



Załącznik do Zarządzenia nr 119/2021


Standard techniczny nr 11/2015 budowy układów
uziomowych w sieci dystrybucyjnej
TAURON Dystrybucja S.A.
(wersja trzecia)

Kraków, grudzień 2021 r.

Opiniowanie z ramienia TD S.A.	1. Andrzej Jakubas	Oddział w Częstochowie	Podpis przedstawiciela Zespołu: 14.10.2021  Anna Mikołajczyk Podpisany przez: Mikołajczyk Anna
	2. Krzysztof Jura	Oddział w Gliwicach	
	3. Wojciech Sapalski	Oddział w Wałbrzychu	
	4. Krzysztof Sobolewski	Oddział w Będzinie	
	5. Anna Mikołajczyk	Centrala	
Sprawdził:	Zdzisław Koszkuł	Kierownik Biura Standaryzacji	14.10.2021  Zdzisław Koszkuł Podpisany przez: Koszkuł Zdzisław

Sprawdził pod względem formalno-prawnym:	Małgorzata Lisiak-Wańczyk	Radca Prawny	15.10.2021  Małgorzata Lisiak-Wańczyk Podpisany przez: Lisiak-Wańczyk Małgorzata
--	---------------------------	--------------	--

Uzgodnił:	Izabela Gajecka	Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci	09.12.2021  Izabela Gajecka Podpisany przez: Gajecka Izabela
-----------	-----------------	--	--

Zaakceptował:	Waldemar Skomudek	Wiceprezes Zarządu ds. Operatora	09.12.2021  Waldemar Skomudek Podpisany przez: Skomudek Waldemar
---------------	-------------------	----------------------------------	--

Odpowiedzialny za aktualizację:	Biuro Standaryzacji		
---------------------------------	---------------------	--	--

Spis treści

1.	Podstawa opracowania	6
2.	Cel i zakres stosowania	6
3.	Opis zmian	6
4.	Definicje i skróty nazw technicznych	7
4.1.	Definicje nazw technicznych	7
4.2.	Skróty nazw technicznych	11
4.3.	Oznaczenia wielkości fizycznych	12
5.	Układ uziomowy - zagadnienia ogólne	12
5.1.	Ogólny opis elementów układu uziomowego	12
5.1.1.	Zadania, funkcje i rodzaje	12
5.2.	Elementy układu uziomowego stosowane przez TD S.A.: konstrukcja, minimalne wymiary oraz materiał wykonania	13
5.2.1.	Uziom pionowy prętowy	13
5.2.1.1.	Uziom pionowy prętowy stalowy cynkowany ogniowo – StZn	13
5.2.1.2.	Uziom pionowy prętowy stalowy miedziowany elektrolitycznie – StCu	14
5.2.1.3.	Uziom pionowy prętowy miedziany Cu z aktywatorem chemicznym	15
5.2.1.4.	Grot uziomu pionowego prętowego	15
5.2.1.5.	Złączki gwintowane	16
5.2.1.6.	Pasta antykorozyjno-przewodząca	16
5.2.2.	Uziom poziomy (prostoliniowy, promieniowy, kratowy, kratownicowy, otokowy, pierścieniowy)	16
5.2.2.1.	Taśma uziomu poziomego (płaskownik/bednarka)	16
5.2.2.2.	Drut uziomu poziomego	17
5.2.2.3.	Uziom kratownicowy (kratownica)	17
5.2.2.4.	Uziom kratowy	17
5.2.3.	Uziom płytowy stalowy (pionowy lub poziomy)	17
5.2.4.	Połączenia elementów układu uziomowego	18
5.2.4.1.	Połączenie rozłączne - uchwyt krzyżowy	18
5.2.4.2.	Połączenie nierozłączne - połączenie egzotermiczne	18
5.2.4.3.	Połączenie nierozłączne - spawane	19
5.2.5.	Studzienka kontrolno-pomiarowa (probiercza) SKP	19
5.2.6.	Substancje zmniejszające rezystancję uziemienia SZRU	20
5.2.7.	Dodatkowe zabezpieczenie antykorozyjne połączeń – taśma Denso	20
5.2.8.	Przewody uziemiające	21
6.	Stacje elektroenergetyczne WN/SN i SN/SN	23
6.1.	Przeznaczenie układu uziomowego na stacjach WN/SN i SN/SN	23
6.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy w stacjach elektroenergetycznych WN/SN i SN/SN	23
6.3.	Zasady budowy układu uziomowego w stacjach WN/SN i SN/SN	23

6.3.1.	Zasady budowy układu uziomowego w rozdzielniach napowietrznych WN/SN i SN/SN	23
6.3.2.	Zasady budowy układu uziomowego w rozdzielniach wewnętrznych WN/SN i SN/SN	27
7.	Uziemienie stacji elektroenergetycznych SN/nN	27
7.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w stacjach SN/nN	27
7.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy stacji elektroenergetycznych SN/nN	28
7.3.	Zasady budowy wspólnego układu uziomowego dla urządzeń SN i nN w stacjach SN/nN	28
7.3.1.	Zasady budowy układu uziomowego dla stacji słupowych [N4, N8]	28
7.3.2.	Zasady budowy układu uziomowego dla stacji wewnętrznych wolnostojących [N4, N8]	30
7.3.3.	Zasady budowy układu uziomowego dla stacji transformatorowych SN/nN w pomieszczeniach budynków [N4, N8]	33
7.4.	Zasady budowy rozdzielonego układu uziomowego dla urządzeń SN i nN w stacjach SN/nN	34
8.	Uziemienie złącza ZK-SN	37
8.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w złączach ZK-SN	37
8.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy złącza ZK-SN	37
8.3.	Zasady budowy uziemień dla złącza ZK-SN	38
9.	Uziemienie linii elektroenergetycznych WN	39
9.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w liniach WN	39
9.2.	Rodzaj uziomów stosowanych w liniach WN	39
9.3.	Zasady budowy uziemień linii WN [T3, N5]	40
10.	Uziemienie linii elektroenergetycznych SN	42
10.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w liniach SN	42
10.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy linii SN	42
10.3.	Zasady budowy instalacji uziemiającej w liniach SN [T3, N5]	42
11.	Uziemienie słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową	43
11.1.	Przeznaczenie układu uziomowego dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową	43
11.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową	44
11.3.	Zasady budowy instalacji uziemiającej dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową	44
12.	Uziemienie linii elektroenergetycznych nN i zestawów złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN	45
12.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN	45
12.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy linii nN i dla zestawów złączowych nN oraz złączowo-pomiarowych nN	45
12.3.	Zasady budowy instalacji uziemiającej w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN	46
13.	Uziemienie stacji bazowych typu TETRA na terenie GPZ-tu	46
13.1.	Przeznaczenie układu uziomowego w stacjach bazowych typu TETRA	46
13.2.	Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy w stacjach bazowych typu TETRA	47
13.3.	Zasady budowy instalacji uziemiającej w stacjach bazowych typu TETRA	47

14.	Zestawienie tabelaryczne materiałów dopuszczonych do budowania układów uziomowych na poszczególnych obiektach elektroenergetycznych w TD S.A.	50
15.	Gwarancja Wykonawcy na zrealizowany układ uziomowy	51
16.	Postanowienia końcowe	51
17.	Załączniki	51

1. Podstawa opracowania

Podstawą dla opracowania Standardu są:

- dokumenty związane i normy wg Załącznika nr 1,
- literatura techniczna w przedmiotowym zakresie,
- praktyka eksploatacyjna.

2. Cel i zakres stosowania

- 2.1. Standard techniczny nr 11/2015 budowy układów uziomowych w sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A. (**wersja trzecia**) (dalej: Standard) ma na celu ujednoczenie zasad oraz określenie wymagań technicznych dla budowy uziomów oraz układów uziomowych w budowanych i modernizowanych obiektach sieci elektroenergetycznej dla napięć WN, SN i nN.
- 2.2. Standard obowiązuje od dnia jego wprowadzenia stosownym Zarządzeniem Prezesa Zarządu TAURON Dystrybucja S.A. (dalej: TD S.A.) i powinien być stosowany w przypadkach: budowy, modernizacji oraz naprawy istniejących układów uziomowych.
- 2.3. Rozwiązania odbiegające od wymagań zawartych w Standardzie powinny uzyskać akceptację komórki merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji w TD S.A., zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie procedurami.
- 2.4. Do zmiany Załączników do Standardu upoważniony jest Dyrektor Departamentu, Inwestycji i Rozwoju Sieci, o ile zmiany te nie stoją w sprzeczności z przepisami prawa oraz obowiązującymi regulacjami wewnętrznymi lub wewnątrz korporacyjnymi. Wskazane wyżej zmiany nie stanowią zmiany Standardu. Projekty zmian Załączników opracowuje i przedstawia wyżej przywołanemu Dyrektorowi Departamentu, Kierownik lub upoważniony przez niego pracownik komórki merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji. Osoby te są zobowiązane przekazać zmienione i zaakceptowane Załączniki do Biura Zarządu celem ich opublikowania w TAURONECIE.
- 2.5. W sprawach, w których przed dniem wejścia w życie Standardu zawarto umowę, opracowano projekt w oparciu o zawartą umowę – albo w inny sposób powołano się na dotychczas obowiązujące zasady, stosuje się te dotychczasowe zasady, chyba że strony umówią się na zastosowanie Standardu.
- 2.6. Jeżeli wymagania Standardu są bardziej rygorystyczne aniżeli wymagania wynikające z przepisów powszechnie obowiązujących i norm, to należy stosować się do wymagań Standardu.
- 2.7. W przypadkach, w których Standard odwołuje się do treści innych Standardów technicznych, a Standardy te uległy zmianie (zmiana numeru, tytułu, treści), należy stosować wymagania określone w aktualnych i obowiązujących Standardach technicznych, z zastrzeżeniem jak w punkcie 2.5.
- 2.8. Użyte w niniejszym dokumencie stwierdzenia „*powinien*” i „*należy*” są tożsame i oznaczają obligatoryjną konieczność zastosowania danego wymagania. Stwierdzenie „*zaleca się*”, wskazuje na rozwiązania zapewniające największą skuteczność, a o zastosowaniu tego rozwiązania decyduje projektant uwzględniając czynniki związane z projektowaniem i wykonaniem układu uziomowego oraz zapewnieniem kryteriów skuteczności ochrony przed porażeniem.

3. Opis zmian

Wersja trzecia.

Szczegółowy zakres zmian przedstawiono w „Karcie aktualizacji Standardu” stanowiącej odrębny dokument i przechowywanej w komórce merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji.

4. Definicje i skróty nazw technicznych

4.1. Definicje nazw technicznych

Poniżej zamieszczone terminy i ich definicje opracowano na podstawie norm [N4, N7, N12]¹, dokumentów [T1, T2, T3], literatury technicznej [L3, L4] oraz aktów prawnych [U1].

Certyfikat (zgodności) – dokument wydany przez jednostkę notyfikowaną, potwierdzający, że wyrób, projekt wyrobu lub proces jego wytwarzania są zgodne z wymaganiami.

Certyfikacja – działalność jednostki oceniającej zgodność, wykazującej, że należycie zidentyfikowany wyrób, projekt wyrobu lub proces jego wytwarzania są zgodne z wymaganiami.

Czas trwania prądu zakłóceniewego t_f – czas, w którym występuje prąd zakłóceniewy.

Część czynna – przewód lub inna część przewodząca przeznaczona do pracy pod napięciem w warunkach normalnych, w tym przewód neutralny, lecz umownie z wyjątkiem przewodów PEN, PEM lub PEL .

Część przewodząca dostępna – część przewodząca urządzenia, której można dotknąć, nie będąca normalnie pod napięciem i która może się znaleźć pod napięciem, gdy zawiedzie izolacja podstawowa.

Część przewodząca obca – część przewodząca, nie będąca częścią instalacji elektrycznej i zdolna do wprowadzenia potencjału elektrycznego, zwykle potencjału ziemi lokalnej do rozpatrywanego miejsca lub pomieszczenia².

Deklaracja zgodności – oświadczenie producenta, instalatora lub ich upoważnionego przedstawiciela albo prywatnego importera, na ich wyłączną odpowiedzialność, że wyrób jest zgodny z wymaganiami.

Głębokość przemarzania gruntu h_z – maksymalna pionowa odległość od powierzchni gruntu, do której w danej lokalizacji docierają temperatury ujemne i występuje okresowe zamarzanie gruntu.

Główna Szyna Uziemiająca GSU (wyrównawcza) – szyna łącząca różnego rodzaju przewody ochronne z przewodami uziemiającymi.

Impedancja uziemienia – impedancja przy danej częstotliwości, między określonym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a ziemią odniesienia.

Instalacja uziemiająca (uziemienie) – zespół wszystkich połączeń elektrycznych i elementów służących do uziemienia sieci, instalacji lub urządzenia.

Napięcie dotykowe rażeniowe (rzeczywiste) U_T – napięcie na ciele człowieka, które może się pojawić w czasie trwania rzeczywistego zwarcia, wywołane przepływem prądu rażeniowego.

Napięcie U_{Tp} – największa dopuszczalna wartość napięcia dotykowego rażeniowego U_T zależna od czasu trwania zwarcia doziemnego t_f .

Napięcie uziomowe U_E , napięcie przewodu uziemiającego – napięcie występujące pomiędzy instalacją uziemiającą a ziemią odniesienia.

¹ Oznaczenie odwołania do dokumentów wyspecyfikowanych w Załączniku nr 1: litera oznacza rodzaj dokumentu, numer oznacza kolejną pozycję w spisie dla danego rodzaju dokumentu.

² Może to być np. metalowa konstrukcja budowlana, metalowy rurociąg, metalowa ściana lub podłoga

Największe dopuszczalne napięcie zakłóceniove (uszkodzeniowe) U_F – wartość dopuszczalna napięcia zakłóceniovego (uziomowego) spowodowanego doziemieniem po stronie wysokiego napięcia w stacjach transformatorowych, mogącego stwarzać zagrożenie przy urządzeniach w instalacjach niskiego napięcia zasilanych z tych stacji.

Najwyższe napięcie (NN) – napięcie znamionowe wyższe od 110 kV.

Niskie napięcie (nN) – napięcie znamionowe nie wyższe niż 1 kV.

Notyfikacja – zgłoszenie Komisji Europejskiej i państwom członkowskim Unii Europejskiej autoryzowanych jednostek oceniających zgodność właściwych do wykonania czynności określonych w procedurach oceny zgodności.

Miejsca często uczęszczane – podwórza, stadiony, boiska sportowe, kąpieliska, plaże, kempingi i inne tereny rekreacyjne, biwaki, zakłady przemysłowe, place miejskie, ogródki działkowe i parki, parkingi i tereny przeznaczone do ruchu pieszego lub w pobliżu budynków, dróg publicznych i ulic (tereny, na których występuje duże prawdopodobieństwo częstego przebywania ludzi).

Uwaga: Konstrukcja wsporcza nie wymaga ochrony jeżeli obszar określony jako „miejsce często uczęszczane” znajduje się w odległości większej od 20 m od jej obrysu, lub pomiędzy konstrukcją a obszarem występuje naturalna przeszkoda, w znacznym stopniu utrudniająca do niej dostęp. Może to być:

- głęboki rów,
- skarpa,
- ciek wodny,
- stałe zakrzewienie terenu uniemożliwiające dostęp do słupa,
- sztuczne lub naturalne wygrozdzenie terenu wokół słupa,
- inne - skutecznie utrudniające dostęp do konstrukcji wsporczej.

Ochrona odgromowa LP (Lightning Protection) – ogół środków technicznych mających na celu ochronę istot żywych, instalacji, obiektów oraz ich zawartości przed bezpośrednimi i pośrednimi skutkami działania wyładowań atmosferycznych w chroniony obiekt.

Ochrona przed porażeniem elektrycznym, ochrona przeciwporażeniowa – zespół środków zmniejszających ryzyko lub poziom zagrożenia porażenia elektrycznego.

Ogranicznik przepięć SPD (Surge Protection Device) – urządzenie przeznaczone do ograniczania przepięć przejściowych i odprowadzania prądów piorunowych.

Połączenie egzotermiczne – niskooporowe połączenie stosowane do wzajemnego trwałego (nierozłącznego) łączenia dwóch elementów uzioru w wyniku zgrzewania egzotermicznego.

Płaskownik (bednarka) – metalowa taśma o przekroju prostokątnym stosowana w układach uziorowych i instalacjach wyrównania potencjałów do odprowadzania prądów, wykonana z miedzi lub stali zwykłej zabezpieczonej przed korozją warstwą ochronną.

Potencjał przenoszony (wynoszony) – napięcie uziorowe układu uziorowego wywołane przepływem prądu uziorowego, przeniesione przez części przewodzące (na przykład metalową powłokę kabla, rurociąg, szyny) na tereny o niskim lub zerowym potencjale względem ziemi odniesienia.

Poziom ochrony odgromowej LPL – liczba (od 1 do 4) odniesiona do określonego zestawu wartości parametrów prądu pioruna związanych z prawdopodobieństwem tego, że skojarzone z nią maksymalne i minimalne wartości projektowe tych parametrów nie będą przekroczone podczas wyładowań piorunowych.

Prąd dotykowy, prąd rażeniowy I_B – prąd elektryczny, który przepływa przez ciało człowieka, gdy ciało styka się co najmniej z jedną częścią przewodzącą dostępną elektrycznego urządzenia lub instalacji.

Prąd doziemienia I_F – prąd, który płynie od głównego obwodu prądu do ziemi lub do części uziemionej w miejscu zakłócenia (miejscu doziemienia) przy pojedynczym doziemieniu.

Prąd uziomowy I_E – część prądu zwarcia doziemnego przepływająca przez rozpatrywany uziom (uziomy) do ziemi.

Przewód neutralny N – przewód połączony z punktem neutralnym i mogący brać udział w rozdzielaniu energii elektrycznej.

Przewód ochronny PE – przewód przeznaczony dla celów bezpieczeństwa, np. dla ochrony przed porażeniem elektrycznym.

Przewód PEN – przewód łączący funkcje przewodu ochronnego oraz przewodu neutralnego.

Przewód uziemiający – przewód stanowiący drogę przewodzącą lub jej część, między danym punktem sieci, instalacji lub urządzeniem a uziomem.

Przewód uziemiający funkcjonalny – przewód uziemiający do uziemienia funkcjonalnego.

Przewód uziemiający ochronny – przewód uziemiający wykorzystywany do celów uziemienia ochronnego, np. uziemienia GSU lub części przewodzącej dostępnej.

Przewód uziemiający odgromowy – przewód łączący przewody odprowadzające zewnętrznej instalacji odgromowej z uziomem odgromowym za pomocą złącza pomiarowego ZP.

Przewód wyrównawczy – przewód ochronny służący wyrównaniu potencjałów.

Rezystancja uziemienia R_E – część rzeczywista impedancji uziemienia.

Rezystywność zastępcza gruntu ρ_r – rezystywność gruntu jednorodnego, w którym rezystancja uziemienia o określonym typie i rozmiarach jest taka sama, jak w rzeczywistym gruncie niejednorodnym.

Sterowanie rozkładem potencjału – wpływanie za pomocą uziomów na potencjał gruntu, a w szczególności na potencjał na jego powierzchni.

Strefa przemarzania gruntu – wierzchnia warstwa gruntu, której temperatura może w ciągu roku osiągać wartości ujemne, co prowadzi do wystąpienia zjawiska zamarzania wody zawartej w tym gruncie i w rezultacie – do wzrostu jego rezystywności (również: obszar kraju, dla którego określono jedną wartość maksymalnej głębokości, do której może przemarzać grunt).

Studzienka kontrolno-pomiarowa (probiercza) SKP – metalowa lub niemetalowa skrzynka umieszczana w gruncie, w której zazwyczaj umieszcza się złącze pomiarowe przewodu odprowadzającego/uziemiającego w celach inspekcyjnych i testowych, składająca się z korpusu i zdejmowanej pokrywy.

Substancja zmniejszająca rezystancję uziemienia $SZRU$ – przewodząca substancja służąca lokalnemu zmniejszeniu rezystywności gruntu w celu zmniejszenia rezystancji uziemienia.

Średnie napięcie (SN) – napięcie znamionowe wyższe od 1 kV i niższe od 110 kV.

Układ uziomowy – część instalacji uziemiającej obejmująca tylko uziomy i ich wzajemne połączenia.

Układ uziomowy równoważny - układ uziomowy realizujący wszystkie wyznaczone mu zadania, ale którego sposób realizacji nie jest możliwy zgodnie z wytycznymi określonymi w standardzie, np. z powodu ograniczeń terenowych.

Uziemienie - połączenie elektryczne z ziemią; uziemieniem w rozumieniu potocznym nazywa się instalację uziemiającą, w skład której może wchodzić: uziom (układ uziomowy), przewód uziemiający, zacisk probierczy lub szyna uziemiająca, a także przewód ochronny, łączący zacisk probierczy lub szynę uziemiającą z częścią uziemioną.

Uziemienie funkcjonalne (robocze) – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów innych niż bezpieczeństwo.

Uziemienie ochronne – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów bezpieczeństwa.

Uziemienie ochronno-odgromowe – uziemienie spełniające jednocześnie funkcję uziemienia ochronnego i odgromowego.

Uziemienie odgromowe – część zewnętrznego LPS służąca przewodzeniu i rozproszeniu w ziemi udarowych prądów wyładowań atmosferycznych.

Uziemienie sieci elektroenergetycznej, uziemienie ochronno-funkcjonalne (ochronno-robocze) – uziemienie spełniające jednocześnie funkcję uziemienia funkcjonalnego i ochronnego.

Uziom – część przewodząca umieszczona bezpośrednio w gruncie lub w określonym, przewodzącym ośrodku, np. w betonie lub w substancji zmniejszającej rezystancję uziemienia, znajdująca się w kontakcie elektrycznym z ziemią.

Uziom fundamentowy – przewodząca część konstrukcji umieszczona w betonie stykającym się z ziemią na dużej powierzchni.

Uziom fundamentowy naturalny – metalowe elementy zbrojenia, konstrukcji umieszczone w fundamencie dla celów innych niż uziemienie, ubocznie mogą być wykorzystywane jako uziom pod warunkiem spełnienia warunku minimalnych przekrojów ze względu na spodziewane prądy zwarciove.

Uziom fundamentowy sztuczny – metalowe elementy celowo umieszczone w fundamencie dla celów uziemienia .

Uziom kratowy (krata uziomowa) – zespół wzajemnie połączonych elementów przewodzących o konstrukcji kraty rozmieszczony na określonym obszarze pod powierzchnią ziemi dla celów uziemienia i wyrównania potencjałów, najczęściej o rozmiarach oka kraty od 5 m x 5 m, lecz nie większych niż 20 m x 20 m.

Uziom kratownicowy (kratownica) – uziom wyrównawczy w formie kratownicy o małych wymiarach krawędzi bocznych (rzędu co najmniej 0,6 m x 0,6 m) i maksymalnym wymiarze oka (rzędu 0,3 m x 0,3 m), umieszczany płytko pod powierzchnią gruntu na głębokości (20 ÷ 30) cm, stosowany dla sterowania rozkładem potencjałów na powierzchni gruntu, najczęściej stosowany w miejscach przebywania osób podczas przeprowadzania czynności łączy ruchowych.

Uziom naturalny – element lub zespół elementów przewodzących umieszczony w gruncie w innym celu niż uziemienie, a ubocznie wykorzystywany jako uziom.

Uziom niezależny – uziom wystarczająco oddalony od innych uziomów tak, że na jego potencjał elektryczny nie wpływają w znaczący sposób prądy elektryczne płynące przez inne uziomy.

Uziom pionowy – uziom składający się z wbitego w ziemię metalowego pręta. Dopuszcza się uziom umieszczony ukośnie w gruncie.

Uziom płytowy – uziom wykonany z litej płyty, zazwyczaj o kształcie prostokąta.

Uziom poziomy – uziom, który zwykle jest ułożony w gruncie na niewielkiej głębokości, do około 1 m. Może on być wykonany z metalowej taśmy, drutu, jako uziom promieniowy, otokowy, kratowy lub o konfiguracji będącej ich kombinacją.

Uziom sztuczny – uziom wykonany specjalnie dla celów uziemienia.

Współczynnik sezonowych zmian rezystywności gruntu (WSZRG) k_R – stosunek maksymalnej rezystywności gruntu, jaką zakłada się, że może wystąpić na rozpatrywanym terenie w najmniej sprzyjających warunkach klimatycznych w ciągu roku do wartości tej rezystywności mierzonej w określonych warunkach wilgotnościowych badanego gruntu (suchy, wilgotny, mokry - więcej informacji w Załączniku nr 6), stosowany do obliczeń rezystancji uziemienia projektowanych układów uziomowych.

Wypadkowa rezystancja uziemienia R_B – rezystancja wszystkich połączonych wzajemnie uziomów w obrębie sieci rozdzielczej nN.

Wysokie napięcie (WN) – napięcie znamionowe równe 110 kV.

Zespolona instalacja uziemiająca ZIU – równoważny układ uziemiający, utworzony przez wzajemne połączenie lokalnych układów uziomowych, który dzięki bliskości tych układów zapewnia, że nie występuje wówczas niebezpieczne napięcie dotykowe (więcej informacji w Załączniku nr 3 oraz w dokumentach powiązanych [T3] i [T6]).

Ziemia lokalna – część ziemi będącej w kontakcie elektrycznym z uziomem, której potencjał elektryczny może być różny od zera.

Ziemia odniesienia – obszar ziemi rozpatrywanej jako ośrodek przewodzący, której potencjał elektryczny jest przyjmowany umownie jako równy zeru, pozostająca poza strefą wpływu jakiegokolwiek instalacji uziemiającej.

Złącze pomiarowe (probiernicze) ZP – połączenie skręcane, umożliwiające odłączenie przewodu uziemiającego od punktu/urządzenia uziemianego (możliwe tylko przy użyciu specjalnego narzędzia, np. klucza) (inaczej: złącze kontrolne, zacisk probierniczy).

4.2. Skróty nazw technicznych

GPZ – Główny Punkt Zasilania,

GSU – Główna Szyna Uziemiająca / Wyrównawcza,

LPL [ang. lightning protection level] – poziom ochrony odgromowej,

M – środki uzupełniające,

N – przewód neutralny,

nN – niskie napięcie,

NN – najwyższe napięcie,

PE – przewód ochronny,

PEN – przewód neutralno-ochronny,

RS – Rozdzielnia Sieciowa,

SN – średnie napięcie,
SPD [*ang.* surge protective device] – ogranicznik przepięć,
SKP – studzienka kontrolno-pomiarowa (probiercza),
StCu – stal miedziowana,
StCuSn – stal miedziowana pokrytą dodatkowo warstwą cyny,
StSt – stal nierdzewna,
StZn – stal cynkowana,
SZRU – substancja zmniejszająca rezystancję uziemienia,
WN – wysokie napięcie,
WSZRG – współczynnik sezonowych zmian rezystywności gruntu,
ZIU – zespolona instalacja uziemiająca,
ZP – złącze pomiarowe.

4.3. **Oznaczenia wielkości fizycznych**

h_z – głębokość przemarzania gruntu,
 I_B – prąd dotykowy, prąd rażeniowy,
 I_E – prąd uziomowy,
 I_F – prąd doziemienia,
 k_r - współczynnik sezonowych zmian rezystywności gruntu WSZRG
 R_E – rezystancja uziemienia,
 R_B – wypadkowa rezystancja uziemienia,
 t_f – czas trwania prądu zakłóceniewego,
 U_F – napięcie zakłóceniewe (uszkodzeniowe),
 U_T – napięcie dotykowe rażeniowe (rzeczywiste),
 U_{Tp} – największa dopuszczalna wartość napięcia dotykowego rażeniowego,
 ρ_r – rezystywność zastępcza gruntu.

5. **Układ uziomowy - zagadnienia ogólne**

5.1. **Ogólny opis elementów układu uziomowego**

5.1.1. **Zadania, funkcje i rodzaje**

Zadaniem układu uziomowego [N4-N8, N14] jest:

- zapewnienie poprawnej pracy instalacji elektrycznej lub elektroenergetycznej,
- spełnienie wymagań bezpieczeństwa w zakresie ochrony przed porażeniem,
- skuteczne wyrównanie potencjałów części przewodzących dostępnych oraz części przewodzących obcych w ramach instalacji obiektu,
- odprowadzenie energii przepięć występujących w sieciach elektroenergetycznych lub powstających wskutek oddziaływania wyładowań atmosferycznych,
- zapewnienie poprawnego działania zabezpieczeń,
- bezpieczne rozproszenie w ziemi prądu pioruna odprowadzonego z instalacji odgromowej.

rozdziela się następujące uziemienia:

- funkcjonalne (robocze),
 - ochronne,
 - ochronno-funkcjonalne (ochronno-robocze),
 - odgromowe,
 - ochronno-odgromowe.
- 1) ze względu na sposób wykonania: naturalne i sztuczne,
 - 2) ze względu na budowę:
 - a) poziome (np. otokowe, kratowe, promieniowe, kratownicowe),
 - b) fundamentowe,
 - c) pionowe/ukośne,
 - d) pojedyncze,
 - e) złożone;
 - 3) ze względu na materiał, z którego są wykonane:
 - a) miedziane,
 - b) ze stali nierdzewnej,
 - c) stalowe:
 - cynkowane ogniowo,
 - miedziowane elektrolitycznie.

Jako uziomy można stosować następujące elementy: druty, taśmy, pręty, lite płyty lub kratownice [N4-N8].

Jeżeli urządzenia (stacje SN/nN, stacje SN/SN, słupy SN, złącza i słupy nN) zasilane są z tego samego GPZ-u, tj. o tym samym punkcie neutralnym sieci SN, zaleca się łączenie galwaniczne za pomocą przewodów uziomowych uziemień tych urządzeń pomiędzy sobą. W przypadku projektowania nowych urządzeń należy łączyć ze sobą ww. uziemienia jeżeli odległość pozioma pomiędzy skrajnymi elementami tych uziomów jest mniejsza niż 20 m.

Ww. zasada nie dotyczy przypadku stacji SN/nN z rozdzielonymi celowo uziemieniami części SN i nN.

5.2. Elementy układu uziomowego stosowane przez TD S.A.: konstrukcja, minimalne wymiary oraz materiał wykonania

UWAGA 1:

Każdy element układu uziomowego powinien być **trwale oznaczony** w celu jego jednoznacznej identyfikacji. Poprzez trwałe rozumie się oznaczenie: nieścieralne, niezmywalne i nieusuwalne, wykonane w sposób nie tylko nienaruszający struktury samego elementu układu uziomowego, ale jednocześnie wykonane technologią nienaruszającą powłokę antykorozyjną w stopniu, który może zmienić jej parametry określone niniejszym Standardem. W Standardzie określono minimalny zakres oznaczenia dla każdego elementu układu uziomowego.

5.2.1. Uziom pionowy prętowy

5.2.1.1. Uziom pionowy prętowy stalowy cynkowany ogniowo – StZn

W zastosowaniach objętych Standardem dopuszcza się stosowanie na uziomy pionowe stalowych uziomów prętowych StZn o następujących parametrach i charakterystyce:

- a) długość prętów – 1,5 m (dla długości pręta akceptowana jest normowa odchyłka w klasie bardzo zgrubnej tj. v, tzn. dopuszczalne wahanie w długości pręta wynosi ± 6 mm),
- b) minimalna faktyczna średnica pręta wzdłuż całej jego długości, łącznie z połączeniami nie może być mniejsza od $\phi 16$ mm [N4],
- c) wytrzymałość na rozciąganie nie mniejsza niż 350 N/mm^2 , przebadana zgodnie z [N10], dostatecznie odporna mechanicznie na działanie sił występujących podczas pograżania w gruncie,
- d) powłoka zewnętrzna antykorozyjna wykonana z nanoszonego ogniowo cynku o minimalnej grubości w każdym punkcie - $63 \mu\text{m}$, średniej grubości - co najmniej $70 \mu\text{m}$ [N4] i masie 500 g/m^2 ,
- e) maksymalna rezystywność materiału pręta nie większa niż $0,25 \mu\Omega\text{m}$ [N2],
- f) oznakowanie co najmniej nazwą lub logo producenta oraz symbolem identyfikującym, przebadanie zgodnie z normą [N2],
- g) pręt powinien posiadać następujące zakończenia:
 - pręt typu „trzcień – otwór” - z jednej strony pręta zakończenie w formie trzpienia lub otworu o mniejszej średnicy niż pręt, umożliwiające nałożenie utwardzonego grotu w celu łatwego pograżania uziomu w gruncie, a z drugiej - w formie otworu dopasowanego do takiego trzpienia dla połączenia kolejnych prętów,
 - pręt typu złączkowego - zakończenia po obu stronach pręta powinny być jednakowe, wyposażone w gwinty umożliwiające łatwe łączenie kolejnych prętów oraz nakręcenie rozłączalnego utwardzonego grotu, ułatwiającego pograżanie uziomu w gruncie,
- h) łączenie prętów metodą trzcień - otwór lub poprzez złączki gwintowane z zapewnieniem odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej na obciążenia występujące przy pobijaniu oraz gwarantujące właściwe połączenie elektryczne w toku eksploatacji, a także zabezpieczenie połączeń przed korozją.

5.2.1.2. Uziom pionowy prętowy stalowy miedziowany elektrolitycznie – StCu

W zastosowaniach objętych Standardem dopuszcza się stosowanie na uziomy pionowe stalowych uziomów prętowych StCu o następujących parametrach i charakterystyce:

- a) długość prętów – 1,5 m lub 1,52 m (dla długości pręta akceptowana jest normowa odchyłka w klasie bardzo zgrubnej tj. v, tzn. dopuszczalne wahanie w długości pręta wynosi ± 6 mm),
- b) minimalna faktyczna średnica pręta wzdłuż całej jego długości, łącznie z połączeniami nie może być mniejsza od $14,2$ mm dla prętów złączkowych [N4]; dla pozostałych rodzajów łączy prętów - minimalna średnica pręta nie może być mniejsza od 16 mm,
- c) pręt ze stali o wytrzymałości na rozciąganie nie mniejszej niż 600 N/mm^2 , przebadanej zgodnie z [N10], dostatecznie odpornej mechanicznie na działanie sił występujących podczas pograżania w gruncie,
- d) powłoka zewnętrzna antykorozyjna wykonana z nanoszonej elektrolitycznie miedzi o minimalnej grubości w każdym punkcie $250 \mu\text{m}$ i czystości miedzi $99,9 \%$,
- e) maksymalna rezystywność materiału pręta nie większa niż $0,25 \mu\Omega\text{m}$ [N2],
- f) oznakowanie co najmniej nazwą lub logo producenta oraz symbolem identyfikującym, przebadanie zgodnie z normą [N2]
- g) pręt powinien posiadać następujące zakończenia:
 - pręt typu „trzcień – otwór” - z jednej strony pręta zakończenie w formie trzpienia lub otworu o mniejszej średnicy niż pręt, umożliwiające nałożenie utwardzonego grotu w celu łatwego pograżania uziomu w gruncie, a z drugiej - w formie otworu dopasowanego do takiego trzpienia dla połączenia kolejnych prętów,

- pręt typu złączkowego - zakończenia po obu stronach pręta powinny być jednakowe, wyposażone w gwinty umożliwiające łatwe łączenie kolejnych prętów oraz nakręcenie rozłączalnego utwardzonego grotu, ułatwiającego pogrążanie uziomu w gruncie,
- h) łączenie prętów metodą trzpień - otwór lub poprzez złączki gwintowane z zapewnieniem odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej na obciążenia występujące przy pobijaniu oraz gwarantujące właściwe połączenie elektryczne w toku eksploatacji a także zabezpieczenie połączeń przed korozją,
- i) dla zapewnienia wysokiej odporności korozyjnej oba końce prętów łączonych poprzez złączki gwintowane powinny być wyposażone w gwinty wykonane metodą walcowania miedziowanej powierzchni prętów lub inną metodą nienaruszającą powłokę zabezpieczenia antykorozyjnego.

UWAGA 2:

Dla prętów o średnicy 14,2 mm dopuszcza się wyłącznie metodę łączenia kolejnych prętów poprzez złączki. Nie dopuszcza się łączenia typu trzpień - otwór lub z użyciem tulei.

5.2.1.3. Uziom pionowy prętowy miedziany Cu z aktywatorem chemicznym

W zastosowaniach objętych Standardem dopuszcza się stosowanie miedzianych uziomów pionowych prętowych z aktywatorem chemicznym. Uziomy prętowe miedziane są rozwiązaniem na tyle nowatorskim, że ich minimalne wymiary nie zostały określone w zapisach normatywnych. Podstawowe dane techniczne dla uziomu miedzianego:

- a) zbudowany z uziomu właściwego i pomocniczego, który stanowi osłonę uziomu właściwego w procesie pogrążania i służy do przenoszenia sił pogrążania, a po zastosowaniu aktywatora/ów chemicznego/ych ulega procesowi przyspieszonej korozji i powoduje pomniejszenie rezystancji przejścia pomiędzy uziomem właściwym a gruntem,
- b) uziom właściwy stanowi pręt miedziany o średnicy 8 mm lub rura miedziana o średnicy co najmniej 12 mm i grubości ścianki 2 mm,
- c) uziom pomocniczy to rura stalowa o średnicy zewnętrznej minimum 19 mm,
- d) długość uziomu właściwego i pomocniczego w dwóch wykonaniach: 1 m i 1,5 m (dla długości pręta akceptowana jest normowa odchyłka w klasie bardzo zgrubnej tj. v, tzn. dopuszczalne wahanie w długości pręta wynosi ± 6 mm),
- e) materiał uziomu właściwego to miedź o czystości 99,9 %,
- f) łączenie uziomów właściwych poprzez zaprasowanie znajdującej się na nich tulei,
- g) oznakowanie co najmniej nazwą lub logo producenta oraz symbolem identyfikującym,
- h) pręt początkowy składający się z uziomu właściwego i pomocniczego posiada grot wykonany ze stali hartowanej.

UWAGA 3:

Uziom miedziany z aktywatorem chemicznym może być dostarczany jako komplet wszystkich elementów koniecznych do wykonania uziomu pionowego o długości 6 m i zawierający aktywator/y chemiczny/e.

Stosowany aktywator chemiczny musi posiadać aktualną Kartę charakterystyki substancji chemicznych zgodną z załącznikiem do rozporządzenia [U3].

5.2.1.4. Grot uziomu pionowego prętowego

Grot uziomu pionowego prętowego:

wykonany ze stali narzędziowej (wysokowęglowej) lub stali hartowanej, może występować jako oddzielny element w kształcie stożka lub stanowić integralną część pręta uziomowego w postaci odpowiednio wykonanego przewężenia zakończenia pręta.

5.2.1.5. Złączki gwintowane

Złączki gwintowane:

- a) są przeznaczone do łączenia prętów uziomu pionowego między sobą,
- b) powinny spełniać wymagania klasy H według [N1]
- c) powinny zapewniać odpowiednią sztywność elementów, umożliwiającą docisk łączeniowy bez odkształceń montażowych,
- d) powinny zapewniać zabezpieczenie łączenia i powierzchni stykowej przed korozją,
- e) muszą charakteryzować się wysoką trwałością połączenia,
- f) muszą być wykonane z mosiądzu lub brązu dla elementów uziomów wykonanych ze stali miedziowanej elektrolitycznie lub z miedzi,
- g) muszą być przebadane zgodnie z normą [N1] i oznakowane co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta;
 - symbolem identyfikującym (rysunkiem, numerem katalogowym produktu, itp.).

5.2.1.6. Pasta antykorozyjno-przewodząca

Pasta antykorozyjno-przewodząca:

- a) jest przeznaczona do uszczelnienia i smarowania połączeń złączkowych prętów uziomu pionowego,
- b) wlewana do złączek podczas wbijania prętów.

5.2.2. Uziom poziomy (prostoliniowy, promieniowy, kratowy, kratownicowy, otokowy, pierścieniowy)

W zastosowaniach objętych Standardem dopuszcza się stosowanie uziomów poziomych o następujących parametrach i charakterystyce:

- a) wykonane z taśmy stalowej o przekroju prostokątnym zabezpieczonej przed korozją poprzez cynkowanie ogniowe – StZn lub miedziowanie elektrolityczne - StCu,
- b) wykonane z taśmy miedzianej o przekroju prostokątnym - Cu,
- c) wykonane z drutu stalowego miedziowanego elektrolitycznie – StCu.

Należy pamiętać o dodatkowym zabezpieczeniu antykorozyjnym umieszczonych w gruncie końców uziomu poziomego, np. poprzez zastosowanie taśmy DENSO, tak by wilgoć nie miała dostępu do ich niezabezpieczonych antykorozyjnie końców.

5.2.2.1. Taśma uziomu poziomego (płaskownik/bednarka)

Taśma uziomu poziomego (płaskownik/bednarka) ma być wykonana:

- a) z płaskownika stalowego o minimalnych wymiarach 30 mm x 4 mm,
 - w osłonie antykorozyjnej wykonanej z miedzi nanoszonej elektrolitycznie, o minimalnej grubości warstwy zabezpieczenia antykorozyjnego 70 µm w każdym punkcie i czystości miedzi 99,9, % [N2],
 - w osłonie antykorozyjnej wykonanej z cynku nanoszonego ogniowo, o minimalnej grubości warstwy zabezpieczenia antykorozyjnego 63 µm w każdym punkcie i średniej grubości warstwy co najmniej 70 µm [N2],
- b) lub z płaskownika miedzianego o minimalnym przekroju 50 mm² i grubości nie mniejszej niż 2 mm.

Końce taśmy uziomu poziomego umieszczone w gruncie wymagają dodatkowego zabezpieczenia antykorozyjnego, np. poprzez owinięcie taśmą DENSO tak, aby wilgoć nie miała dostępu do niezabezpieczonego antykorozyjnie końca uciętej taśmy. Dodatkowego zabezpieczenia nie wymaga płaskownik wykonany z miedzi.

5.2.2.2. Drut uziomu poziomego

Drut uziomu poziomego ma być:

- a) stalowy miedziowany elektrolitycznie o minimalnej średnicy 10 mm i minimalnej grubości warstwy zabezpieczenia antykorozyjnego 250 μm w każdym punkcie,
- b) lub stalowy miedziowany elektrolitycznie o minimalnej średnicy 13 mm i minimalnej grubości warstwy zabezpieczenia antykorozyjnego 70 μm w każdym punkcie.

Końce drutu uziomu poziomego umieszczone w gruncie wymagają dodatkowego zabezpieczenia antykorozyjnego, np. poprzez owinięcie taśmą DENSO tak by wilgoć nie miała dostępu do niezabezpieczonego antykorozyjnie końca uciętego drutu.

5.2.2.3. Uziom kratownicowy (kratownica)

Do stosowania **na stacjach WN/SN i SN/SN** w miejscach, w których mogą znajdować się osoby dokonujące czynności ruchowych przy urządzeniach elektrycznych znajdujących się pod napięciem dopuszcza się stosowanie kratownicy dla wyrównania potencjałów, łączonej metodą zgrzewania egzotermicznego lub spawania, ułożonej płytko pod powierzchnią gruntu na głębokości 20 cm ÷ 30 cm, o następujących parametrach i charakterystyce:

- a) wykonana z płaskownika/bednarki:
 - miedzianej o minimalnym przekroju 50 mm² i minimalnej grubości 2 mm (zgrzewanie egzotermiczne),
 - stalowej ocynkowanej o minimalnym przekroju 40 mm x 5 mm dla naprawy istniejących instalacji uziemiających (spawanie),
- b) tworząca siatkę o boku co najmniej 0,6 m i oku nie większym niż 0,3 m.

5.2.2.4. Uziom kratowy

Stosowany na stacjach WN/SN i SN/SN do ograniczenia napięć rażeniowych na obiekcie oraz wyrównania potencjału, charakteryzujący się następującymi parametrami:

- a) wykonany z płaskownika (bednarki):
 - miedzianego o minimalnym przekroju 50 mm² i minimalnej grubości 2 mm dla nowych instalacji uziemiających,
 - stalowego ocynkowanego o minimalnym przekroju 40 mm x 5 mm dla naprawy istniejących instalacji uziemiających,
- b) układany na głębokości (0,5 ÷ 1,0) m w postaci kraty łączonej za pomocą zgrzewania egzotermicznego w przypadku wykorzystania płaskownika miedzianego lub za pomocą spawania w przypadku wykorzystania płaskownika stalowego,
- c) rozmiary oczek kraty uziomu winny zawierać się w granicach: (4,0 ÷ 10,0) m dla krótszego boku, natomiast odległości pomiędzy sąsiednimi dłuższymi elementami kraty uziomu powinny odpowiadać podziałce pól rozdzielni.

5.2.3. Uziom płytowy stalowy (pionowy lub poziomy)

Uziom płytowy stalowy (pionowy lub poziomy) ma:

- a) być wykonany z płyty stalowej o grubości blachy minimum 3 mm i minimalnych wymiarach 500 mm x 500 mm, zabezpieczonej antykorozyjnie poprzez cynkowanie ogniowe o minimalnej grubości warstwy zabezpieczenia antykorozyjnego 63 μm w każdym punkcie i średniej grubości warstwy co najmniej 70 μm oraz masie 500 g/m² [N4],
- b) umożliwiać dokonywanie jego łączenia z innymi elementami układu uziomowego poprzez wbudowane złącze krzyżowe lub spawanie,
- c) być przebadany zgodnie z normą [N1] i oznakowany co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta;
 - symbolem identyfikującym (rysunkiem, numerem katalogowym produktu, itp.).

5.2.4. Połączenia elementów układu uziomowego

Rozróżnia się następujące sposoby łączenia elementów układu uziomowego:

- a) połączenia rozłączne:
 - wykonywane w formie złącza krzyżowego,
 - przeznaczone do wykonywania połączeń rozłącznych (śrubowych) pomiędzy elementami uziomów pionowych (pręty) lub poziomych (bednarki, druty),
- b) połączenie nierozłączne:
 - powstające w wyniku reakcji egzotermicznej (zgrzewania) lub spawania,
 - przeznaczone do wykonywania połączeń nierozłącznych uziomów pionowych (pręty) z bednarkami o dowolnych szerokościach lub innymi okrągłymi przewodnikami, a także bednarek między sobą lub z okrągłymi przewodnikami, okrągłych przewodników między sobą lub stalowych elementów konstrukcyjnych z bednarkami lub okrągłymi przewodnikami.

Z uwagi na obszar zastosowania połączenia elementów instalacji uziemiającej powinny charakteryzować się dużą obciążalnością prądową, wysoką odpornością na udary prądowe i stabilną w czasie rezystancją.

5.2.4.1. Połączenie rozłączne - uchwyt krzyżowy

Połączenie rozłączne - uchwyt krzyżowy:

- a) powinno być dostosowane do wymiarów łączonych elementów,
- b) mieć konstrukcję składającą się z trzech (gdy łączone pręty uziomowe lub pręt z bednarką) lub dwóch (gdy łączone bednarki) blach wykonanych:
 - ze stali cynkowanej ogniowo do łączenia elementów cynkowanych,
 - ze stali nierdzewnej do łączenia elementów miedziowanych,
 - z blachy o grubości nie mniejszej niż 3 mm dla wykonania ze stali ocynkowanej i 2 mm dla wykonania ze stali nierdzewnej,
 - połączonych 4 śrubami co najmniej M8 lub M10,
- c) wszystkie śruby, nakrętki i podkładki powinny być wykonane ze stali nierdzewnej dla uchwytu ze stali nierdzewnej i ze stali cynkowanej lub stali nierdzewnej dla uchwytu ze stali cynkowanej,
- d) powinno zapewniać odpowiednią sztywność elementów łączonych, umożliwiającą docisk łączeniowy bez odkształceń montażowych,
- e) umieszczone w gruncie wymaga dodatkowego zabezpieczenia antykorozyjnego poprzez ochronę przed wilgocią, np. taśmą DENSO,
- f) musi być przebadane zgodnie z normą [N1] i oznakowane co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta;
 - symbolem identyfikującym (rysunkiem, numerem katalogowym produktu, itp.)

5.2.4.2. Połączenie nierozłączne - połączenie egzotermiczne

Połączenie nierozłączne - połączenie egzotermiczne powinno:

- a) gwarantować wymagane pole przekroju poprzecznego,
- b) być wykonane ze stopu miedzi o zawartości Cu nie mniejszej niż 97 %,
- c) wykorzystywać do montażu naboje dostarczane w postaci proszku w zamkniętych zasobnikach o właściwej dla danego połączenia gramaturze lub w postaci np. tabletek stosowanych pojedynczo lub w większej liczbie, poddawane wysokiej temperaturze (ulegają stopieniu) w odpowiednio do tego przystosowanych grafitowych formach o żywotności przynajmniej 50 połączeń,
- d) być przebadane zgodnie z normą [N1] i oznakowane (dotyczy opakowań) co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta;

- symbolem identyfikującym (rysunkiem, numerem katalogowym produktu, itp.)

UWAGA 4:

W przypadku dokonywania łączenia za pomocą zgrzewu egzotermicznego elementów wykonanych ze stali ocynkowanej ogniowo lub stali miedziowanej elektrolitycznie, należy łączyć elementy zabezpieczyć dodatkowo np. taśmą DENSO na długości 20 cm od miejsca zgrzewu w każdym kierunku. Dodatkowego zabezpieczenia nie wymagają elementy miedziane.

5.2.4.3. Połączenie nierozłączne - spawane

Połączenie nierozłączne – spawane powinno:

- a) gwarantować wymagane pola przekroju poprzecznego, wytrzymałość spoiny oraz materiału wokół niej,
- b) być wykonane z pełnym przetopem, bez wad spawalniczych (ocena wad na podstawie 6 głównych grup niezgodności spawalniczych: pęknięcia, pustki, wtrącenia stałe, braki przetopu, niezgodności kształtu oraz inne niezgodności spawalnicze nieuwjęte we wcześniejszych grupach),
- c) zapewniać klasę spoiny na poziomie B lub C zgodnie normą [N15],
- d) być wykonane przez osobę o odpowiednich kwalifikacjach, posiadającą dokument poświadczający posiadane uprawnienia i umiejętności (np. certyfikat spawacza).

UWAGA 5:

Miejsca łączenia poprzez spawanie należy dodatkowo zabezpieczyć antykorozyjnie np. za pomocą taśmy DENSO.

5.2.5. Studzienka kontrolno-pomiarowa (probiercza) SKP

Wymagania dla studzienki kontrolno-pomiarowej (probierczej) SKP:

- a) metalowa lub z wytrzymałego tworzywa skrzynka umieszczana w gruncie, przeznaczona do zabudowy złącza pomiarowego umożliwiającego kontrolę połączeń uziomu/układu uziomowego z przewodem uziemiającym i wykonywanie kontrolnych pomiarów rezystancji uziemień,
- b) może być wykorzystywana również do lokalizacji w gruncie złącz pomiarowych ZP umieszczanych na przewodach uziomowych dla rozdzielania poszczególnych części układów uziomowych na czas wykonywania pomiarów kontrolnych,
- c) ma składać się z korpusu i zdejmowanej pokrywy,
- d) ma posiadać odpowiednie wymiary dla bezpiecznego montażu i rozłączania złącza kontrolno-pomiarowego ZP,
- e) mieć odpowiednią obciążalność mechaniczną nacisku na pokrywę [N20]:
 - 30 kN – dla miejsc o silnym obciążeniu (ruch pojazdów transportowych, wieloosiowy, itp.)
 - 15 kN – dla miejsc o średnim obciążeniu (ruch pojazdów samochodowych, itp.)
 - 4 kN – dla miejsc o małym obciążeniu (ruch pieszcy, itp.)
- f) musi spełniać wymagania normy [N20] i zgodnie z nią być przebadana,
- g) oznakowana co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta;
 - symbolem identyfikującym (rysunkiem, numerem katalogowym produktu, itp.).

5.2.6. Substancje zmniejszające rezystancję uziemienia SZRU

W przypadkach, gdy występują problemy ze spełnieniem wymagań odnośnie wartości rezystancji uziemienia w gruncie naturalnym z uwagi na: ograniczony obszar zabudowy układu uziomowego, bardzo wysoką rezystywność lokalnego gruntu większą niż 500 Ωm , trudności z pograżaniem uziomów pionowych (np. w trudnych, skalistych terenach), **dopuszcza się** sztuczne zmniejszenie rezystancji uziemienia przez zastosowanie substancji zmniejszającej rezystywność gruntu na styku z powierzchnią uziomu.

Ustala się następujące wymagania dla substancji zmniejszającej rezystancję uziemienia SZRU [N3]:

1. SZRU powinna być:
 - a) przebadana zgodnie z normą [N3] z wynikiem pozytywnym,
 - b) zgodna z [U2],
 - c) oznakowana w nieusuwalny sposób na opakowaniu co najmniej:
 - nazwą lub logo producenta,
 - typem lub numerem seryjnym partii SZRU,
2. SZRU powinna posiadać:
 - a) instrukcję stosowania w języku polskim,
 - b) oświadczenie producenta o pełnej zgodności z normą [N3] i rozporządzeniem [U2].
3. Producent SZRU powinien:
 - a) określić rezystywność granulatu lub jego roztworu, przygotowanego do aplikacji, która nie powinna być większa niż 8 Ωcm ,
 - b) dostarczyć produkt mający zastosowanie zarówno do uziomów stalowych cynkowanych, miedziowanych oraz miedzianych i ze stali nierdzewnej,
 - c) załączyć dokładną instrukcję stosowania SZRU.
4. SZRU nie może bazować na konflikcie elektrochemicznym miedzi i żelaza, nie może powodować korozji uziomów podczas ich użytkowania.
5. SZRU powinna być chemicznie obojętna dla gleby i nie powinna zanieczyszczać środowiska. Do stosowania dopuszcza się jedynie SZRU bezpieczne dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska, których producent legitymuje się kartą charakterystyki substancji potwierdzającą ich nieszkodliwość, w szczególności SZRU:
 - a) musi spełniać wymagania dotyczące najwyższych dopuszczalnych wartości substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu [U2],
 - b) nie może być pochodną lub roztworem NaCl, nie może zakwaszać gleby,
 - c) powinna bazować na zeolitach, bentonitach lub innych substancjach naturalnych na stałe utrzymujących wilgoć w okolicy uziomu.

5.2.7. Dodatkowe zabezpieczenie antykorozyjne połączeń – taśma Denso

Taśma Denso służąca do dodatkowej ochrony antykorozyjnej ziemnych połączeń śrubowych (np. za pomocą złączy krzyżowych), połączeń spawanych, łączy egzotermicznych (gdy jest to wymagane) oraz niezabezpieczonych zakończeń elementów układu uziomowego powinna być:

- a) przebadana zgodnie z normą [N1] z wynikiem pozytywnym,
- b) spełniać wymagania klasy H według [N1],
- c) elastyczna, umożliwiająca nawijanie na przedmioty o skomplikowanych kształtach,
- d) o dobrej przyczepności do powierzchni metalowych i betonowych także w obecności wilgoci na powierzchni,
- e) odporna na wilgoć,

- f) niebrudząca,
- g) nawinięta na tuleję i owinięta w folię ze znakiem producenta.

5.2.8. Przewody uziemiające

Jako przewód uziemiający mogą zostać wykorzystane elementy:

- a) wykonane z taśmy stalowej o przekroju prostokątnym, zabezpieczonej przed korozją poprzez cynkowanie ogniowe – StZn lub miedziowanie elektrolityczne – StCu lub miedziowanie elektrolityczne z dodatkową zewnętrzną warstwą cyny - StCuSn,
- b) wykonane z taśmy miedzianej o przekroju prostokątnym – Cu lub miedzianej pokrytej warstwą cyny CuSn,
- c) wykonane z drutu stalowego miedziowanego – StCu lub stalowego miedziowanego pokrytego warstwą cyny StCuSn.

Dla układów uziomowych budowanych z miedzi nie należy stosować przewodów uziemiających wykonanych ze stali ocynkowanej.

Do łączenia elementów wykonanych z miedzi lub stali pomiedziowanej z elementami wykonanymi ze stali ocynkowanej wskazane jest, ze względu na ograniczenie wpływu ogniwa elektrochemicznego, wykorzystanie elementów miedzianych cynowanych lub stalowych pomiedziowanych pokrytych dodatkową warstwą cyny.

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie informacji o materiałach uziemień i przewodów uziemiających, ich konfiguracji i minimalnych wymiarach [N2, N4, N6].

Materiał		Kształt	Minimalne wymiary uziemień i przewodów uziemiających					
			średnica [mm]	powierzchnia przekroju ⁵⁾ [mm]	grubość [mm]	grubość powłoki [μm]	gramatura powłoki [g/m ²]	długość krawędzi bocznych [mm]
Miedź	goła/cynowana ⁶⁾	żyła wielodrutowa	1,7 dla pojedynczej żyły	50		1		
		dрут	8	50		1		
		taśma/płaskownik		50	2	1		
		pręt	15	176		1		
		rura	20	110	2			
		płyta lita			(1,5) ¹⁾ 2	1		500 x 500
		kratownica ³⁾	8	50	2	1		600 x 600 ²⁾
Stal	miedziowana elektrolitycznie	dрут	8	50		250		
			10	78		70		
		taśma/płaskownik		90	3	70		
		pręt	14,2	150		250		
	cynkowana ogniowo	dрут	10	78		50 ⁷⁾		
		taśma/płaskownik		90	3	63		
		pręt	16	150		63	500	
		płyta lita			3			500 x 500
		kratownica ⁴⁾	10	120	4	63		600 x 600 ²⁾
	nierdzewna	dрут	10	78 ⁷⁾				
		pręt	15	176 ⁸⁾				
		taśma/płaskownik		100	2			

1) Wartości w nawiasach dotyczą uziomów przeznaczonych jedynie do celów ochrony przed porażeniem.
2) Kratownica skonstruowana z przewodu o długości co najmniej 4,8 m.
3) Zbudowana z taśmy o przekroju 25 mm x 2 mm lub drutu o średnicy 8 mm.
4) Zbudowana z taśmy o przekroju 30 mm x 4 mm lub drutu o średnicy 10 mm.
5) Tolerancja: ±3 %.
6) Cynowanie na gorąco lub galwaniczne o grubości pokrycia nie mniejszej niż 1 μm (cynowanie wyłącznie ze względów estetycznych).
7) Wartość średnia
8) W niektórych krajach powierzchnia przekroju może zostać zmniejszona do 125 mm²

6. Stacje elektroenergetyczne WN/SN i SN/SN

6.1. Przeznaczenie układu uziomowego na stacjach WN/SN i SN/SN

- 1) Na terenie stacji WN/SN i SN/SN należy projektować jeden wspólny układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt. 5.1.1 i pełnionymi funkcjami [N4, N8].
- 2) Uziemienie stacji transformatorowej spełnia jednocześnie trzy funkcje [N4, N8]:
 - ochronną,
 - funkcjonalną (roboczą),
 - odgromową.

6.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy w stacjach elektroenergetycznych WN/SN i SN/SN

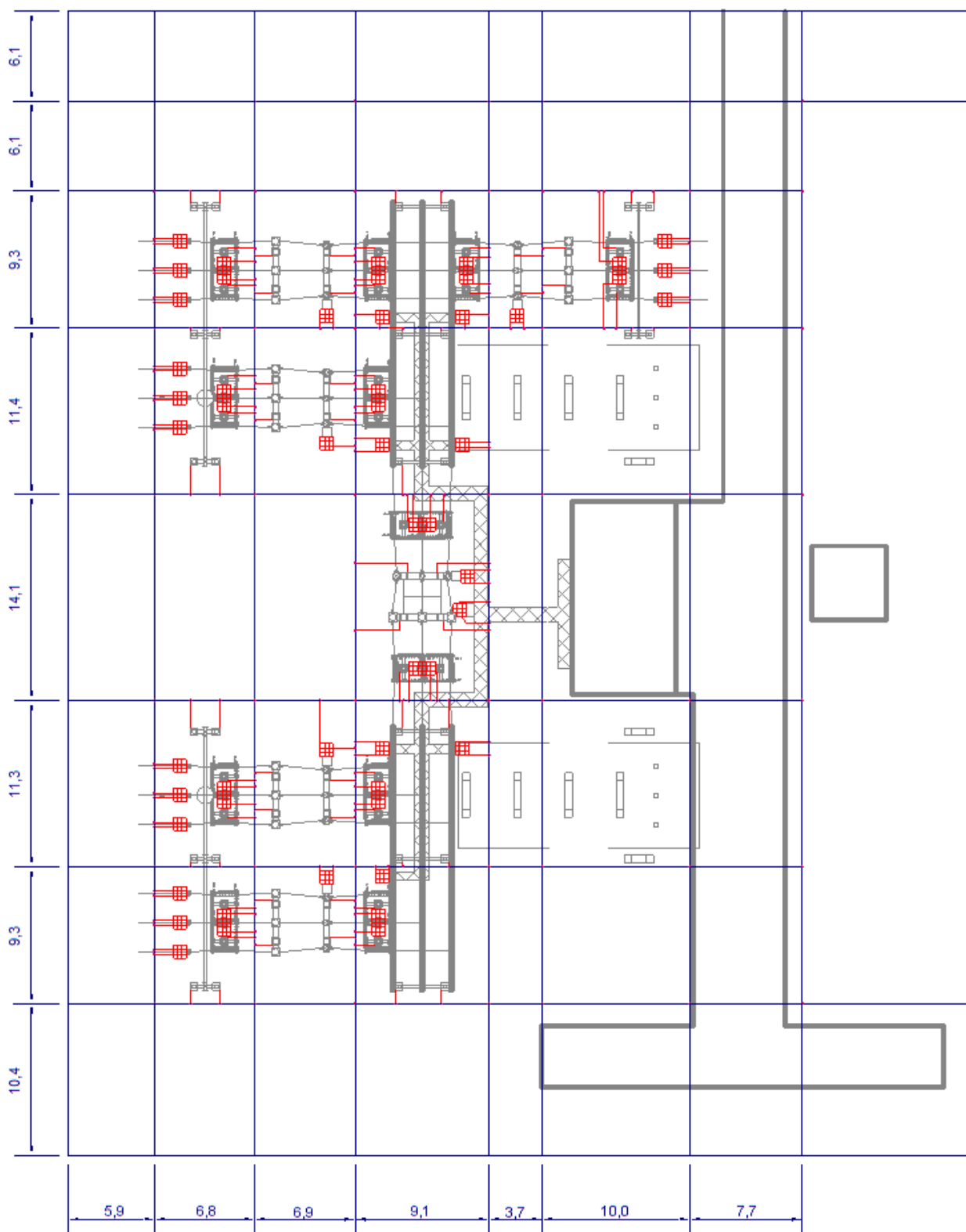
- 1) Na budowanych i modernizowanych kompleksowo stacjach elektroenergetycznych WN/SN należy wykonywać układ uziomowy na bazie uziomu kratowego wyłącznie z elementów miedzianych, uzupełnionych w razie potrzeby uziomami pionowymi miedzianymi z aktywatorem lub stalowymi miedziowanymi elektrolitycznie:
 - a) w miejscach lokalizacji przewodów uziemiających zwodów instalacji odgromowej,
 - b) jeżeli występuje konieczność obniżenia rezystancji uziomu kratowego.Łączeń poszczególnych elementów układu uziomowego oraz przewodów uziomowych należy dokonywać za pomocą połączeń egzotermicznych.
- 2) Do naprawy istniejących uziomów ze stali ocynkowanej na stacjach elektroenergetycznych WN/SN i SN/SN należy stosować stal ocynkowaną w postaci taśm o minimalnym przekroju 40 mm x 5 mm lub większym - w zależności od wyników obliczeń przekroju poprzecznego oraz prętów, z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych.

6.3. Zasady budowy układu uziomowego w stacjach WN/SN i SN/SN

6.3.1. Zasady budowy układu uziomowego w rozdzielniach napowietrznych WN/SN i SN/SN

Podczas budowy układu uziomowego na terenie rozdzielni napowietrznych należy przestrzegać następujących wytycznych:

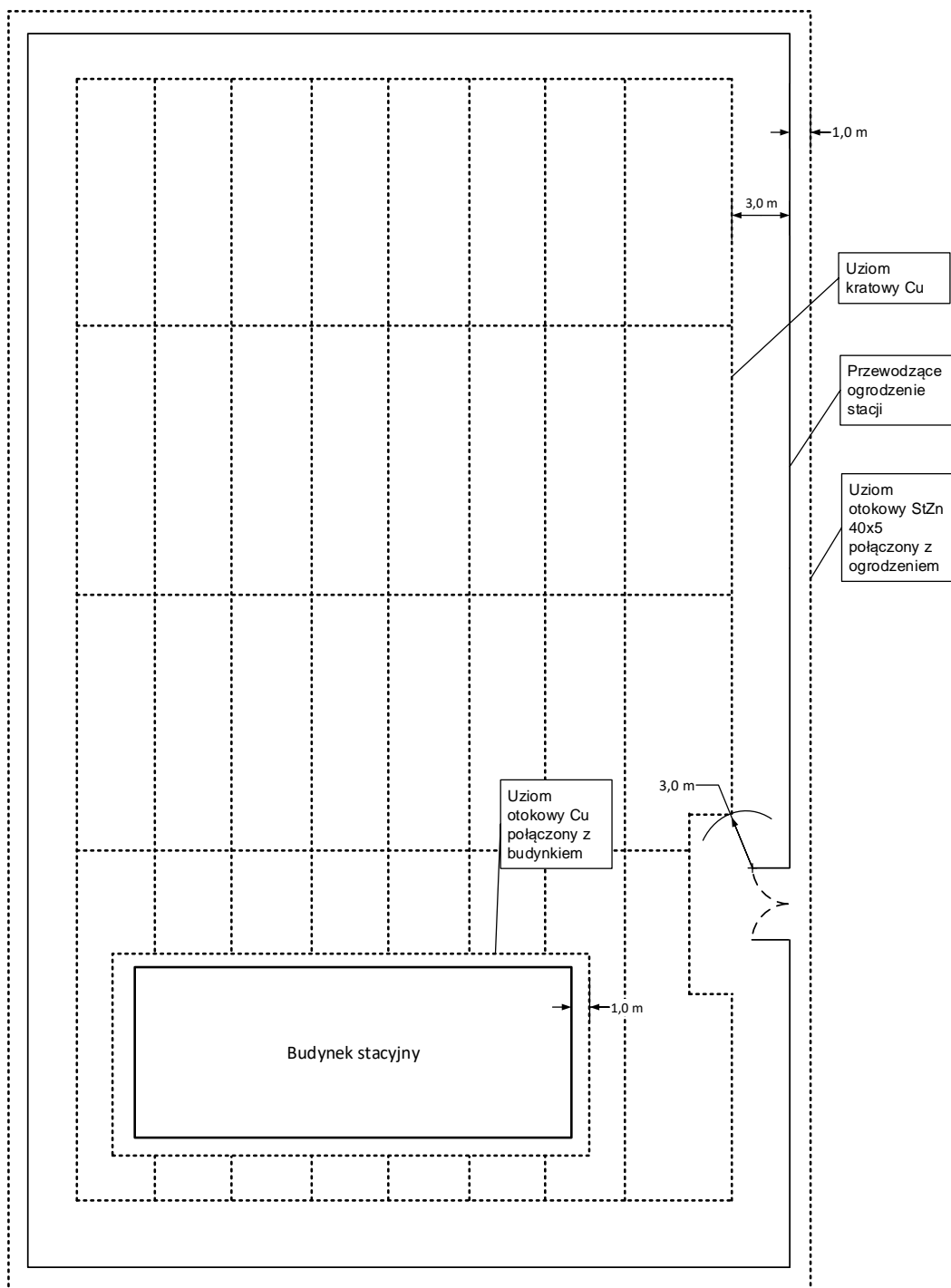
- 1) Uziemienie na terenie rozdzielni napowietrznych należy projektować w postaci układu uziomowego składającego się z:
 - poziomego uziomu sztucznego w postaci uziomu kratowego zgodnie z pkt 5.2.2.4. (rysunek 1),
 - pionowych uziomów sztucznych, jeżeli występuje konieczność obniżenia rezystancji uziomu poziomego oraz w miejscach lokalizacji przewodów uziemiających zwodów instalacji odgromowej,
 - poziomego uziomu kratownicowego w miejscach wykonywania łączy ruchowych zgodnie z pkt 5.2.2.3.
- 2) Przy projektowaniu uziemień należy brać pod uwagę największy spodziewany prąd początkowy jednofazowego zwarcia doziemnego w stacji na szynach zbiorczych rozdzielni. Jeżeli na terenie stacji znajduje się więcej niż jedna rozdzielnia, do obliczeń skuteczności ochrony należy przyjmować największy prąd zwarcia z występujących na szynach poszczególnych rozdzielni, z uwzględnieniem pracy z zamkniętym sprzęgłem na szynach [N4, N8].



Kolor niebieski - uziom sztuczny w postaci kraty uziomowej (rozmiary oczek kraty - przykładowe)
 Kolor czerwony - dodatkowe uziomy sztuczne w postaci uziomu kratownicowego (kratownicy) o małych oczkach, dla wyrównania potencjałów, w miejscach, w których mogą znajdować się osoby dokonujące czynności ruchowych

Rysunek 1

Układ uziomowy dla przykładowej rozdzielni napowietrznej 110 kV



Rysunek 2

Przykład sposobu ułożenia uziomu otokowego wokół ogrodzenia zewnętrznego dla przykładowej rozdzielni napowietrznej 110 kV.

- 3) W uzasadnionych przypadkach, jeżeli zaistnieje konieczność sterowania potencjałem układu uziomowego na terenie stacji, skrajne elementy uziomu kratowego w celu ograniczenia napięć krokowych zaleca się umieszczać na głębokości większej o ok. (0,2 ÷ 0,3) m od pozostałych elementów uziomu.
- 4) Odległość skrajnych elementów uziomu kratowego od ogrodzenia zewnętrznego stacji nie powinna być mniejsza niż 3,0 m (ograniczenie napięcia krokowego rażeniowego na zewnątrz ogrodzenia stacji do wartości dopuszczalnej) (rysunek 2).

- 5) W miejscach, w których uzasadnione jest ograniczanie napięć dotykowych rażeniowych lub krokowych tzn. w miejscach, w których mogą znajdować się osoby dokonujące łączy ruchowych (tj. przy szafkach kablowych, szafach napędów łączników, itp.) należy stosować dodatkowe uziomy wyrównawcze w postaci uziomu kratownicowego zgodnie z pkt 5.2.2.3. Uziomy kratownicowe należy przyłączać do uziomu kratowego stacji co najmniej w dwóch miejscach oraz do części przewodzących dostępnych i obcych, których dotknięcie jest możliwe ze stanowiska roboczego.
- 6) W przypadku szafek kablowych dodatkowe uziomy kratownicowe należy wykonać z każdej dostępnej strony szafki.
- 7) Uziomy sztuczne pionowe należy stosować w przypadku konieczności uzyskania mniejszej rezystancji uziemienia. Uziomy pionowe należy przyłączać przede wszystkim do skrajnych elementów uziomu kratowego tak, aby odległość pomiędzy nimi była nie mniejsza niż długość pojedynczego pogrążanego elementu pionowego, co pozwoli ograniczyć negatywny wpływ ich wzajemnego oddziaływania.
- 8) Dodatkowe uziomy pionowe, niezależnie od pozostałej części uziomu, należy wykonywać w miejscach:
 - a) potencjalnie zagrożonych występowaniem prądów udarowych, czyli w polach ograniczników przepięć,
 - b) w miejscach uziemienia punktów neutralnych transformatorów WN/SN,
 - c) dla zwodów pionowych urządzenia piorunochronnego,
 - d) w uzasadnionych przypadkach w punktach występowania źródła prądu doziemienia.
- 9) Widoczne części przewodów uziemiających ochronnych należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym [N11]. Widoczne części przewodów uziemiających funkcjonalnych (np. uziemienia urządzeń odgromowych) należy oznaczyć kolorem niebieskim.

Szczególną uwagę należy zwrócić na ogrodzenia stacji oraz obiekty wychodzące poza teren stacji [N4, N8]:

- 1) Ogrodzenia wykonane z materiału nieprzewodzącego nie wymagają uziemienia.
- 2) W przypadku ogrodzenia z materiału przewodzącego, należy wybudować wzdłuż ogrodzenia stacji elektroenergetycznej otokowe uziemienie ochronne ułożone na zewnątrz ogrodzenia w odległości 1^3 m i na głębokości $0,5^4$ m, niepołączone z uziomem stacji (rysunek 2). Wszystkie elementy przewodzące ogrodzenia powinny być połączone poprzez spawanie z otokiem ogrodzenia stacji. Połączenia spawane powinny być dodatkowo zabezpieczone antykorozyjnie.
- 3) Jeżeli niemożliwe byłoby zachowanie odległości podanych w pkt 2), należy wykonać nieuziemione ogrodzenie z materiałów nieprzewodzących.
- 4) Bramy i furtki w zewnętrznym ogrodzeniu stacji wykonane z materiałów przewodzących i zamocowane na ogrodzeniach nieprzewodzących nie wymagają uziemienia, jeżeli nie są metalicznie połączone z układem uziomowym stacji.
- 5) Jeżeli przewodzące bramy lub furtki mają połączenie z układem uziomowym (bezpośrednio lub poprzez przewody ochronne obwodów zasilających urządzenia zainstalowane na bramie, np. instalację dzwonekową, napęd bramy itp.), to na terenie przylegającym do otwartych bram i furtek należy zastosować wyrównanie potencjałów za pomocą uziomu otokowego lub izolację stanowiska.
- 6) W przypadku gdy ogrodzenie jest przewodzące, a bramy i furtki mają połączenie z układem uziomowym, powinny one zostać przyłączone do ogrodzenia poprzez zastosowanie w ogrodzeniu sekcji z materiału nieprzewodzącego lub poprzez

³ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

⁴ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

- zastosowanie elementów ogrodzenia z materiału przewodzącego, ale wyposażonego w wstawki izolacyjne na obu jego końcach.
- 7) Bramy i furtki wykonane z materiałów przewodzących, nie połączone z układem uziomowym stacji, zamocowane na ogrodzeniach przewodzących należy połączyć z ogrodzeniem w celu wyrównania potencjałów.
 - 8) Na terenie stacji należy stosować rurociągi z materiałów nieprzewodzących. Ewentualne rurociągi metalowe należy łączyć z instalacją uziemiającą obiektu.
 - 9) W celu zapobiegania wynoszeniu potencjału poza obszar stacji przez przewodzące rurociągi, należy stosować w nich wstawki izolacyjne w pasie o szerokości 3,0 m na zewnątrz stacji. Jeżeli zastosowanie wstawek jest niemożliwe, w obszarze oddziaływania uziomu stacyjnego należy umieszczać rurociągi w osłonach izolacyjnych albo stosować rurociągi z zewnętrzną powłoką izolacyjną.
 - 10) W celu zapobiegania wynoszeniu potencjału poza obszar stacji przez powłoki i pancerze kabli, należy stosować kable z zewnętrzną powłoką izolacyjną lub w obszarze oddziaływania uziomu stacyjnego umieszczać je w osłonach izolacyjnych.
 - 11) Przewodzące ekrany lub pancerze kabli wychodzących ze stacji powinny być uziemione również na drugim ich końcu, jeżeli są tam dostępne dla dotyku.

6.3.2. Zasady budowy układu uziomowego w rozdzielniach wewnętrznych WN/SN i SN/SN

Podczas budowy układu uziomowego na terenie rozdzielni wewnętrznych należy przestrzegać następujących wytycznych [N4, N8]:

- 1) W przypadku budynków wolnostojących należy wykonać otokowy uziom poziomy na zewnątrz budynku, pogrążony na głębokości 0,5⁵ m i w odległości 1⁶ m od ściany i wykonać opaskę izolacyjną wokół budynku o szerokości co najmniej 1,5 m. Izolację takiej opaski uznaje się za wystarczającą, jeżeli jest to:
 - warstwa tłucznia o granulacji (31,5 ÷ 63) mm i grubości (100 ÷ 150) mm,
 - lub warstwa asfaltu na odpowiednim podłożu (np. na żwirze),
 - lub środek zapewniający izolację równoważną do wyżej wymienionych.
- 2) Ściany zewnętrzne budynków mieszczących rozdzielnie wewnętrzne należy wykonywać z materiałów nieprzewodzących (np. ściany murowane) bez uziemionych części metalowych dostępnych dla dotyku z zewnątrz budynku.
- 3) Widoczne części przewodów uziemiających ochronnych należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym [N11].

7. Uziemienie stacji elektroenergetycznych SN/nN

7.1. Przeznaczenie układu uziomowego w stacjach SN/nN

- 1) Dla stacji SN/nN należy projektować jeden wspólny układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt 5.1.1 i pełnionymi funkcjami [N4, N8]. Uziemienie stacji transformatorowej SN/nN spełnia jednocześnie trzy funkcje:
 - ochronną,
 - funkcjonalną (roboczą),
 - ochrony przed przepięciami.

⁵ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

⁶ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

- 2) W celu ograniczenia wartości napięć dotykowych rażeniowych za podstawowy układ uziomowy stacji transformatorowych SN/nN należy przyjmować uziom otokowy z uwagi na optymalny rozkład potencjału na powierzchni gruntu.

7.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy stacji elektroenergetycznych SN/nN

Zasadniczym materiałem dla:

- a) uziomu poziomego (otoku) i przewodów uziomowych jest płaskownik StZn o wymiarach przekroju poprzecznego co najmniej 40 mm x 5 mm lub większym lub StCu o wymiarach przekroju poprzecznego co najmniej 40 mm x 5 mm lub większym - w zależności od wyników obliczeń przekroju poprzecznego z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych,
- b) uziomu pionowego, dobranego odpowiednio do materiału uziomu poziomego:
 - pręty stalowe ocynkowane ogniowo,
 - pręty stalowe miedziowane elektrolitycznie,
 - pręty miedziane z aktywatorem (szczególnie w terenie, dla którego rezystywność gruntu wynosi powyżej 500 Ω m, istnieją ograniczenia terenowe lub na gruntach o wysokim stopniu zakwaszenia).

W szczególnych przypadkach można stosować, pod fundamentami stacji lub ustojami słupów, na których zbudowano stacje słupowe, płyty stalowe ocynkowane ogniowo, jako element dodatkowy układu uziomowego.

Przy wykorzystaniu uziomu fundamentowego do budowy instalacji uziemiającej preferowane jest, ze względu na brak przyspieszonej korozji w wyniku powstania ogniwa elektrochemicznego, stosowanie stali miedziowanej elektrolitycznie, miedzi lub stali nierdzewnej.

7.3. Zasady budowy wspólnego układu uziomowego dla urządzeń SN i nN w stacjach SN/nN

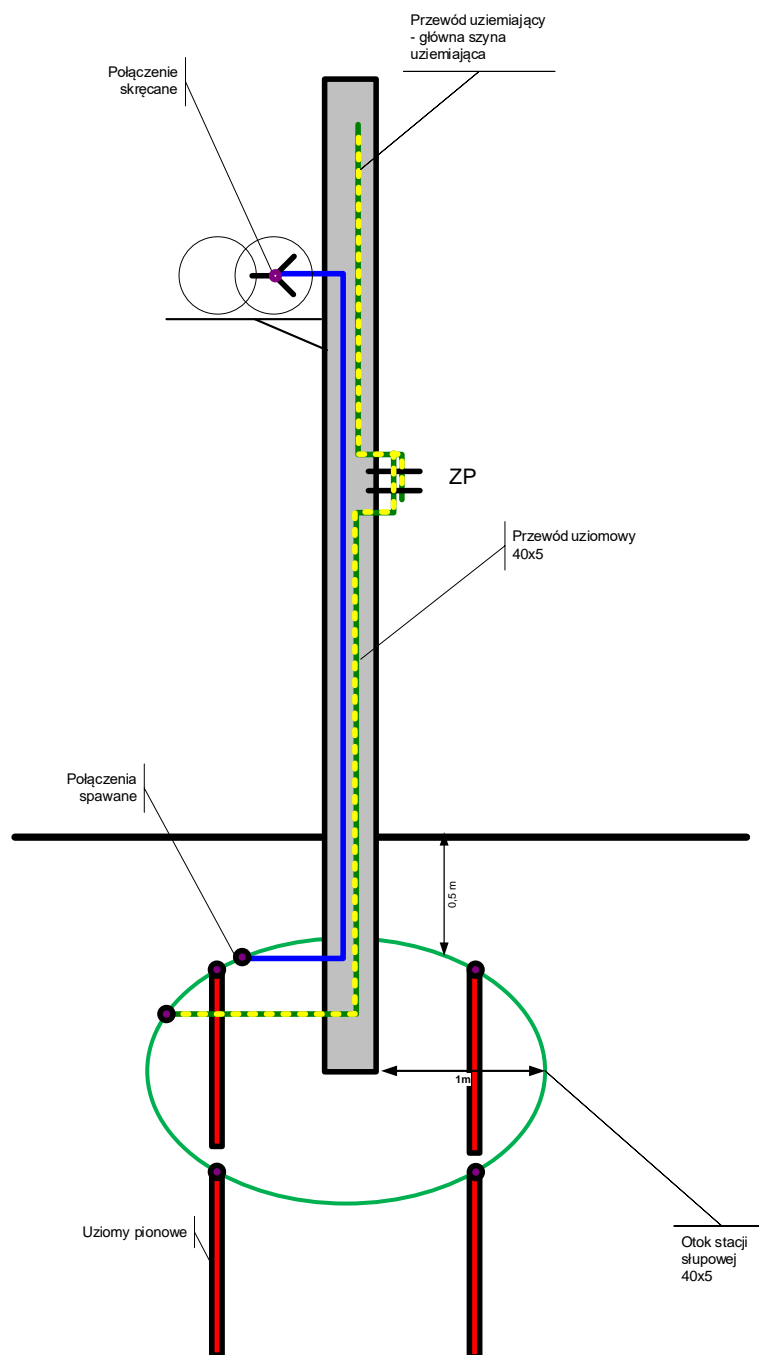
7.3.1. Zasady budowy układu uziomowego dla stacji słupowych [N4, N8]

- 1) Uziemienia stacji słupowej należy projektować jako otokowe, wykonane z płaskownika - układ podstawowy. W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.
- 2) Uziemienie otokowe układać na głębokości 0,5⁷ m, w odległości 1⁸ m na zewnątrz od obrysu konstrukcji słupa stacji, jeżeli warunki terenowe będą na to pozwalać (rysunek 3). Uwaga: w szczególnych warunkach terenowych np. braku miejsca, zbliżeń do innej infrastruktury podziemnej itp. dopuszcza się realizację uziemienia bez budowy otoku a jedynie z wykorzystaniem np.: uziomów pionowych, poziomych płaskowników/bednarek, płyt metalowych ocynkowanych umieszczonych pod stacją itp. Rozwiązanie takie należy bezwzględnie uzgodnić z przedstawicielem TD S.A. (osoba/y wskazana/e w umowie).
- 3) W przypadku, gdy na etapie projektowania wymagana ochrona przed porażeniem jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem samego otoku, należy rozbudować go o dodatkowe uziomy pionowe/poziome/ukośne zgodnie z zasadami opisanymi w Załącznikach nr 3, 4 i 5 do Standardu. Zaleca się aby odległość pozioma pomiędzy kolejnymi uziomami pionowymi nie była mniejsza niż długość pojedynczego pograżonego uziomu pionowego. Można także dodatkowo układ rozbudować o płytę metalową ocynkowaną [T7].
- 4) Uziemienie ochronne stacji należy zrealizować przyłączając do uziomu otokowego lub równoważnego każdy transformatora i inne części przewodzące urządzeń zabudowanych

⁷ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

⁸ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

- na słupie i wymagających uziemienia. Połączenie to należy wykonać za pośrednictwem złącza pomiarowego ZP usytuowanego na obwodzie słupa, skręcanego za pomocą dwóch śrub M10. Złącze pomiarowe ZP powinno być łatwo dostępne dla obsługi (rysunek 3). Umieszczanie złącza pomiarowego ZP z brakiem dostępu jest zabronione.
- 5) Uziemienie funkcjonalne stacji słupowej należy zrealizować przyłączając do uziomu otokowego lub równoważnego punktu neutralny transformatora. Na przewodzie uziemiającym punktu neutralnego nie należy umieszczać żadnych rozłączalnych miejsc. Jedyne miejsce skręcane może znajdować się na wyprowadzeniu punktu neutralnego transformatora (rysunek 3).



ZP - złącze pomiarowe skręcane na dwie śruby (złącze kontrolne)

Rysunek 3

Przykładowe wykonanie uziomu otokowego w kształcie koła dla stacji słupowej SN/nN rozbudowanego o uziomy pionowe.

Uwaga: w zależności od warunków terenowych oraz konstrukcji stacji (jedno- lub dwużerdziowa) lub w przypadku dobudowy kolejnych uziomów otokowych dla wysterowania potencjału dopuszczalny jest inny kształt otoku np. w postaci pierścienia, elipsy.

- 6) Przewód uziemiający ochronny w bezpośredniej bliskości złącza pomiarowego ZP oraz przewód uziemiający funkcjonalny w miejscu dostępnym dla obsługi powinny być tak ukształtowane (poprzez odpowiednie wygięcie płaskowników), aby możliwe było założenie cęgów pomiarowych na każdy z nich z osobna.
- 7) Płaskowniki stanowiące przewody uziemiające ochronne oraz funkcjonalne należy prowadzić po zewnętrznej stronie słupa - zabrania się prowadzenia wewnątrz słupa.
- 8) Połączenia przewodów uziemiających ochronnych i przewodu uziemiającego funkcjonalnego z otokiem stacji należy wykonać w różnych miejscach na obrysie otoku jako:
 - a) spawane – dla układu uziomowego wykonanego ze stali cynkowanej StZn,
 - b) spawane lub łączone egzotermicznie – dla układu uziomowego wykonanego ze stali miedziowanej StCu.
 Miejsca łączeń należy zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie np. taśmą Denso.
- 9) Przewody uziemiające wprowadzone do gruntu, niezależnie od posiadania stałych pokryć antykorozyjnych, powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci (np. masą bitumiczną), poczynwszy od wysokości 30 cm nad powierzchnią gruntu, aż do miejsca ich połączenia z uziomem.
- 10) Widoczne części przewodów uziemiających ochronnych należy oznaczyć kolorem żółto – zielonym [N11].
- 11) Przewód uziemiający funkcjonalny należy oznaczyć kolorem niebieskim [N11].
- 12) Poszczególne elementy układu uziomowego należy łączyć przy użyciu metody/osprzętu przeznaczonego dla zastosowanego systemu.
- 13) Wszystkie połączenia skręcane powinny posiadać zabezpieczenia przed samoodkręcaniem poprzez zastosowanie podkładek sprężynujących.

7.3.2. Zasady budowy układu uziomowego dla stacji wewnętrznych wolnostojących [N4, N8]

- 1) Uziemienia stacji wewnętrznych wolnostojących SN/nN projektować jako otokowe wykonane z płaskownika - układ podstawowy. W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.
- 2) Uziemienie otokowe układać na głębokości 0,5⁹ m, w odległości 1¹⁰ m od obrysu budynku stacji – jeżeli warunki terenowe będą na to pozwalać (rysunek 4). Uwaga: w szczególnych warunkach terenowych np. braku miejsca, zbliżeń do innej infrastruktury podziemnej itp. dopuszcza się realizację uziemienia bez budowy otoku a jedynie z wykorzystaniem np.: uziomów pionowych, poziomych płaskowników/bednarek, płyt metalowych ocynkowanych umieszczonych pod stacją itp. Rozwiązanie takie należy bezwzględnie uzgodnić z przedstawicielem TD S.A. (osoba/y wskazana/e w umowie).
- 3) W przypadku, gdy na etapie projektowania wymagana ochrona przed porażeniem jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem samego otoku, należy rozbudować go o dodatkowe uziemienia pionowe/poziome/ukośne zgodnie z zasadami opisanymi w Załącznikach nr 3, 4, 5 do Standardu. Zaleca się aby odległość pozioma pomiędzy kolejnymi uziomami pionowymi nie była mniejsza niż długość pojedynczego pogrążonego uziomu pionowego. Można także dodatkowo układ rozbudować o płytę metalową ocynkowaną umieszczoną pod stacją lub pionowo w ziemi [T7].

⁹ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

¹⁰ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

- 4) Uziemienie ochronne stacji należy zrealizować przyłączając do uziomu otokowego lub równoważnego główną szynę uziemiającą GSU (wyrównawczą) przy pomocy dwóch oddzielnych przewodów uziemiających (poprzez złącza pomiarowe ZP-1, ZP-2 skręcane za pomocą dwóch śrub M10 każde), usytuowanych w dwóch różnych miejscach wewnątrz stacji w pomieszczeniu rozdzielnic SN i nN. Złącza pomiarowe ZP-1, ZP-2 powinny być łatwo dostępne dla obsługi (rysunek 4). Umieszczanie złącz za urządzeniem lub obok, z brakiem dostępu, jest zabronione. Dostęp do złącz pomiarowych ZP-1 i ZP-2 powinien być zapewniony zarówno z zewnątrz stacji (po otwarciu drzwi do odpowiednich pomieszczeń) jak i z wnętrza stacji. Usytuowanie złączy pomiarowych ZP-1, ZP-2 powinno umożliwiać pomiary bez konieczności wyłączania urządzeń stacyjnych spod napięcia. Wprowadzenie przewodów uziemienia ochronnego do wnętrza stacji odbywa się poprzez specjalne szczelne przepusty ze stali nierdzewnej z przyłączem śrubowym 2 x M12 lub 2 x M10, zamontowane na etapie produkcji, do których od zewnątrz i wewnątrz stacji przykręca się odpowiedni płaskownik.
- 5) Uziemienie funkcjonalne stacji należy zrealizować przyłączając do uziomu otokowego lub równoważnego punkt neutralny transformatora. Na przewodzie uziemiającym funkcjonalnym nie należy umieszczać żadnych rozłączalnych miejsc. Jedyne miejsce skręcane może znajdować się na wyprowadzeniu punktu neutralnego transformatora (rysunek 4) - rozwiązanie preferowane. Dopuszcza się zwiększenie liczby miejsc skręcanych na przewodzie uziemiającym funkcjonalnym dla stacji, których konstrukcja wymaga takiego rozwiązania ze względu na technologie posadowienia stacji i konstrukcję budynku. (np. stacje wyposażone na etapie produkcji w specjalne skręcane przepusty ze stali nierdzewnej z przyłączem śrubowym 2 x M12 lub 2 x M10). Przewód uziemienia funkcjonalnego w komorze transformatora powinien być tak poprowadzony i ukształtowany, aby był do niego dostęp służb pomiarowych z zewnątrz stacji (po otwarciu drzwi do komory) bez konieczności wchodzenia do pomieszczenia transformatora.
- 6) Przewód uziemiający ochronny w bezpośredniej bliskości złączy pomiarowych ZP-1, ZP-2 oraz przewód uziemiający funkcjonalny w miejscu dostępnym dla obsługi powinny być tak ukształtowane (poprzez odpowiednie wygięcie płaskowników), aby możliwe było założenie cęgów pomiarowych na każdy z nich z osobna.
- 7) Dla celów kontrolno-pomiarowych wymaga się, aby w komorze transformatorowej odcinek odpowiednio ukształtowanego przewodu uziemiającego funkcjonalnego był usytuowany w miejscu niewymagającym wyłączania urządzeń i wchodzenia poza barierki w komorze.
- 8) Połączenia przewodów uziemiających ochronnych i przewodu uziemiającego funkcjonalnego z otokiem stacji należy wykonać w różnych miejscach na obrysie otoku jako spawane lub zgrzewane egzotermicznie. Miejsca łączeń należy zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie, np. taśmą Denso.
- 9) Wprowadzenie przewodów uziomowych do stacji należy przewidzieć w części podziemnej stacji, z wykorzystaniem szczelnych przepustów opisanych w pkt 4) powyżej. Przewody uziemiające umieszczone bezpośrednio w gruncie, niezależnie od posiadanych stałych pokryć antykorozyjnych, należy pokryć warstwą nie przepuszczającą wilgoci np. masą asfaltową na odcinku od przepustu/złącza aż do połączenia ich z uziomem otokowym lub równoważnym.

W szczególnych przypadkach, gdy stacja będzie posiadała przepusty/złącza w części naziemnej, przewody uziemiające ochronne i przewód uziemiający funkcjonalny należy dodatkowo pokryć warstwą nieprzepuszczającą wilgoć od wysokości 30 cm nad powierzchnią gruntu aż do miejsca połączenia ich z częścią podziemną układu uziomowego .

7.3.3. Zasady budowy układu uziomowego dla stacji transformatorowych SN/nN w pomieszczeniach budynków [N4, N8]

- 1) Połączenia instalacji uziemiających stacji i budynku można dokonać po uzyskaniu zgody Zarządcy budynku.
- 2) Wewnętrzną instalację uziemiającą stacji wykonać zgodnie z [T8] i pkt 7.3.2.
- 3) Wewnętrzną instalację uziemiającą ochronną połączyć z uziomem otokowym (lub uziomem otokowym rozbudowanym o uziomy pionowe) budynku za pomocą dwóch oddzielnych przewodów uziemiających i połączenia spawanego lub egzotermicznego. Połączenie i elementy spawane zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie np. poprzez zastosowanie taśmy Denso, na długości ok. 30 cm od miejsca połączenia spawanego. Przewód uziemiający na odcinku od połączenia z uziomem otokowym budynku do miejsca wyprowadzenia z pomieszczenia stacji, niezależnie od posiadanych stałych pokryć antykorozyjnych, należy pokryć warstwą nie przepuszczającą wilgoć np. masą asfaltową.
- 4) Uziemienie funkcjonalne stacji należy zrealizować przyłączając poprzez spawanie lub połączenie egzotermiczne do uziomu otokowego (lub uziomu otokowego rozbudowanego o uziomy pionowe) budynku punkt neutralny transformatora. Połączenie i elementy spawane należy zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie np. poprzez zastosowanie taśmy Denso, na długości ok. 30 cm od miejsca połączenia spawanego. Przewód uziemiający na odcinku od połączenia z uziomem otokowym budynku do miejsca wyprowadzenia z pomieszczenia stacji, niezależnie od posiadanych stałych pokryć antykorozyjnych, należy pokryć warstwą nie przepuszczającą wilgoć np. masą asfaltową.
- 5) Powyższe wyprowadzenia uziemienia ochronnego i funkcjonalnego z pomieszczenia stacji wykonać poprzez specjalne szczelne przepusty ze stali nierdzewnej z przyłączem śrubowym 2 x M12 lub 2 x M10, zamontowane na etapie wylewania fundamentów, do których od zewnątrz i wewnątrz stacji przykręca się odpowiedni płaskownik. Dopuszcza się również rozwiązanie oparte na gumowych wkładach uszczelniających umieszczonych w przepustach montowanych na etapie wylewania fundamentów, dostosowanych do skutecznego uszczelnienia przewodów uziemiających przy przejściu przez ścianę/fundament. Zastosowane wkłady uszczelniające gumowe, wykonane w technologii „sprężania mechanicznego”, z zastosowaniem blach i śrub kwasoodpornych, winny być wodoszczelne. Przepusty powinny zapewniać szczelność na słup wody o ciśnieniu min. 0,3 bara do 1 bar, adekwatnie do szczelności przepustów kablowych (dokument jakości zgodnie z [T8]).
- 6) W przypadku połączenia uziemienia stacyjnego z uziomem fundamentowym, przewód uziemiający powinien być połączony z bednarką uziemienia fundamentowego przez spawanie, zgrzewanie egzotermiczne lub zacisk krzyżowy.
- 7) W przypadku lokalizacji stacji na poziomie „0” przepusty powinny być umieszczone w części fundamentowej stacji, pod poziomem gruntu.
- 8) W przypadku zastosowania przepustów z gumowymi wkładami uszczelniającymi nie dopuszcza się „przerywania” uziemienia funkcjonalnego na odcinku od punktu neutralnego transformatora do miejsca przyłączenia do uziomu otokowego.
- 9) W przypadku połączenia układu uziomowego stacji z uziomem fundamentowym budynku, w celu zapobiegania powstawaniu ogniw elektrochemicznych, jako materiał do budowy układu uziomowego (czyli części podziemnej instalacji uziemiającej) należy zastosować stal miedziowaną elektrolitycznie StCu. W takim przypadku do łączenia poszczególnych elementów układu uziomowego należy zastosować połączenia egzotermiczne.

UWAGA 6:

Dla stacji transformatorowych SN/nN wkomponowanych w całości lub w części w inne budynki, należy stosować ww. wymagania w zakresie dostosowanym do danej lokalizacji i możliwości terenowych posadowienia stacji, z utrzymaniem wymagań związanych z zachowaniem ochrony przed porażeniem oraz możliwości prowadzenia eksploatacji (w szczególności pomiarów ochronnych) przez odpowiednie służby TD S.A. Projekt rozmieszczenia instalacji uziemiającej w stacji transformatorowej zabudowanej w pomieszczeniach budynków musi zostać uzgodniony z przedstawicielem TD S.A. (osobą/ami wskazaną/yymi w umowie).

7.4. Zasady budowy rozdzielonego układu uziomowego dla urządzeń SN i nN w stacjach SN/nN

Jeżeli zajdzie potrzeba rozdzielenia uziemienia ochronnego stacji SN/nN od uziemienia funkcjonalnego punktu neutralnego sieci nN zasilanej ze stacji, uziom ochronny stacji należy wykonać wg zasad opisanych w punktach 7.3.1, 7.3.2 lub 7.3.3 – w zależności od konstrukcji stacji. Stosując się do zapisów w/w punktów, należy pominąć wszystko, co dotyczy uziemienia funkcjonalnego punktu neutralnego transformatora.

Ponadto należy spełnić następujące wymagania [T3, N4, N7, N8, N9]:

- 1) Wartość rezystancji uziemienia ochronnego stacji powinna zostać dobrana z uwzględnieniem zachowania wokół stacji właściwych wartości napięć dotykowych rażeniowych.
- 2) Dla rozdzielni SN o napięciu znamionowym < 50 kV minimalna odległość między oddzielnymi uziomami stacji i punktu neutralnego transformatora powinna wynosić w linii prostej: $d_{ACCEPT} \geq 20$ m, mierzone pomiędzy skrajnymi elementami układów uziomowych [N4].
- 3) Ze względów realizacji/technologii rozdziału uziemienia dopuszczalne jest wielokrotne łączenie skręcane obwodu uziemiającego punkt neutralny transformatora. W przypadku rozdziału uziemienia połączenia skręcane w konfiguracji instalacji uziemiającej należy przewidzieć jako pewne, zabezpieczone przed samoodkręcaniem, np. z wykorzystaniem podkładek sprężynujących.
- 4) Ze względu na możliwą w przyszłości potrzebę połączenia uziemienia punktu neutralnego transformatora z uziemieniem ochronnym, na etapie budowy stacji należy:
 - a) dla stacji wewnętrznej: wprowadzić przewód uziemiający do komory transformatora o docelowej długości wystarczającej do podpięcia do zacisku neutralnego transformatora i połączyć go z uziomem otokowym lub równoważnym stacji za pomocą połączenia spawanego lub zgrzewanego egzotermicznie. Od strony transformatora przewód uziemiający podłączyć do GSU.
 - b) dla stacji słupowej: wyprowadzić przewód uziemiający do wysokości ok. 0,5 m nad powierzchnię ziemi, a z drugiej strony połączyć go z uziomem otokowym lub równoważnym stacji za pomocą połączenia spawanego lub zgrzewanego egzotermicznie. Wystający nad powierzchnię gruntu przewód uziemiający przymocować do słupa za pomocą obejm.

UWAGA 7:

Przewody uziemiające jak w punkcie 4) należy zabezpieczyć antykorozyjnie wg zapisów w pkt 7.3.1, 7.3.2 lub 7.3.3 i na tym etapie nie oznaczać ich kolorami.

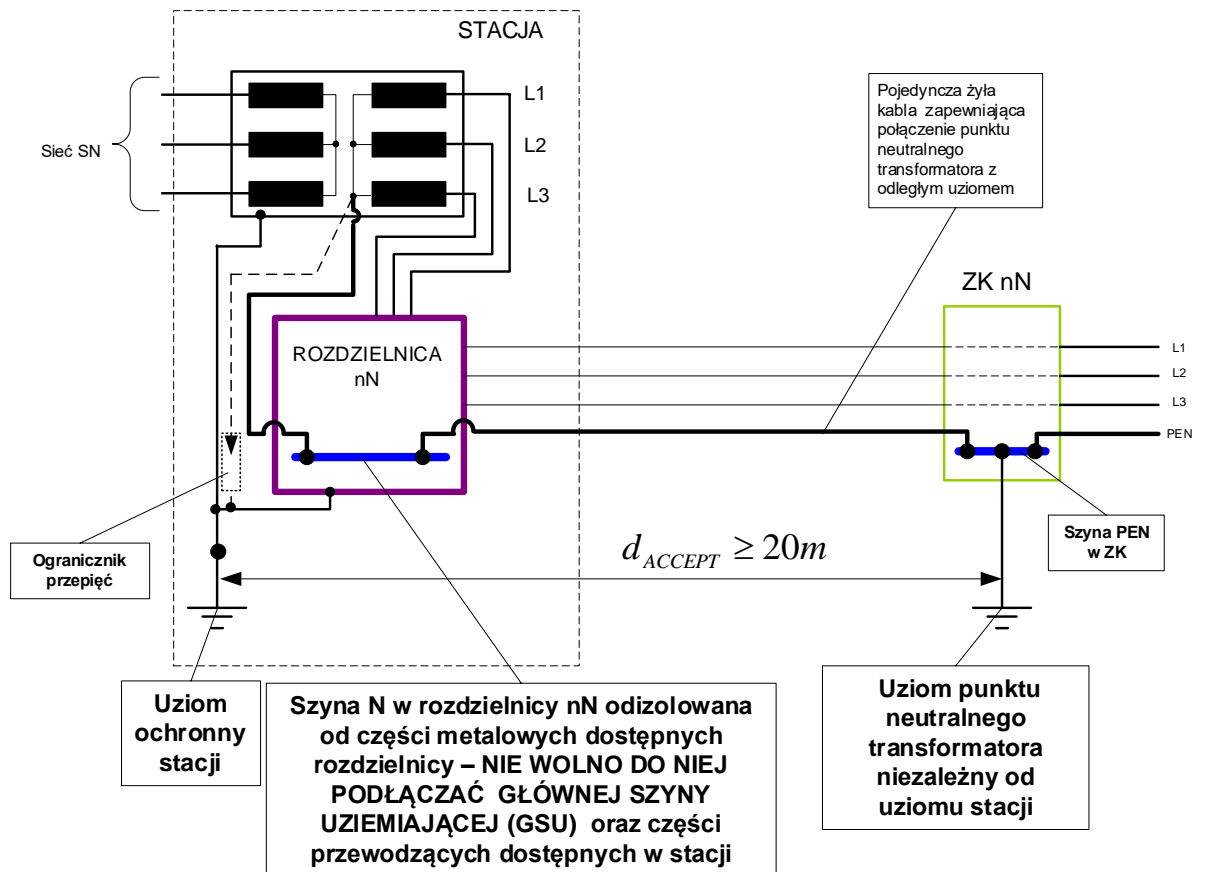
- 5) Oddzielne uziemienie funkcjonalne punktu neutralnego transformatora należy projektować jako otokowe (poziome), pionowe lub otokowo-pionowe. Należy je

zrealizować na pierwszym słupie lub w złączu kablowym ZK danego obwodu rozdzielczego, z uwzględnieniem wymaganej odległości od stacji (jak w punkcie 2) powyżej) (rysunek 5). Miejsce lokalizacji uziemienia punktu neutralnego powinno być wyraźnie wskazane w dokumentacji oraz oznaczone na obiekcie. W przypadkach trudności uzyskania wymaganej wartości rezystancji uziemienia roboczego punktu N transformatora na pierwszym słupie lub złączu kablowym, dopuszczone jest wykonanie uziemienia za pomocą wszystkich „pierwszych” uziomów od stacji wykonanych na obwodach sieci nN spełniających kryterium odległości od stacji w zakresie od 20 m do 50 m w linii prostej. W takim przypadku uziomy na obwodach spełniają wymagania dla R_{BN} .

UWAGA 8:

Jeżeli ze stacji wychodzi kilka linii nN, uziemienie funkcjonalne należy zrealizować tak, aby w konsekwencji możliwych rozłączeń przewodów PEN dowolnych linii (ruchowych lub awaryjnych) nie doszło do sytuacji braku uziemienia funkcjonalnego. Niezależne uziemienia wchodzące w skład uziemienia funkcjonalnego należy zatem wykonać w każdej linii nN lub wykonać je w taki sposób, aby prace rozwojowe i eksploatacyjne nie powodowały przerwania ciągłości przewodu uziemiającego uziemienia funkcjonalnego.

- 6) Szyna N w rozdzielnicy nN w stacji powinna być odizolowana od konstrukcji metalowej rozdzielnicy za pomocą izolatorów – **Bezwzględnie zabrania się wykonywania połączenia szyny N rozdzielnicy nN z główną szyną uziemiającą stacji (GSU)!!! W przypadku szyny PE nie wykonuje się do niej żadnych połączeń.**
- 7) Przekrój i typ kabla łączącego punkt neutralny transformatora SN/nN z szyną N rozdzielnicy niskiego napięcia będzie wynikał z aktualnego standardu dla stacji SN/nN.
- 8) W przypadku zasilania kablowego obwodu nN, kable wyprowadzone z rozdzielnicy nN w stacji do pierwszego złącza kablowego ZK lub słupa (podejścia kablowego) muszą być o przekroju minimalnym 120 mm² - żyłę kabla przeznaczoną jako przewód uziemiający punktu neutralnego transformatora należy połączyć z szyną PEN w ZK lub z płaskownikiem (przewodem uziemiającym przewodu PEN) prowadzonym po zewnętrznej stronie słupa, za pomocą połączenia śrubowego, zabezpieczonego przed samoodkręcaniem poprzez zastosowanie podkładki sprężynującej. W przypadku gdy żadne złącze lub słup nie są zlokalizowane dość blisko stacji (w odległości do 50 m), to oddzielny uziom punktu neutralnego transformatora należy wykonać w wymaganej odległości od stacji i połączyć go z punktem neutralnym sieci osobnym jednożyłowym przewodem izolowanym (kablem nN), ułożonym w ziemi [T7].
- 9) W przypadku zasilania napowietrznego obwodu nN, należy zastosować do pierwszego słupa przewód izolowany AsXSn o przekroju nie mniejszym niż 4x70 mm² - żyłę przewodu przeznaczoną jako przewód uziemiający punktu neutralnego transformatora należy połączyć z płaskownikiem (przewodem uziemiającym przewodu PEN) prowadzonym po zewnętrznej stronie słupa, za pomocą połączenia śrubowego, zabezpieczonego przed samoodkręcaniem poprzez zastosowanie podkładki sprężynującej.
- 10) W przypadku rozdziału uziemień nie dopuszczalne jest, prowadzenie płaskownika/bednarki od rozdzielnicy nN w stacji do słupa lub złącza ZK.



Rysunek 5

Poglądowy rysunek wykonania rozdziału uziemienia ochronnego stacji od uziemienia funkcjonalnego punktu neutralnego transformatora SN/nN w przypadku zastosowania kabla nN.

- 11) Szynę PEN w ZK należy połączyć z uziemieniem z wykorzystaniem płaskownika. Płaskownik ten należy przykręcić do szyny PEN za pomocą śruby M10 i oznaczyć kolorem niebieskim. Szyna PEN w ZK musi posiadać trwałe oznaczenie: „PEN”.
- 12) Płaskownik na pierwszym słupie należy połączyć z uziemieniem i oznaczyć kolorem niebieskim tam, gdzie będzie widoczny.
- 13) Przewody uziemiające w pierwszym ZK lub na słupie należy odpowiednio wyprofilować dla celów pomiarowych (patrz pkt 7.3.1 lub 7.3.2) i zabezpieczyć antykorozyjnie wg zapisów w pkt 7.3.1 ppkt. 9) lub 7.3.2 ppkt. 9).
- 14) Przy wymiarowaniu izolacji urządzeń niskiego napięcia, znajdujących się na terenie stacji należy uwzględnić wartość i czas utrzymywania się napięcia uziomowego zgodnie z [T7] - tabela 7 .
- 15) Dla realizacji ochrony przy uszkodzeniu (przy dotyku pośrednim) w urządzeniach niskiego napięcia na terenie stacji, części przewodzące dostępne tych urządzeń powinny być połączone z układem uziomowym stacji (obwody urządzeń nN będą pracowały jak w układzie TT, choć zasilac będą sieć pracującą w układzie TN).
- 16) Ograniczniki przepięć – jeśli są wymagane – powinny być przyłączone do przewodów roboczych nN i należy je połączyć z uziemieniem ochronnym stacji.
- 17) W stacji przy rozdzielni nN zawiesić tablicę informacyjną „**Uwaga - rozdzielone uziemienie SN i nN**”.

- 18) Przy złączu kablowym ZK lub słupie umieścić informację: „**Uwaga - oddzielne uziemienie punktu neutralnego transformatora stacji nr ...**”.

UWAGA 9:

Jeżeli do stacji pracującej z rozdzielonym uziemieniem zostają włączone nowe obwody sieci nN lub zostają wydłużone istniejące, należy dokonać analizy (obliczeniowo i pomiarowo) wypadkowej rezystancji wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych i kablowych nN pod względem zagrożenia porażeniowego związanego z napięciem wynoszonym do sieci nN w układzie TN.

W przypadku stwierdzenia spełnienia warunku wymaganej wartości rezystancji R_B ,

$$R_B \leq \frac{U_F}{r I_F} \leq \frac{U_F}{I_E} \quad (4)$$

należy zaprojektować/wykonać połączenia uziemienia punktu neutralnego transformatora z uziemieniem ochronnym stacji i w tym celu wykonać następujące czynności:

- szynę N rozdzielnic nN w stacji połączyć płaskownikiem z GSU stacji lub szynę N połączyć z szyną PE (jeżeli występuje w rozdzielnic nN), a szynę PE połączyć bezpośrednio (nie poprzez obudowę rozdzielnic) płaskownikiem z GSU,
- w złączu kablowym ZK i na słupie należy zmienić kolory przewodów uziemiających z niebieskich na żółto-zielone i istniejące oznaczenia literowe z N na PEN,
- przewód uziemiający zgodnie z punktem 7.4.4) należy podłączyć do zacisku N punktu neutralnego transformatora,
- zdemontować tablice informujące o rozdziale uziemienia w rozdzielni nN oraz w ZK lub na słupie.

8. Uziemienie złącza ZK-SN

8.1. Przeznaczenie układu uziomowego w złączach ZK-SN

Dla złącza ZK-SN należy projektować wspólny układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt 5.1.1 i pełnionymi funkcjami. Uziemienie złącza ZK-SN spełnia jednocześnie dwie funkcje:

- ochronną,
- ochrony przed przepięciami.

8.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy złącza ZK-SN

Zasadniczym materiałem dla:

- uziomu poziomego (otoku) i przewodów uziemiających jest płaskownik StZn o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego 40 mm x 5 mm lub StCu o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego 40 mm x 5 mm, uzależnionym jednak od wyników obliczeń przekroju poprzecznego z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych,
- uziomu pionowego – dobrane odpowiednio do materiału uziomu poziomego:
 - pręt stalowy ocynkowany ogniowo,
 - pręt stalowy miedziowany elektrolitycznie,
 - pręty miedziane z aktywatorem chemicznym (szczególnie w terenie, dla którego rezystywność gruntu wynosi powyżej 500 Ω m, istnieją ograniczenia terenowe lub na gruntach o wysokim stopniu zakwaszenia).

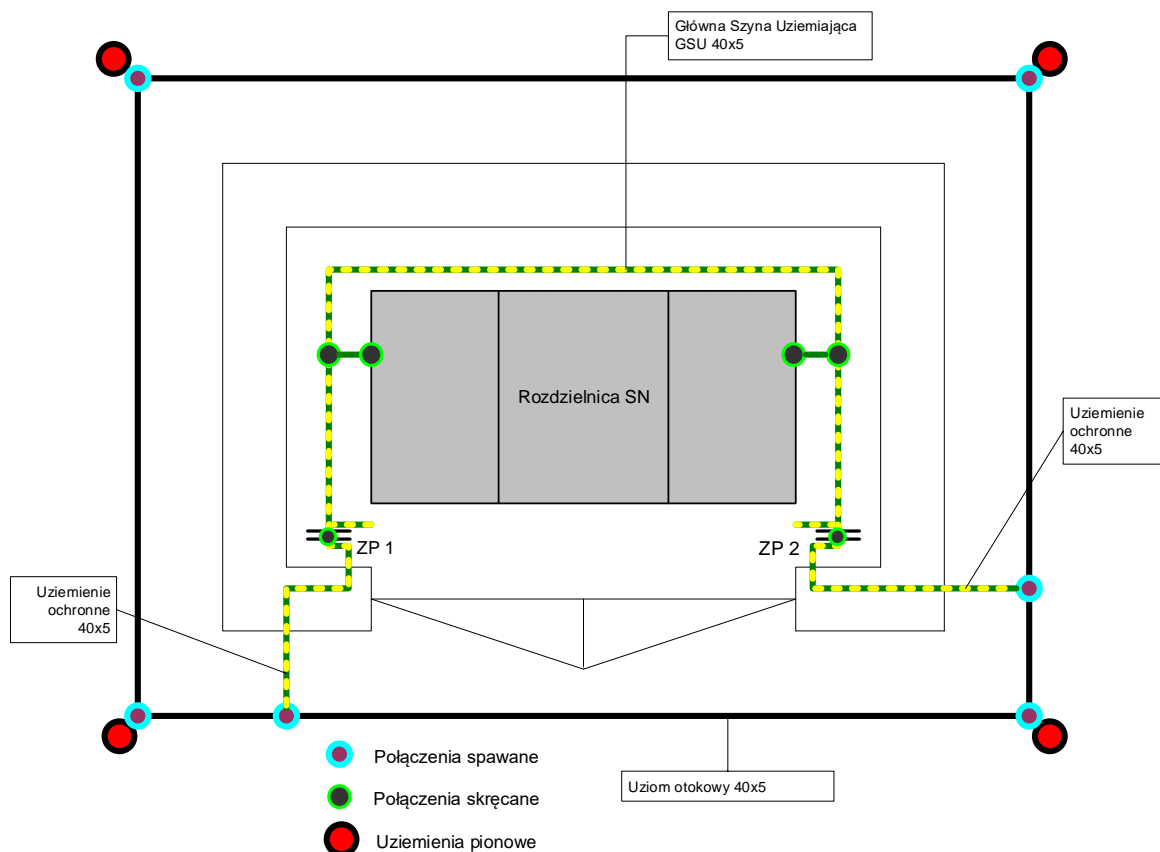
W szczególnych przypadkach można stosować pod ZK-SN płyty stalowe ocynkowane, jako element dodatkowy układu uziomowego. Przy zastosowaniu płyty należy zwrócić uwagę, aby jej obrys nie wystawał poza obrys złącza – analiza pod kątem pojawienia się napięć krokowych.

8.3. Zasady budowy uziemień dla złącza ZK-SN

- 1) Uziemienia złącza ZK-SN projektować i wykonywać jako otokowe, wykonane z płaskownika - układ podstawowy. W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.
- 2) Uziemienie otokowe należy układać na głębokości 0,5¹¹ m, w odległości 1¹² m od obrysu złącza ZK-SN – jeżeli warunki terenowe będą na to pozwalać (rysunek 6).
Uwaga: W szczególnych warunkach terenowych np. braku miejsca, zbliżeń do innej infrastruktury podziemnej itp. dopuszcza się realizację uziemienia bez budowy otoku, a jedynie z wykorzystaniem np. uziomów pionowych/ukośnych, poziomych taśm, płyt metalowych ocynkowanych umieszczonych pod ZK-SN itp. Rozwiązanie takie należy bezwzględnie uzgodnić z przedstawicielem w TD S.A. (osoba/y wskazana/e w umowie).
- 3) W przypadku, gdy na etapie projektowania wymagana wartość rezystancji uziemienia złącza ZK-SN jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem samego otoku, należy rozbudować go o dodatkowe uziomy pionowe/ukośne (rysunek 6) zgodnie z zasadami opisanymi w Załącznikach nr 3, 4, 5 do Standardu. Można także dodatkowo układ rozbudować o płytę stalową ocynkowaną umieszczoną pod ZK-SN lub pionowo w ziemi [T7].
- 4) Do uziomu otokowego lub równoważnego należy przyłączać części przewodzące dostępne złącza ZK-SN oraz części przewodzące dostępne osprzętu kablowego (np. powłoka zewnętrzna półprzewodząca głowicy kabla w przedziale kablowym rozdzielnicy SN) wymagające uziemienia. Na przewodach uziemiających należy umieścić złącza pomiarowe ZP skręcane za pomocą dwóch śrub M10, służące do odłączenia części uziemianej od uziomu dla celów pomiarowych.
- 5) Należy wykonać co najmniej dwa złącza pomiarowe ZP umieszczone wewnątrz lub na zewnątrz złącza ZK-SN (w zależności od konstrukcji złącza), na jego przeciwległych stronach w taki sposób, aby zapewnić łatwy dostęp dla obsługi (rysunek 6). W przypadku zabudowy ZP wewnątrz ZK-SN dostęp do ZP powinien być możliwy po otwarciu drzwi.
- 6) Ukształtowanie złączy pomiarowych ZP w ZK-SN powinno umożliwiać założenie cęgów pomiarowych, dzięki odpowiedniemu wygięciu płaskownika.
- 7) Połączenie przewodów uziemiających z uziemieniem otokowym lub równoważnym złącza ZK-SN należy wykonać jako spawane lub zgrzewane egzotermicznie - miejsca łączenia zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie.
- 8) Wprowadzenie przewodów uziemienia ochronnego do wnętrza ZK-SN odbywa się poprzez specjalne szczelne przepusty ze stali nierdzewnej z przyłączem śrubowym 2 x M12 lub 2 x M10, zamontowane na etapie produkcji, do których od zewnątrz i wewnątrz stacji przykręca się odpowiedni płaskownik.
- 9) Przewody uziemiające wprowadzone do gruntu, niezależnie od posiadania stałych pokryć antykorozyjnych, powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci (np. masą bitumiczną), począwszy od wysokości 30 cm nad powierzchnią gruntu, aż do miejsca ich połączenia z uziomem.

¹¹ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

¹² Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$



ZP1, ZP2 - złącza pomiarowe skręcane na dwie śruby

Rysunek 6

Przykładowe wykonanie uziomu otokowego złącza ZK-SN rozbudowanego o uziomy pionowe.

Uwaga: w zależności od warunków terenowych i kształtu budynku ZK-SN lub w przypadku dobudowy kolejnych uziomów otokowych dlaysterowania potencjału dopuszczalny jest inny kształt otoku np. w postaci koła, pierścienia, kwadratu, elipsy.

10) Widoczne części przewodów uziemiających oznaczyć kolorem żółto – zielonym [N11].

11) Poszczególne elementy instalacji należy łączyć przy użyciu metody/osprzętu przeznaczonej/przeznaczonego dla danego systemu uziemiającego.

9. Uziemienie linii elektroenergetycznych WN

9.1. Przeznaczenie układu uziomowego w liniach WN

- 1) W liniach WN należy projektować układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt 5.1.1 i pełnionymi funkcjami.
- 2) Uziemienie w liniach WN spełnia jednocześnie dwie funkcje:
 - ochronną,
 - odgromową.

9.2. Rodzaj uziomów stosowanych w liniach WN

- 1) Na uziomy pionowe w liniach WN należy stosować:
 - pręty stalowe miedziowane elektrolitycznie,
 - pręty stalowe ocynkowane ogniowo,
 - pręty miedziane z aktywatorem (szczególnie w terenie, dla którego rezystywność gruntu wynosi powyżej 500 Ω m, istnieją ograniczenia terenowe lub grunt jest o wysokim stopniu zakwaszenia).

- 2) Na uziomy poziome w liniach WN należy stosować płaskownik stalowy pomiedziowany elektrolitycznie StCu o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego nie mniejszych niż 40 mm x 5 mm lub ocynkowany ogniowo StZn o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego nie mniejszych niż 40 mm x 5 mm, uzależnionych od obliczeń z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych.

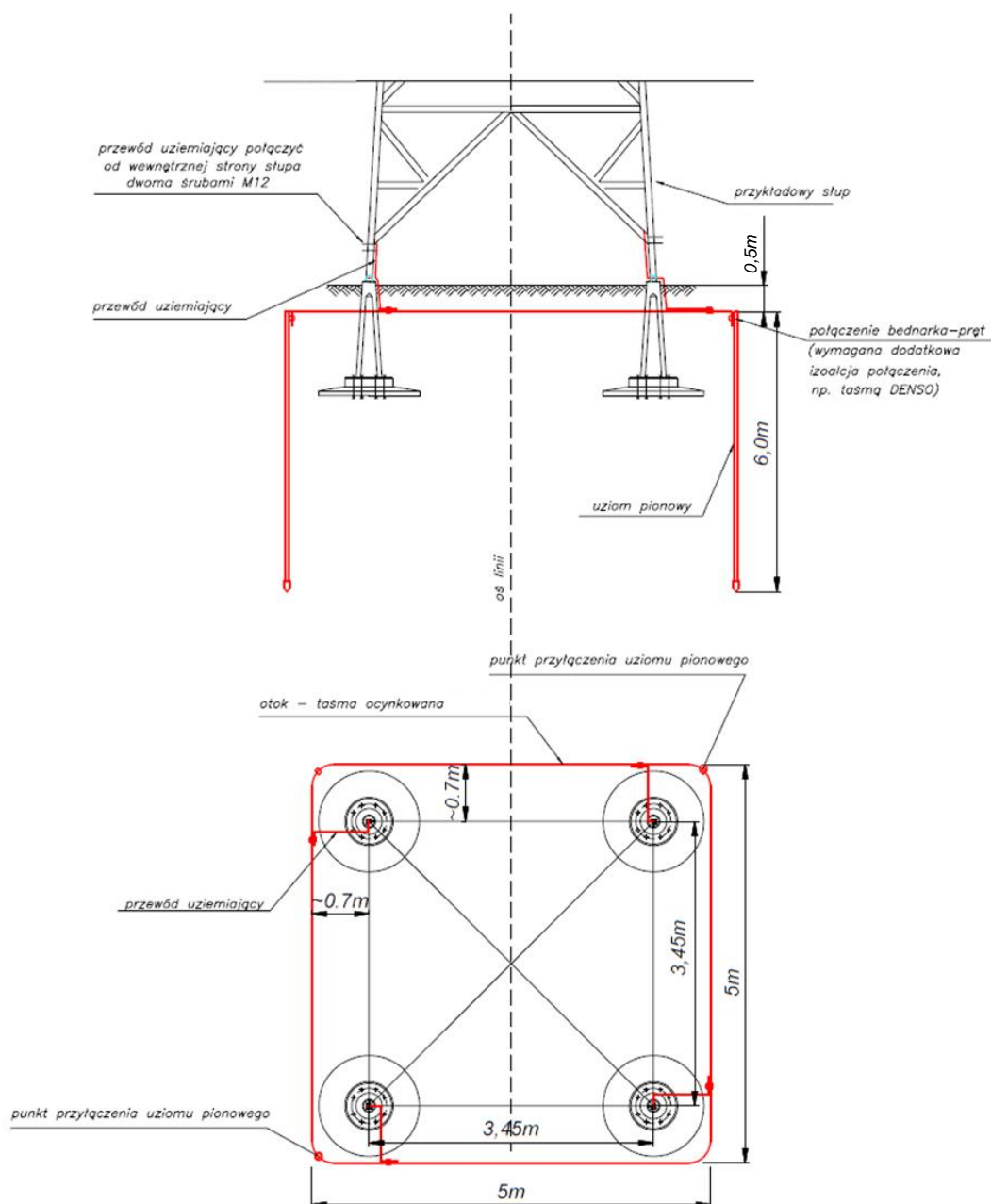
9.3. Zasady budowy uziemień linii WN [T3, N5]

- 1) Każdy słup linii elektroenergetycznej musi mieć zaprojektowany układ uziomowy właściwy dla jego lokalizacji z uwzględnieniem lokalnej wartości rezystywności gruntu. Przy ocenie lokalizacji słupa, projektant powinien uwzględnić plan zagospodarowania terenu – skutkujący w przyszłości zmianą otoczenia istniejącego słupa w odniesieniu do obszaru często uczęszczanego przez ludzi.
- 2) W liniach WN dla realizacji wymienionych w pkt 9.1 funkcji należy projektować i wykonywać uziom wspólny.
- 3) Dla tych słupów linii WN, które znajdują się w miejscach mało uczęszczanych przez ludzi nie ma konieczności stosowania ochrony dodatkowej przed porażeniem, w związku z tym można stosować uproszczone uziomy poziomo-pionowe, bez wykonywania otoku wokół słupa zapewniające ochronę odgromową i funkcjonalną, o następującej budowie:
 - a) Przy każdym słupie kratowym należy stosować co najmniej dwa uziomy pionowe/ukośne, rozmieszczone przy przeciwległych nogach słupa lub umieszczone wewnątrz słupa.
 - b) W przypadku słupów pełnościennych należy stosować co najmniej dwa uziomy pionowe/ukośne rozmieszczone po przeciwległych stronach słupa.
- 4) Dla słupów linii WN znajdujących się w miejscach często uczęszczanych, oprócz uziomów pionowych należy wykonywać uziom otokowy pełniący funkcję ochronną:
 - a) Płaskownik uziomu otokowego należy umieszczać na głębokości 0,5¹³ m pod powierzchnią gruntu, w odległości 1¹⁴ m od obrysu słupa. Uziomy pionowe i otokowe należy połączyć (rysunek 7). W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.
 - b) W uzasadnionych przypadkach, np. w warunkach terenowych uniemożliwiających wykonanie odpowiednio głębokiego wykopu, uziom otokowy dopuszcza się umieszczać na mniejszej głębokości. Głębokość ta powinna uniemożliwiać przypadkowe wyciągnięcie bednarki z ziemi (np. w przypadku prac na polach ornych).
- 5) Na wszystkich słupach należy projektować co najmniej po dwa złącza pomiarowe ZP, umieszczone po przekątnej (rysunek 7). Bednarkę należy przyłączać do konstrukcji słupa po wewnętrznej stronie krawężnika kątownika (nie dotyczy słupów z fundamentami blokowymi).
- 6) Złącza pomiarowe ZP należy umieszczać na wysokości umożliwiającej swobodny dostęp służb technicznych.
- 7) W słupach pełnościennych nie dopuszcza się prowadzenia przewodów uziemiających wewnątrz słupa.
- 8) Uziemienie pełniące funkcję ochronną (w miejscach często uczęszczanych przez ludzi) należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym [N11].
- 9) Poszczególne elementy instalacji należy łączyć poprzez spawanie lub za pomocą zgrzewów egzotermicznych - miejsca łączenia zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie.

¹³ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

¹⁴ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

- 10) Przyłączanie istniejącego układu uziomowego do układu nowobudowanego dopuszczalne jest tylko wtedy, gdy układ nowobudowany samodzielnie spełnia wymagania stawiane uziemieniu danego słupa (po uzyskaniu pozytywnego wyniku weryfikacji pomiarowej). W przypadkach gdy uzyskanie wymaganej wartości rezystancji układu nowobudowanego nie jest możliwe, dopuszcza się za zgodą służb odpowiedzialnych za eksploatację obiektu sprawdzenie kryteriów akceptacji w zakresie ochrony przed porażeniem dla kompletnego układu uziomowego, obejmujące również uziomy istniejące.



Informacje dodatkowe do rysunku:

1. Połączenie płaskownika w ziemi wykonać poprzez spawanie lub zgrzewanie egzotermiczne.
2. Miejsca łączenia zabezpieczyć dodatkowo antykorozyjnie, np. taśmą Denso.
3. Przewody uziemiające przykręcić do wewnętrznej strony nogi słupa dwoma śrubami M12, zabezpieczonymi przed korozją smarem.
4. Przewody uziemiające zabezpieczyć antykorozyjnie (np. taśmą Denso) na odcinku 30 cm od poziomu gruntu do połączenia z otokiem.

Rysunek 7

Przykładowe wykonanie układu uziomowego słupa linii WN znajdującego się w miejscu często uczęszczanym (dwa uziomy pionowe połączone „po przekątnej” z uziomem otokowym).

10. Uziemienie linii elektroenergetycznych SN

10.1. Przeznaczenie układu uziomowego w liniach SN

- a) W liniach napowietrznych SN należy projektować układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt 5.1.1 i pełnionymi funkcjami. Uziemienie słupów w liniach SN spełnia jednocześnie dwie funkcje:
 - ochrony przed porażeniem,
 - ochrony przed przepięciami.
- b) W celu ograniczenia wartości napięć dotykowych rażeniowych za podstawowy układ uziomowy w liniach napowietrznych SN dla słupów należy przyjmować uziom otokowy z uwagi na optymalny rozkład potencjału na powierzchni gruntu. W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.

10.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy linii SN

Zasadniczym materiałem dla:

- a) uziomu poziomego (otoku) i przewodów uziemiających jest płaskownik StZn o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego 40 mm x 5 mm lub StCu o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego 40 mm x 5 mm, uzależnionym jednak od wyników obliczeń przekroju poprzecznego z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych,
- b) uziomu pionowego - odpowiednio do materiału uziomu poziomego:
 - pręt stalowy miedziowany elektrolitycznie,
 - pręt stalowy ocynkowany ogniowo,
 - pręt miedziany z aktywatorem chemicznym (szczególnie w terenie, dla którego rezystywność gruntu wynosi powyżej 500 Ω m, albo istnieją ograniczenia terenowe lub grunt jest o wysokim stopniu zakwaszenia).

10.3. Zasady budowy instalacji uziemiającej w liniach SN [T3, N5]

W liniach SN obowiązują następujące zasady budowy instalacji uziemiającej:

- 1) Każdy słup przewodzący linii elektroenergetycznej wymagający uziemienia musi mieć zaprojektowany układ uziomowy właściwy dla jego lokalizacji z uwzględnieniem lokalnej wartości rezystywności gruntu. Przy ocenie lokalizacji słupa, projektant powinien uwzględnić plan zagospodarowania terenu – skutkujący w przyszłości zmianą otoczenia istniejącego słupa w rozumieniu częstego uczęszczania ludzi. Słupy nieprzewodzące linii SN nie wymagają uziemienia ochronnego. Jeżeli zajdzie taka potrzeba, należy wyposażyć je w uziemienie ochronno-funkcjonalne (np. ze względu na zainstalowane na słupie ograniczniki przepięć lub łączniki SN wyposażone w napędy). Do słupów nieprzewodzących zalicza się słupy drewniane lub wykonane z materiałów nieprzewodzących. Słupy betonowe, niezależnie od konstrukcji i warstwy betonu, uważa się za przewodzące.
- 2) W liniach SN dla realizacji wymienionych w pkt 10.1 funkcji należy projektować i wykonywać uziom wspólny.
- 3) Przewodzące słupy w linii SN wyposażonej w zabezpieczenia ziemnozwarciowe działające na wyłączenie, znajdujące się w miejscach mało uczęszczanych, nie wymagają uziemień ochronnych.
- 4) Linie SN wyposażone w automatykę zabezpieczeniową likwidującą zwarcia doziemne z czasem zadziałania na wyłączenie ≥ 10 s, należy traktować jak linie SN niewyposażone w automatykę zabezpieczeniową ziemnozwarciową.

- 5) Dla przewodzących słupów w linii SN wyposażonej w zabezpieczenia ziemnozwarciowe działające na wyłączenie, które znajdują się w miejscach uczęszczanych przez ludzi, oprócz uziomów pionowych należy wykonywać uziom otokowy pełniący funkcję ochronną:
 - a) Płaskownik uziomu otokowego należy umieszczać na głębokości 0,5¹⁵ m pod powierzchnią gruntu, w odległości 1¹⁶ m od obrysu słupa.
 - b) W uzasadnionych przypadkach, np. w warunkach terenowych uniemożliwiających wykonanie odpowiednio głębokiego wykopu, dopuszcza się umieszczać uziom otokowy na mniejszej głębokości. Głębokość ta powinna uniemożliwiać przypadkowe wyciągnięcie bednarki z ziemi (np. w przypadku prac na polach ornych).
 - c) Dopuszcza się w skrajnie trudnych warunkach terenowych związanych z ograniczonym terenem zastosowanie tylko uziomów pionowych/ukośnych lub kombinacje uziomów pionowych i poziomych – bez konieczności stosowania otoku. Każdorazowe takie rozwiązanie musi wymagać uzgodnienia przez służby eksploatacyjnych TD S.A. (osoba/y wskazana/e w umowie).
- 6) Przewodzące słupy w linii SN posiadającej zabezpieczenia ziemnozwarciowe działające na sygnał, zlokalizowane w miejscach mało uczęszczanych, należy uziemiać.
- 7) Dla przewodzących słupów w linii SN niewyposażonej w zabezpieczenia ziemnozwarciowe, należy wykonywać uziom zgodnie z wymaganiami zawartymi w punkcie 10.3.5.
- 8) Widoczną część uziemienia na słupie należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym. Uziemienie ograniczników przepięć powinno być oznaczone kolorem niebieskim
- 9) Złącza pomiarowe ZP należy umieszczać na wysokości umożliwiającej swobodny dostęp służb technicznych.
- 10) Ukształtowanie przewodów uziemiających w bezpośredniej bliskości złączy pomiarowych ZP powinno umożliwiać założenie cęgów pomiarowych, dzięki odpowiedniemu wygięciu płaskownika.
- 11) Poszczególne elementy instalacji należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla danego systemu uziemiającego lub poprzez spawanie.
- 12) Przyłączanie istniejącego układu uziomowego do układu budowanego dopuszczalne jest tylko wtedy, gdy układ budowany samodzielnie spełnia wymagania stawiane uziemieniu danego słupa (po uzyskaniu pozytywnego wyniku weryfikacji pomiarowej). W przypadkach gdy uzyskanie wymaganej wartości rezystancji układu nowobudowanego nie jest możliwe, dopuszcza się za zgodą służb odpowiedzialnych za eksploatację obiektu sprawdzenie kryteriów akceptacji w zakresie ochrony przed porażeniem dla kompletnego układu uziomowego, obejmujące również uziomy istniejące.

11. Uziemienie słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową

11.1. Przeznaczenie układu uziomowego dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową

- 1) W liniach napowietrznych SN dla słupów z zabudowaną aparaturą łączeniową niezależnie od lokalizacji należy projektować jeden układ uziomowy spełniający wszystkie stawiane wobec niego zadania, zgodnie z pkt 5.1.1 i pełnionymi funkcjami. Słupy SN z zainstalowaną aparaturą, jeżeli chodzi o wymagania rezystancji uziemienia czy napięć dotykowych rażeniowych, są traktowane jak ZK-SN lub stacje SN/nN bez części niskiego napięcia.

¹⁵ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

¹⁶ Dopuszcza się tolerancje ułożenia $\pm 10\%$

- 2) Uziemienie słupów z zabudowaną aparaturą łączeniową w liniach SN - jak w punkcie 11.1.1) - spełnia jednocześnie trzy funkcje:
 - a) ochronną,
 - b) funkcjonalną (roboczą) w przypadku zainstalowania na słupie autonomicznych urządzeń zasilających potrzeby własne aparatury łączeniowej,
 - c) ochrony przed przepięciami.
- 3) W celu ograniczenia wartości napięć dotykowych rażeniowych za podstawowy układ uziomowy w liniach napowietrznych SN dla słupów z zabudowaną aparaturą łączeniową należy przyjmować uziom otokowy ew. uzupełniony uziomami pionowymi z uwagi na optymalny rozkład potencjału na powierzchni gruntu. W uzasadnionych przypadkach można budować kilka uziomów otokowych wzajemnie połączonych, zabudowywanych ze stopniowym zwiększaniem głębokości ich układania. O konieczności zastosowania takiego układu uziomowego wskazuje projektant na etapie projektowania.
- 4) Dopuszcza się w skrajnie trudnych warunkach terenowych związanych z ograniczonym terenem zastosowanie tylko uziomów pionowych lub kombinacje uziomów pionowych i poziomych – bez konieczności stosowania otoku. Każdorazowe takie rozwiązanie musi wymagać uzgodnienia przez pracownika TD S.A. (osoba/y wskazana/e w umowie)

11.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową

Zasadniczym materiałem dla:

- a) uziomu poziomego (otoku) i przewodów uziemiających jest płaskownik StZn o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego nie mniejszych niż 40 mm x 5 mm lub StCu o minimalnych wymiarach przekroju poprzecznego nie mniejszych niż 40 mm x 5 mm, uzależnionych od wyników obliczeń przekroju poprzecznego z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych,
- b) uziomu pionowego - odpowiednio do materiału uziomu poziomego:
 - pręt stalowy ocynkowany ogniowo,
 - pręt stalowy miedziowany elektrolitycznie,
 - pręt miedziany z aktywatorem chemicznym (szczególnie w terenie, dla którego rezystywność gruntu wynosi powyżej 500 Ω m, istnieją ograniczenia terenowe lub grunt jest o wysokim stopniu zakwaszenia).

11.3. Zasady budowy instalacji uziemiającej dla słupów w liniach napowietrznych SN z zabudowaną aparaturą łączeniową

Słupy linii SN z zabudowaną aparaturą łączeniową powinny spełniać wszystkie wymogi stawiane klasycznym słupom linii SN, przedstawione w pkt 10. Ponadto, ze względu na możliwość wykonywania czynności łączeniowych, powinny one spełniać następujące wymagania [T3,N4]:

- a) Urządzenia łączeniowe zamontowane na słupach przewodzących i nieprzewodzących powinny być uziemione, niezależnie od lokalizacji słupa.
- b) Widoczną część uziemienia na słupie należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym.
- c) Poszczególne elementy instalacji należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla danego systemu uziemiającego lub poprzez spawanie.
- d) Przyłączanie istniejącego układu uziomowego do układu budowanego dopuszczalne jest tylko wtedy, gdy układ budowany samodzielnie spełnia wymagania stawiane uziemieniu danego słupa (po uzyskaniu pozytywnego wyniku weryfikacji pomiarowej). W przypadkach gdy uzyskanie wymaganej wartości rezystancji układu nowobudowanego nie jest możliwe, dopuszcza się za zgodą służb odpowiedzialnych za eksploatację obiektu sprawdzenie

kryteriów akceptacji w zakresie ochrony przed porażeniem dla kompletnego układu uziomowego, obejmujące również uziomy istniejące.

12. Uziemienie linii elektroenergetycznych nN i zestawów złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN

12.1. Przeznaczenie układu uziomowego w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN

W liniach nN oraz złączach nN uziemienia stosuje się w celu:

- a) minimalizacji zagrożenia porażeniowego podczas zwarć doziemnych z pominięciem przewodu PEN (poprzez zmniejszenie wypadkowej rezystancji uziemienia sieci nN),
- b) zmniejszenia asymetrii napięć fazowych w przypadku przerwania ciągłości przewodu PEN,
- c) minimalizacji zagrożenia porażeniowego przy zwarciach do przerwanego przewodu PEN linii za miejscem jego przerwania,
- d) minimalizacji zagrożenia porażeniowego przy zwarciach doziemnych po stronie wyższego napięcia w stacjach SN/nN, w których wykonano wspólny uziom ochronny strony SN i funkcjonalny punktu neutralnego N sieci nN,
- e) ochrony przed porażeniem przez samoczynne wyłączenie zasilania,
- f) ochrony przed przepięciami.

Z uwagi na pełnioną funkcję są to uziemienia:

- a) w sieciach TN:
 - ochronno-funkcjonalne (robocze) przewodu PEN na wybranych słupach linii (tzw. uziemienia dodatkowe przewodu PEN),
 - ochronno-funkcjonalne (robocze) przewodu PEN w złączach nN,
 - ochronne dla złączy i szafek metalowych nie spełniających warunków II klasy ochronności,
 - ochrony przed przepięciami – w liniach nN;
- b) w sieciach TT:
 - ochronne dla złączy i szafek nN nie spełniających warunków II klasy ochronności,
 - ochrony przed przepięciami – w liniach nN.

Przewodami uziemiającymi łączy się z uziemieniem:

- a) przewód PEN (PE),
- b) zacisk uziomowy ogranicznika przepięć,
- c) w przypadkach tego wymagających - zacisk ochronny części przewodzącej dostępnej urządzenia nN w układzie TT bezpośrednio, a w TN za pomocą szyny PEN.

12.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy linii nN i dla zestawów złączowych nN oraz złączowo-pomiarowych nN

- a) Na uziomy pionowe w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN stosuje się:
 - pręty stalowe ocynkowane ogniowo,
 - pręty stalowe miedziowane elektrolitycznie.
- b) Na uziomy poziome i przewody uziemiające stosuje się:
 - płaskowniki StZn ze stali ocynkowanej ogniowo o minimalnych wymiarach nie mniejszych niż 30 mm x 4 mm lub StCu ze stali miedziowanej elektrolitycznie o minimalnych wymiarach nie mniejszych niż 30 mm x 4 mm.

12.3. Zasady budowy instalacji uziemiającej w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN

Podczas wykonywania uziemień w liniach nN i zestawach złączowych nN oraz złączowo - pomiarowych nN należy przestrzegać następujących założeń [T3, N6, N7, N9]:

- 1) Zaleca się stosowanie głównie uziemień pionowych jako bardziej efektywnych niż uziemienia poziome.
- 2) Uziemienia należy lokalizować możliwie blisko uziemianych elementów (słupów oraz złączy ZK-nN).
- 3) Uziemienia wspólne wykonane pomiędzy sąsiadującymi z sobą złączami ZK-nN lub sąsiadującymi słupami i złączami, powinny być wykonane tak, aby możliwe było ich odłączenie w celu wykonania pomiarów rezystancji wspólnego uziemienia (a nie podawanie w protokole każdorazowo rezystancji tego samego układu uziomowego dla kilku lokalizacji).
- 4) Jeżeli zachodzi potrzeba wykonania więcej niż jednego sztucznego uziomu pionowego przy słupie lub w złączu, odległości pomiędzy uziemieniami powinny być nie mniejsze niż długość pojedynczego pogrążanego uziomu pionowego. Dopuszczalnym rozwiązaniem – jeśli nie ma przeciwwskazań natury technicznej - jest wykonanie uziomów ukośnych w lokalizacji słupa/złącza.
- 5) Poszczególne elementy instalacji należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla danego systemu uziemiającego. Łączenia należy wykonywać poprzez spawanie, zgrzewanie lub skręcanie dwiema śrubami M8 albo M10. Połączenia te powinny być odpowiednio zabezpieczone antykorozyjnie.
- 6) Złącza pomiarowe ZP należy umieszczać na wysokości i w sposób umożliwiający swobodny dostęp służb technicznych.
- 7) Ukształtowanie przewodów uziemiających w bezpośredniej bliskości złączy pomiarowych ZP powinno umożliwiać założenie cęgów pomiarowych, dzięki odpowiedniemu wygięciu płaskownika.
- 8) Przewody uziemiające wprowadzone do gruntu, niezależnie od posiadania stałych pokryć antykorozyjnych, powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci (np. masą bitumiczną), począwszy od wysokości 30 cm nad powierzchnią gruntu, aż do miejsca ich połączenia z uziomem.
- 9) Uziemienie ochronne na słupie należy oznaczyć kolorem żółto – zielonym. Uziemienie pełniące wyłącznie funkcję ochrony przed przepięciami należy oznaczyć kolorem niebieskim.

13. Uziemienie stacji bazowych typu TETRA na terenie GPZ-tu

13.1. Przeznaczenie układu uziomowego w stacjach bazowych typu TETRA

W stacjach bazowych uziemienia stosuje się w celu realizacji:

- a) ochrony przed porażeniem,
- b) ochrony przed przepięciami,
- c) ochrony odgromowej.

Przewodami uziemiającymi łączy się z uziemieniem:

- a) metalową konstrukcję masztu,
- b) główną szynę uziemiającą kontenera stacji bazowej,
- c) zacisk uziomowy ograniczników przepięć,
- d) przewody odprowadzające urządzenia piorunochronnego.

13.2. Rodzaj materiałów stosowanych na uziomy w stacjach bazowych typu TETRA

W przypadku posadowienia stacji bazowej typu TETRA na terenie budowanej lub kompleksowo modernizowanej stacji WN/SN lub SN/SN stosuje się:

- 1) na uziomy pionowe:
 - pręty stalowe miedziowane elektrolitycznie,
 - pręty miedziane aktywne,
- 2) na uziomy poziome:
 - płaskownik z miedzi o minimalnym przekroju 50 mm² - w zależności od wyników obliczeń przekroju poprzecznego z uwzględnieniem wartości prądów zwarciovych.

UWAGA 10:

W przypadku posadowienia stacji bazowej na terenie istniejącej stacji WN/SN lub SN/SN układ uziomowy dla stacji bazowej typu TETRA należy wykonać z materiałów tożsamy z materiałem układu uziomowego stacji. Nowoprojektowany układ uziomowy należy przyłączyć do już istniejącego układu uziomowego.

13.3. Zasady budowy instalacji uziemiającej w stacjach bazowych typu TETRA

W stacjach bazowych głównym kryterium doboru uziemień jest wymaganie w zakresie rezystancji i miejsca uziemienia. Ponadto uziemienia dobiera się ze względu na oddziaływania mechaniczne i środowiskowe.

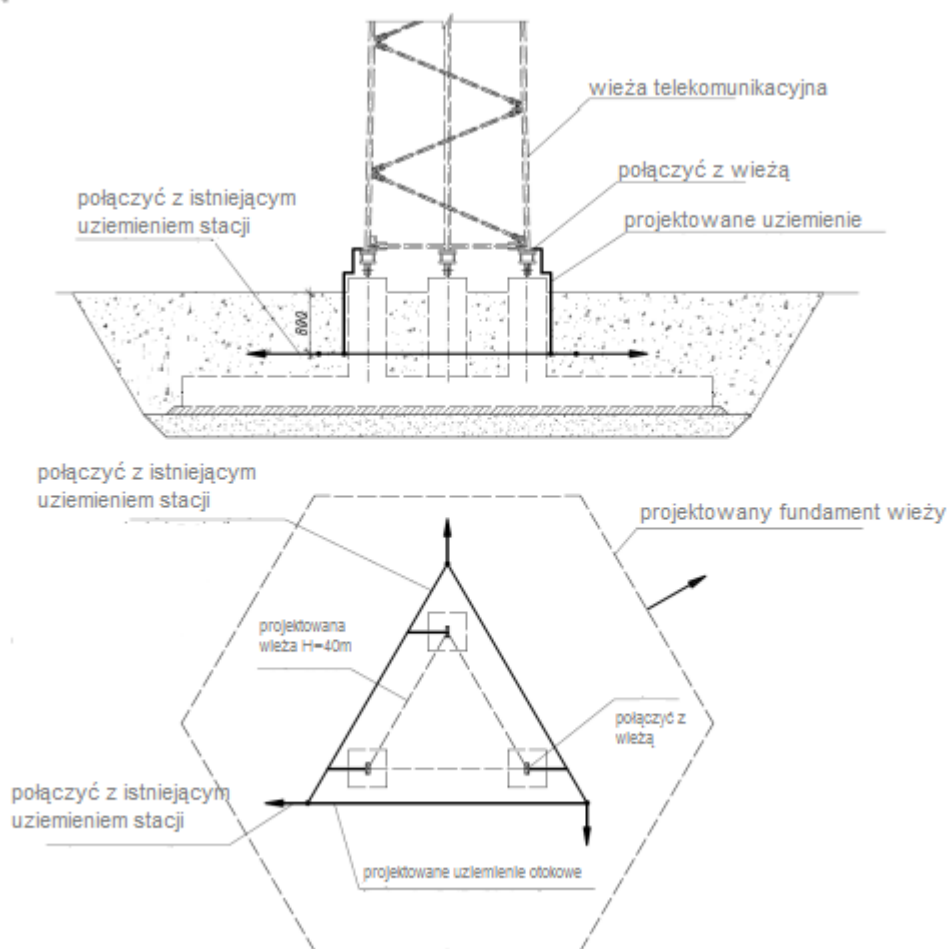
Uziemienie typowych stacji bazowych projektuje się i wykonuje się przy zachowaniu następujących założeń [T3, N6, N7, N9]:

- 1) Układ uziomowy masztu antenowego stacji (wieży telekomunikacyjnej) realizuje się zgodnie z założeniami przedstawionymi na rysunku 8.
- 2) Układ uziomowy kontenera stacji bazowej realizuje się zgodnie z założeniami przedstawionymi na rysunku 9.
- 3) Wyżej wymienione układy uziomowe należy wykonać w postaci uziomów otokowych, wykonanych z płaskownika, ułożonych na głębokości 0,5¹⁷ m, w odległości 1¹⁸ m od obrysu masztu lub kontenera.
- 4) Jeżeli wymagana wartość rezystancji uziemienia jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem samego otoku, należy rozbudować go o dodatkowe uziomy pionowe.
- 5) Uziomy masztu i kontenera należy wzajemnie połączyć płaskownikiem.
- 6) W stacjach bazowych zlokalizowanych na terenie stacji elektroenergetycznej, uziomy otokowe masztu i kontenera należy przyłączyć do układu uziomowego stacji elektroenergetycznej.
- 7) W stacjach bazowych umieszczonych na budynkach, do celów uziemienia masztu można wykorzystać zewnętrzne urządzenie piorunochronne budynku (przewody odprowadzające i układ uziomowy).
- 8) Poszczególne elementy instalacji uziemiającej należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla danego systemu uziemiającego.
- 9) Złącza pomiarowe ZP należy umieszczać na wysokości umożliwiającej swobodny dostęp służb technicznych.
- 10) Ukształtowanie złączy pomiarowych ZP powinno umożliwiać założenie cęgów pomiarowych, dzięki odpowiedniemu wygięciu płaskownika.
- 11) Przewody uziemiające wprowadzone do gruntu, niezależnie od posiadania stałych pokryć antykorozyjnych, powinny być pokryte warstwą nie przepuszczającą wilgoci (np. masą bitumiczną), począwszy od wysokości 30 cm nad powierzchnią gruntu, aż do

¹⁷ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

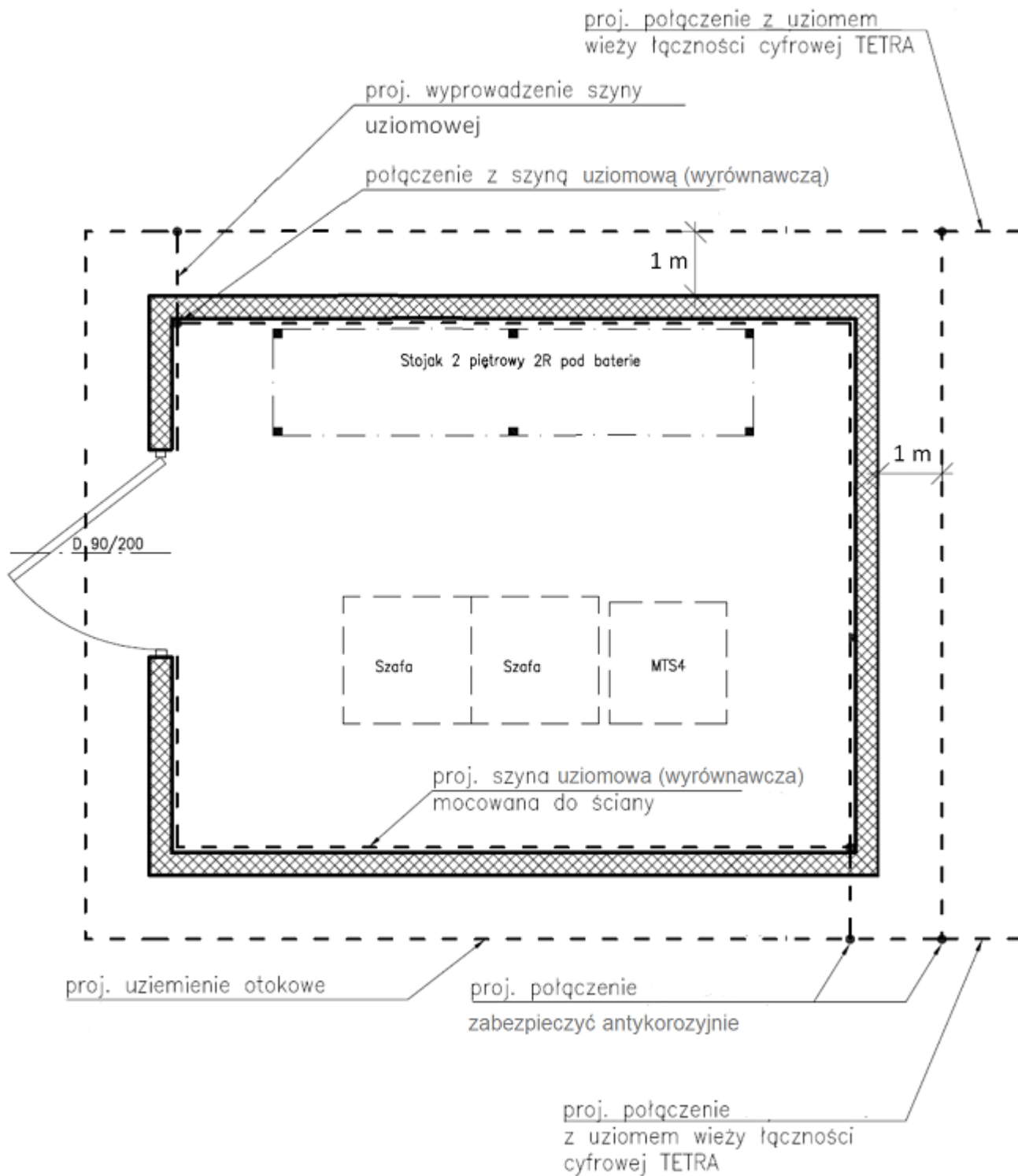
¹⁸ Dopuszcza się tolerancje ułożenia ± 10 %

miejsca ich połączenia z uziomem. Dodatkowych pokryć antykorozyjnych nie wymagają elementy wykonane z miedzi.



Rysunek 8

Przykładowe wykonanie układu uziomowego stacji bazowej typu TETRA - uziemienie masztu antenowego.



Rysunek 9

Przykładowe wykonanie układu uziomów stacji bazowej typu TETRA - uziemienie kontenera stacji.

14. Zestawienie tabelaryczne materiałów dopuszczonych do budowania układów uziomowych na poszczególnych obiektach elektroenergetycznych w TD S.A.

Obiekt	Stacje WN/SN i SN/SN	Stacje SN/nN	Stacje SN/nN słupowe	Złącza ZK-SN	Linie WN	Linie SN	Linie SN z zabudowaną aparaturą łączeniową	Linie nN i złącza nN	Stacja TETRA na terenie GPZ
<i>Materiał uziomu kratowego/otokowego -minimalny wymiar</i>	- płaskownik Cu(Sn) o minimalnym przekroju 50mm ² i minimalnej grubości 2mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 40mm x 5mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 40mm x 5mm	- płaskownik StZn o przekroju 30mm x 4mm - płaskownik StCu(Sn) o przekroju 30mm x 4mm	- płaskownik Cu(Sn) o minimalnym przekroju 50mm ² i minimalnej grubości 2mm
<i>Materiał uziomu prętowego pionowego -minimalny wymiar</i>	- Cu z aktywatorem chemicznym - StCu minimalna średnica 14,2mm	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	aktywny - StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- StZn minimalna średnica 16mm, - StCu minimalna średnica 14,2mm - Cu z aktywatorem chemicznym	- Cu z aktywatorem chemicznym - StCu minimalna średnica 14,2mm
<i>UWAGI</i>		<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	<u>Preferuje się układy uziomowe zbudowane z jednego rodzaju materiału.</u> W terenach trudnych, gdzie rezystywność zastępcza gruntu wynosi powyżej 500Ωm, dopuszczone są do stosowania uziomy pionowe prętowe miedziane Cu z aktywatorem chemicznym.	Układ uziomowy stacji bazowej TETRA oraz masztu, posadowionych na terenie obiektu elektroenergetycznego ma być wykonany na tych samych zasadach co dla tego obiektu elektroenergetycznego.

15. Gwarancja Wykonawcy na zrealizowany układ uziomowy

Wykonawca układu uziomowego zobowiązany jest do udzielenia na niego minimum 5-letniej gwarancji.

Po złożeniu przez Wykonawcę kompletu dokumentów odbiorowych (w tym dokumentacji fotograficznej robót zakrytych) upoważniony pracownik TD S.A. (wskazana/e osoba/y w umowie) będą mieli prawo do wykonania, w sposób wrywkowy dla wybranych przez siebie obiektów, pomiarów kontrolnych wartości rezystancji uziemienia zbudowanych lub odbudowywanych układów uziomowych oraz napięć rażenia. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości w wykonanych przez Wykonawcę pracach, takich jak:

- rozbieżność powyżej 10 % wzwyż pomiędzy wartością rezystancji uziemienia/napięć rażenia podanych w protokole odbiorowym a zmierzonymi przez brygadę Wykonawcy w obecności upoważnionego przedstawiciela TD S.A.,
- lub też przekroczenie wartości dopuszczalnych,
- lub też niezgodność w rodzaju zastosowanego do budowy układu uziomowego materiału a zaoferowanym przez Wykonawcę w złożonej ofercie/projekcie, itp.,

ww. pracownik TD S.A. ma prawo i obowiązek wydania negatywnej opinii co do jakości wykonanych prac. Pracownik TD S.A. może również zażądać odkopania wybranego układu uziomowego w celu skontrolowania jakości zastosowanych do budowy układu materiałów, rodzaju zastosowanych połączeń, sposobu wykonania dodatkowych zabezpieczeń antykorozyjnych, zgodności wykonania układu uziomowego z projektem i Standardem. O wynikach kontroli Wykonawca jest informowany pisemnie zgodnie z zasadami określonymi w umowie.

Pomiary kontrolne muszą zostać wykonane w zbliżonych warunkach atmosferycznych w jakich wykonano pomiary odbiorowe.

Wykonawca jest zobowiązany do pisemnego udzielenia wyjaśnień przyczyn nieprawidłowości stwierdzonych w czasie kontroli

Koszty ponownej kontroli, koniecznej do wykonania w celu stwierdzenia usunięcia przez Wykonawcę wad w budowie układu uziomowego, ponosi Wykonawca.

16. Postanowienia końcowe

Za aktualizację niniejszego Standardu odpowiedzialne jest Biuro Standaryzacji. Nadzór nad realizacją postanowień niniejszego Standardu sprawuje Wiceprezes Zarządu ds. Operatora.

17. Załączniki

Załącznik nr 1: Normy i dokumenty powiązane.

Załącznik nr 2: Wymagania jakości.

Załącznik nr 3: Wytyczne w zakresie projektowania i budowy układów uziomowych.

Załącznik nr 4: Wzory do obliczania układów uziomowych.

Załącznik nr 5: Zawartość projektu układów uziomowych. Przykłady obliczeń.

Załącznik nr 6: Metodyka praktycznych pomiarów rezystywności gruntu.

Załącznik nr 7: Strefy przemarzania gruntu i ich znaczenie przy projektowaniu układów uziomowych