

**Poradnik:  
Systemy uziemiające**



**THINK CONNECTED.**

## Spis treści

<b>Rozdział 1.</b>	<b>Podstawowe zasady</b>	<b>3</b>
<b>Rozdział 2.</b>	<b>Wymogi normatywne</b>	<b>3</b>
<b>Rozdział 3.</b>	<b>Systemy uziemiające i materiały</b>	<b>4</b>
Rozdział 3.1	Fundamenty indywidualne (słupowe)	4
Rozdział 3.2	Uziom fundamentowy	4
Rozdział 3.3	Izolowane systemy uziemień	6
Rozdział 3.3.1	Izolacja obwodowa	7
Rozdział 3.3.2	Czarna wanna (uszczelnienie)	8
Rozdział 3.3.3	Biała wanna (uszczelnienie)	9
Rozdział 3.4	Uziemienie ochrony odgromowej	11
Rozdział 3.4.1	Uziom otokowy	12
Rozdział 3.4.2	Uziomy pionowe (wbijane)	12
Rozdział 3.5	Kontrola potencjału zapobiegająca napięciu krokowemu	14
Rozdział 3.6	Napięcie dotykowe	15
Rozdział 3.7	Znakowanie uchwytów przyłączeniowych	16
Rozdział 3.8	Systemy uziemiające elektrowni wiatrowych	17
<b>Rozdział 4.</b>	<b>Dokumentacja</b>	<b>20</b>
<b>Rozdział 5.</b>	<b>Pomoc przy doborze</b>	<b>21</b>
<b>Rozdział 6.</b>	<b>Wnioski</b>	<b>23</b>
<b>Rozdział 7.</b>	<b>Literatura</b>	<b>24</b>



## Rozdział 1. Podstawowe zasady

System uziemienia stanowi podstawę bezpiecznej pracy każdego układu elektrycznego i jego urządzeń zabezpieczających. Zapewnia działanie i chroni ludzi przed niebezpiecznymi prądami. Budynki z systemami informatycznymi i okablowaniem do transmisji danych mają wysokie wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC).

W celu zapewnienia ekranowania EMC oraz ochrony osobistej, wymagane jest kratowe połączenie ekwipotencjalne oraz system uziemiający o niskiej rezystancji zintegrowany z konstrukcją budynku.

## Rozdział 2. Wymogi normatywne

System uziemienia tworzy połączenie elektryczne z otaczającym gruntem. Rezystancja uziemienia układu powinna być jak najmniejsza (poniżej 10  $\Omega$ ) i musi być skoordynowana z systemami zabezpieczającymi i wyłączającymi.

Instalacja wyrównania potencjałów oparta na systemie uziemienia spełnia następujące funkcje:

- Ochrona przed porażeniem elektrycznym – IEC 60364-4-41
- Ochronna instalacja wyrównawcza – IEC 60364-5-54
- Instalacja wyrównania potencjałów ochrony odgromowej – IEC 62305
- Systemy energetyczne i ochrona przeciwprzebieciowa – IEC 60364-4-44
- Instalacje elektryczne niskiego napięcia – IEC 60364-5-54
- Okablowanie do transmisji danych i ekranowanie – EN 50310
- Kompatybilność elektromagnetyczna – dyrektywa EMC 2014/30/EU
- Uziemienie anteny – EN 60728
- Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym – EN 50310
- Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych – DIN 18015-1
- Uziom fundamentowy – DIN 18014

W Niemczech uziom fundamentowy w nowych budynkach musi spełniać wymagania normy DIN 18014 i techniczne warunki przyłączenia (TAB) generatora zasilania (VNB).

### Uwaga

*Rozdział 542.1.1 IEC 60364-5-54:*

*„Dla celów ochrony i funkcjonowania systemu uziemienia mogą być stosowane razem lub osobno, zgodnie z wymaganiami systemu elektrycznego. Wymagania dotyczące ochrony są zawsze priorytetowe.”*

System uziemienia stanowi zatem element istotny dla bezpieczeństwa, a instalacja jest dopuszczona do użytkowania tylko wtedy, gdy zostanie wykonana przez specjalistę od zabezpieczeń elektrycznych lub odgromowych. Dodatkowo w określonej dokumentacji należy wskazać odpowiedzialnego specjalistę.

**Następujące naruszenia zasad technicznych określone zostały w § 319 „Powodowanie zagrożenia podczas prac budowlanych” niemieckiego kodeksu karnego:**

1. Każdy, kto planując, zarządzając, budując lub wyburzając konstrukcję narusza ogólnie przyjęte normy inżynierskie, a tym samym stwarza zagrożenie życia lub zdrowia innej osoby, podlega karze pozbawienia wolności nieprzekraczającej pięciu lat lub karze grzywny.
2. Każdy, kto, wykonując obowiązki zawodowe, narusza ogólnie przyjęte normy inżynierskie w zakresie planowania, zarządzania lub realizacji projektu instalacji urządzeń technicznych w budynku lub modyfikacji zainstalowanych urządzeń

tego rodzaju, a tym samym stwarza zagrożenie życia lub zdrowia innej osoby, podlega takiej samej karze.

3. Każdy, kto w wyniku zaniedbania powoduje zagrożenie, podlega karze pozbawienia wolności nieprzekraczającej trzech lat lub karze grzywny.
4. Każdy, kto w przypadkach, o których mowa w powyższych podpunktach (1) i (2), dopuści się zaniedbania i w wyniku zaniedbania spowoduje zagrożenie, podlega karze pozbawienia wolności nieprzekraczającej dwóch lat lub karze grzywny.

Układ uziemienia jest częścią układu elektrycznego. System uziemienia może być instalowany, sprawdzany i aprobowany wyłącznie przez specjalistów od zabezpieczeń elektrycznych lub odgromowych. Firmy budowlane muszą umożliwić dokonanie nadzoru instalacji i odbioru systemu uziemiającego przez specjalistów od zabezpieczeń elektrycznych i odgromowych.

## Rozdział 3. Systemy uziemiające i materiały

### Rozdział 3.1 Fundamenty indywidualne (słupowe)

Pojedyncze fundamenty, np. dla podpór muszą mieć uziom fundamentowy o długości co najmniej 2,5 m. Fundamenty te należy połączyć w sposób przewodzący, nie można także przekroczyć maksymalnej szerokości pętli wynoszącej 20 x 20 m. Za pomocą odpowiednich środków i materiałów należy zapewnić odporność na korozję poszczególnych fundamentów i przewodów.

### Rozdział 3.2 Uziom fundamentowy

Uziom fundamentowy jest zamkniętym pierścieniem, najlepiej, gdy składa się z przewodów płaskich lub przewodów okrągłych, a maksymalna szerokość pętli wynosi 20 x 20 m. Uziom fundamentowy jest połączony ze zbrojeniem za pomocą złączy zaciskowych w odstępach co ok. 2 m. W celu zapewnienia ochrony przed korozją, warstwa betonu wokół uziomu fundamentowego musi wynosić co najmniej 5 cm. Beton tworzy połączenie elektryczne pomiędzy uziomem fundamentowym a ziemią.

**Uwaga** *Zgodnie z normą dot. uziomu fundamentowego DIN 18014, złącza klinowe nie są dopuszczone do stosowania w betonie zagęszczanym mechanicznie. Za bezpieczne połączenia uważane są na przykład złącza przykręcane.*

Jeśli beton jest izolowany, to wówczas nie ma konieczności podłączania go do ziemi. Izolacja oznacza, że beton jest w znacznym stopniu suchy. Jest tak, na przykład, w przypadku czarnej wanny, z izolacją obwodową lub w przypadku białej wanny. W celu uzyskania stałej rezystancji uziemienia, uziom fundamentowy należy podłączyć z uziemieniem w wilgotnej, niezamarzającej ziemi na zewnątrz fundamentu. Należy to wziąć pod uwagę szczególnie w przypadku dużych okapów dachowych.

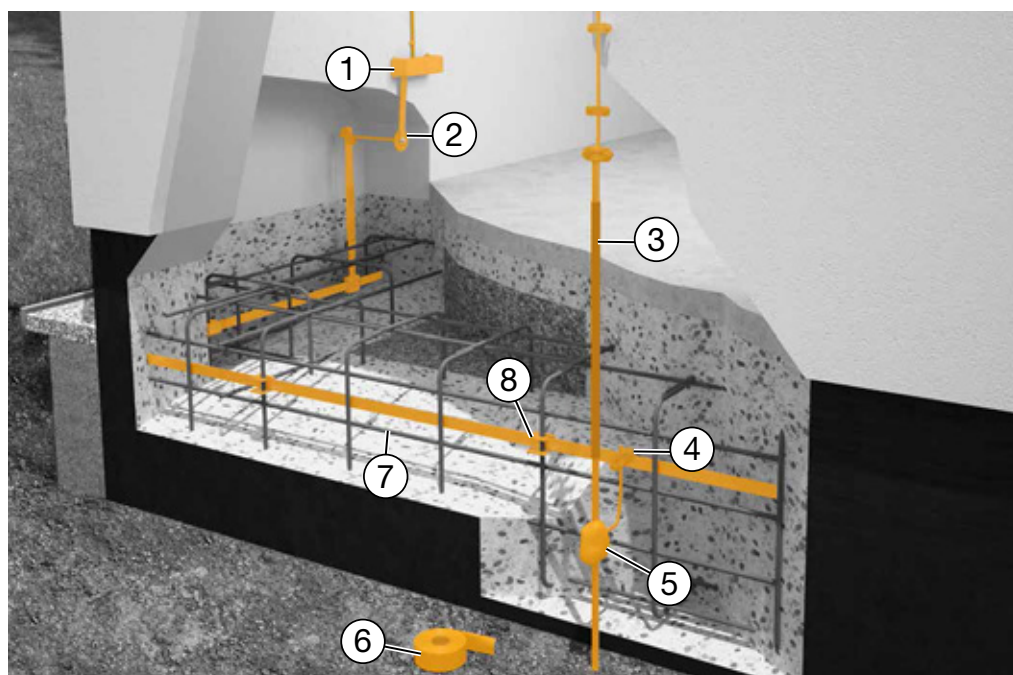
W takim przypadku, należy dodatkowo wykonać uziom pierścieniowy na zewnątrz lub pod betonowym fundamentem. Ten uziom pierścieniowy połączony z ziemią jest podłączony do funkcjonalnego przewodu wyrównania potencjałów fundamentu (patrz rozdział 4.3).

**Uwaga** *Systemy o wysokiej kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) wymagają mocnego uziomu fundamentowego. W tym przypadku, w celu zmniejszenia impedancji, szerokość pętli nie może wynosić 20 x 20 m, ale zazwyczaj tylko 5 x 5 m EN 62305-4.*

Uziom fundamentowy może być również stosowany jako uziom do ochrony odgromowej. W celu umożliwienia podłączenia systemu odgromowego, uchwyty przyłączeniowe dla przewodów odprowadzających muszą wystawać z fundamentu. Materiały muszą być zgodne z normą ochrony odgromowej EN 62305-3 Tabela 7 lub z normą komponentów ochrony odgromowej EN 62561-2 (patrz Tabela 2).

**Uwaga**

Płyty podłogowe wykonane z betonu z włóknami stalowymi nie spełniają wymagań ochrony antykorozyjnej przy zastosowaniu powłoki betonowej o grubości 5 cm. Przed betonowaniem należy wykonać uziom pierścieniowy ze stali nierdzewnej o jakości V4A (1.4404/1.4571).



Rysunek 1: Uziom fundamentowy typu B

- ① Główna szyna wyrównawcza (GSW)
- ② Punkt stały uziemienia
- ③ Pręt wlotowy uziemienia
- ④ Złącze krzyżowe
- ⑤ Złącze z ochroną antykorozyjną
- ⑥ Taśma antykorozyjna
- ⑦ Płaskownik (bednarka)
- ⑧ Zacisk połączeniowy do drutu zbrojeniowego

**Uwaga**

Połączenia z ziemią muszą być zabezpieczone przed korozją taśmą antykorozyjną.

Rodzaje uziomów fundamentowych	
Wymiary	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przewód okrągły (min. średnica 10 mm)<sup>1</sup></li> <li>• Przewód płaski (min. wymiary 30 mm x 3,5 mm)<sup>1</sup></li> </ul>
Materiały	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stal ocynkowana i surowa (należy stosować przy powłoce betonowej o grubości co najmniej 5 cm)</li> <li>• Stal nierdzewna w jakości V4A, np. materiał nr 1.4404/1.4571 (możliwe zastosowanie w płaszczu betonowym lub bezpośrednio w ziemi)</li> <li>• Miedź (możliwe zastosowanie w płaszczu betonowym lub bezpośrednio w ziemi)</li> </ul>
<sup>1</sup> Dla stacji transformatorowych norma EN 61936 stwierdza, że dla maksymalnych prądów zwarciovych mogą być wymagane większe przekroje.	

Tabela 1: Wersje uziomów fundamentowych

Wszystkie metale będące się w bezpośrednim kontakcie z gruntem lub wodą mogą korodować. Korozja elektrochemiczna występuje, gdy różne rodzaje metali są ze sobą połączone w glebie, wodzie lub soli stopionej. Może też wystąpić, gdy jeden rodzaj metalu jest osadzony w dwóch różnych środowiskach, np. stal w ziemi i betonie.

Materiał	Forma	Wymiary minimalne		
		Pręt uziemiający	Przewód uziemienia	Płyta uziemiająca
Miedź, miedź cynowana	Przewód		50 mm <sup>2</sup>	
	Okrągły, pełny		Ø 8 mm	
	Taśma, pełna		20 x 2,5 mm	
	Okrągły, pełny	Ø 15 mm		
	Rura	Ø 20 mm		
	Płyta, pełna			500 x 500 mm
	Kratownica			600 x 600 mm
Stal cynkowana ogniowo	Okrągły, pełny		Ø 10 mm	
	Okrągły, pełny	Ø 14 mm		
	Rura	Ø 25 mm		
	Taśma, pełna		30 x 3 mm	
	Płyta, pełna			500 x 500 mm
	Kratownica			600 x 600 mm
	Profil <sup>a</sup>	290 mm <sup>2</sup>		
Stal surowa <sup>b</sup>	Przewód	Ø 8 mm	70 mm <sup>2</sup>	
	Okrągły, pełny		Ø 10 mm	
	Taśma, pełna		25 x 3 mm	
Stal pomiedziowana	Okrągły, pełny <sup>c</sup>	Ø 14 mm		
	Okrągły, pełny <sup>d</sup>		Ø 8 mm	
	Okrągły, pełny <sup>d</sup>		Ø 10 mm	
	Okrągły, pełny		30 x 3 mm	
Stal nierdzewna <sup>e</sup>	Okrągły, pełny		Ø 10 mm	
	Okrągły, pełny	Ø 15 mm		
	Taśma, pełna		30 x 3,5 mm	

<sup>a</sup> Dopuszczalne są różne profile o przekroju poprzecznym 290 mm<sup>2</sup> i minimalnej grubości 3 mm, np. profile poprzeczne.  
<sup>b</sup> Należy osadzić w betonie na głębokości co najmniej 50 mm  
<sup>c</sup> Powłoka o zawartości miedzi równej 99,99% i o grubości co najmniej 250 µm.  
<sup>d</sup> Powłoka o zawartości miedzi równej 99,99% i o grubości co najmniej 70 µm.  
<sup>e</sup> Chrom ≥ 16%; nikiel ≥ 5%; molibden ≥ 2%; węgiel ≤ 0,08%

Tabela 2: Materiały, kształty i przekroje zgodnie z EN 62561-2

## Rozdział 3.3

### Izolowane systemy uziemień

Jeśli beton jest izolowany, to wówczas nie ma konieczności podłączania go do ziemi. Izolacja oznacza, że beton jest w znacznym stopniu suchy.

#### Jest tak, na przykład, w poniższych przypadkach:

- Izolacja obwodowa: Izolacja cieplna od spodu i na bocznych ścianach fundamentów
- Czarna wanna: Uszczelnienie z taśmy bitumicznej lub gruba powłoka bitumu modyfikowanego polimerem (KMB)
- Biała wanna: Beton nieprzepuszczający wody (WU) zgodny z DIN 206-1 i 1045-2, w jakości C25/30
- Słabo przewodzące elektrycznie warstwy ziemi, np. z materiału poddanego recyklingowi lub rozdrobnionego szkła

W takich przypadkach, należy dodatkowo wykonać uziom pierścieniowy na zewnątrz lub pod betonowym fundamentem. Ten uziom pierścieniowy połączony z ziemią jest podłączony do funkcjonalnego przewodu wyrównania potencjałów fundamentu.



Jeśli uziom jest zainstalowany pod płytą podłogową izolowanego fundamentu, to należy zachować następującą szerokość pętli:

- 10 x 10 m jeżeli przewidziana jest zewnętrzna ochrona odgromowa
- 20 x 20 m jeżeli nie jest przewidziana zewnętrzna ochrona odgromowa

**Uwaga**

*Z tego powodu w dużych budynkach system uziemiający musi być zainstalowany przed betonowaniem.*

## Rozdział 3.3.1

### Izolacja obwodowa

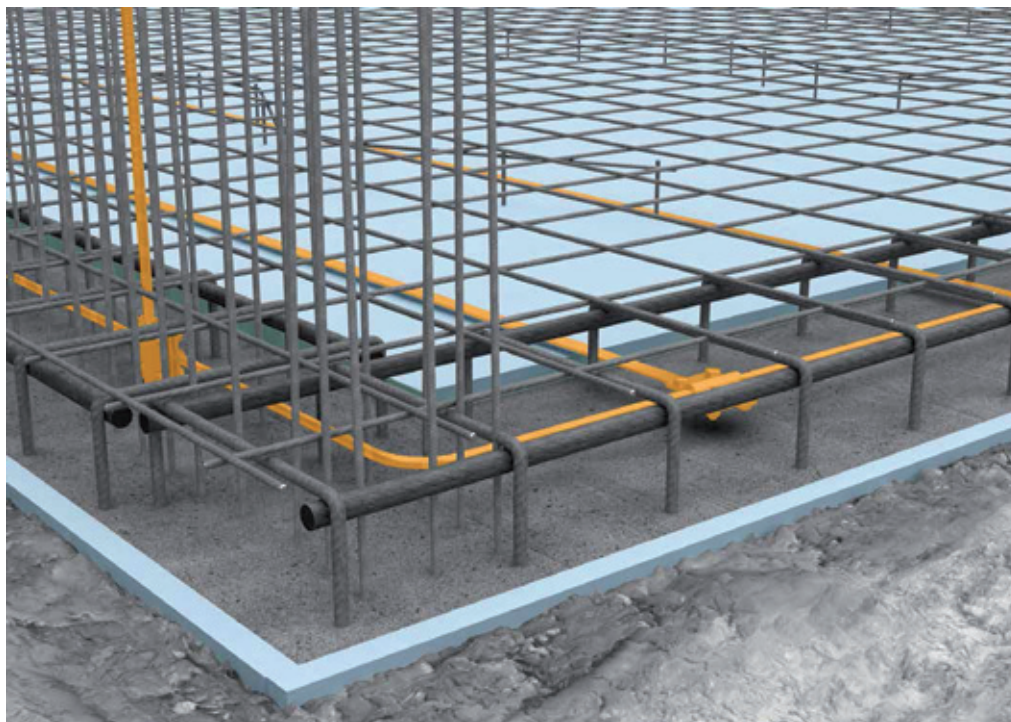
Izolację obwodową tworzy się z płyt termoizolacyjnych i stosuje się ją pod płytami podłogowymi i ścianami piwnic. Zastosowanie izolacji obwodowej nie tworzy połączenia elektrycznego pomiędzy betonowym fundamentem a ziemią.

#### **Izolacja obwodowa otaczająca ze wszystkich stron**

Jeśli wszystkie ściany, fundamenty i dno fundamentu są otoczone izolacją obwodową konstrukcji, wówczas funkcjonowanie uziomu fundamentowego będzie ograniczone lub nie wystąpi. Z tego powodu, przy izolowanych fundamentach, uziom pierścieniowy musi być zainstalowany tak, by stykał się z ziemią pod fundamentem i izolacją, co ma na celu zagwarantowanie zgodnego z normami funkcjonowania systemu uziemienia. Przed zainstalowaniem izolacji obwodowej, należy zamontować uziom ze stali nierdzewnej o jakości V4A (1.4404/1.4571).

#### **Izolacja obwodowa tylko na ścianach otaczających**

Jeśli izolacja obwodowa znajduje się tylko na otaczających ścianach, styk uziomu często jest nadal nienaruszony. Uziom fundamentowy można umieścić w betonie. W celu zapewnienia kontaktu z ziemią nie należy używać betonu nieprzepuszczającego wody (beton WU).

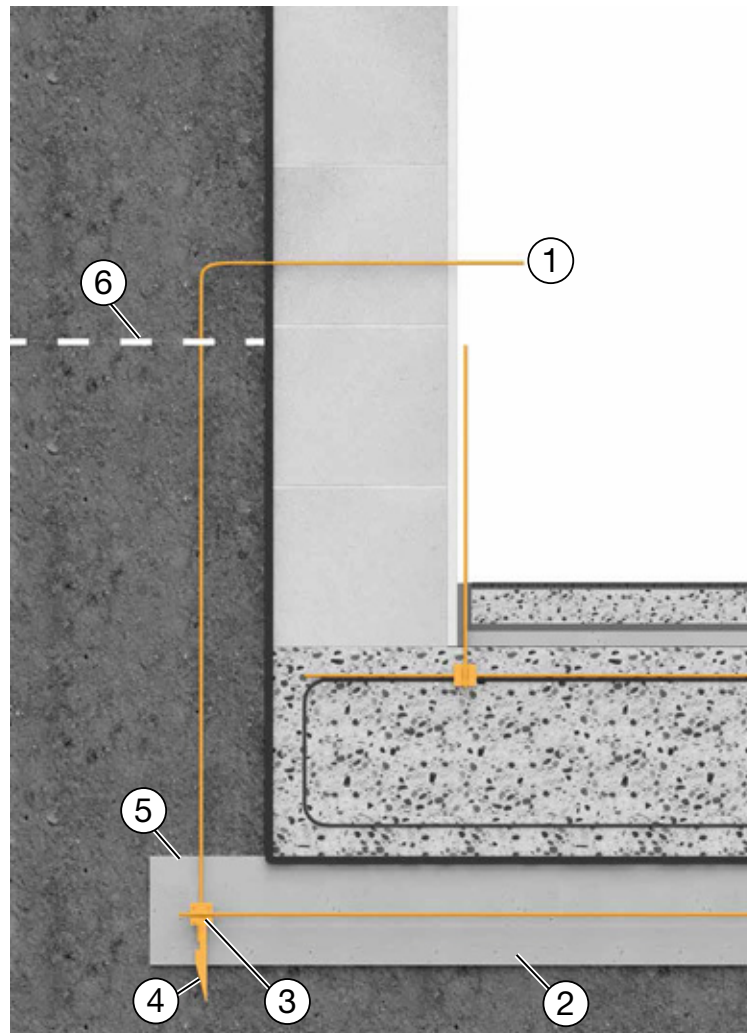


Rysunek 2: Izolowana płyta podłogowa (izolacja obwodowa, zaznaczono kolorem niebieskim)

## Rozdział 3.3.2

## Czarna wanna (uszczelnienie)

Jeśli powierzchnia budynku w kontakcie z ziemią jest otoczona ze wszystkich stron przez bitumiczne lub plastikowe uszczelnienie, to wówczas jest to „czarna wanna”. W tym przypadku, ze względu na to, że uziom fundamentowy nie ma kontaktu z ziemią, należy wykonać dodatkową kratkę uziomu pierścieniowego i funkcjonalny przewód instalacji wyrównawczej.



Rysunek 3: Czarna wanna

**Legenda:**

- ① Uchwyt przyłączeniowy, min. 1,5 m
- ② Warstwa zaślepiająca
- ③ Uziom pierścieniowy
- ④ Element dystansujący
- ⑤ Jako ochrona antykorozyjna służy min. 5 cm pokrycie betonowe
- ⑥ Maksymalny poziom wód gruntowych

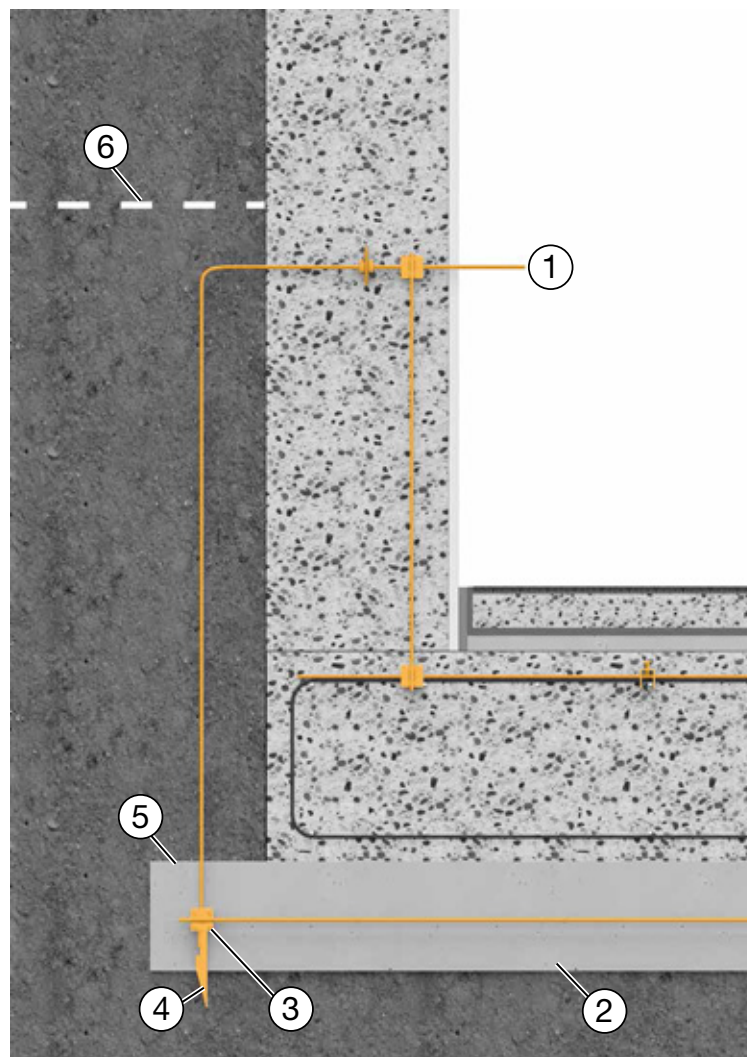
Uziom fundamentowy przy „czarnej wannie” służy do wyrównania potencjałów. Pod uszczelnieniem musi znajdować się drugi układ uziemiający z pętlą o co najmniej tej samej szerokości zainstalowany w warstwie zaślepiącej lub w ziemi. Oba systemy uziemiające powinny być ze sobą połączone. W budynkach bez systemu ochrony odgromowej maksymalny odstęp między połączeniami powinien wynosić 20 metrów wokół obrzeża budynku. Jeżeli zastosowano system ochrony odgromowej, to na każdym przewodzie odprowadzającym powinno być połączenie



## Rozdział 3.3.3

## Biała wanna (uszczelnienie)

„Biała wanna” jest konstrukcją składającą się z nieprzemakalnego betonu (beton WU), tzn. woda nie jest w stanie przeniknąć przez beton. Podobnie jak w przypadku „czarnej wanny”, nie ma połączenia pomiędzy ziemią a uziomem fundamentowym.



Rysunek 4: Uszczelnienie białe



## Legenda:

- ① Uchwyt przyłączeniowy, min. 1,5 m
- ② Warstwa zaślepiająca
- ③ Uziom pierścieniowy
- ④ Element dystansujący
- ⑤ Jako ochrona antykorozyjna służy min. 5 cm pokrycie betonowe
- ⑥ Maksymalny poziom wód gruntowych

W przypadku systemu odgromowego i fundamentu izolowanego, oba systemy uziemiające należy zainstalować:

- W fundamencie: Jeden uziom o szerokości pętli 20 x 20 m, zgodnie z normą dotyczącą uziomów fundamentowych DIN 18014.
- W ziemi: Jeden uziom o szerokości pętli 10 x 10 m, zgodnie z normą ochrony odgromowej EN 62305-3


Wprowadzenie uchwyty przyłączeniowych do budynku powinno znajdować się powyżej najwyższego poziomu wody gruntowej. Jeżeli ze względów konstrukcyjnych konieczne jest umieszczenie w obszarze wód gruntowych, to należy zastosować wodoszczelną ciśnieniową tuleję uszczelniającą. Zapobiega to kapilarnemu wnikanu wody do betonu.

Produkt	Typ	Numer artykułu	Grafika
Tuleja uszczelniająca przewodów okrągłych	DW RD10	2360 041	
Tuleja uszczelniająca przewodów płaskich	DW FL30x3.5	2360 043	



Rysunek 5: Mostkowanie połączeń ruchomych poprzez złącze dylatacyjne

W betonie, uziom fundamentowy nie może przebiegać bezpośrednio przez połączenia ruchome (dylatacje). Uchwyty przyłączeniowe powinny być np. wyprowadzone ze ściany i połączone poprzez elastyczne elementy mostkujące wykonane z miedzi lub aluminium o przekroju co najmniej 50 mm<sup>2</sup>. Dzięki temu, punkt połączenia można sprawdzić w dowolnym momencie za pomocą specjalnego złącza dylatacyjnego.

Produkt	Typ	Numer artykułu	Rysunek
Złącze dylatacyjne	1807	5016 142	
	Lub 1807 DB	Lub 5016 160	

## Rozdział 3.4

### Uziemienie ochrony odgromowej

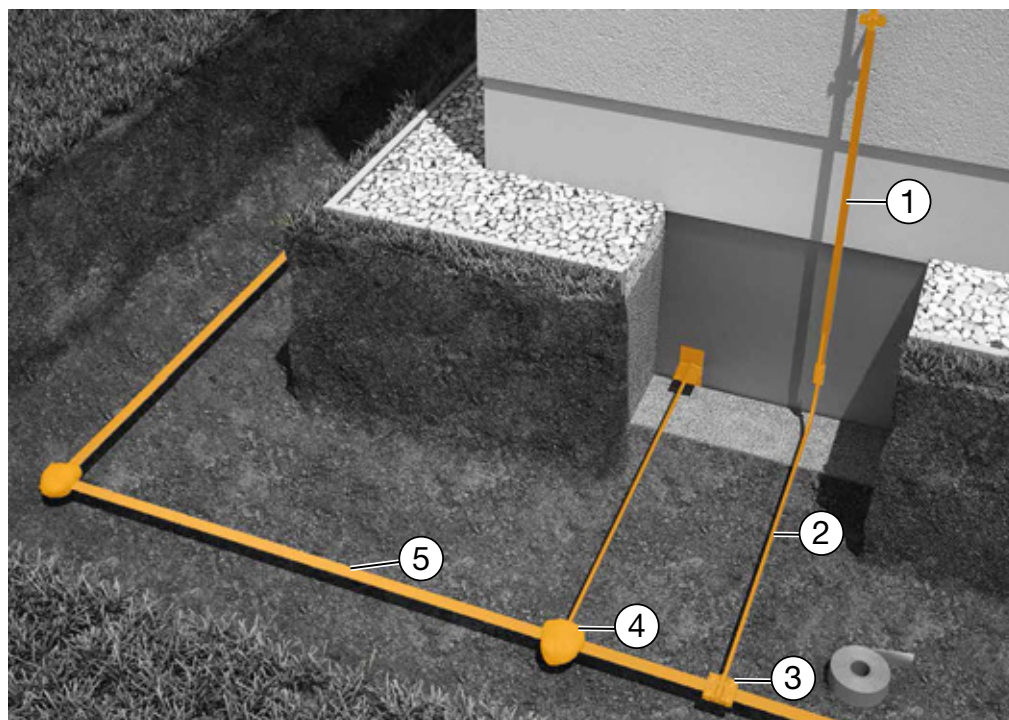
System uziemienia rozprzewadza prąd piorunowy w ziemi. Zalecana jest niska rezystancja uziemienia (poniżej  $10 \Omega$ ). W celu zminimalizowania różnic potencjału, wszystkie części systemu takie jak: ochrona odgromowa, zasilanie i systemy IT, muszą być podłączone do tego samego systemu uziemienia. W celu uniknięcia napięć udarowych, system uziemienia musi zatrzymywać prąd piorunowy w ziemi z niską rezystancją. Zewnętrzny system ochrony odgromowej jest podłączony z ziemią poprzez system uziemienia.

W przypadku uderzenia pioruna, zostanie zaindukowane wysokie napięcie w uziemieniu budynku. Wyładowanie tego napięcia obok budynku, wytwarza w gruncie lejek napięciowy, zagrażający ludziom znajdującym się ponad nim. W miejscach zgromadzeń większej liczby ludzi, te niebezpieczne różnice potencjałów należy zmniejszyć poprzez zainstalowanie dodatkowych równoległych i krótkowych przewodów wokół uziemienia fundamentu w postaci uziomów otokowych w gruncie (patrz rozdział 3.5 na stronie 14).

### Rozdział 3.4.1

#### Uziom otokowy

Uziom otokowy to zamknięty pierścień z taśmy lub przewodu okrągłego, utworzony w ziemi wokół konstrukcji. Ze względu na ochronę antykorozyjną norma dotycząca uziomu fundamentowego DIN 18014 przewiduje, że w ziemi instalować można tylko stal nierdzewną w jakości V4A (1.4404/1.4571).



Rysunek 6: Uziomy otokowe typu B

#### Legenda:

- ① Pręt wlotowy uziemienia
- ② Przewód okrągły
- ③ Złącze krzyżowe
- ④ Taśma antykorozyjna
- ⑤ Płaskownik (bednarka)

#### **Uwaga**

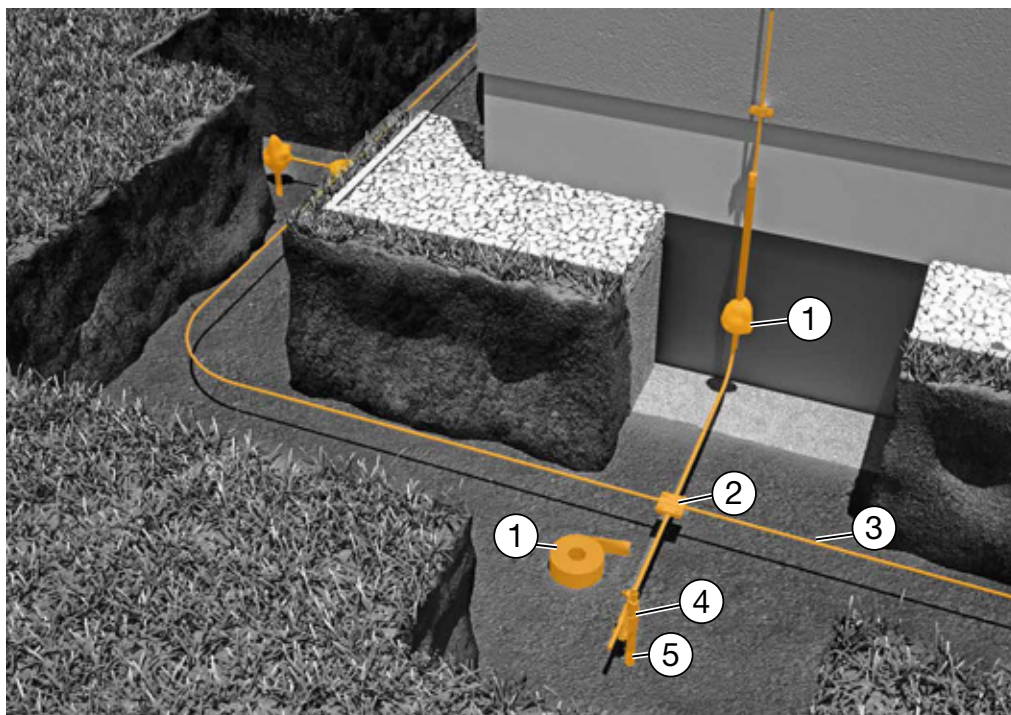
*Uziom otokowy powinien mieć bezpośredni kontakt z ziemią na co najmniej 80% swojej długości. Powinien być poprowadzony na głębokości co najmniej 0,5 m (głębokość przemarzania) i w odległości 1,0 m od budynku.*



## Rozdział 3.4.2

## Uziomy pionowe (wbijane)

Uziomy wbijane są mocowane pionowo w ziemi. Idealna głębokość montażu wynosi 9 m. Jest to głębokość, na której ziemia jest trwale wilgotna. Zapewnia to dobry kontakt z ziemią, i redukuje napięcie krokowe. Gdy zmierzona rezystancja wynosi poniżej  $10 \Omega$ , to można założyć, że głębokość instalacji jest wystarczająca. Większa głębokość montażu uziomy pionowego często tylko w niewielkim stopniu zmniejsza rezystancję uziemienia. Rezystancję uziemienia należy sprawdzić podczas montażu. Jeżeli przy wzrastającej głębokości instalacji rezystancja uziemienia nie zmniejsza się, to zaleca się równoległe zainstalowanie wielu uziomów pionowych. W celu zminimalizowania wzajemnego wpływu uziomów pionowych, odstępy między równoległymi uziomami muszą odpowiadać co najmniej długości zamontowanych uziomów.

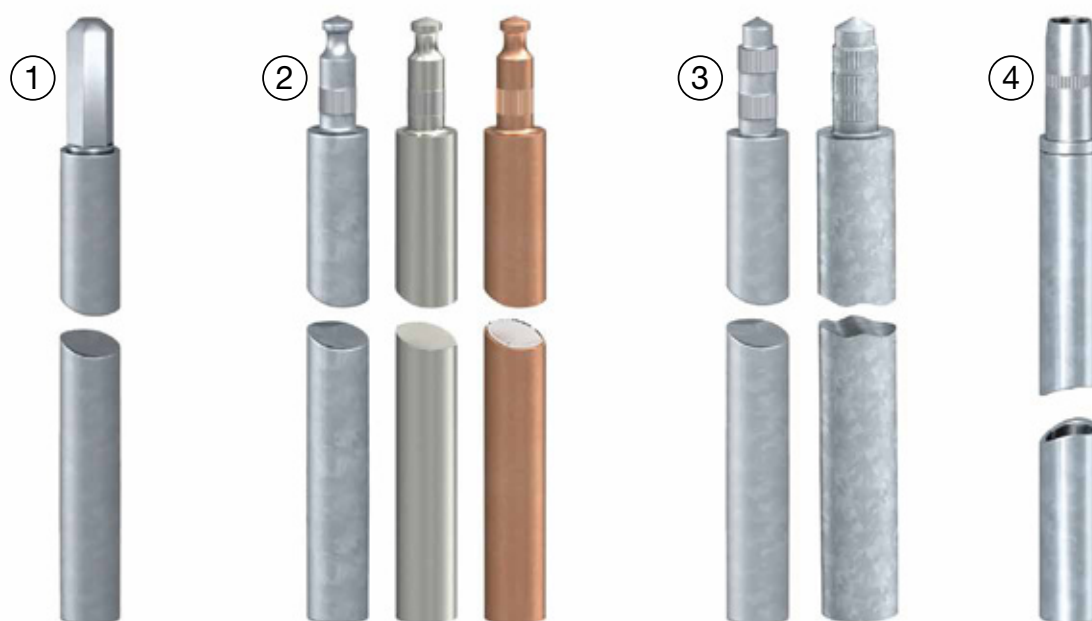


Rysunek 7: Typ A – uziomy pionowe z pierścieniowym wyrównaniem potencjałów

## Legenda:

- ① Taśma antykorozyjna
- ② Złącze krzyżowe
- ③ Przewód okrągły
- ④ Złącze uziomu pionowego
- ⑤ Uziom pionowy (wbijany)

OBO oferuje uziomy pionowe z różnych materiałów i w różnych wersjach.



Rysunek 8: Wersje uziomów pionowych (wbijanych)

Legenda	Typ	Opis
①	OMEX	Z wkładem z miękkiego metalu i hartowanym sześciokątnym kołkiem dla trudnych warunków glebowych
②	BP	Bardzo dobre właściwości stykowe dzięki wkładowi z miękkiego metalu w otworze wierniczym
③	Standard	Z podwójnym (Ø 20 mm) lub potrójnym wiązaniem (Ø 25 mm) do połączeń odpornych na skręcanie
④	Light Earth	Uziomy rurowe o bardzo niskiej wadze dla lekkich i średnich warunków gruntowych

Tabela 3: Przegląd wersji uziomów pionowych (wbijanych)

W ofercie firmy OBO znajdują się także pasujące głowice udarowe do młotów ręcznych oraz wkładki do młotów wibracyjnych.

**Uwaga**

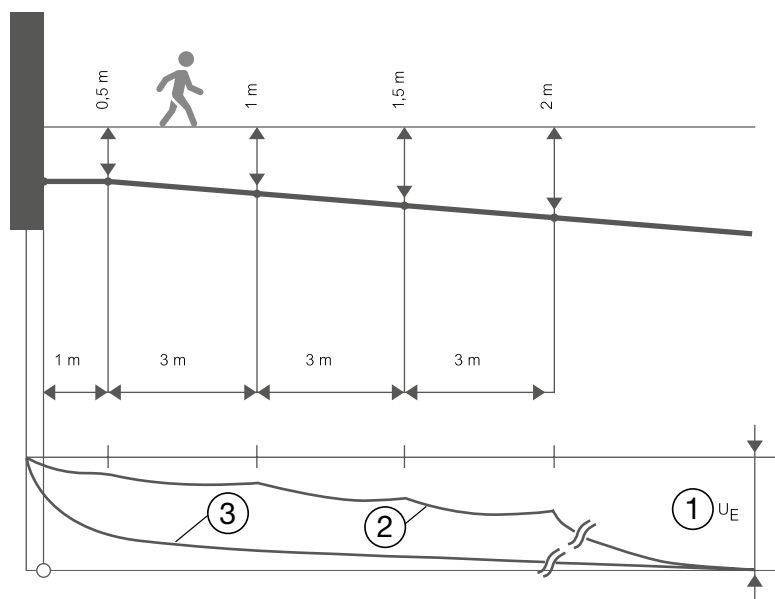
Poszczególne uziomy pionowe należy ze sobą połączyć i podłączyć do uziemienia budynku. Jeśli połączenie na zewnątrz budynku nie jest możliwe, to można je wykonać również w budynku (w piwnicy).

## Kontrola potencjału zapobiegająca napięciu krokowemu

Napięcie krokowe to napięcie między stopami osoby umieszczonymi w odległości 1 m od siebie. W tym przypadku prąd kompensacyjny przepływa przez ciało danej osoby od jednej stopy do drugiej. W celu zminimalizowania napięcia krokowego i ochrony ludzi, w pobliżu wejść lub przed wieżami widokowymi instalowany jest gęsto zapętłony system uziemiający. Prąd piorunowy jest rozprowadzany przez metalowy system uziemienia. Uziemienie kieruje prąd do ziemi, i redukuje spadek napięcia na powierzchni ziemi oraz powstałe napięcie krokowe. W tym przypadku jako materiał należy stosować stal nierdzewną o jakości V4A (1.4404/1.4571)

### Opcja 1: Kontrola potencjału poprzez uziomy otokowe

Dodatkowe uziomy otokowe są układane wokół uziomu fundamentowego i połączone ze sobą w formie kratki. Wraz ze wzrostem odległości od pręta lub przewodu odprowadzającego, uziom otokowy jest prowadzony o 0,5 m głębiej przy zwykłym odstępie 3 m.



Rysunek 9: Kontrola potencjału na słupie oświetlenia ulicznego

#### Legenda:

- ① Napięcie uziemienia  $U_E$
- ② Kontrolowane
- ③ Niekontrolowane, bez kontroli potencjału

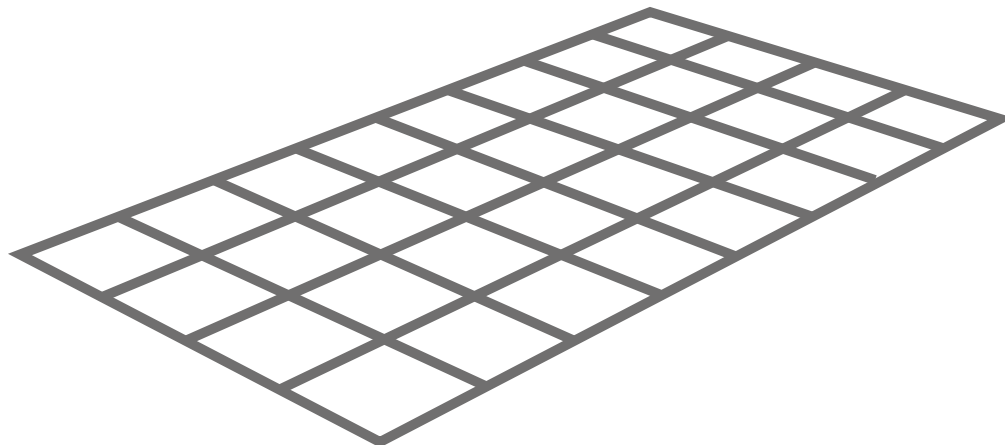
### Opcja 2: Kontrola potencjału poprzez kratę

W miejscach bezpieczeństwa lub przystankach transportowych zaleca się zastosować kontrolę potencjału poprzez gęstą metalową kratę. Kratę instaluje się na małej głębokości (maks. 0,25 m) pod powierzchnią ziemi. Metalowe pręty kraty powinny mieć średnicę min. 3 mm i a maksymalna szerokość oka kratki powinna wynosić 0,25 x 0,25 m. W celu zminimalizowania korozji w ziemi, konieczne jest zastosowanie wysokiej jakości stali nierdzewnej V4A (1.4404/1.4571). Kraty są ze sobą skręcane za pomocą złącz i podłączane do istniejącego systemu uziemiającego. Kratka o małych oczkach znacznie zmniejsza napięcie krokowe na metr i zmniejsza zagrożenie dla ludzi.



**Uwaga**

Niemniej jednak bezpośrednio na końcu kraty istnieje możliwość wystąpienia niebezpiecznych napięć krokowych. W tym przypadku należy podjąć dodatkowe środki kontroli potencjału.

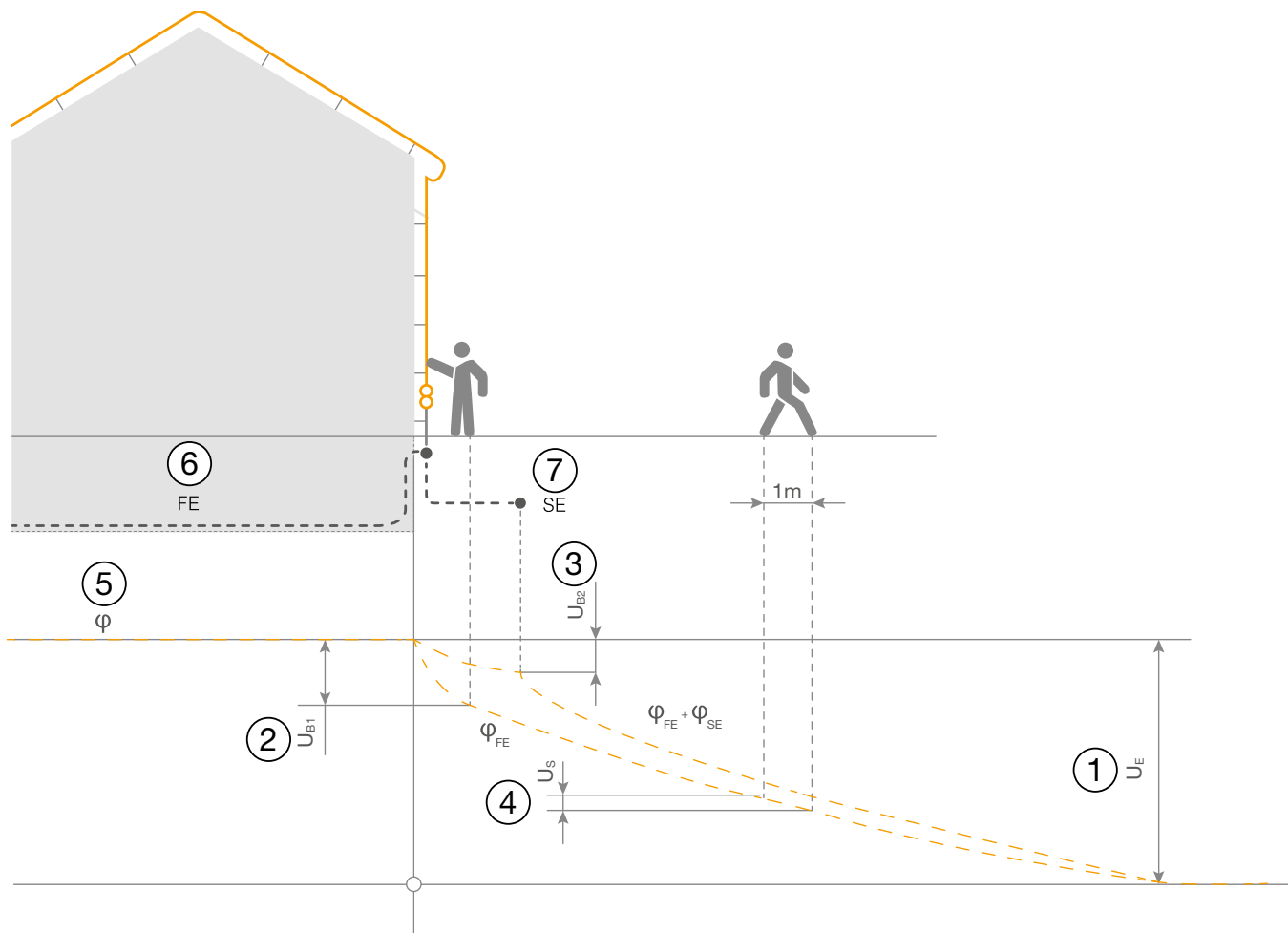


Rysunek 10: Krata do kontroli potencjału

## Rozdział 3.6

## Napięcie dotykowe

W przypadku wystąpienia uderzenia pioruna, prąd piorunowy jest kierowany przez przewody odprowadzające do systemu uziemienia i ziemi. Rezystancja przewodu odprowadzającego i ziemi powoduje spadek napięcia, który może prowadzić do tak zwanego napięcia dotykowego. Napięcie dotykowe to napięcie między elementem (na przykład przewodem odprowadzającym) a potencjałem ziemi. Prąd przepływa od ręki do stopy przez ciało. Potencjalne zagrożenie należy zmniejszyć za pomocą środków technicznych, np. uziom kontrolny.



Rysunek 11: Potencjał elektryczny na powierzchni ziemi i napięcia w momencie przejścia prądu przez uziom fundamentowy (FE) i uziom kontrolny (SE)

## Legenda:

- ①  $U_E$ : Napięcie uziemienia
- ②  $U_{B1}$ : Napięcie dotykowe bez kontroli potencjału (na uziemiu fundamentowym)
- ③  $U_{B2}$ : Napięcie dotykowe z kontrolą potencjału (uziom fundamentowy i uziom kontrolny)
- ④  $U_S$ : Napięcie krokowe (bez uziomu kontrolnego)
- ⑤  $\varphi$ : Potencjał powierzchni ziemi
- ⑥ FE: Uziom fundamentowy
- ⑦ SE: Uziomy kontrolne (uziomy otokowe)


**Uwaga**

Jeżeli nie jest możliwe zastosowanie uziomu kontrolnego lub izolacji wokół przewodu odprowadzającego, to należy utworzyć bariery lub zamieścić znak ostrzegawczy.

## Rozdział 3.7

## Znakowanie uchwytów przyłączeniowych

W trakcie budowy metalowe uchwyty przyłączeniowe oraz wszelkie wystające elementy stwarzają ryzyko obrażeń u ludzi. Z tego powodu, system uziemienia w czasie budowy należy wyraźnie oznaczać (DIN 18014).

Produkt	Typ	Numer artykułu	Rysunek
Nasadki ochronne płaskowników i przewodów okrągłych, odblaskowe	ProtectionBall	5018 014	

## Rozdział 3.8

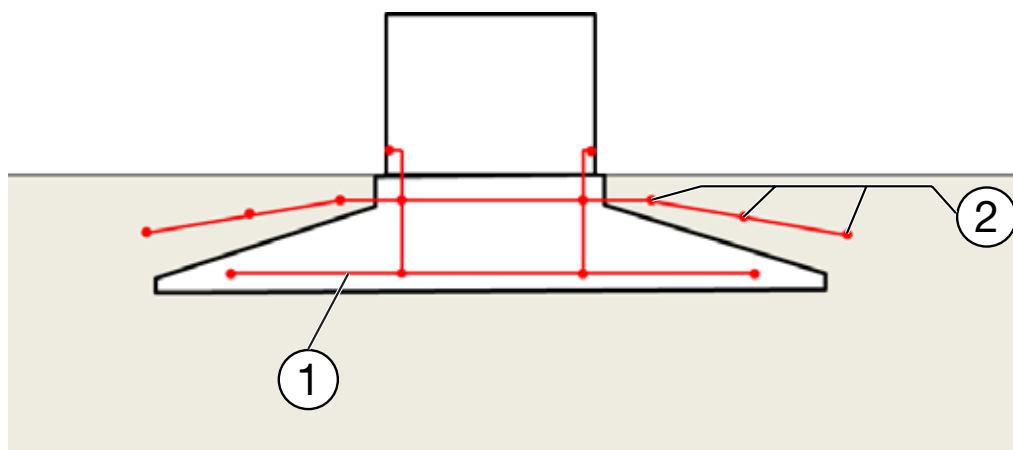
## Systemy uziemiające elektrowni wiatrowych

System uziemienia stanowi podstawę zabezpieczenia ludzi oraz pracy każdego układu elektrycznego, a także jest podstawą systemu ochrony odgromowej. Główna szyna wyrównania potencjałów tworzy połączenie systemu uziemienia z instalacjami elektrycznymi oraz elementami ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej. W przypadku uderzenia pioruna w elektrownię wiatrową (WPP), system uziemienia musi rozprzewadzać prądy do ziemi przy niskiej impedancji. EN 61400-24 szczegółowo opisuje ochronę odgromową elektrowni wiatrowych.

Jeśli przy podstawie wieży lub w bezpośrednim jej sąsiedztwie znajduje się stacja transformatorowa, to należy wziąć pod uwagę możliwe napięcia zwarciovowe. Połączone systemy uziemiające wieży i stacji transformatorowej nie mogą przekroczyć wartości  $10 \Omega$ . Jeśli wartość ta zostanie przekroczona, to należy zastosować dodatkowe uziomy pionowe lub otokowe. Ponadto należy zagwarantować środki ochronne i warunki wyłączania instalacji elektrycznej.

**Uwaga**

*W farmach wiatrowych każda wieża musi mieć swój własny system uziemiający, nawet jeśli jest połączona z systemem uziemienia pozostałych wież.*



Rysunek 12: Uziomy fundamentowe i otokowe elektrowni wiatrowej

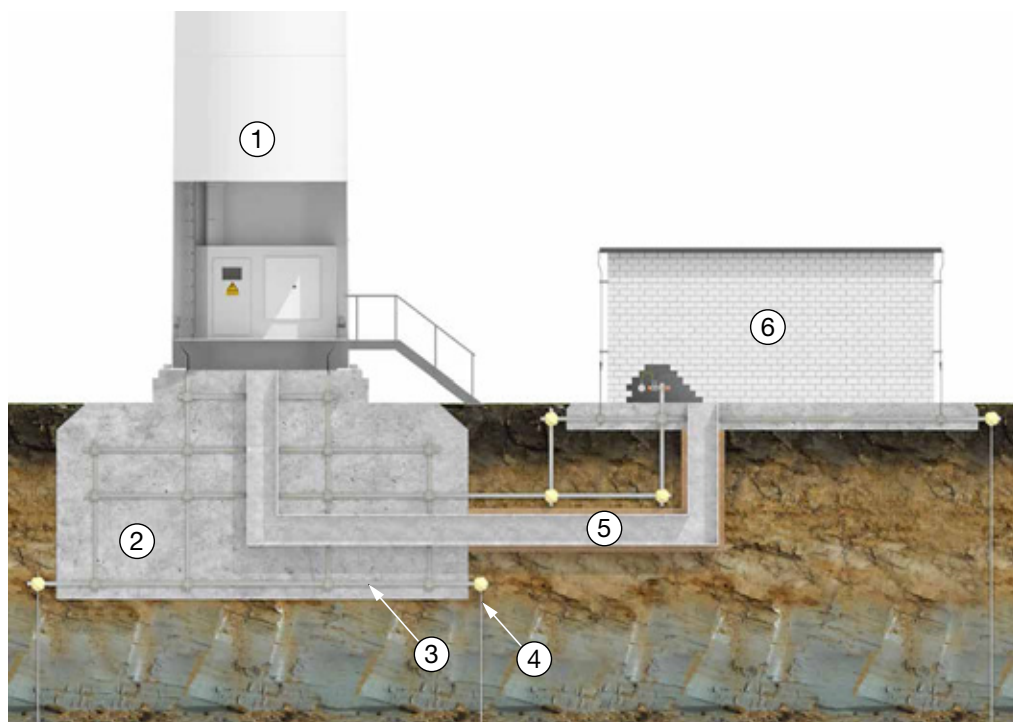
**Legenda:**

1. Uziom fundamentowy
2. Uziom otokowy





Rysunek 13: System uziemienia elektrowni wiatrowej



Rysunek 14: System uziemienia elektrowni wiatrowej i dodatkowego budynku

#### Legenda:

1. Wieża
2. Fundament żelbetowy
3. Kratka uziemiająca w fundamencie betonowym
4. Pręt uziemiający i uziom otokowy
5. Kanał kablowy
6. Dodatkowy budynek

Niebezpiecznym napięciom krokowym i dotykowym można zapobiec poprzez zastosowanie uziomu otokowego, który kontroluje potencjał. Systemy uziemiające w ziemi muszą być wykonane ze stali nierdzewnej o jakości V4A (1.4404/1.4571). EN 61400-24 dostarcza informacji na ten temat i odnosi się do IEC 60479.

Zgodnie z normą ochrony odgromowej dla elektrowni wiatrowych EN 61640-24, wszystkie metalowe konstrukcje i instalacje elektrowni wiatrowych (WPP) muszą być połączone z instalacją wyrównania potencjałów ochrony odgromowej w sposób bezpośredni lub przy użyciu odpowiednich przewodów zgodnie z EN 62305.

Norma ochrony odgromowej EN 62305-3 określa uziomy typu A i typu B.

**Dla elektrowni wiatrowych (WPP) ustalenia te opisano w następujący sposób:**

**Uziemienie, typ A:**

Zgodnie z normą EN 61400-24 Załącznik I, uziemienie typu A nie może być stosowane w układach uziemiających elektrowni wiatrowych, jest dopuszczalny tylko w przypadku dodatkowych budynków, np. biur mieszkaniowych lub urządzeń pomiarowych. Układ uziemiający typu A składa się z poziomych i/lub pionowych uziomów, które są połączone z co najmniej dwoma przewodami odprowadzającymi budynku.

**Uziemienie, typ B:**

Zgodnie z normą EN 61400-24 Załącznik I, w układach uziemiających elektrowni wiatrowych należy stosować układ typu B. Składa się on z uziomu otokowego w ziemi lub z układu uziemiającego jako uziomu fundamentowego. Układ uziemienia należy podłączyć do wieży elektrowni wiatrowej. Ponadto, system uziemienia wieży oraz istniejący budynek operacyjny muszą być połączone poprzez kratownicową sieć uziemienia. Ten system uziemiający, połączony na dużym obszarze, minimalizuje różnice potencjałów.

**Uwaga**

*W celu ochrony ludzi i zmniejszenia napięcia krokowego, w strefie wejściowej musi znajdować się dodatkowa kontrola potencjałów (uziom otokowy).*

## Rozdział 4. Dokumentacja

Aktualna norma niemiecka dotycząca uziomów fundamentowych – DIN 18 014, a także norma bezpieczeństwa dla montażu niskonapięciowych systemów IEC 60364-6 wymagają utworzenia dokumentacji. Zalecamy ze względów bezpieczeństwa korzystanie z tych wymagań.

### **Dokumentacja musi zawierać następujące elementy:**

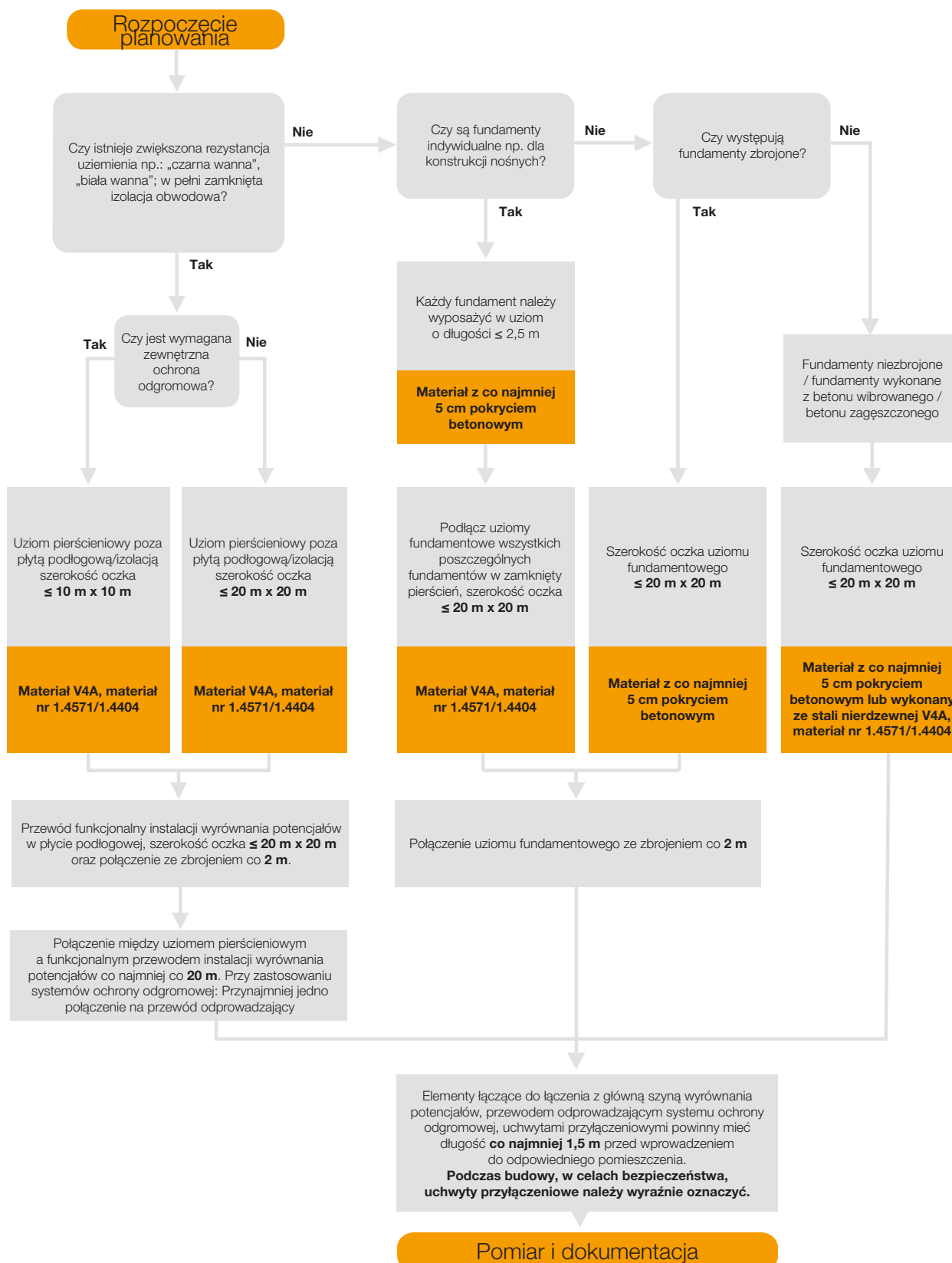
- Plany i wersje uchwytów połączeniowych
- Szczegółowe fotografie zainstalowanego układu uziemiającego.
- Wyniki pomiarów ciągłości
- Wyniki pomiarów rezystancji uziemienia

### **Uwaga**

*Rezystancja pomiędzy elementami łączącymi musi wynosić  $\leq 0,2 \Omega$ . Po raz pierwszy rezystancję należy zmierzyć przed betonowaniem.*

## Rozdział 5. Pomoc przy doborze

Pomoc przy doborze systemów uziemienia zgodnie z normami DIN 18014 i EN 62305-3:



Rysunek 15: Źródło: Pomoc przy doborze uziemienia.



## Rozdział 6.

### Wnioski

System uziemienia stanowi podstawę całego układu elektrycznego. Wraz z systemem wyrównania potencjałów powstaje połączenie przewodzące i niskoprądowe z gruntem. Różnice napięcia między połączonymi elementami są zwarte i powstaje potencjał odniesienia. Warunki bezpieczeństwa i systemy wyłączania spełniają swoją funkcję tylko wtedy, gdy system jest prawidłowo zaprojektowany i wykonany.

Instalacja musi być poprawnie zaplanowana, a także sprawdzona i udokumentowana. Poprzez regularną konserwację i pomiary należy zapewnić ciągłość działania ochronnego systemu uziemienia. Oprócz aktualnego stanu techniki i określonych norm, należy także przestrzegać wymagań lokalnego zakładu energetycznego.

Prawidłowo zainstalowany system uziemiający wraz z urządzeniami ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej minimalizuje uszkodzenia i awarie.

Dodatkowe informacje na temat tworzenia uziomów fundamentowych i pierścieniowych zgodnie z DIN 18014 oraz EN 62305-3 można znaleźć w ulotce „Pomoc przy doborze uziomów fundamentowych i pierścieniowych zgodnie z EN 62305 oraz DIN 18014” na stronie internetowej [https://obo.pl/media/Dobor\\_elementow\\_systemu\\_uziemien\\_fundamentowych.pdf](https://obo.pl/media/Dobor_elementow_systemu_uziemien_fundamentowych.pdf).

## Rozdział 7.

### Literatura

#### **Norma ochrony odgromowej:**

- EN 62305

#### **Norma elementów ochrony odgromowej:**

- EN 62561-2

#### **Instalacje elektryczne niskiego napięcia**

- IEC 60634 Instalacje elektryczne niskiego napięcia
- IEC 60634-4-41 Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- IEC 60634-5-534 Urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej
- IEC 60634-5-54 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego
- EN 50310 Połączenia wyrównawcze i uziemiające w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym

#### **Systemy uziemiające i przewody ochronne**

- DIN 18014 Uziomy fundamentowe
- DIN 18015-1 Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych

#### **Elektrownie wiatrowe**

- EN 61400-24 Ochrona odgromowa elektrowni wiatrowych

## **OBO BETTERMANN Polska Sp. z o.o.**

ul. Gierdziejewskiego 7

02-495 Warszawa

Tel. (22) 101 14 00 • (22) 101 14 10

Fax (22) 101 14 01 • (22) 101 14 02

Tel. kom. 600 082 403, 600 082 407, 664 453 904, 668 446 566

### **Biura Regionalne:**

Gdańsk: Tel. kom. 600 082 406

Katowice: Tel. kom. 600 082 405, 602 716 944

Poznań: Tel. kom. 600 082 409, 662 171 623

Wrocław: Tel. kom. 600 082 408

[www.obo.pl](http://www.obo.pl)

**THINK CONNECTED.**