Artykuł 1 z cyklu artykułów
dotyczących uziemień dla obiektów budowlanych.

Uziemienie domu szkieletowego posadowionego na izolowanej od gruntu płycie fundamentowej wykonane z wyrobów polskiej firmy CBM Technology, zgodnie z wymaganiami PN i Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych dla budynków

Dr Marek Łoboda , Mgr Robert Marciniak

1. Wstęp

W domach szkieletowych wyposażonych w instalację elektryczną nn jest niezbędne wykonanie uziemienia, które powinno zapewniać skuteczną ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym oraz właściwe funkcjonowanie urządzeń technicznych, niezależnie od typu sieci zasilającej.

Artykuł 1 jest odpowiedzią na pytanie *„**Czy dom wykonany w technologii szkieletowej powinien mieć uziemienie?”*** i koncentruje się na domach posadowionych na płycie fundamentowej izolowanej od gruntu za pomocą izolacji wykonanej z XPS i EPS.

2. Normatywne i ekonomiczne uwarunkowania dla uziemień obiektów budowlanych

W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – „Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dn. 15.04.2022 (Dz. IV Wyposażenie techniczne budynków, Rozdz. 8 Instalacja elektryczna § 184)” w paragrafie 184.1 znajduje się zapis mówiący, że:

„Jako uziomy instalacji elektrycznej należy wykorzystywać metalowe konstrukcje budynku, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach stanowiące sztuczny uziom fundamentowy…”.



Izolowanie płyty fundamentowej od gruntu z użyciem styropianu XPS lub EPS jest uzasadnione minimalizacją zużycia energii cieplnej w trakcie eksploatacji budynku i zapewnieniem standardu tzw. domu pasywnego, który charakteryzuje się niskim zapotrzebowaniem na energię oraz komfortem cieplnym.

Rozwiązanie takie powoduje, że fundament ze zbrojeniem stalowym nie spełnia wymagań stawianych naturalnemu uziomowi fundamentowemu i tym samym budynek nie ma skutecznego uziemienia. Wiąże się to z zagrożeniem porażenia prądem elektrycznym ludzi i istot żywych, a także z możliwością uszkodzenia urządzeń elektrycznych i elektronicznych, stanowiących często bardzo kosztowne wyposażenie obiektu.

Należy podkreślić, że zbrojenie fundamentu izolowanego od gruntu pełni również funkcję zamkniętej pętli wyrównującej potencjał w posadowieniu budynku a po odizolowaniu go od gruntu zmienia się w część przewodzącą obcą „C" i zgodnie z PN-EN 60364-5-54 2011 [5], należy ją połączyć z głównym zaciskiem uziemiającego „MET". Firma CBM rekomenduje stosowanie zasady (n+1), czyli wyprowadzenie z płyty fundamentowej dwóch przewodów połączonych do głównej listwy uziemiającej „MET", na wypadek przerwania ciągłości jednego z nich, w sposób pokazany na rys. 1 i 2 umieszczonych na kolejnych stronach tego artykułu.

Budując dom szkieletowy zaplanowany do eksploatacji przez kilkadziesiąt lat nie można wykluczyć uderzenia pioruna bezpośrednio w budynek lub w jego pobliżu, np. w odległości do ok. 2 km. W takim przypadku występuje zagrożenie wystąpienia przepięć atmosferycznych przewodzonych lub indukowanych i jest konieczne zainstalowanie na zewnątrz budynku uziomu sztucznego w postaci uziomu otokowego i tzw. sztucznego uziomu fundamentowego. Sztuczny uziom fundamentowy może być wykonywany z drutu stalowego pomiedziowanego o średnicy Ø 8 mm, umieszczonego w suchym betonie pod płytą fundamentową, zwanym para fundamentowym uziomem. Sposób połączenia uziomu poziomego w suchym betonie ze zbrojeniem izolowanego fundamentu od gruntu jest pokazany na rys.1.



Gdy budynek nie ma zainstalowanego urządzenia piorunochronnego LPS, to w przypadku uderzenia pioruna bezpośrednio w dom lub np. w dochodzącą do niego sieć zasilającą, prąd wyładowania może popłynąć przez przewody elektryczne i metalowe elementy konstrukcyjne w kierunku najniższej kondygnacji. Znaczna część tego prądu wpłynie bezpośrednio do ziemi, przede wszystkim przez przewodzące elementy posadowienia budynku, przebijając przy tym warstwę termoizolacji i uszkadzając zewnętrzne elementy przewodzące budynku (np. metalowe pokrycie dachowe lub metalowe części elewacji).

Perforacja nieprzewodzącej warstwy termo- i/lub hydro-izolacji umożliwia wnikanie wilgoci do wnętrza budynku i prowadzi do powstania tzw. mostków cieplnych. Z upływem czasu, kosztowna izolacja cieplna budynku może stać się nieskuteczna, a naprawa przywracająca jej właściwości użytkowe, ze względu na usytuowanie pod płytą fundamentową, jest także technicznie niemożliwa do wykonania.

Z opisanych wyżej powodów nawet niewysoki dom o konstrukcji szkieletowej w pełni izolowany od gruntu należałoby wyposażyć w urządzenie piorunochronne i dobrze wykonane uziemienie, spełniające wymagania odpowiednich norm przedmiotowych.

CBM Technology rekomenduje wykonanie uziemienia domu szkieletowego w sposób przedstawiony na rys. 2. Nie można zakładać, że piorun nie uderzy w budynek w ciągu kilkudziesięciu lat jego eksploatacji, gdyż pożary lub uszkodzenia fizyczne niewielkich obiektów mają miejsce w Polsce co roku. Przykładowe opisy takich szkód są publikowane w ogólnie dostępnych źródłach literaturowych, także w Internecie – źródła internetowe są wymienione na końcu tego artykułu [6].

Elementy uziemienia – uziom, przewody uziemiające i ich połączenia powinny być wykonane z materiałów wytrzymałych mechanicznie i ***odpornych na korozję*** przez cały okres eksploatacji budynku, często zaplanowany na wiele dziesiątek lat.

Podobnie jak w przypadku wcześniej opisanego uszkodzenia izolacji cieplnej fundamentu wskutek perforacji w wyniku uderzenia pioruna, również elementy uziemienia umieszczone pod płytą fundamentową lub wokół fundamentu mogą ulec degradacji spowodowanej korozją ziemną metalu, z którego zostały wykonane. Ich odtworzenie pod płytą praktycznie jest niemożliwe, a ponowna instalacja uziemienia otokowego jest bardzo kosztowna.

CBM Technology rekomenduje instalację elementów uziemienia (uziomów i przewodów uziemiających) ***wykonanych ze stali pomiedziowanej***, odpornych na korozję ziemną przez kilkadziesiąt lat. Jakość wyrobów CBM Technology jest potwierdzona pozytywnymi wynikami „Badań typu" wykonanymi przez polskie laboratorium Biuro Badań Jakości SEP (BBJ SEP) zgodnie z wymaganiami normy PN-EN IEC 62561:2 [1].

W przypadku, gdy elementy uziemienia są wykonywane ze stali ocynkowanej na gorąco, ich odporność na korozję ziemną wynosi zwykle od kilku do kilkunastu lat, w zależności od cech fizyko-chemicznych gruntu (głównie od rezystywności i pH gruntu). Oznacza to, że po skorodowaniu elementów uziemienia sztucznego (uziomu otokowego, uziomów poziomych i/lub pionowych) pod i wokół izolowanej płyty fundamentowej, budynek nie będzie miał uziemienia o parametrach wymaganych w przepisach i normach.



Zmniejszenie grubości bednarki St/Zn z 4 mm do 1 mm po 10 latach eksploatacji



Niezmienna grubość powłoki miedzianej 0,070 mm na bednarce St/Cu po 10 latach eksploatacji

Jako uziomy poziome stosuje się najczęściej bednarkę ocynkowaną o wymiarze poprzecznym 30 x 4 mm, mimo że z zgodnie normami jest możliwe również stosowanie drutu o średnicy Ø 10 mm. Czas eksploatacji uziomu wykonanego z drutu stalowego pomiedziowanego Ø 8 mm, bo taki jest dopuszczony przez normy, może być dłuższy nawet o 20 lat w porównaniu z bednarką ocynkowaną umieszczoną w gruncie o tych samych parametrach. Warstwa cynku na stalowej bednarce intensywnie koroduje w gruntach o wartościach pH < 8.

W normach PN-EN IEC 62561:2 [1] i PN-HD 60364-5-54 [5] dopuszcza się, a firma CBM Technology rekomenduje, stosowanie jako elementów uziemienia budynków szkieletowych stalowego drutu pomiedziowanego o średnicy Ø 8 mm z powłoką Cu o grubości 0,070 mm.

Dodatkowym czynnikiem podkreślającym zalety wyboru stalowego drutu pomiedziowanego Ø 8 mm jest fakt, że koszt tego wyrobu jest zbliżony do kosztu stalowej bednarki ocynkowanej o wymiarze 30 x 4 mm. Wynika to ze znacznie mniejszej wagi 1 metra bieżącego drutu Ø 8 mm w stosunku do 1 mb bednarki 30 x 4 mm. Jeden mb drutu pomiedziowanego Ø 8 mm waży 0,42 kg, a waga 1 mb bednarki ocynkowanej 30 x 4 mm wynosi 1 kg. Cena 1 kg (czyli 1 mb bednarki ocynkowanej) wynosi 6 zł. Z prostego przeliczenia wynika, że 1 mb drutu pomiedziowanego Ø 8 mm kosztuje 7,6 zł, czyli jest porównywalna z ceną bednarki ocynkowanej (przykładowe ceny w dacie 05.2026). Ponadto stalowy drut pomiedziowany produkowany przez CBM Technology jest materiałem, który ma kilkudziesięcioletnią odporność korozyjną, a więc o ok. 20 lat większą od bednarki ocynkowanej. Stosowanie drutu pomiedziowanego do wykonania uziemienia budynków ma uzasadnienie zarówno techniczne, jak i ekonomiczne.

Możliwe jest wykonanie uziemienia z innych niż wymienione wyżej materiały np. ze stali nierdzewnej lub z litej miedzi, ale koszt wykonania uziemienia z tych materiałów jest wysoki w porównaniu do uziemienia wykonanego z elementów stalowych pomiedziowanych, przy zachowaniu takiej samej odporności korozyjnej.

3. Wymagania dla uziemienia

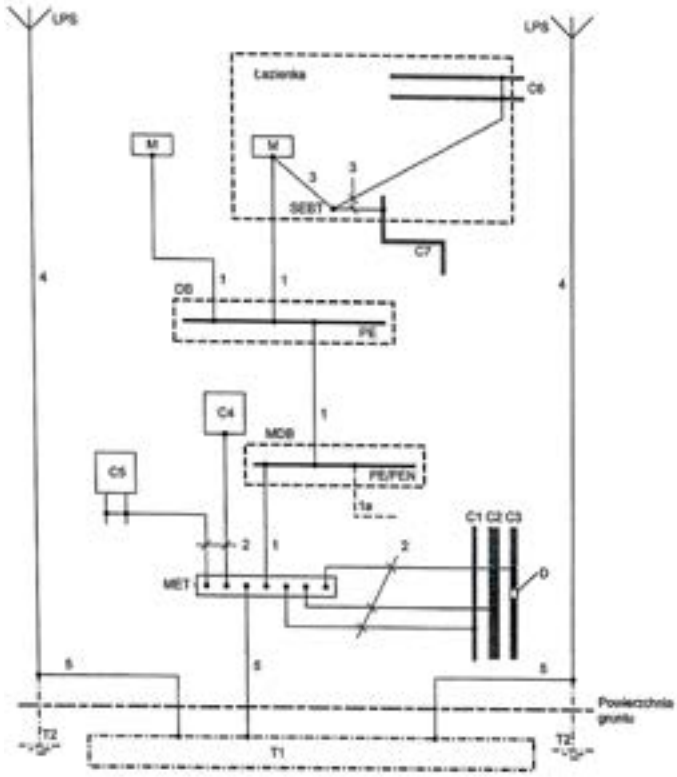
Uziemienie domów szkieletowych powinno być zaprojektowane i wykonane zgodnie z wymaganiami zamieszczonymi w normie PN-HD 60364-5-54 [5], a w przypadku domów z urządzeniem piorunochronnym LPS, także i w normie PN-EN IEC 62305-3 [2]. Należy pamiętać, że obie te normy są przywołane przez Ministra Infrastruktury i są obligatoryjne.

Dla uziemienia instalacji zasilającej w budynku mieszkalnym lub użytkowym wykonanego ***tylko dla ochrony przeciwporażeniowej*** nie określa się wartości rezystancji uziemienia, podobnie jak w przypadku stosowania uziomów wyrównawczych, sterujących rozkładem potencjału na określonej powierzchni gruntu w pobliżu budynku. Nie ma takiego wymagania ani w normie PN-HD 60364-4-41 [4], ani w normie PN-HD 60364-5-54 [5], chociaż obie te normy wspominają o konieczności uziemienia głównej szyny wyrównawczej.

Warto podkreślić, że w normie PN-HD 60364-5-54 [5] w załączniku B znajduje się informacja (patrz strona 22 w normie pod tabelą z objaśnieniami), że w przypadku zainstalowania w na budynku urządzenia piorunochronnego należy zastosować dodatkowe wymagania, podane w normie PN-EN 62305-3 [2]. Dotyczy to wymagania, aby wartość rezystancji uziemienia uziomów urządzeń piorunochronnych (ochrony odgromowej) ***nie przekraczała 10 Ω***, zarówno dla zewnętrznej ochrony odgromowej, jak i dla uziemienia ograniczników przepięć.

W instalacji elektrycznej zasilanej z sieci o układzie TT uziom jest konieczny do uziemienia przewodu ochronnego PE, gdy jest stosowane samoczynne wyłączanie napięcia zasilania. W przypadku stosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (RCD), rezystancja uziemienia powinna spełniać warunek $\boldsymbol{R_u \leq 50\ V/I_{\Delta n}}$, gdzie $\boldsymbol{I_{\Delta n}}$ jest znamionowym prądem różnicowym RCD wyrażonym w amperach.

W sieci o układzie TN zasilającej instalację elektryczną budynku wartości rezystancji uziemienia $\boldsymbol{R_u}$ są rekomendowane przez np. spółki dystrybucyjne i mogą być zawarte w przedziale 5 ÷ 30 Ω.

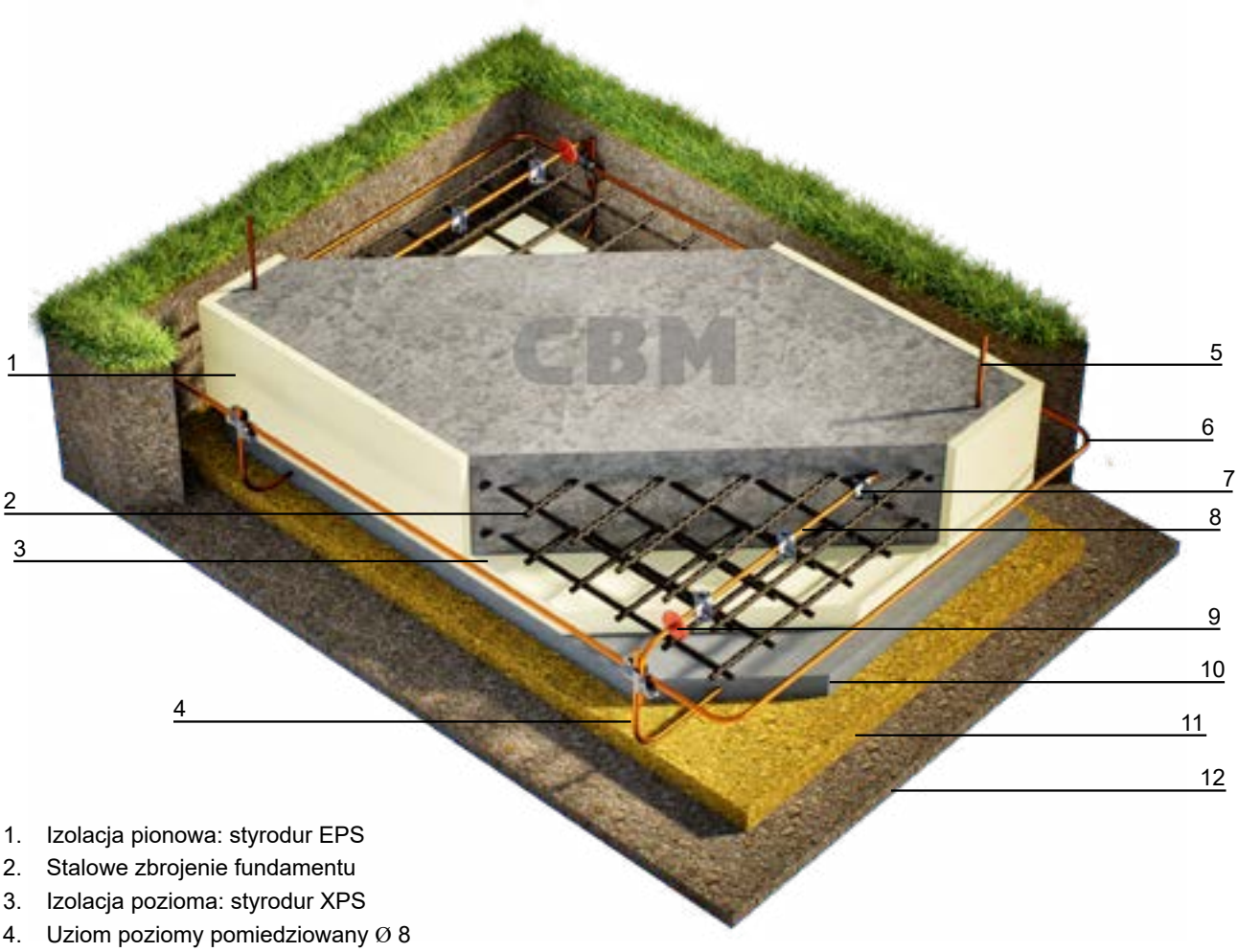


Przykład układów uziemiających i przewodów ochronnych załącznik B normy PN-HD 60364-5-54 [6].

4. Uziemienie i sposób jego wykonania dla budynku szkieletowego bez instalacji odgromowej zgodnie z wymaganiami PN-HD 60364-5-54 (wariant 1)

Przykładowy sposób wykonania uziemienia dla budynku o konstrukcji szkieletowej bez urządzenia piorunochronnego zewnętrznego jest przedstawiony na rysunku 1 na kolejnej stronie.

Przedstawiony na rys. 1 wariant wykonania uziemienia zawiera uziom otokowy (6) instalowany w odległości co najmniej 1 m od izolacji pionowej fundamentu (1). Uziom otokowy jest połączony z uziomem poziomym, umieszczonym



1. Izolacja pionowa: styrodur EPS
2. Stalowe zbrojenie fundamentu
3. Izolacja pozioma: styrodur XPS
4. Uziom poziomy pomiedziowany Ø 8 w podsypce suchej (uziom parafundamentowy)
5. Przewód uziemiający – drut pomiedziowany Ø 8 do połączenia zbrojenia fundamentu z głównym zaciskiem uziemiającym
6. Otok z drutu pomiedziowanego Ø 8
7. Uchwyt ze stali czarnej
8. Przewód uziemiający – drut pomiedziowany Ø 8
9. Przepust ścienny wodoszczelny pod ciśnieniem
10. Podsypka suchy beton
11. Podsypka żwirowa zagęszczona
12. Grunt rodzimy

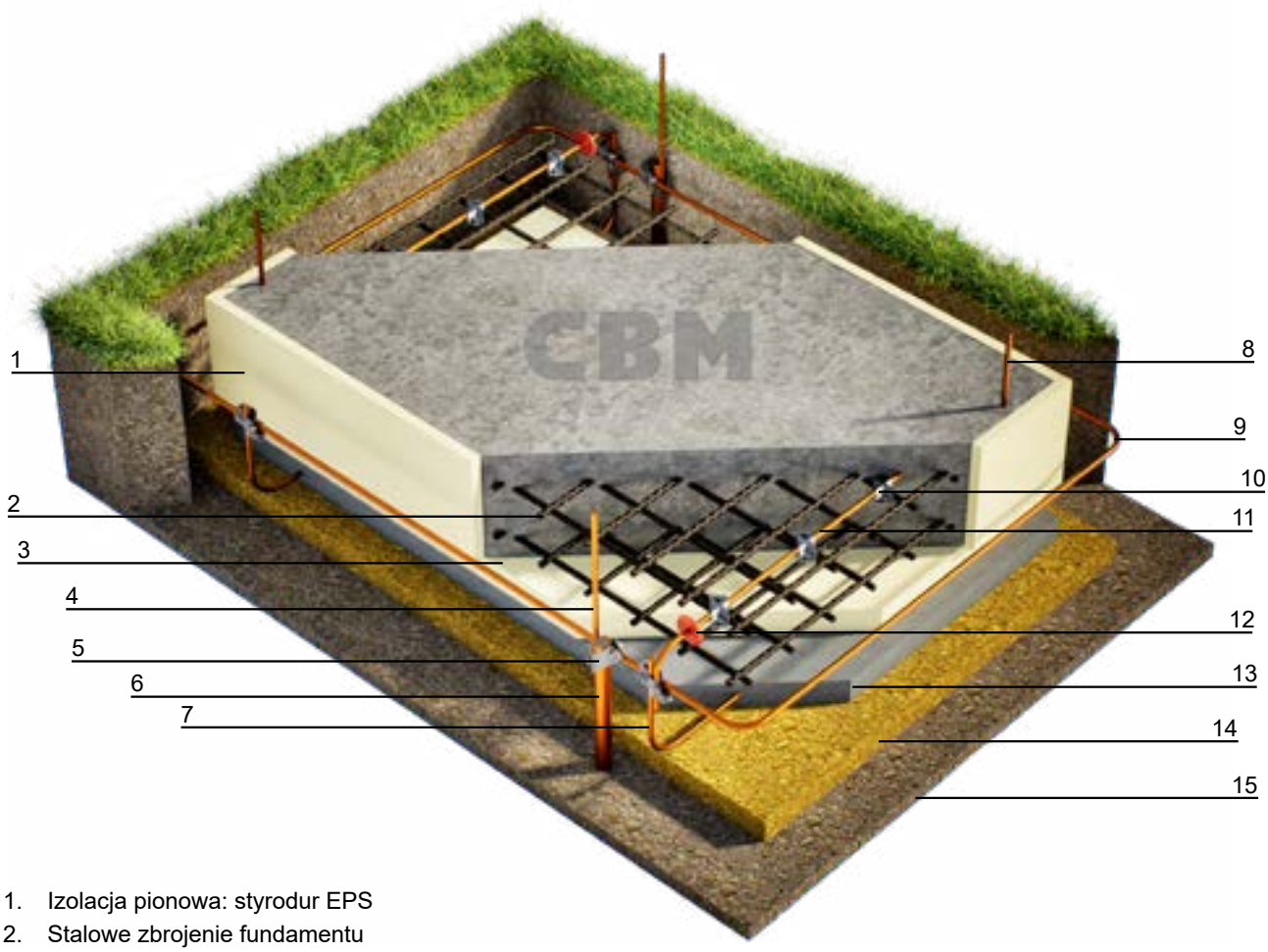
Rys.1. Szkic elementów uziemienia dla domów szkieletowych bez instalacji odgromowej posadowionych na płycie fundamentowej izolowanej od gruntu poziomo i pionowo.

w podsypce betonu suchego (tzw. beton chudy) (4) oraz przynajmniej w dwóch miejscach (7) ze zbrojeniem płyty fundamentowej (2). Zbrojenie fundamentu należy połączyć za pomocą przewodu uziemiającego (5) z główną szyną uziemiającą (wyrównawczą), zlokalizowaną wewnątrz budynku. W przypadku zastosowania metalowego dachu lub metalowej elewacji należy je połączyć z uziemieniem otokowym za pomocą przewodów odprowadzających zgodnie z normą PN-HD 60364-5-54 [5].

Warto zwrócić tu uwagę, że izolowany od gruntu fundament nie spełnia roli uziomu fundamentowego, a jedynym czynnym uziomem jest uziom otokowy oraz uziom parafundamentowy w podsypce betonu.

5. Dobór materiałów i sposób wykonania uziemienia dla ochrony budynku szkieletowego z urządzeniem piorunochronnym, spełniające wymagania PN-HD 60364-5-54 oraz PN-EN IEC 62305-3 (wariant 2)

Przykładowy sposób wykonania uziemienia dla budynku o konstrukcji szkieletowej z zainstalowanym urządzeniem piorunochronnym LPS jest przedstawiony na rysunku 2.



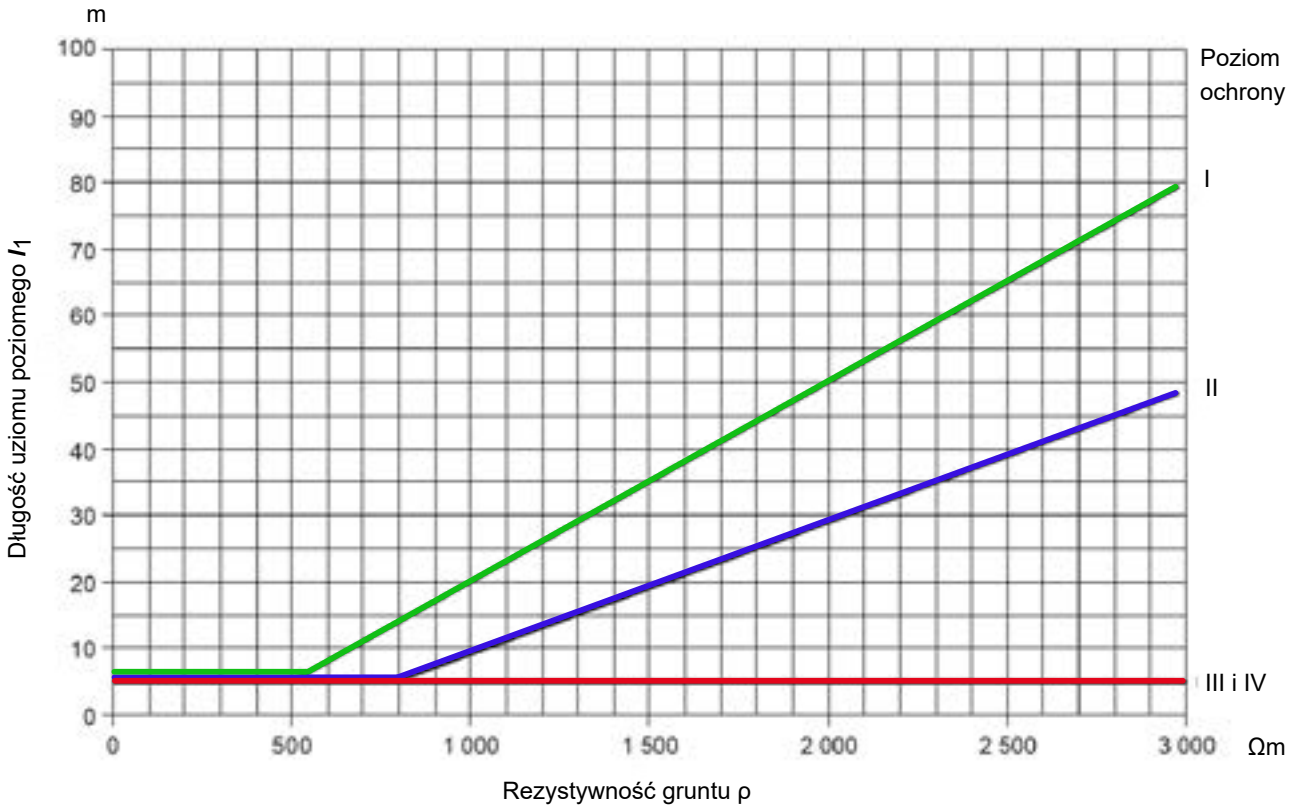
1. Izolacja pionowa: styrodur EPS
2. Stalowe zbrojenie fundamentu
3. Izolacja pozioma: styrodur XPS
4. Przewód uziemiający z drutu pomiedziowanego Ø 8
5. Uchwyt ze stali nierdzewnej
6. Uziom pionowy pomiedziowany Ø 14
7. Uziom poziomy pomiedziowany Ø 8 z wyprowadzeniem do instalacji odgromowej
8. Przewód uziemiający – drut pomiedziowany Ø 8 do połączenia zbrojenia fundamentu z głównym zaciskiem uziemiającym
9. Otok z drutu pomiedziowanego Ø 8
10. Uchwyt ze stali czarnej
11. Przewód uziemiający – drut pomiedziowany Ø 8
12. Przepust ścienny wodoszczelny pod ciśnieniem
13. Podsypka suchy beton
14. Podsypka żwirowa zagęszczona
15. Grunt rodzimy

Rys. 2. Szkic elementów uziemienia dla domów szkieletowych z instalacją odgromową posadowionych na płycie fundamentowej izolowanej od gruntu poziomo i pionowo.

Uziemienie przedstawione na rys. 2 dla domu szkieletowego z urządzeniem piorunochronnym LPS (wariant 2) różni się od przedstawionego na rys. 1 tym, że uziom otokowy (9) jest uzupełniony uziomami pionowymi (6) usytuowanymi symetrycznie możliwe blisko elementów łączących (5) uziom otokowy z zewnętrznymi przewodami odprowadzającymi urządzenia piorunochronnego LPS.

Wymagana liczba i długość uziomów pionowych jest uzależniona od przyjętego poziomu ochrony odgromowej – LPL, wg normy PN IEC 62305-3 [2], to znaczy od wielkości powierzchni objętej uziomem otokowym A oraz od wartości rezystywności gruntu ρ. Podstawowym kryterium jest wymaganie, aby wypadkowa rezystancja uziomu złożonego z uziomu otokowego oraz dodatkowych uziomów pionowych nie przekraczała wartości 10 Ω.

Promień zastępczy obrysu uziomu otokowego r_e, do którego są przyłączone wszystkie przewody odprowadzające urządzenia piorunochronnego LPS powinien być nie mniejszy niż wymiar l_1 odczytany z rys. 3. Jeżeli to wymaganie nie jest spełnione, to przy każdym miejscu przyłączenia przewodu odprowadzającego należy zainstalować uziom skupiony poziomy o długości nie mniejszej niż $(l_1 - r_e)$ albo pionowy o długości nie mniejszej niż $0{,}5 \cdot (l_1 - r_e)$. Przy poziomach ochrony odgromowej III lub IV określanych na podstawie normy [2] dla budynków mieszkalnych dla pojedynczego uziomu pionowego $l_1 = 2{,}5$ m.



Rys. 3 Najmniejsza dopuszczalna długość l_1 [m] uziomu poziomego przyłączonego do każdego z przewodów odprowadzających w zależności od rezystywności gruntu ρ[Ω m] i poziomu ochrony odgromowej wg PN-EN IEC 62305-3 [2].

W tablicy 1 zamieszczono przykładowe, obliczone wartości wypadkowe rezystancji uziemienia $\boldsymbol{R}_U$ uziomu złożonego z: uziomu otokowego o rezystancji $\boldsymbol{R}_{OT}$ i uziomów pionowych (każdy o długości $l_1 = 2{,}5$ m i rezystancji uziemienia $\boldsymbol{R}_P$) dla różnych rezystywności gruntu przyjmując poziom ochrony odgromowej budynku LPL III lub IV (określony na podstawie PN-EN IEC 62305-2 [3]).

Z oszacowań wypadkowej rezystancji uziemienia oraz minimalnego promienia zastępczego powierzchni objętej uziomem otokowym podanych w Tablicy 1 wynika, że spełnienie wymagań dotyczących uziemienia urządzenia piorunochronnego LPS, wykonanego zgodnie z normą [2] wymaga:

– dla domów o powierzchni ***A do 50 m²***, niezależnie od wartości rezystywności gruntu, zwiększenia powierzchni objętej uziomem otokowym do co najmniej 80 m² oraz uzupełnienia uziomu otokowego dodatkowymi uziomami pionowymi w przypadku rezystywności gruntu większych niż 100 Ω·m,

– dla budynków o powierzchni ***A do 100 m²*** i rezystywności gruntu większej niż 200 Ω·m uzupełnienia uziomu otokowego dodatkowo uziomami pionowymi w liczbie uzależnionej od wartości rezystywności gruntu.

– w gruntach o rezystywności ρ ≥ **500 Ω·m**, dla przykładowych powierzchni zabudowy **A od 50 m²** do **200 m²** aby zapewnić wartość rezystancji uziemienia uziomu nie większą niż 10 Ω należy zainstalować odpowiednio dużą (powyżej 8) liczbę uziomów pionowych, każdy o długości co najmniej ***l* = 2,5 m**.

Powierzchnia objęta uziomem otokowym	Liczba uziomów pionowych o długości ***l*** = 2,5 m i rezystancja uziemienia pojedynczego uziomu		Rezystywność gruntu	Promień zastępczy powierzchni ***A*** objętej uziomem otokowym	Rezystancja uziomu otokowego	Rezystancja wypadkowa uziomu złożonego z uziomu otokowego i uziomów pionowych	Komentarz
A [m²]	n	***R_P [Ω]***	ρ [Ω m]	r_e [m]	R_{OT} [Ω]	R_U [Ω]	
50	0	20	100	4,0	8,5	8,5	Należy zwiększyć powierzchnię objętą uziomem otokowym do min. 80 m²
100				5,6	6,0	6,0	Wymagania norm są spełnione
150				6,9	4,9	4,9	
200				8,0	4,2	4,2	
50	2	40	200	4,0	17,0	10,5	Należy zwiększyć powierzchnię objętą uziomem otokowym do min. 80 m²
100				5,6	12,0	8,4	Wymagania norm są spełnione
150				6,9	9,8	7,2	
200				8,0	8,5	6,5	
50	4	100	500	4,0	42,4	22,0	Należy zwiększyć powierzchnię objętą uziomem otokowym do min. 80 m² i zwiększyć liczbę uziomów pionowych do min. 10
100				5,6	30,0	19,1	Należy zwiększyć liczbę uziomów pionowych do min. 10
150				6,9	24,5	17,3	Należy zwiększyć liczbę uziomów pionowych do min. 9
200				8,0	21,2	16,0	Należy zwiększyć liczbę uziomów pionowych do min. 9
	Do obliczeń przyjęto: $R_{OT} = 0{,}6\,\rho I / I\sqrt{A}$, $R_P \cong \rho/2\,l$, $R_U = k/1/(R_{OT} + 1/R_{P1} + ...1/R_{Pn})$, $k = 1{,}4$ *oraz* $r_e = \sqrt{A}/\pi$ *Kolorem czerwonym zaznaczono przypadki, gdy nie są spełnione wymagania PN IEC 62305-3*						

Tablica 1. Obliczone wartości rezystancji uziemienia uziomu złożonego z uziomu otokowego uzupełnionego uziomami pionowymi o minimalnej długości l_1 = 2,5 m każdy, w zależności od powierzchni objętej przez uziom otokowy dla różnych wartości rezystywności gruntu

6 Podsumowanie

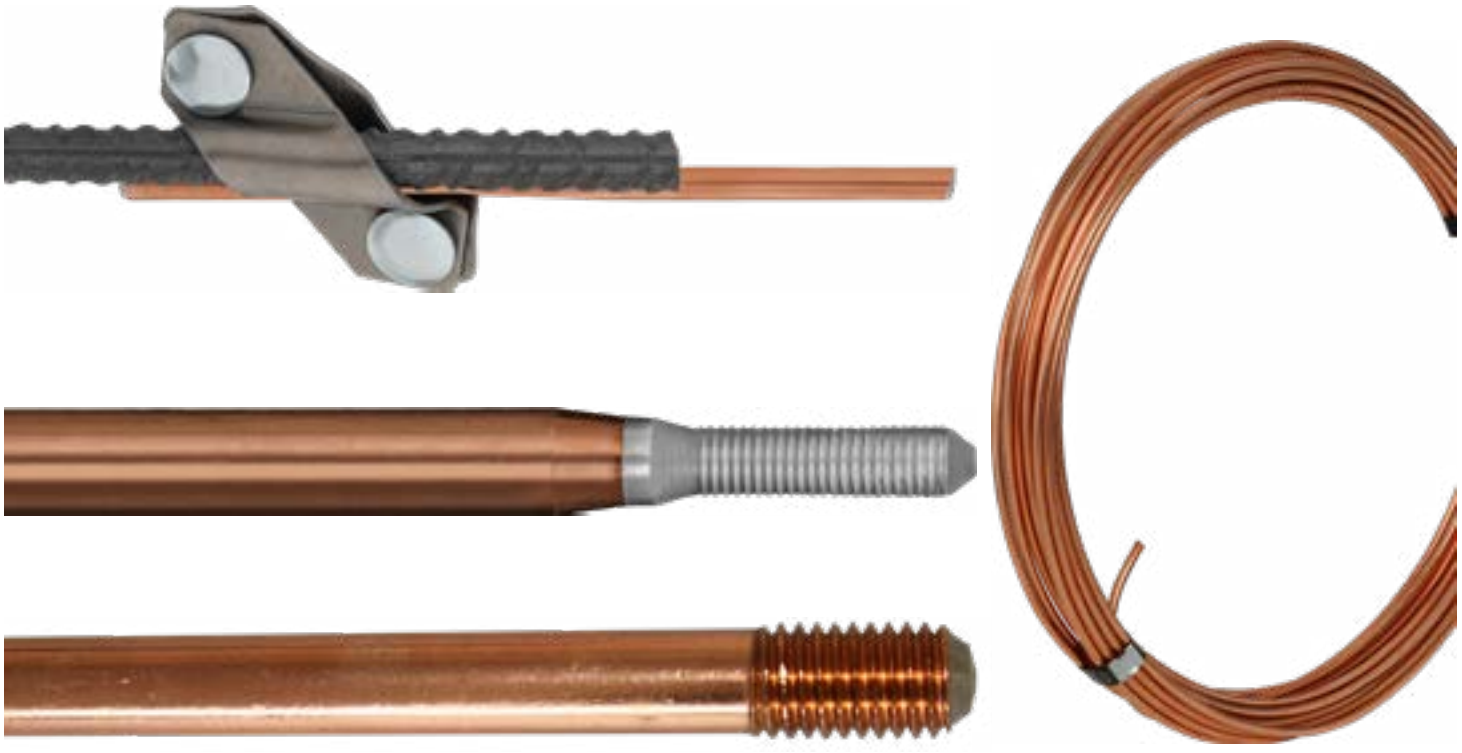
W opracowaniu przedstawiono propozycje sposobu wykonania uziemienia dla budynków o konstrukcji szkieletowej, zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych dla instalacji elektrycznej oraz urządzeń piorunochronnych z zastosowaniem wyrobów CBM Technology.

Elementy uziemień wykonane przez CBM Technology ze stali z powłoką miedzianą przy zastosowaniu unikalnej technologii galwanizacji elektrolitycznej, zapewniają wymaganą w normach przedmiotowych grubość powłoki miedzianej dla prętów, taśm (bednarki) i drutów oraz kilkudziesięcioletnią odporność korozyjną w stosunku do około 15 letniej odporności prętów, taśm (bednarki) i drutów ze stali ocynkowanej w zbliżonych warunkach eksploatacji.

Przedstawiono porównanie kosztów zakupu stalowego drutu pomiedziowanego firmy CBM Technology i stalowej bednarki ocynkowanej wykazując, że koszt 1 mb drutu pomiedziowanego CBM jest zbliżony do kosztu 1 mb bednarki ocynkowanej o znormalizowanych wymiarach przekroju poprzecznego.

Przedstawione wyżej propozycje wykonania uziemienia dla budynków szkieletowych posadowionych na izolowanej termicznie (poziomo i pionowo) płycie są zgodne z wymaganiami norm oraz szeroko pojmowaną dobrą praktyką inżynierską, co gwarantuje ich kilkudziesięcioletnią trwałość i dobry stan techniczny w różnych warunkach eksploatacyjnych.

Ze względu na powszechne stosowanie ograniczników przepięć jako elementów wewnętrznego urządzenia piorunochronnego i instalowanych w rozdzielnicach w budynku, uziemienie obiektu powinno mieć rezystancję uziemienia o wartości nie większej niż 10 Ω pomimo braku zewnętrznej instalacji odgromowej i zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 62305-3:2025 [2].



Literatura

[1] PN-EN IEC 62561:2: Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów

[2] PN-EN IEC 62305-3: Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektu i zagrożenie życia

[3] PN-EN IEC 62305-2: Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem

[4] PN-HD 60364-4-41: Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym

[5] PN-HD 60364-5-54: Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych

[6] Źródła Internetowe o szkodach piorunowych [dostęp 10 czerwiec 2026]:

https://share.google/ZpDDYoj5QqpypIBUD

https://gazetakrakowska.pl/podhale-piorun-uderzyl-budynek-stanal-w-ogniu-zdjecia/ar/c1-14215247

https://share.google/t8tAwlSCreyJbJ6uM

https://share.google/Fu7FxYJ8oXQsC6jdE

https://share.google/Vkkhuu5CVrHemP3KE

https://share.google/RLS0HpM3jE287tF0J

https://share.google/RvyGv6HDuv3NX4TOu

https://share.google/vNp3S55cKnjaUBmfe

https://share.google/MKe4UfLxlZ5H4bgae

https://share.google/ZiyhgfJ6aiK0p6sQW

https://echodnia.eu/swietokrzyskie/na-skutek-uderzenia-pioruna-w-ogniu-stanelo-poddasze-budynku-mieszkalnego/ar/8551542

https://tarnow.eska.pl/piorun-uderzyl-w-ogrodzenie-domu-zdjecia-szkod-robia-wrazenie-aa-YSGV-18vN-HE32.html