

OCHRONA ODGROMOWA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH



Uziomy w ochronie odgromowej

Andrzej Sowa

Zadaniem układów uziemień jest bezpieczne odprowadzenie do ziemi prądu piorunowego bez powodowania groźnych przepięć [1,2].

Wykonanie tego zadania wymaga właściwego rozmieszczenia układu uziomowego i zachowania odpowiednich jego wymiarów. Przy takim podejściu do zadań uziomów mniejsze znaczenie mają znamionowe wartości rezystancji układów uziomowych, chociaż w dalszym ciągu zalecane jest, aby były one małe.

Do celów ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej należy w pierwszej kolejności wykorzystać uziomy naturalne obiektu, którymi mogą być [1]:

- nie izolowane od ziemi podziemne metalowe części chronionych obiektów i urządzeń,
- żelbetowe fundamenty i podziemne części chronionych obiektów (nie izolowane od ziemi lub zamalowane warstwą przeciwwilgociową),
- metalowe rurociągi wodne oraz osłony studni artezyjskich znajdujące się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu,

- uziomy sąsiednich obiektów znajdujących się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu.

Połączenia uziomów naturalnych z przewodami uziomowymi powinny być wykonane w sposób trwały za pomocą spawania lub zgrzewania.

Jeśli wykonanie takich połączeń jest niemożliwe lub utrudnione dopuszczalne jest wykorzystanie obejm lub uchwyty mających zaciski lub zaciski zabezpieczone przed rozluźnieniem się.

Przy budowie nowych obiektów zalecane jest wykorzystywanie uziomów fundamentowych.

Tylko w przypadkach obiektów, w których nie ma możliwości wykorzystania uziomów naturalnych lub ich wykorzystanie jest niecelowe, należy stosować uziomy sztuczne.

Poniżej zestawiono podstawowe wymagania, jakie należy uwzględnić projektując uziomy sztuczne.

Do ich wykonania należy wykorzystywać materiały o minimalnych wymiarach zestawionych w tabelicy 1.

Tablica 1. Najmniejsze wymiary elementów stosowanych na uziomy

Rodzaj wyrobu	Materiały (wymiaru znamionowe w mm)				
	PN-86/E-05003/01 [mm]			PN- IEC 61024-1	
	stal bez pokrycia	stal ocynkowana	miedz	stal	miedz
Druty	8,0	6,0	6,0	80 mm ²	50 mm ²
Taśmy	20x4	20x3	20x3		
Rury	20/2,9	15/2,75	---		
Kształtowniki o grubości ścianki	5,0	4,0	---		

Ze względu na trwałość uziomów pojawiają się sugestie [5] zwiększenia wymaganych wymiarów poprzecznych uziomów wykona-

nych ze stali ocynkowanej na gorąco do wartości **100mm²**.

Bezpieczne odprowadzenie prądu piorunowego do ziemi wymaga wykonania układu

uziomowego o pewnych i trwałych połączeniach.

Układ uziomowy powinien również zapewnić zredukowanie do bezpiecznych wartości różnice potencjałów pomiędzy poszczególnymi punktami uziomu oraz podłączonymi do niego instalacjami i urządzeniami.

Spełnienie tego ostatniego warunku wymaga stosowania połączeń o możliwie najmniejszych wartościach impedancji pomiędzy uziomem a:

- szyną lub pierścieniem wyrównywania potencjałów,
- urządzeniami, jeśli są połączone bezpośrednio z uziomem.

Uziomy sztuczne powinny spełniać następujące wymagania [1]:

- Należy je wykonać jako uziomy poziome otokowe, promieniowe lub pionowe. Zalecane jest stosowanie uziomów otokowych.
- Uziomy poziome należy układać na głębokości nie mniejszej niż 0,6m. i w odległości nie mniejszej niż 1 m. od zewnętrznej krawędzi budynku.
- Uziomy pionowe należy pogrążyć w gruncie w taki sposób, aby ich najniższa część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 3m., a najwyższa nie mniej niż 0,5m. pod powierzchnią ziemi.
- Długość obliczeniowa uziomu nie może przekraczać 35 m dla rezystancji gruntu $\rho < 500\Omega\text{m}$ i 60 m dla rezystancji większej niż $500\Omega\text{m}$.
- W przypadku pojedynczych uziomów, których długości są większe od zalecanych, zmierzoną wartość rezystancję należy pomnożyć przez współczynnik 2 dopiero wtedy porównać z wartościami zalecanymi jako dopuszczalne.
- Odległość pograżonych w gruncie uziomów poziomych lub pionowych powinna być nie mniejsza od 1,5m. od wejść do budynków, przejść dla pieszych lub metalowych ogrodzeń używanych przy drogach publicznych. W przypadku wejść używanych sporadycznie dopuszcza się zmniejszenie tej odległości.
- Kable powinny być układane, aby w miejscach zbliżeń odległości pomiędzy nimi a

elementami uziomu piorunochronnego były większe od 1m.

- Jeżeli rezystancja uziemia piorunochronnego jest mniejsza niż 10Ω dopuszcza się zmniejszenie odległości pomiędzy kablami a elementami uziomu piorunochronnego do:
 - **0,75 m** dla kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV i kabli telekomunikacyjnych,
 - **0,5 m** dla kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym powyżej 1 kV.
- Podziemne metalowe elementy obiektów i urządzeń technologicznych, znajdujące się w odległości nie większej niż 2 m. od uziomu piorunochronnego, a nie wykorzystywane jako uziomy naturalne, zaleca się łączyć z tymi uziomami bezpośrednio lub za pomocą iskierników.

Wyznaczanie wartości rezystancji uziomów zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 61024-1

Nowością wprowadzoną w normie **PN-IEC 61024-1** jest podział uziomów stosowanych do celów ochrony odgromowej na następujące typy:

- **typ A**, do którego należą uziomy pionowe oraz poziome (promieniowe) dołączone do każdego z przewodów odprowadzających instalacji piorunochronnej
- **typ B**, do którego zaliczamy uziomy otokowe, kratowe i fundamentowe.

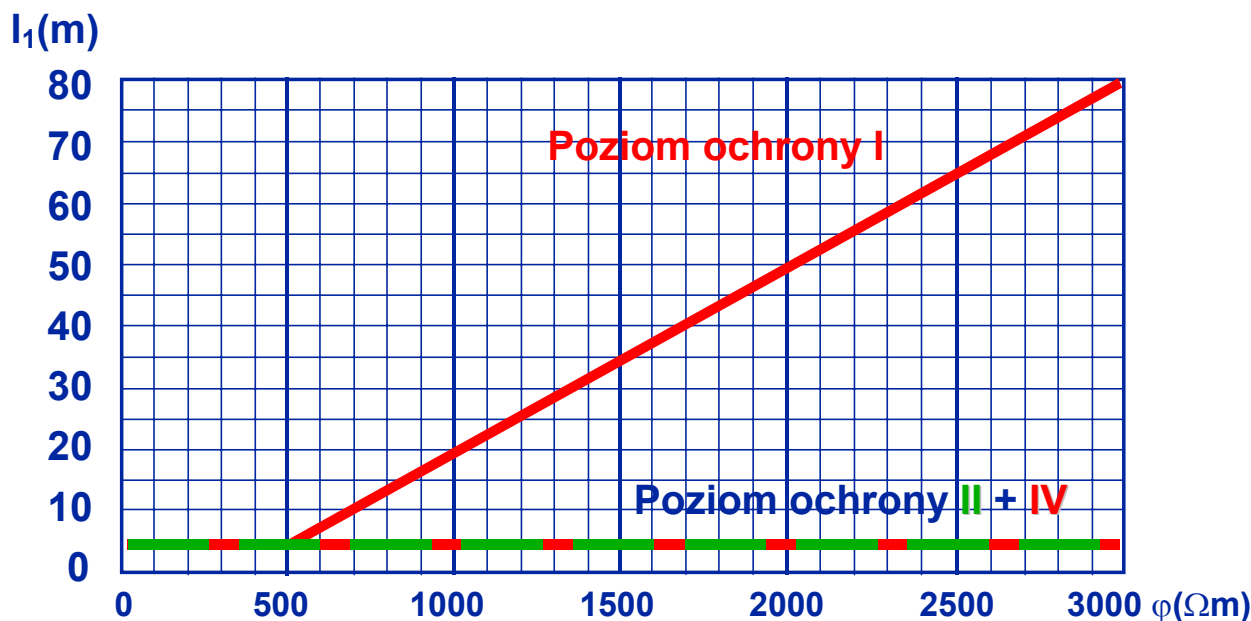
Przed przystąpieniem do analizy należy posiadać informacje o:

- rezystywności gruntu, w którym projektowany uziom będzie umieszczony lub oszacować tę wartość,
- wymaganiom dla analizowanego obiektu poziomie ochrony odgromowej.

W przypadku uziomów typu A do każdego przewodu odprowadzającego należy dołączyć uziom pionowy lub poziomy. Minimalna długość dołączonego uziomu powinna wynosić:

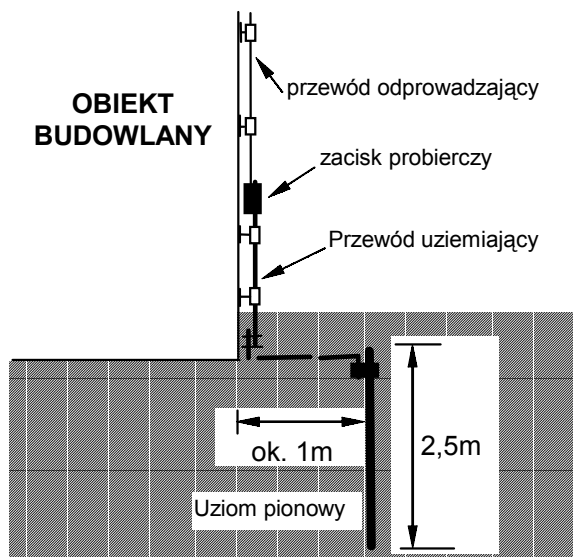
- l_1 - uziomy poziome promieniowe,
- $0,5 l_1$ – uziomy pionowe lub pochyłe.

Długość l_1 wyznaczana jest z rys.1.



Rys.1. Minimalne długości uziomów w zależności od poziomu ochrony I rezystywności gruntu

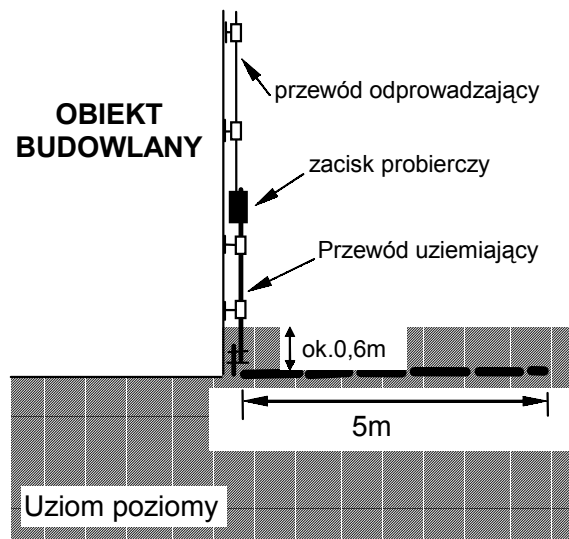
W przypadku obiektów wymagających zastosowania II – IV poziomu ochrony wystarczającym rozwiązaniem jest dołączenie do każdego przewodu odprowadzającego uziomu poziomego o długości 5m lub pionowego 2,5m (rys.2. i 3).



Rys.2. Uziomy sztuczne pionowy typu A w obiekcie budowlanym wymagającym II – IV poziomu ochrony

Należy zauważyć, że bardzo ważną sprawą jest szczególnie przeanalizowanie zagrożeń (napięcia krokowe lub dotykowe), jakie mogą wystąpić przy stosowaniu uziomów typu A.

W przypadku stwierdzenia zagrożenia dla ludzi lub zwierząt należy zastosować odpowiednie środki ochrony.



Rys.3. Uziomy sztuczne poziomy typu A w obiekcie budowlanym wymagającym II – IV poziomu ochrony

Podobny sposób określania wymiarów uziomów stosujemy dla uziomów typu B.

Postępując zgodnie z zaleceniami obowiązujących norm należy, analizując dowolny uziom otokowy lub fundamentowy, wyznaczyć zastępczy promień r powierzchni objętej tym otokiem i porównać z minimalną długością l_1 dobraną dla

danego poziomu ochrony odgromowej i rezystywności gruntu. (rys.1.)

Po określeniu tych dwu wielkości można, z przedstawionych w normach wykresów określić zalecaną minimalną długość uziomu l_1 .

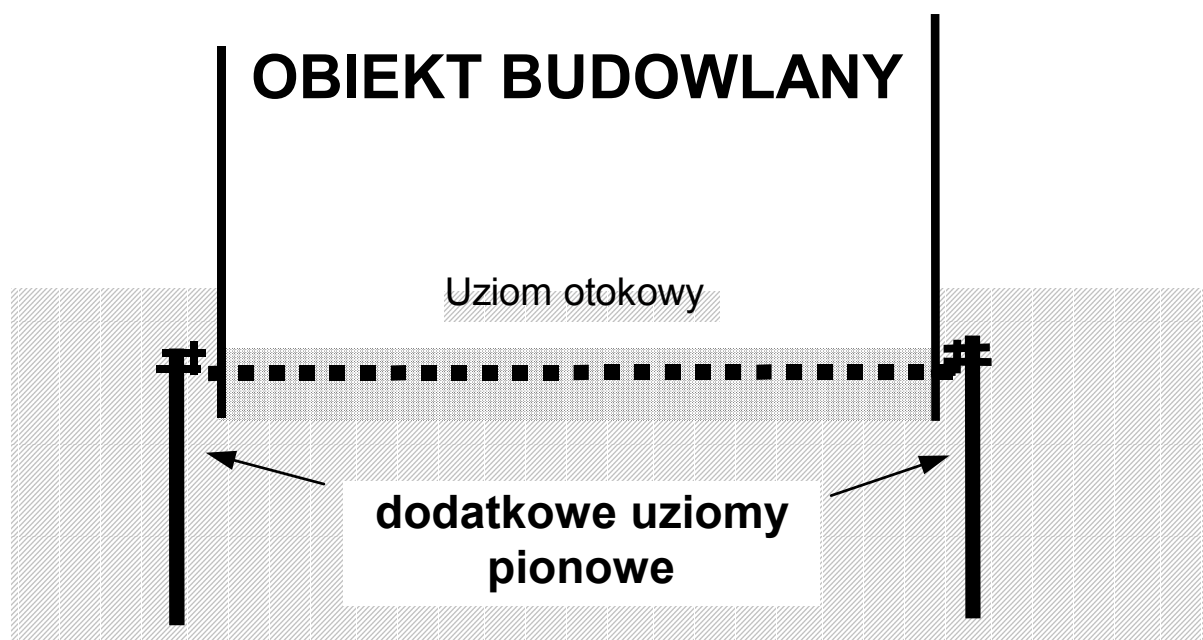
W wyniku porównania otrzymujemy:

- $r \geq l_1$ - uziom otokowy obiektu jest wystarczający,
- $r < l_1$ - uziom otokowy należy uzupełnić dodatkowymi uziomami poziomymi lub pionowymi.

Każdy z dodatkowych uziomów powinien mieć następującą długość l_{dot} :

- uziom poziomy - $l_{dot\,poz} = l_1 - r$
- uziom pionowy - $l_{dot\,pion} = (l_1 - r) / 2$

Liczba dodatkowych uziomów poziomych lub pionowych powinna być równa liczbie przewodów odprowadzających w zewnętrznym urządzeniu piorunochronnym. Liczba ta nie może być mniejsza od 2. Przykład uzupełnienia uziomu dodatkowymi elementami pionowymi przedstawia rys.4.



Rys.4. Uzupełnianie uziomu fundamentowego elementami pionowymi

Poniżej przedstawiono dwa proste przykłady analizy systemu uziomowego przeprowadzone zgodnie z zaleceniami normy PN-IEC 61024-1:2001.

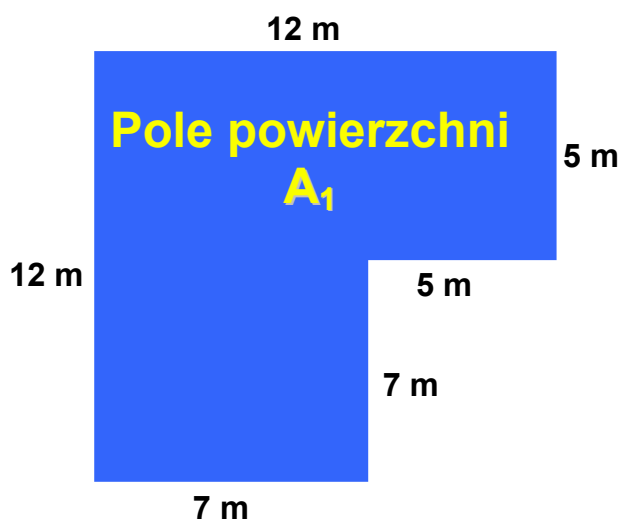
Przykład 1.

Obiekt budowlany:

- wymagający urządzenia piorunochronnego spełniającego wymogi III poziomu ochrony,
- posiadający uziom otokowy o wymiarach przedstawionych na rys. 5.
- rezystywność gruntu $700\Omega m$.

Pole powierzchni zajmowane przez uziom otokowy o przyjętych wymiarach wynosi

$$A_1 = 109 m^2$$



Rys.5. Podstawowe wymiary powierzchni obejmowanej przez uziom otokowy

Zastępczy promień okręgu obejmującego obszar o identycznej powierzchni wynosi:

$$r = \sqrt{\frac{A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{109m^2}{3.14}} = 5,89m$$

Dla analizowanego obiektu zastępczy promień $r = 5.89m$ jest większy od minimalnej długości uziomu $l_1 = 5m$ odczytanej z rys.1. W takim przypadku otok obiektu spełnia wymagania zalecane dla III poziomu ochrony i nie wymaga dodatkowej rozbudowy.

Przykład 2.

Rozważamy analogiczny obiekt, jak w przykładzie 1 (takie same wymiary i rezystywność gruntu), ale wymagający urządzenia piorunochronnego spełniającego wymogi I poziomu ochrony odgromowej.

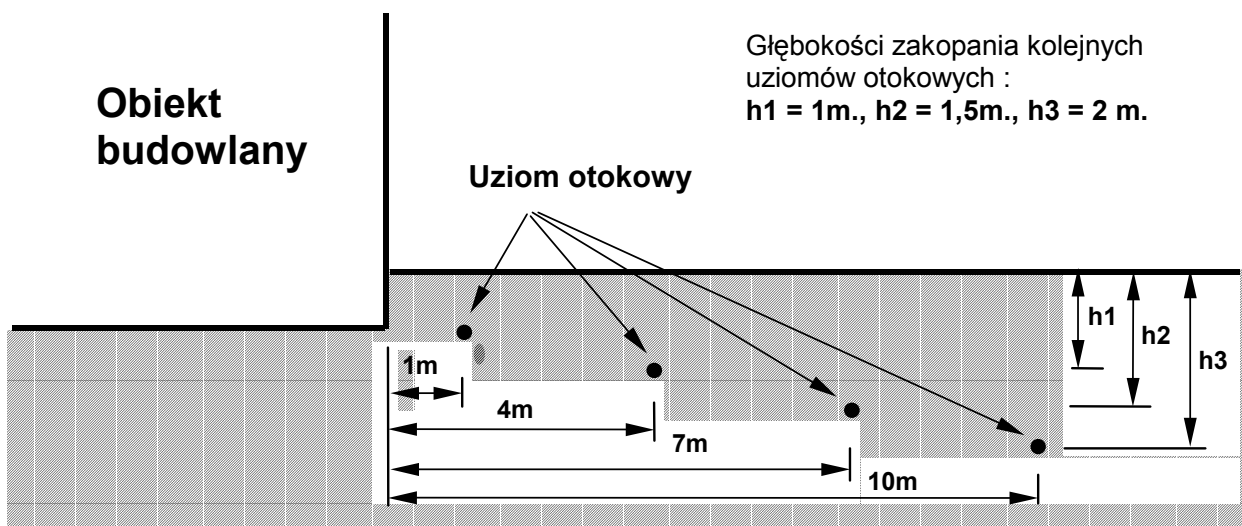
Zastępczy promień $r = 5.89m$ jest mniejszy od wymaganej minimalnej długości $l_1 = 10m$ i należy zastosować dodatkowe uziomy pionowe lub poziome o długościach:

-uziom poziomy $l_1 - r = 10 - 5.89 = 4,11m$,

-uziom pionowy $(l_1 - r)/2 = (10 - 5.89)/2 = 2.06m$.

W przykładzie 2 należy zastosować dodatkowe uziomy poziome lub pionowe o długościach odpowiednio 5m lub 2,5m

Jeśli w obszarze przyległym do analizowanego obiektu gromadzi się często znaczna liczba ludzi to może zająć konieczność sterowania rozkładem potencjałów uziomów zastosowania dodatkowych uziomów otokowych. Uziomy te umieszczanych w odległości ok. 3m jeden od drugiego. Otoki, w miarę oddalania się od obiektu, powinny być układane coraz głębiej w gruncie. Przykładowy układ rozbudowanego systemu otoków przedstawiono na rys. 6.



Rys.6. Zalecane rozmieszczenie kilku otoków w rozbudowanym systemie uziomowym.

Literatura

1. PN-86/E-05003/01: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
2. PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne
3. PN-IEC 61024-1-2, 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. Jabłoński W., Lejdy B., Lenartowicz R.: Uziemianie, uziomy, połączenia wyrównawcze. Wskazówki do projektowania i montażu. Warszawa 2000.