

# OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W SYSTEMACH PRZESYŁU SYGNAŁÓW



## BEZPIECZNY MONTAŻ ANTEN NA DACHACH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Andrzej Sowa  
Politechnika Białostocka

Powszechne stosowanie różnorodnych systemów nadawczo-odbiorczych stwarza konieczność przestrzegania zasad bezpiecznej ich instalacji oraz ochrony odgromowej. Poniżej przedstawiono podstawowe zasady montażu anten na obiektach posiadających instalacje piorunochronne, jak i na obiektach pozbawionych ochrony odgromowej.

### PODSTAWOWE ZASADY MONTAŻU

Właściwie zaprojektowana i wykonana instalacja piorunochronna powinna zapewnić ochronę urządzeń i instalacji przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego. W przestrzeniach chronionych tworzonych przez układy zwodów powinny znajdować się nadbudówki dachowe z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, w których pracują urządzenia elektryczne lub przetwarzające informacje oraz wszelkiego rodzaju anteny.

W przypadku anten instalowanych na dachach obiektów budowlanych posiadających urządzenia piorunochronne podstawowe wymagania dotyczące montażu zawarto w normach ochrony odgromowej [3, 7] oraz bezpieczeństwa sieci kablowych [9]. ze względu na bezpieczeństwo sieci kablowych należy tak zaprojektować elementy zewnętrznego systemu antenowego „*aby wytrzymały wyładowanie atmosferyczne bez niebezpieczeństwa powstania pożaru lub aby separowały zewnętrzny system antenowy, lub jego część od konstrukcji wsporczej*” [9].

Niezależnie od przyjętego rozwiązania ochrony odgromowej obiektu, nie należy instalować anten na budynkach mających dachy pokryte materiałami łatwopalnymi (np. strzechy, materiały trzciniopodobne) oraz prowadzić kabli antenowych i przewodów uziemiających przez miejsca używane do składowania materiałów łatwo zapalnych takich jak siano, słoma i podobnych substancji oraz przez miejsca, w których mogą powstawać lub gromadzić się gazy.

Normy ochrony odgromowej [2, 5, 6] wymagają przeprowadzenia analizy konieczności ewentualnych zmian lub uzupełnienia urządzenia piorunochronnego jeśli przeprowadzono:

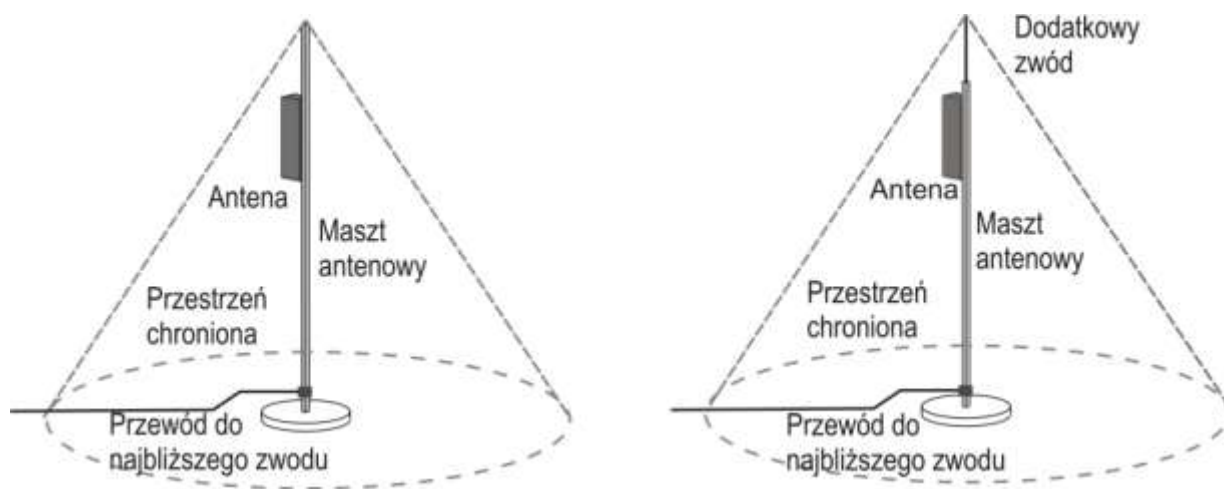
- montaż jakiegokolwiek modyfikacji lub zmiany obiektu budowlanego
- zmianę charakteru, wyposażenia lub zmianę jego przeznaczenia.

W przypadku obiektu budowlanego posiadającego instalację piorunochronną umieszczenie dodatkowego masztu antenowego lub masztu antenowego z dodatkowym zwodem zmieni wysokość „obliczeniową” obiektu i może zaistnieć konieczność zmiany poziomu ochrony obiektu oraz modyfikacji urządzenia piorunochronnego. Poniżej przedstawione zostaną zasady ochrony odgromowej anten, bez analizy ewentualnych zmian w rozwiązaniu instalacji piorunochronnej obiektu.

## ANTENY NA DACHACH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH POSIADAJĄCYCH INSTALACJĘ PIORUNOCHRONNĄ

Podstawowe zasady ochrony anten umieszczonych na dachach obiektów budowlanych posiadających instalacje piorunochronne przed zagrożeniem występującym podczas bezpośrednich wyładowań piorunowych w te obiekty zawarto w normach ochrony odgromowej [1, 3]. Dodatkowo wymagania dotyczące masztów antenowych i sposobu prowadzenia przewodów zawarto w normie PN-EN 60728-11 [9]. Antenę umieszczoną na maszcie należy chronić w następujący sposób:

- Antena powinna znajdować się w przestrzeni chronionej tworzonej przez konstrukcje budowlane na dachu obiektu, przez metalowy maszt antenowy lub metalowy maszt z dodatkowym zwodem pionowym połączonym z konstrukcją tego masztu (rozwiązanie zalecane, jeśli strefa tworzona przez sam maszt nie zapewnia ochrony - rys. 1.).



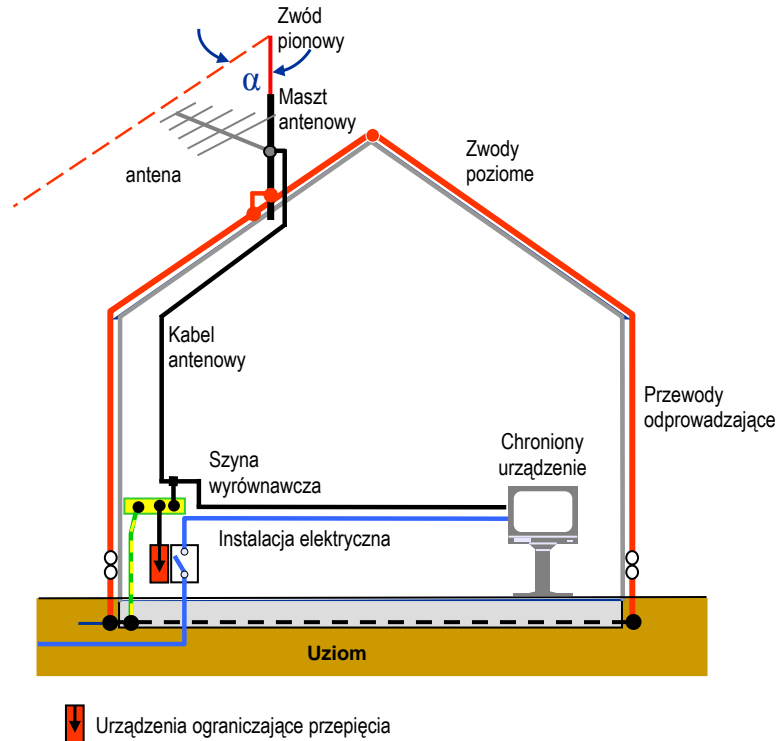
**Rys. 1.** Strefy osłonowe tworzone przez pojedynczy maszt antenowy oraz maszt z dodatkowym zwodem pionowym

- Metalowy maszt antenowy należy połączyć u podstawy z najbliższym zwodem lub przewodem odprowadzającym urządzenia piorunochronnego.
- Łącząc antenę z urządzeniem wewnątrz obiektu budowlanego należy stosować koncentryczny kabel antenowy.
- Kabel antenowy powinien być wprowadzany do obiektu przez wspólne wejście wszystkich instalacji, w pobliżu głównej szyny wyrównawczej lub w innym miejscu, w którym zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów instalacji wewnątrz obiektu.
- Dodatkowo należy ekran kabla połączyć z główną szyną wyrównawczą lub inną szyną zapewniającą wyrównanie potencjałów instalacji elektrycznej zasilającej urządzenie odbiorcze oraz kabel antenowy.
- W instalacji elektrycznej, w miejscu jej wprowadzania do obiektu należy zainstalować urządzenia ograniczające przepięcia SPD (Surge Protection Devices) typu 1 (wymaganie wynika z norm ochrony odgromowej obiektów budowlanych).

Przykład rozwiązania przedstawiono na rys. 2. Zalecane jest również połączenie ekranu kabla antenowego u podstawy masztu z samym masztem lub z przewodem łączącym maszt ze zwodem instalacji piorunochronnej.

Maszt wykonany z materiału nieprzewodzącego powinien zostać wyposażony w zwód pionowy połączony z najbliższym przewodem siatki zwodów na dachu obiektu.

W przedstawionym rozwiązaniu należy również zapewnić odstępy bezpieczne pomiędzy kablem antenowym a innymi instalacjami w obiekcie budowlanym. Dotyczy to szczególnie sąsiedztwa miejsca wprowadzania kabla antenowego do obiektu.



**Rys. 2.** Zalecane rozwiązanie ochrony odgromowej urządzenia odbiorczego [14]

W normach brak jednoznacznych wymagań dotyczących ochrony odgromowej tras przewodów antenowych i zasilających ułożonych na dachu obiektu budowlanego. Wskazane jest niedopuszczenie do bezpośredniego oddziaływania prądów piorunowych na kable antenowe, falowody lub przewody instalacji elektrycznej.

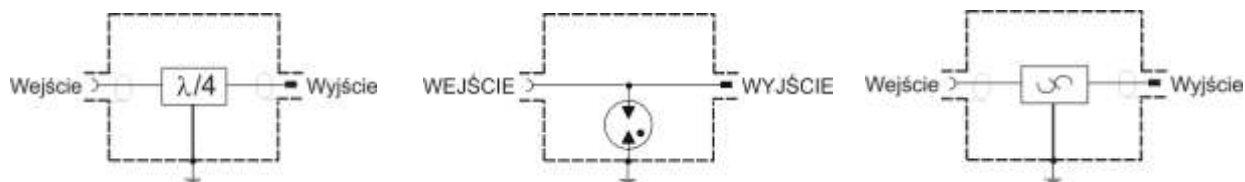
W przedstawionym rozwiązaniu, podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt, część prądu piorunowego wpływa do ekranu kabla i dochodzi do chronionego urządzenia. Ochrona przed tego rodzaju zagrożeniem wymaga połączenia ekranu kabla antenowego z szyną wyrównawczą w obiekcie.

Pomimo takiego połączenia spadki napięć wywołane przepływem prądu w kablu antenowym mogą spowodować zagrożenie dla przyłącza antenowego chronionego urządzenia.

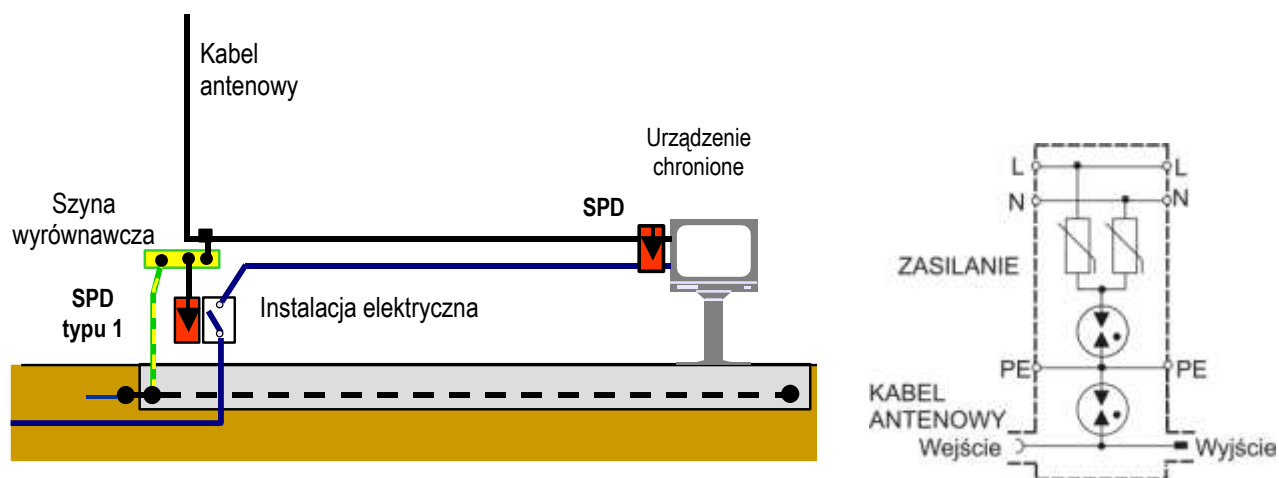
Analizując możliwości wyeliminowania takiego zagrożenia należy przeprowadzić rachunek ekonomiczny, oceniający zagrożenie i ewentualne szkody oraz podjąć decyzji o zastosowaniu urządzeń ograniczających przepięcia w przewodzie antenowym lub pozostawić urządzenie odbiorcze bez takiej ochrony.

Jeśli wymagane jest zastosowanie urządzeń ograniczających przepięcia SPD (Surge Protection Devices) należy wybrać jedno z poniżej przedstawionych rozwiązań:

- Zastosować urządzenie odbiorcze, którego przyłącze antenowe jest już zaopatrzone przez producenta w SPD.
- Zastosować zewnętrzne SPD w przewodzie antenowym (rys. 3).
- Zastosować zewnętrzne SPD odpowiednio w instalacji elektrycznej oraz w przewodzie antenowym.
- Zastosować kombinowane urządzenie ograniczające przepięcia zarówno w instalacji elektrycznej, jak i w kablu antenowym (rys. 4).



**Rys. 3.** Schematy urządzeń ograniczających przepięcia dochodzące z kabla antenowego do urządzenia



**Rys. 4.** Ograniczanie przepięć dochodzących do urządzenia odbiorczego z instalacji elektrycznej i kabla antenowego; a) przykład miejsca montażu SPD, b) schemat urządzenia ograniczającego przepięcia w instalacji elektrycznej i kablu antenowym

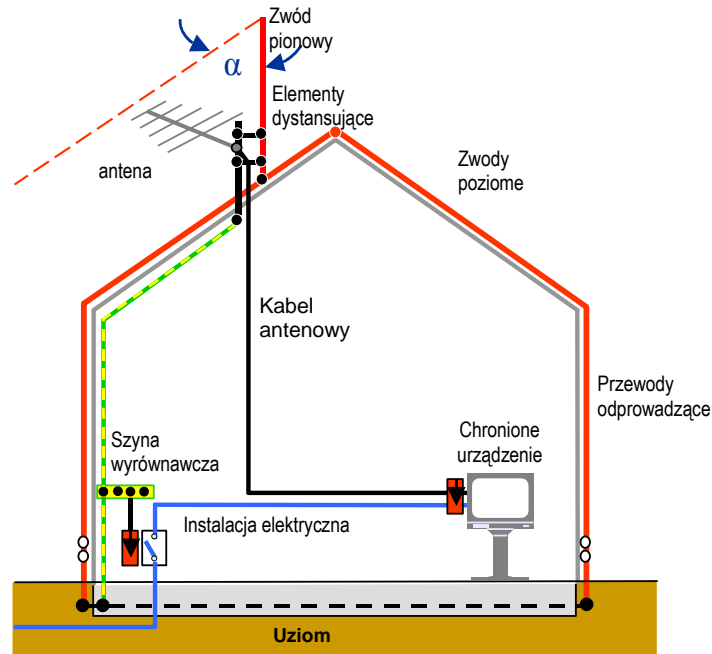
Dobierając SPD należy posiadać informacje o poziomach odporności udarowej przyłączy zasilania i antenowych urządzenia odbiorczego.

## Całkowita ochrona przed oddziaływaniem prądu piorunowego

W przedstawionych sposobach ochrony odgromowej anten istnieje możliwość wpłynięcia części prądu piorunowego do kabla antenowego i należy zastosować rozwiązania chroniące przed jego oddziaływaniem. Sposób wyeliminowania takiego zagrożenie przedstawiono w normie ochrony odgromowej PN-EN 62305-3.

Zgodnie z zaleceniami tej normy „*Maszty antenowe na dachu obiektu powinny być chronione przed bezpośrednimi wyładowaniami piorunowymi przez ich zainstalowanie w chronionej już strefie lub przez zainstalowanie izolowanego zewnętrznego LPS*”

W przypadku zastosowania izolowanego zwodu należy zachować bezpieczną odległość pomiędzy tym zwodem a masztem antenowym i anteną. Można zastosować maszt wolnostojący lub połączony z masztem antenowym odpowiednio dobranymi izolacyjnymi elementami dystansującymi (rys. 5). W takim rozwiązaniu maszt antenowy nie jest łączony z przewodami urządzenia piorunochronnego, ale z główną szyną wyrównawczą lub z najbliższym punktem wyrównywania potencjałów. Przykładowe rozwiązania pełnej ochrony masztu antenowego na dachach obiektów budowlanych przedstawiono na rys. 6.



**Rys. 5.** Zalecane rozwiązanie ochrony odgromowej masztu antenowego i anteny przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym



**Rys. 6.** Ochrona masztów antenowych i anten przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego [14]

W przedstawionym rozwiązaniu należy również przeanalizować potrzebę urządzeń ograniczających przepięcia atmosferyczne indukowane w kablu antenowym i instalacji elektrycznej (SPD przed chronionym urządzeniem).

Stosując taką ochronę należy przeanalizować wpływ uziemionego zwodu na pracę całego urządzenia radiowego. Dotyczy to szczególnie anteny dookolnej.

Należy zauważyć, że nowa norma [7] stwierdza również, że „*Jeżeli nie jest to możliwe (takie rozwiązanie), to maszt antenowy powinien być połączony z układem zwodów. Wtedy częściowe prądy pioruna zjawiają się wewnątrz poddawanego ochronie obiektu*”.

## **Anteny na ścianach obiektów budowlanych**

W przypadku montażu anten na ścianie obiektu budowlanego praktycznie nie zmieniamy (zgodnie z wymaganiami norm ochrony odgromowej) czynników wpływających na zwiększenie zagrożenia piorunowego i prowadzenie analizy dotyczącej ewentualnych zmian w układzie urządzenia piorunochronnego nie jest wymagane.

Jeśli jest to możliwe to miejsce montażu powinno być tak dobrane, aby nie występowała możliwość bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego na anteny. Spełnienie tego warunku wymaga:

- Umieszczenia anteny w strefie chronionej tworzonej przez obiekt budowlany z urządzeniem piorunochronnym.
- Zachowanie bezpiecznych odległości pomiędzy antenami a przewodami odprowadzającymi urządzenia piorunochronnego lub innymi metalowymi elementami konstrukcji obiektu, które są wykorzystywane do odprowadzenia prądu piorunowego.

W celu uniknięcia przeskoków iskrowych należy wyznaczyć wymagane odstępów bezpieczne lub przyjąć w niewielkich obiektach budowlanych, że minimalna odległość urządzenia od przewodu instalacji odgromowej lub elementów wykorzystywanych do odprowadzenia prądów piorunowych (np. rynny) powinna wynosić min. 2m., a odległość między najdalej wysuniętym punktem urządzenia a ścianą budynku nie przekracza 1,5m. W takich przypadkach maszt antenowy można połączyć z systemem wyrównawczym wewnątrz obiektu. Jeśli zachowanie odstępów bezpiecznych nie jest możliwe należy:

- maszt antenowy połączyć z przewodami odprowadzającymi lub innymi elementami wykorzystywanymi do odprowadzania prądu piorunowego,
- antenę chronić przed bezpośrednim uderzeniem pioruna,
- spełnić zalecenia wymagane w przypadku masztu na dachu obiektu.

## **OBIEKTY BUDOWLANE BEZ URZĄDZEŃ PIORUNOCHRONNYCH**

W przypadku instalacji anten na dachach obiektów budowlanych bez urządzenia piorunochronnego należy rozpatrzyć następujące przypadki:

- antena lub maszt z anteną są najwyższymi elementami na dachu (dachy jedno- lub dwu spadowe lub płaskie).
- antena lub maszt z anteną nie wystają ponad najwyższy punkt dachu (dotyczy to dachów jedno- i dwu- spadowych),

W pierwszym z przedstawionych przypadków, jeśli maszty antenowe posiadają znaczne wysokości, zwiększa się wysokość „obliczeniowa” obiektu i może zaistnieć konieczność wyposażenia obiektu w urządzenie piorunochronne. Wymaga to przeprowadzenia dodatkowych analiz.

W przypadku anteny lub masztu z anteną, niewystających ponad najwyższy punkt dachu, podobnie do anteny na ścianie obiektu, nie zmieniamy czynników wpływających na zwiększenie zagrożenia piorunowego i prowadzenie analizy dotyczącej ewentualnej instalacji urządzenia piorunochronnego nie jest wymagane. Pomimo braku urządzenia piorunochronnego, maszt antenowy lub konstrukcję nośną anteny należy uziemić. Przewód uziemiający powinien tworzyć najkrótszą i bezpośrednią drogę do uziomu. Jako przewody uziemiające należy stosować przewody o przekroju nie mniejszym niż [3, 5, 7]:

- **50 mm<sup>2</sup>** - **Fe,**
- **25 mm<sup>2</sup>** - **Al,**
- **16 mm<sup>2</sup>** - **Cu.**

Do uziemienia można wykorzystać „naturalne” przewody uziemiające:

- instalacje metalowe (jeśli zezwalają na to przepisy oraz przy założeniu ich ciągłości i przekroju większego od przekroju przewodów uziemiających),
- metalowy szkielet konstrukcji obiektu lub połączone pręty zbrojenia obiektu,
- elementy fasady, jeśli zapewniona jest ich ciągłość odpowiedni przekrój i powierzchnia styku metalowych elementów.

Przewód uziemiający należy połączyć do jednego z poniżej opisanych uziomów:

- uziomu fundamentowego obiektu (ława, stopa fundamentowa ze zbrojeniem) lub sztuczny uziom fundamentowy (jeśli takie uziomy są dostępne) [9],
- uziomu pionowego, który należy pogrążyć w gruncie w taki sposób, aby najniższa jego część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 3 m., a najwyższa nie mniej niż 0,5 m. pod powierzchnią ziemi [3, 5,7],
- uziomu poziomego o długości 5 m, który należy układać na głębokości nie mniejszej niż 0,6m. i w odległości nie mniejszej niż 1 m. od zewnętrznej krawędzi budynku [3, 5,7],
- układu zawierającego połączone dwa uziomy pionowe pogrążone w gruncie w taki sposób, aby najniższa ich część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 2 m., a najwyższa nie mniej niż 0,5m. pod powierzchnią ziemi, a odległość pomiędzy nimi wynosiła 3 m [9],
- układu zawierającego dwa, ułożone na głębokości 60 cm, uziomy poziome o długości 2,5 m i kącie między nimi większym od 60° [9].

Powłoki zewnętrzne kabli współosiowych wychodzące z anteny powinny być podłączone do masztu antenowego lub do przewodu uziemiającego przewodem wyrównawczym o przekroju **nie mniejszym niż 4 mm<sup>2</sup> Cu.**

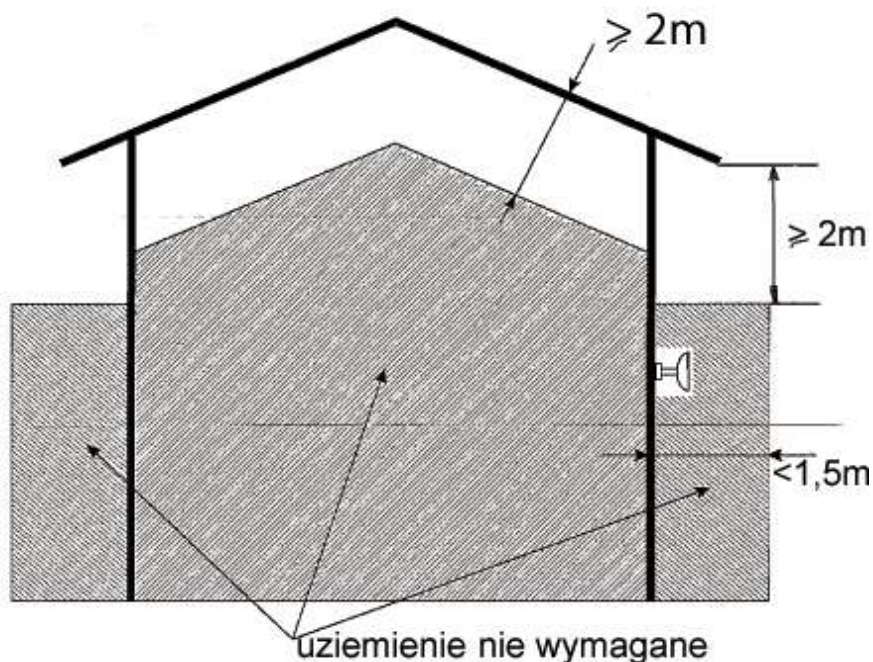
Uziemienie nie jest wymagane, ale zalecane, jeśli antena jest umieszczona wewnątrz obiektu lub w strefie przedstawionej na rys. 7.

W przypadku nieuziemiań anteny wymagane jest zastosowanie połączenia wyrównawczego dla ekranu kabla. Połączenia wyrównawcze, wykonane przewodem o przekroju **nie mniejszym niż 4 mm<sup>2</sup> Cu,** należy również zastosować dla masztu lub konstrukcji nośnej anteny.

Jako połączenie wyrównawcze dopuszcza się stosowanie ekranu kabla koncentrycznego (rezystancja d.c. do najbliższego punktu wyrównania potencjałów lub PE powinna być mniejsza od 5 Ω. Połączenie ekranu kabla d przewodu ochronnego powinny być wykonane przy pomocy odpowiednich narzędzi

Całkowita ochronę przed przepięciami atmosferycznymi indukowanymi urządzeń, do których dochodzą kable antenowe, można uzyskać umieszczając ograniczniki przepięć bezpośrednio przed tymi urządzeniami.





**Rys. 7.** Obszary, w których antena lub maszt antenowy mogą nie być uziemione - ale uziemianie jest zalecane [ 9 ]

## PODSUMOWANIE

Umieszczając maszt antenowy na dachu obiektu należy ocenić, czy nie uległ zmianie wymagany poziom ochrony obiektu.

Maszt antenowy należy połączyć ze zwodami urządzenia piorunochronnego i w przedstawiony sposób poprowadzić kabel antenowy do urządzenia odbiorczego.

Znacznie lepszym sposobem ochrony, który zalecają wprowadzane obecnie normy ochrony odgromowej [], jest kompleksowa ochrona całego masztu antenowego. Takie rozwiązanie uniemożliwia wpłynięcia prądu piorunowego do obiektu i eliminuje zagrożenia, jakie stwarza taki prąd dla urządzenia odbiorczego i innych urządzeń.

We wszystkich przedstawionych przypadkach, uzyskanie pełnej ochrony może wymagać zastosowania urządzeń ograniczających przepięcia w kablu antenowym lub w kablu antenowym i w instalacji elektrycznej.

## LITERATURA

- [1] **PN-IEC 61024-1:2001**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne*
- [2] **PN-IEC 61024-1-1:2001**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.*
- [3] **PN-IEC 61024-1-2:2002**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.*
- [4] **PN-IEC 61312-1:2001**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.*
- [5] **PN-EN 62305-1:2009**, *Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne .*



- [6] **PN-EN 62305-2:2009**, *Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem.*
- [7] **PN-EN 62305-3:2006**, *Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia (oryg.).*
- [8] **PN-EN 62305-4:2006**, *Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych (oryg.).*
- [9] **PN-EN 60728-11:2008**, *Sieci kablowe służące do rozprowadzania sygnałów: telewizyjnych, radiofonicznych i usług interaktywnych -- Część 11: Wymagania bezpieczeństwa*
- [10] **DIN VDE 0855-300:2002**, *Funksende-/empfangssysteme für Senderausgangsleitungen bis 1 kW.*
- [11] **DIE VDE 0845 Beiblatt 1:2007**, *Überspannungsschutz von Einrichtungen der Informationstechnik (IT-Anlagen).*
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury (Rozporządzenie z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz. U. Nr 109, poz.1156).
- [13] Materiały informacyjne firmy DEHN.
- [14] [www.ochrona.net.pl](http://www.ochrona.net.pl)