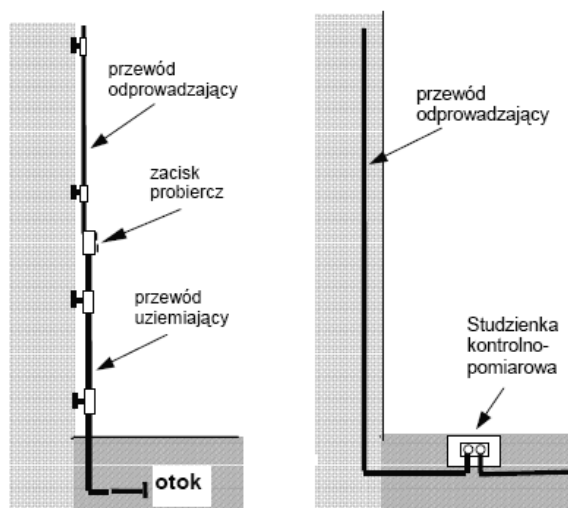
- przejściami dla pieszych,
- wejściami do budynku,
- ogrodzeniami metalowymi przylegającymi do dróg publicznych.

Wymagana liczba przewodów odprowadzających jest ściśle określona. Oblicza się ją przez podzielenie długości obwodu obiektu wyrażonej w metrach przez długość oka siatki zwodu. Minimalna liczba przewodów odprowadzających wynosi nie mniej niż dwa.

Taka konstrukcja zewnętrznej instalacji odgromowej zapewni wielodrogowość rozprywu prądu udarowego. Maksymalne odległości pomiędzy przewodami odprowadzającymi podane są w normie [1].

5.3. Przewody uziemiające

Przewody uziemiające mają na celu połączenie przewodów odprowadzających z uziomem i stanowią integralną część urządzenia piorunochronnego, tak jak pokazano na rysunku 9.



Rys. 9. Zaciski i studzienki probiercze w instalacji odgromowej

W toku projektowania prowadzenia przewodów odprowadzających wzdłuż ściany budynku, należy uwzględnić konieczność wykonywania okresowych przeglądów technicznych. Zaciski probiercze powinny być umieszczone w miejscach łatwo dostępnych ze względu na konieczność wykonywania okresowej kontroli. Zaciski zatem powinny znajdować się nie niżej niż 0,3 m oraz nie wyżej niż 1,8 m od powierzchni otoczenia. Część przewodów uziemiających znajdująca się powyżej ziemi powinna być dodatkowo zabezpieczona przed uszkodzeniami mechanicznymi.

5.4. Charakterystyka oraz rodzaje uziomów

Uziemieniem nazywa się celowo wykonane połączenie odpowiednich części urządzenia lub instalacji elektrycznej z przedmiotem metalowym znajdującym się w ziemi, zwanym uziomem. Zadaniem uziomu piorunochronnego jest zapewnienie niskiej impedancyjnej drogi przepływu do ziemi prądów piorunowych, pochodzących od wyładowań doziemnych. Z ogólnych zaleceń dotyczących ochrony odgromowej wynika, że

uziemięcie powinno być wspólne dla wszystkich instalacji i urządzeń znajdujących się w danym obiekcie, a tym samym powinno spełniać wymagania stawiane uziemieniom roboczym urządzeń elektrycznych.

Do budowy zewnętrznej ochrony odgromowej można wykorzystać kilka rodzajów uziomów. Najczęściej stosowanym uziomem jest uziom otokowy, który musi spełniać wymagania podane w normie [3]. Zewnętrzna instalacja odgromowa może składać się również z kombinacji uziomów poziomych i pionowych. Tego typu uziomy powinny spełniać wymagania zestawione w normie [3].

6. PODSUMOWANIE

Wystąpienia szkód spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi mają miejsce pomimo powszechności stosowania instalacji odgromowej oraz obowiązujących przepisów normalizacyjnych, które w sposób precyzyjny zalecają budowę instalacji odgromowej i jej montaż.

Z danych statystycznych publikowanych w literaturze wynika, że wyładowania atmosferyczne są przyczyną około 33% przypadków poważnych awarii urządzeń elektronicznych. Dlatego też stosowanie zabezpieczeń przed wyładowaniami atmosferycznymi zyskuje na znaczeniu.

Wykonanie instalacji piorunochronnej wymaga dużo mniejszych nakładów finansowych, niż pokrycie ewentualnych kosztów powstałych na skutek naprawiania szkód wywołanych bezpośrednim uderzeniem pioruna. Straty mogą być różne: począwszy od gniazdek wysadzonych ze ścian, przez uszkodzenia całych instalacji i urządzeń, na pożarach skończywszy. Szczególnie zagrożone w tym względzie są obiekty, np. nastawnie wyposażone w komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym, co ma wpływ na ciągłość prowadzenia ruchu kolejowego. Dlatego tworzenie systemów piorunochronnych na wszelkiego rodzaju budynkach zaczyna być coraz powszechniej stosowane, o ile już nie stało się ich nieodzownym elementem.

BIBLIOGRAFIA

1. PN-EN 62305-1:2008 *Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady 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 i zagrożenie życia.*
4. *Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.*