Spis zawartości

1 Przedmiot specyfikacji 2
2 Zakres obowiązywania 2
2.1 Odstępstwa 2
2.2 Wyłączenia 2
3 Hierarchia dokumentów. 2
4 Definicje i oznaczenia 3
4.1 Oznaczenia 3
5 Opis 3
5.1 Atmosferyczne warunki otoczenia zewnętrznego 3
5.2 Parametry sieci 3
5.3 Główne wymagania projektowe 4
5.3.1 Wymagania ogólne 4
5.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach nn do 1kV 4
5.4.1 Ochrona podstawowa 4
5.4.2 Ochrona przy uszkodzeniu 5
5.4.3 Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim 8
5.5 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach powyżej 1kV 9
5.5.1 Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim 9
5.5.2 Środki ochrony przed dotykiem pośrednim 10
5.6 Ochrona w sieciach prądu stałego 12
5.7 Ochrona odbiorów zasilanych z systemów galwanicznie separowanych 13
5.7.1 Ochrona odbiorów zasilanych z przekształtników 13
5.7.2 Ochrona odbiorników zasilanych z UPS-a 14
5.8 Ochrona urządzeń placu budowy 16
6 Dokumenty związane 16
7 Normy i przepisy 17
8 Karta zmian 18

Opracowanie jest własnością Grupy LOTOS SA i nie może być reprodukowane ani udostępniane osobom trzecim w całości lub w części bez pisemnej zgody Grupy LOTOS SA

1 Przedmiot specyfikacji

Niniejsza specyfikacja zastosowana w połączeniu z innymi specyfikacjami technicznymi Grupy LOTOS S.A. ustala minimalne wymagania odnośnie projektowania i wykonania ochrony przeciwporażeniowej.

Specyfikacja dotyczy następujących :

- ochrony przeciwporażeniowej w sieciach nn
- ochrony przeciwporażeniowej w sieciach SN
- ochrony przeciwporażeniowej w sieciach prądu stałego DC

2 Zakres obowiązywania

Specyfikacja ta ma zastosowanie przy sporządzaniu zapytań ofertowych i kontraktów dla nowo planowanych przedsięwzięć inwestycyjnych i modernizacyjnych Grupy LOTOS S.A..

Stanowi ona również podstawę do opracowania szczegółowych specyfikacji i zapytań ofertowych dla dostaw indywidualnych i pakietowych.

Wykonawca jest niezależnie odpowiedzialny za dobór kupowanych przez siebie urządzeń i materiałów na podstawie projektu technicznego.

2.1 Odstępstwa

Wszelkie odstępstwa od niniejszej specyfikacji oraz specyfikacji, norm i dokumentów związanych łącznie z propozycjami, które wg oferenta urządzeń lub prac pokazują bardziej ekonomiczne i/lub lepsze technicznie rozwiązania muszą być przedstawione na piśmie do sprawdzenia i zatwierdzenia przez Grupę LOTOS S.A. Niedopuszczalne są żadne odstępstwa niezatwierdzone na piśmie przez Grupę LOTOS S.A.

Oferent musi zgłosić w formie pisemnej każdą niejasność w tej lub innej specyfikacji Grupy LOTOS S.A. lub niezgodność z przywołanymi dokumentami/normami i uzyskać pisemne wyjaśnienie Grupy LOTOS S.A.

2.2 Wyłączenia

Zakres niniejszej specyfikacji nie obejmuje wymagań dotyczących nietechnicznych środków ochrony przeciwporażeniowej oraz wymagań dotyczących instalacji uziemienia .

Wymagania dotyczące instalacji uziemienia ujęte są w specyfikacjach branży elektrycznej – standard nr 4500 „Instalacja odgromowa, uziemienia i ochrony przed elektrycznością statyczną”.

3 Hierarchia dokumentów.

W przypadku wystąpienia rozbieżności pomiędzy wymaganiami poszczególnych dokumentów należy zachować następującą hierarchię ważności:

- Aktualne polskie przepisy prawne
- Zapisy kontraktu i inne pisemnie uzgodnione wymagania GLSA

- Arkusze danych zatwierdzone przez Grupę LOTOS S.A.
- Niniejsza specyfikacja
- Inne specyfikacje
- Rysunki i inne dokumenty
- Normy

4 Definicje i oznaczenia

KONTRAHENT: Grupa LOTOS Spółka Akcyjna / KUPUJĄCY

DOSTAWCA: OFERENT / DOSTAWCA / WYKONAWCA

4.1 Oznaczenia

GLSA – Grupa LOTOS Spółka Akcyjna

nn – niskie napięcie

SN – średnie napięcie

AC – prąd zmienny

DC – prąd stały

KiA – Kontrola i Automatyka

5 Opis

5.1 Atmosferyczne warunki otoczenia zewnętrznego

- Atmosfera: morska, agresywna przemysłowa, chemiczna i pyłowa
- Temperatura otoczenia (max/min): +36°C/-25 ^{o}C
- Wilgotność wzgledna (max/min): 90%/70%
- Wysokość nad poziomem morza: 1m
- Prędkość wiatru: 26 m/s
- Opady śniegu: 290mm
- Warunki pracy: rafineryjne, nadmorskie

5.2 Parametry sieci

- Średnie napięcie: 15kV(LOTOS Kolej, Port Północny i Ujęcie Wody Przejazdowo), 3-fazowe, IT (sieć izolowana)
  10,5kV (GPZ3), 3-fazowe, IT (sieć izolowana)
  6kV (GPZ1, GPZ2), 3-fazowe, IT (sieć izolowana)
- Częstotliwość: 50Hz z dopuszczoną tolerancją +4% /-6%

- Niskie napięcie 400V, TN-C-S, z tolerancją ±10%
- Niskie napięcie (oświetlenie, ogrzewanie) 230V, TN-S
- Niskie napięcie (oświetlenie awaryjne) 110V DC
- Napięcie sterownicze prądu zmiennego 230V, 1-fazowe
- Napięcie sterownicze prądu stałego 24V DC, 110V DC lub 220V DC

5.3 Główne wymagania projektowe

5.3.1 Wymagania ogólne

Ponieważ wszystkie urządzenia elektryczne, których wartości napięć roboczych są większe niż wartości bezpieczne, stwarzają niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym, ochrona przeciwporażeniowa musi być stosowana w każdej sieci czy instalacji elektroenergetycznej i we wszystkich przyłączonych odbiornikach energii elektrycznej.

Aktualnie obowiązujące przepisy ochrony przeciwporażeniowej (norma PN-IEC 60364) przyjmują, że w sieciach do 1kV napięcie jest bezpieczne, jeśli nie przekracza wartości podanych w niżej zamieszczonej tabeli.

Rodzaj prądu	Napięcie bezpieczne $\mathbf{U_L}$ **(V)** w warunkach		
	normalnych	Szczególnych (wysoka temperatura, wysoka wilgotność, podłoga przewodząca)	Ekstremalnego zagrożenia (zanurzone w wodzie)
Prąd przemienny	**50**	**25**	**12**
Prąd stały	**120**	**60**	**30**

Dla sieci powyżej 1kV największe dopuszczalne napięcia dotykowe U_{TP} ujęto w normie PN-EN 50522 ,.

Ochrona przeciwporażeniowa musi być projektowana i realizowana zgodnie z obowiązującymi normami PN-EN/PN-IEC, w sposób zapewniający jej właściwe funkcjonowanie. Dla obszarów gdzie normy IEC/EN nie zostały opracowane, a istnieją normy krajowe, należy ich przestrzegać.

Rodzaj zastosowanej ochrony musi być uzgodniony z GLSA.

5.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach nn do 1kV

W celu ochrony człowieka przed skutkami porażenia prądem elektrycznym w sieciach nn do 1kV należy stosować następujące techniczne środki ochrony przeciwporażeniowej:

- ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)
- ochrona przy uszkodzeniu (przed dotykiem pośrednim)
- ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana przez zasilanie bardzo niskim napięciem (Dla obwodów nieuziemionych –SELV, dla obwodów uziemionych –PELV)
- sprzęt ochronny

5.4.1 Ochrona podstawowa

Należy zastosować przynajmniej jeden z następujących środków ochrony:

- izolowanie części czynnych
- stosowanie obudów lub osłon
- stosowanie ogrodzeń
- stosowanie barier i przeszkód
- umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki
- ochrona przez stosowanie wysokoczułych urządzeń ochronnych różnicowoprądowych jako uzupełniający środek ochrony

5.4.2 Ochrona przy uszkodzeniu

Ochrona przy uszkodzeniu ma na celu ograniczenie skutków porażenia w razie dotknięcia części przewodzących dostępnych, które niespodziewanie znalazły się pod napięciem (np. w wyniku uszkodzenia izolacji). Działanie takie musi być realizowane w celu:

- uniemożliwienia przepływu prądu przez ciało człowieka lub zwierzęcia, lub
- ograniczenia wartości prądu rażeniowego lub czasu jego przepływu.

Ochrona przy uszkodzeniu w urządzeniach elektrycznych nn może być osiągnięta przez zastosowanie co najmniej jednego z poniżej wymienionych środków:

- samoczynnego wyłączania zasilania
- urządzeń II klasy ochronności
- izolowanie stanowiska
- nie uziemionych połączeń wyrównawczych
- separacji elektrycznej

5.4.2.1 Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania

Jej zastosowanie wiąże się z koniecznością: doprowadzenia do każdej części przewodzącej dostępnej przewodu ochronnego oraz zastosowania urządzenia powodującego samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona musi być tak wykonana, aby w razie zwarcia między częścią czynną a częścią przewodzącą dostępną (np. przewodzącą obudową urządzenia elektrycznego) lub przewodem ochronnym, spodziewane napięcie dotykowe o wartości większej niż podano w punkcie 4.3.1 było wyłączane tak szybko, aby nie wystąpiły niebezpieczne skutki patofizjologiczne.

Wymaganie to będzie spełnione wówczas, gdy w wyniku zwarcia popłynie prąd o takim natężeniu, że spowoduje samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w dostatecznie krótkim czasie. Musi być zatem stworzona odpowiednia droga dla prądu zwarciowego, nazywana pętlą zwarcia, złożona z przewodów: fazowych oraz ochronnych - łączących wszystkie dostępne części przewodzące urządzeń elektrycznych z punktem neutralnym sieci lub z ziemią, w zależności od układu sieciowego.

Powyższe jest zapewnione przy spełnieniu warunku:

W układzie sieci TN -

$$\mathbf{Z_s \times I_a \leq U_o}$$ gdzie

$\mathbf{Z_s}$ jest impedancją pętli zwarciowej obejmującej źródło zasilania, przewód czynny aż do punktu zwarcia i przewód ochronny miedzy punktem zwarcia a źródłem

I_a jest prądem powodującym samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie zależnym od napięcia znamionowego U_o określonym w normie. PN-HD 60364-4-41

U_o jest wartością skuteczną napięcia znamionowego prądu przemiennego względem ziemi.

Urządzeniami samoczynnie wyłączającymi prąd zwarcia, mogą być:

- zabezpieczenia przetężeniowe (reagujące na wzrost wartości prądu w obwodzie), np. bezpieczniki topikowe albo wyłączniki samoczynne z wyzwalaczami lub przekaźnikami nadprądowymi. Urządzenia te muszą pracować prawidłowo także przy obniżonej wartości napięcia zasilajacego.
- urządzenia ochronne różnicowoprądowe reagujące na pojawienie się prądu upływu z obwodu

Samoczynne wyłączenie zasilania jest skuteczne wówczas, gdy zabezpieczenie dobrane jest odpowiednio do parametrów obwodu zasilającego , a maksymalny czas wyłączenia spełnia wymagania normy PN-HD 60364-4-41.

Generalnie, dla wszystkich odbiorów zainstalowanych na terenie GLSA, przyjmuje się wymagany czas zadziałania urządzeń zabezpieczających na poziomie 0,4s.

Umowny czas wyłączenia nie dłuższy niż 5s może być przyjęty (po uzgodnieniu z GLSA) w długich obwodach rozdzielczych , małych transformatorach. Zastosowanie innych czasów wyłączenia należy każdorazowo uzgodnić z GLSA.

Napędy zasilane poprzez falowoniki (dla toru by-pass)

Sprawdzenie napięć dotykowych i połączeń wyrównawczych

W układzie sieci TT -

$$R_A \times I_a \leq 50V$$ gdzie

R_A jest sumą rezystancji uziomu i przewodu ochronnego części przewodzących dostępnych

I_a jest prądem powodującym samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest zabezpieczenie przetężeniowe musi być ono:

- urządzeniem o zależnej charakterystyce czasowo-prądowej, a prąd **I_a** musi być prądem zapewniającym samoczynne zadziałanie w czasie nie dłuższym niż 5s, lub
- urządzenia z działaniem natychmiastowym, a prąd **I_a** musi być minimalnym prądem zapewniającym natychmiastowe wyłączenie

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie ochronne różnicowoprądowe, **I_a** jest znamionowym różnicowym prądem zadziałania **$I_{\Delta n}$**.

W układzie sieci IT –

Po wystąpieniu pierwszego doziemienia, warunki wyłączenia zasilania w przypadku drugiego doziemienia zależą od tego, czy części przewodzące dostępne są połączone ze sobą przewodem ochronnym (uziemienie zbiorowe), czy też są one uziemione grupowo lub indywidualnie.

Jeżeli nie jest zastosowany przewód neutralny, musi być spełniony warunek

$$Z_s \leq (\sqrt{3} \times U_o) / 2 I_a$$

lub gdy jest zastosowany przewód neutralny

$\mathbf{Z'_s \leq U_o / 2 I_a}$ gdzie

$\mathbf{U_o}$ jest znamionowym napięciem prądu przemiennego między fazą i punktem neutralnym

U jest znamionowym napięciem prądu przemiennego międzyprzewodowym

$\mathbf{Z_s}$ jest impedancją pętli zwarciowej obejmującej przewód fazowy i przewód ochronny obwodu

$\mathbf{Z'_s}$ jest impedancją pętli zwarciowej obejmującej przewód neutralny i przewód ochronny obwodu

$\mathbf{R_A}$ jest rezystancją uziemienia części przewodzących dostępnych

$\mathbf{I_a}$ jest prądem powodującym samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w czasie określonym normą PN-HD 60364-4-41

W układach sieci IT muszą być zastosowane urządzenia kontrolujące stan izolacji, dla wykrycia pierwszego doziemienia pomiędzy częścią czynną a dostępną częścią przewodzącą lub ziemią.

5.4.2.2 Ochrona przez zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych

Urządzenie różnicowoprądowe musi być stosowane do zabezpieczania odbiorów w następujących przypadkach:

- jeżeli spełnienie wymagań ochrony od porażeń przez szybkie wyłączenie zasilania w wyniku zastosowania urządzeń przetężeniowych jest niemożliwe
- jeżeli wymagają tego odpowiednie normy i przepisy
- w przypadkach wskazanych przez GLSA

Zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych ma na celu zwiększenie skuteczności ochrony przy dotyku bezpośrednim. Stosowanie urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30mA uważa się za uzupełnienie ochrony przed dotykiem pośrednim.

Urządzenia te nie mogą być jedynym środkiem ochrony.

W przypadku konieczności stosowania urządzeń różnicowoprądowych, urządzenia te muszą być stosowane w połączeniu szeregowym z urządzeniami ochronnymi przetężeniowymi. Można stosować kompaktowe wyłączniki różnicowoprądowe z wyłącznikami nadmiarowo-prądowymi lub wyłączniki różnicowoprądowe z członem nadmiarowym.

Wymagane jest, aby dla odbiorów zabezpieczonych w ten sposób spełniona była skuteczność szybkiego wyłączenia.

Wyłączniki różnicowoprądowe muszą być stosowane dla zabezpieczenia następujących odbiorów:

- gniazda remontowe
- obwody grzania elektrycznego (heat tracing)
- wyżarzarki
- panele VOMA
- urządzenia przenośne pracujące w trudnych warunkach środowiskowych (wilgoć, wysokie temperatury)
- urządzenia przenośne na placu budowy

5.4.2.3 Ochrona przez zastosowanie urządzenia II klasy ochronności

Ochrona przez zastosowanie urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej osiąga się poprzez wyposażenie urządzenia w jedno z wymienionych niżej rozwiązań:

- izolację podwójną, składającą się z izolacji podstawowej i niezależnej od niej dodatkowej izolacji, równoważnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej. Taką izolację ma np. sprzęt gospodarstwa domowego, narzędzia ręczne, itp.
- izolację wzmocnioną, która jest wprawdzie izolacją podstawową, lecz równoważną podwójnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej,
- obudowy izolacyjne, które są osłonami wykonanymi z materiału izolacyjnego o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i odporności na wpływy środowiska, zapewniającymi stopień ochrony co najmniej IP2X. W takich obudowach wykonywany jest np. sprzęt instalacyjny (rozdzielnice skrzynkowe, wtyki, gniazda, itp.).

5.4.2.4 Ochrona przez zastosowanie izolowania stanowiska

Wymaganie to można spełnić przez:

- pokrycie lub wykonanie podłogi i ścian z materiału izolacyjnego nie podlegającego działaniu wilgoci oraz oddalenie od siebie części przewodzących dostępnych od części przewodzących obcych poza strefę zasięgu ręki,
- umieszczenie odpowiednich barier wykonanych w miarę możliwości z materiałów izolacyjnych, nie przyłączonych do ziemi ani do części przewodzących dostępnych,
- izolowanie części przewodzących obcych.

Izolowanie stanowiska można stosować tam, gdzie użycie innych środków jest trudne do wykonania lub niemożliwe, np. nie można dostatecznie szybko wyłączyć zasilania lub zmniejszyć wartości napięcia dotykowego.

5.4.2.5 Ochrona przez zastosowanie nie uziemionych połączeń wyrównawczych

Jeżeli spełnienie wymagań ochrony od porażeń przez szybkie wyłączenie zasilania w wyniku zastosowania urządzeń przetężeniowych jest niemożliwe, należy wykonać połączenia wyrównawcze dodatkowe, zgodnie z normą PN-IEC 60364.

5.4.2.6 Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej

Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej polega na zasilaniu (jednego lub więcej) chronionego urządzenia ze źródła separacyjnego, którym najczęściej jest transformator separacyjny lub przetwornica, aby ograniczyć możliwość zwarć doziemnych.

Wartość napięcia w obwodzie wtórnym nie może być większa niż 500 V.

5.4.3 Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim

Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i dotykiem pośrednim polega na zasilaniu urządzeń bardzo niskim napięciem, nie stanowiącym zagrożenia dla człowieka, ze spełniającego odpowiednie warunki źródła energii takiego, jak:

- transformator ochronny albo urządzenie równoważne (przetwornica)
- źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów).

Obwód ma być odseparowany od ziemi (SELV) lub uziemiony (PELV). Gniazda wtyczkowe i wtyczki stosowane w obwodach o bardzo niskim napięciu nie mogą pasować do wtyczek i gniazd wtyczkowych stosowanych w innych obwodach.

5.4.3.1 Stopień ochrony zapewniany przez obudowy

Stopień ochrony zapewniany przez obudowy (tzw. kod IP) jest miarą ochrony zapewnianej przez obudowy przed dostępem do znajdujących się w nich części niebezpiecznych, jak też przed wnikaniem obcych ciał stałych i/lub wody do wewnątrz.

5.5 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach powyżej 1kV

Instalacje elektroenergetyczne dla napięć powyżej 1kV należy tak konstruować, aby uniemożliwić niezamierzone dotknięcie części czynnych lub niezamierzone dostanie się do strefy niebezpiecznej, w pobliżu napięcia.

Ochroną należy objąć części czynne, części mające tylko izolację roboczą oraz części które mogą przenosić niebezpieczny potencjał.

Do takich części należą:

- części czynne dostępne
- części instalacji, w których zostały zdjęte uziemione metalowe powłoki lub przewodzące ekrany kabli
- kable i akcesoria bez uziemionych metalowych powłok lub uziemionych przewodzących ekranów elastomerowych, a także giętkich przewodów izolowanych bez przewodzących ekranów elastomerowych
- zakończenia przewodzące powłoki kabli, jeżeli mogą przenosić niebezpieczne napięcie
- izolujące korpusy izolatorów i inne podobne części, np. aparaty elektryczne z izolacją z lanych żywic, jeżeli może na nich wystąpić niebezpieczne napięcie dotyku
- podstawy lub obudowy kondensatorów, przekształtników i transformatorów przekształtnikowych , które mogą przenosić napięcie podczas normalnej pracy
- uzwojenia maszyn elektrycznych, transformatorów i dławików

Ochrona musi być realizowana różnymi środkami, zależnie od tego czy urządzenie znajduje się w zamkniętym obszarze ruchu elektrycznego, czy zaś na terenie ogólnodostępnym. Ponadto ochrona musi być weryfikowana na podstawie oceny sporządzonej w oparciu o wyniki przeprowadzonych pomiarów i obliczeń.

5.5.1 Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim

Uznane są następujące typy ochrony:

- ochrona przez zastosowanie obudowy
- ochrona przez zastosowanie przegrody
- ochrona przez zastosowanie przeszkody
- ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem

Elementy stosowane jako ochrona przed dotykiem bezpośrednim takie jak: ściany, osłony, przeszkody itp. muszą być mocne mechanicznie i bezpiecznie zamontowane.

Drzwi do pomieszczeń rozdzielni lub pól rozdzielnic, stanowiące część obudowy należy tak zaprojektować, aby mogły być otwierane tylko z użyciem narzędzi lub klucza.

Na zewnątrz zamkniętych obszarów ruchu elektrycznego takie drzwi należy wyposażyć w zamki bezpieczeństwa.

Zdejmowalne przewodzące elementy ochrony należy tak zabezpieczyć, aby przy prawidłowym użyciu była zachowana odległość wymagana odpowiednio dla przegród lub przeszkód. W przeciwnym razie elementy ochronne należy wykonać z materiałów izolacyjnych lub wysuszonego drewna.

Dopuszcza się, aby poręcze mogły być usuwane bez użycia narzędzi. Poręcze muszą być sztywne.

W obszarach lub pomieszczeniach ogólnie dostępnych elementy ochronne nie mogą być łatwe do usunięcia za pomocą zwykłych narzędzi.

5.5.1.1 Ochrona przez zastosowanie obudowy

Wymagania dotyczące stosowania obudów jako pewnego środka ochrony przeciwporażeniowej ujęto w punkcie 4.4.3.1 niniejszej specyfikacji.

Obudowy mogą być zdjęte tylko od wewnątrz instalacji, przez świadome działanie i przy zachowaniu środków bezpieczeństwa oraz przy pomocy odpowiednich narzędzi.

Stopień ochrony musi spełniać wymagania co najmniej IP 2X. Jednakże mogą być konieczne specjalne środki ochrony przed skutkami działania łuku elektrycznego.

5.5.1.2 Ochrona przez zastosowanie przegrody

Przegrody należy tak wykonać , aby nie były zdejmowane do środka pola, to jest w kierunku części znajdujących się pod napięciem.

Przegrodami mogą być pełne ściany, drzwi lub osłony (siatka z drutu) o minimalnej wysokości 1800mm, zapewniające, że żadna część ludzkiego ciała nie może dosięgnąć niebezpiecznej strefy w pobliżu części czynnych.

Na terenie instalacji muszą być zachowane minimalne odstępy zbliżenia przy przegrodach od części czynnych do wewnętrznej powierzchni przegrody, podane w normie PN-EN-61936-1.

5.5.1.3 Ochrona przez zastosowanie przeszkody

Przeszkody należy tak wykonać , aby nie były zdejmowane do środka pola, to jest w kierunku części znajdujących się pod napięciem.

Poręcze ochronne służące jako przeszkody można uważać za wystarczająco sztywne jeżeli pod działaniem siły 500N ugięcie nie przekroczy 20mm.

Przeszkodami mogą być zarówno przykrycia, poręcze, łańcuchy jak i liny, jak też ściany i drzwi oraz ekrany o wysokości mniejszej niż 1800mm.

Na terenie instalacji muszą być zachowane minimalne odstępy zbliżenia przy przeszkodach od części czynnych do wewnętrznej powierzchni przeszkody, podane w normie PN-EN 61936-1.

5.5.1.4 Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem

Ochrona polegająca na umieszczeniu poza zasięgiem jest uzyskiwana przez umieszczenie części czynnych na zewnątrz strefy rozciągającej się od powierzchni, na której osoby zwykle mogą stać lub poruszać się , do granicy , do której można dosięgnąć rękami w dowolnym kierunku.

Minimalne odstępy zbliżenia od części czynnych podane są w normie PN-EN 61936-1

Dla uzyskania szczegółowych wymagań dotyczących zewnętrznych ogrodzeń, dróg transportowych, skrzyżowań i zbliżeń do budynków patrz norma PN-EN 61936-1.

5.5.2 Środki ochrony przed dotykiem pośrednim

Głównym środkiem ochrony przed dotykiem pośrednim w instalacjach elektroenergetycznych o napięciu powyżej 1kV jest uziemienie ochronne.

Uziom pojedynczy lub układ uziomów musi ograniczyć napięcie dotykowe lub krokowe poprzez uzyskanie małej wartości rezystancji uziemienia lub odpowiedni rozkład potencjałów na powierzchni gruntu.

Wymagania dotyczące instalacji uziemienia ujęto w specyfikacji branży elektrycznej – standard nr 4500 „Instalacja odgromowa, uziemienia i ochrony przed elektrycznością statyczną.” Spodziewane

napięcia dotykowe nie powinny przekroczyć wartości napięć bezpiecznych podanych w normie PN-EN 50522 rysunek 4.

Ponadto można stosować środki ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej, których zadaniem jest niedopuszczenie do pojawienia się niebezpiecznych napięć dotykowych i krokowych w czasie zwarć doziemnych. Należą do nich:

- izolacja stanowiska
- powłoka elektroizolacyjna
- izolacja ochronna
- wstawka izolacyjna
- ogrodzenie lub bariera ochronna

5.5.2.1 Uziemienie ochronne

Instalacja uziemiająca musi być tak dobrana, aby wartości napięć dotykowych rażeniowych $\mathbf{U_T}$ na obszarze objętym tą instalacją uziemiającą nie przekraczały wartości dopuszczalnych $\mathbf{U_{TP}}$.

$$\mathbf{U_T \leq U_{TP}}$$

Dopuszcza się uznanie tego warunku za spełniony bez obliczania lub mierzenia największego napięcia dotykowego rażeniowego $\mathbf{U_T}$ jeżeli :

- rozpatrywana instalacja jest częścią zespolonej instalacji uziemiającej,
- napięcie uziomowe , wyznaczone na drodze pomiarowej lub obliczeń nie przekracza podwójnej wartości dopuszczalnego napięcia dotykowego rażeniowego podanego w normie PN-EN 50522 (tj. $\mathbf{U_E \leq 2U_{TP}}$)

albo

- są wykonane, określone, uznane środki uzupełniające M, odpowiednie do wartości napięcia uziomowego i czasu doziemienia. Środki takie podano w normie PN-E- 05115,
- napięcie uziomowe, wyznaczone na drodze pomiarowej lub obliczeń nie przekracza poczwórnej wartości dopuszczalnego napięcia dotykowego rażeniowego podanego w normie oraz nie jest przekroczona dopuszczalna wartośc prądu płynącego przez ciało człowieka (wg IEC 60479-1 annex B, krzywa C2).

Napięcie uziomowe $\mathbf{U_E}$ można obliczyć z obliczonych rezystancji uziomów $\mathbf{R_E}$ oraz prądów uziomowych $\mathbf{I_E}$ **(**$\mathbf{U_E = R_E \times I_E}$ **)**.

Niezależnie od oceny zagrożenia porażeniowego jakie może wystąpić przy doziemieniach w stacji, muszą być również sprawdzone zagrożenia wywołane napięciem uziomowym przenoszonym ze stacji do innych instalacji. Dotyczy to przede wszystkim zagrożeń w instalacjach niskiego napięcia zasilanych ze stacji (rozdzielnicy) liniami pracującymi u układzie TN.Ocenę należy przeprowadzić w oparciu o normę PN-EN 61936-1.

Przyłączenie punktu neutralnego sieci niskiego napięcia pracującej w układzie TN do uziomu stacji zasilającej , w przypadku wystąpienia doziemienia w urządzeniach wysokiego napięcia, może spowodować pojawienie się na częściach przewodzących dostępnych urządzeń niskiego napięcia dotykowego $\mathbf{U_{TP}}$ równego napięciu zakłóceniowemu $\mathbf{U_f}$, które jest równe napięciu uziomowemu $\mathbf{U_E}$ (przeniesionemu przez przewód PE lub PEN).

W takim przypadku wartość i czas utrzymania się napięcia zakłóceniowego lub napięcia dotykowego podczas doziemienia w sieci wysokiego napięcia nie mogą przekraczać wartości podanych w normie PN-HD 60364-4-442.

5.5.2.2 Izolacja stanowiska

Izolacja stanowiska polega na pokryciu stanowiska warstwą o dużej rezystancji. Uzyskuje się przez to ograniczenie prądu rażeniowego poprzez wzrost rezystancji przejścia między stopą a stanowiskiem.

Sposób ten może być stosowany jedynie w pomieszczeniach suchych, a elementy izolacyjne muszą być wyposażeniem stałym.

5.5.2.3 Powłoka izolacyjna

Pokrycie części przewodzących dostępnych i obcych warstwą o dużej rezystancji, która powoduje ograniczenie prądu rażeniowego poprzez wzrost rezystancji przejścia między ręką a częścią przewodzącą.

5.5.2.4 Izolacja ochronna

Zastosowaniu izolacji o zwiększonej wytrzymałości elektrycznej w postaci izolatorów dodatkowych lub nieprzebijalnych uniemożliwia powstanie zwarcia doziemnego i pojawienie się napięcia dotykowego lub krokowego.

5.5.2.5 Wstawka izolacyjna

Zastosowanie jednej lub kilku wstawek izolacyjnych w częściach przewodzących wychodzących poza teren przeznaczony dla celów elektroenergetycznych uniemożliwia wyniesienie napięcia uziomowego z terenów wydzielonych dla celów elektroenergetycznych, a tym samym do powstania napięcia dotykowego lub krokowego poza tym terenem.

5.5.2.6 Ogrodzenie lub bariera ochronna

Ogrodzenie urządzeń i stanowisk uniemożliwia lub utrudnia dostęp do urządzenia lub stanowisk, na których mogą pojawić się napięcia dotykowe lub krokowe wywołujące niebezpieczne napięcia rażeniowe.

5.6 Ochrona w sieciach prądu stałego

W sieciach prądu stałego należy stosować środki ochrony przeciwporażeniowej zabezpieczające przed dotykiem bezpośrednim oraz dotykiem pośrednim.

Środki ochrony podstawowej podano w punkcie 4.4.1 niniejszej specyfikacji.

Środki ochrony ”przy uszkodzeniu” omówiono w punkcie 4.4.2 niniejszej specyfikacji.

Jako podstawowy środek ochrony przeciwporażeniowej ”przy uszkodzeniu” w sieciach prądu stałego stosuje się :

- szybkie wyłączenie
- uziemienie ochronne.

Uzupełnieniem ochrony ”przy uszkodzeniu” może być **użycie wysokoczułych urządzeń ochronnych różnicowoprądowych** (o prądzie wyzwalającym nie większym niż 30 mA), które zwiększają skuteczność ochrony podstawowej, ale nie mogą być jedynym jej środkiem.

Zasady postępowania w przypadku zabezpieczaniu odbiorów wyłącznikami różnicowoprądowymi podano w punkcie 4.4.2.2 niniejszej specyfikacji.

Wymagania dotyczące instalacji uziemienia ujęto w specyfikacji branży elektrycznej – standard nr 4500 „Instalacja odgromowa, uziemienia i ochrony przed elektrycznością statyczną.”

5.7 Ochrona odbiorów zasilanych z systemów galwanicznie separowanych

5.7.1 Ochrona odbiorów zasilanych z przekształtników

Jako ochronę podstawową dla przekształtników należy stosować:

- izolację podstawową części czynnych
- obudowę o odpowiednim stopniu ochrony IP

Jako ochronę dodatkową „przy uszkodzeniu" należy stosować:

- samoczynne wyłączenie zasilania przez przystosowane do tego zabezpieczenia zwarciowe bądź różnicowoprądowe

lub

- ograniczenie występujących napięć dotykowych do poziomu nie przekraczającego wartości dopuszczalnych

Przekształtniki energoelektroniczne charakteryzują się wysokim prądem upływu i muszą być odpowiednio uziemione. W tym celu wszystkie części przewodzące obce, występujące w przekształtniku, należy przyłączyć do szyny uziemiającej. Uzyskuje się w ten sposób uziemienie ochronne wielopunktowe.

Oprócz wielopunktowego uziemienia ochronnego jako dodatkowa ochrona od porażeń mogą być stosowane wyłączniki różnicowoprądowe przeznaczone do zabezpieczania przekształtników.

Nie wolno stosować wyłączników różnicowo-prądowych w wykonaniu normalnym.

5.7.1.1 Ochrona odbiorników zasilanych z przemienników częstotliwości

Należy pamiętać, że w przypadku przekształtników przebieg czasowy prądu zwarcia zależy od miejsca zwarcia i że zwarcie międzybiegunowe i zwarcie doziemne w tym samym miejscu może charakteryzować się innym przebiegiem prądu zwarciowego.

Przy zwarciu doziemnym w obwodzie zasilającym przekształtnika częstotliwości płynie prąd o przebiegu i wartości, jak w każdym innym obwodzie instalacji w układzie TN.

W razie zwarcia doziemnego w obwodzie wyjściowym płynie prąd przemienny odkształcony. Obwód wyjściowy jest obciążony niesymetrycznie, a przy zasilaniu z układu TN stopień asymetrii jest bardzo duży. Obwód pośredniczący prądu stałego sprawia, że obwód zasilający przemiennika mimo to jest nadal obciążony symetrycznie. Symetryzacja prądów po stronie zasilania przemiennika powoduje, że w wyniku zwarcia jednofazowego z ziemią w odwodzie wyjściowym prąd płynący w jednej z faz obwodu zasilającego przekształtnik jest tak mały, że uniemożliwia pobudzenia zabezpieczenia nadprądowego. Dlatego przemiennik jest wyposażony w zabezpieczenia od skutków zwarć międzybiegunowych i doziemnych w obwodzie wyjściowym. Zadziałanie zabezpieczeń przekształtnika nie daje szansy interwencji żadnemu poprzedzającemu zabezpieczeniu nadpradowemu.

Skuteczność ochrony dodatkowej należy uzyskać przez wykonanie następujących miejscowych połączeń wyrównawczych:

- do przemiennika i odbiornika należy doprowadzić przewody ochronne PE o wymaganym przekroju, w żadnym razie nie mniejszym niż 10mm^2 (miedziane) ze względu na duży prąd upływowy
- w poprzedzających rozdzielnicach należy wykonać połączenie wyrównawcze szyny PE z pobliskimi częściami przewodzącymi obcymi

- jeżeli przemiennik i /lub odbiornik są oddalone od rozdzielnicy z miejscowymi połączeniami wyrównawczymi, to zaleca się wykonać połączenia wyrównawcze między szyną ochronną przemiennika i /lub obudową odbiornika a najbliższymi częściami przewodzącymi obcymi
- skuteczność ochrony dodatkowej za pomocą połączeń wyrównawczych miejscowych należy potwierdzić obliczeniowo zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41..

Należy unikać stosowania wyłączników różnicowoprądowych jako urządzeń zapewniających samoczynne wyłączanie zasilania ponieważ przejściowe zwiększenie prądu upływowego może powodować zbędne wyłączenie odbiornika. Należy więc używać wyłącznika różnicowoprądowego o stosunkowo dużym znamionowym różnicowym prądzie zadziałania, i to wyłącznika którego pobudzenie przy rzeczywiście występującym przebiegu prądu różnicowego nie jest w pełni rozpoznane.

Zważywszy, że prąd różnicowy może mieć różny przebieg w czasie, może mieć widmo obejmujące prąd stały i składowe przemienne o szerokim zakresie częstotliwości, w obwodach zasilających przemienniki częstotliwości wymagane są urządzenia różnicowoprądowe o wyzwalaniu typu B, z dwoma systemami detekcji prądu różnicowego.

Klasyczny wyłącznik różnicowoprądowy o wyzwalaniu typu B, o czułości 30mA może być stosowany tylko w obwodzie zasilającym przemiennika niewielkiej mocy, np. do 5kW i krótkim obwodzie wyjściowym.

W urządzeniach przemysłowych z przemiennikami dużej mocy i dłuższymi obwodami wyjściowymi klasyczny wyłącznik B o czułości 300 lub 500mA może podlegać nieustannym zbędnym pobudzeniom.

W takim przypadku należy rozważyć możliwość zastosowania wyłączników różnicowoprądowych firmy DOEPKE. Są to wyłączniki o wyzwoleniu typu B , o działaniu niezależnym od napięcia sieciowego, przeznaczone do pracy w obwodach o napięciu 30 do 400V AC, krótkozwłoczne i zwłoczne (selektywne S), przetrzymujące przejściowe prądy różnicowe towarzyszące załączaniu przemienników częstotliwości.

Jako środek ochrony przed dotykiem bezpośrednim należy projektować aparaturę o stopniu IP 65, kable o napięciu izolacji minimum 1000V. Jako ochronę przy uszkodzeniu przy pracy silników w rozruchu bezpośrednim należy stosować samoczynne wyłączanie zasilania za pomocą wkładki bezpiecznikowej w czasie poniżej 5 sekund. Ze względu na brak możliwości zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej za pomocą samoczynnego wyłączania zasilania w obwodach zasilających silniki wentylatorów przez falowniki, należy w miejscu montażu tych silników wykonać połączenia wyrównawcze dodatkowe. Połączenia należy wykonać za pomocą bednarki stalowej ocynkowanej FeZn 30x4 i przewodów LYżo 16mm2 i objąć nimi wszystkie przewodzące elementy znajdujące się w zasięgu ręki wokół silników. Maksymalne pomierzone napięcie dotykowe pomiędzy jednocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi i częściami przewodzącymi obcymi nie może przekroczyć 50V. Należy yykonać pomiary rezystancji izolacji kabli miernikiem o napięciu 2,5kV, wartość rezystancji nie powinna być mniejsza niż 1M Ohm.

5.7.2 Ochrona odbiorników zasilanych z UPS-a

Dla odbiorników zasilanych z UPS-a jako ochronę podstawową przed dotykiem pośrednim należy zastosować szybkie wyłączenie zasilania.

Ponadto szyna uziemiająca UPS-a musi być przyłączona do sieci uziemiającej. Uziemienie UPS-a , oprócz ochrony przeciwporażeniowej pełni także funkcję drenu fałszywych zakłóceń. Uziemienie musi być tak zaprojektowane i wykonane, aby spodziewane napięcia dotykowe nie przekroczyły wartości napięć bezpiecznych podanych w normie PN- IEC 60364.

Jako dodatkowa ochrona od porażeń mogą być stosowane wyłączniki różnicowo-prądowe.

W czasie normalnej pracy UPS-a , pojawia się ciągły prąd upływu wielkości kilku dziesiątek mA. Ten prąd upływu musi być uwzględniony przy doborze wyłączników różnicowo-prądowych na wejściu. Prąd upływu uniemożliwia na ogół zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych o niewielkim prądzie zadziałania (30mA), które są zalecane jako dodatkowy środek ochrony przed dotykiem bezpośrednim. Wyłączniki te mogą być niepotrzebnie wyzwalane. Należy więc stosować wyłączniki krótkozwłoczne, selektywne lub odporne na prądy udarowe i wrażliwe na prądy przemienne i pulsujące.

Ochrona przeciwporażeniowa musi być zatem realizowana z zastosowaniem bezpieczników lub wyłączników nadmiarowo-prądowych. Dobierając zabezpieczenia wejściowe należy uwzględnić prąd rozruchowy zasilacza, który na ogól jest ograniczany i podczas rozruchu nie przekracza wartości nominalnej , ale są modele UPS-ów, dla których może on być nawet kilkakrotnie większy od nominalnego. Aby uzyskać selektywność zabezpieczeń, zabezpieczenie w rozdzielnicy musi być **1,6** razy większe od zabezpieczenia lokalnego w UPS-ie.

Bezpieczniki na wejściu układu obejściowego muszą być przynajmniej 1,6 razy większe, niż największe bezpieczniki w rozdzielnicy wyjściowej (gwarantowanej).

Dobierając zabezpieczenia dla odbiorów zasilanych z UPS-a należy zakładać najbardziej niekorzystne warunki pracy, czyli bateryjny tryb pracy, w którym tor obejściowy z powodu braku napięcia w sieci jest niedostępny, a więc dysponujemy tylko mocą wyjściową falownika. Ochrona od porażeń, realizowana przez szybkie wyłączenia zasilania za pomocą bezpieczników lub wyłączników z wyzwalaczami nadprądowymi musi uwzględniać zredukowane prądy zwarciowe oraz wymagane czasy wyłączenia UPS-a.

Musimy pamiętać, że maksymalny prąd wyjściowy zasilacza jest aktywnie ograniczany i nigdy nie przekroczy wartości 300% wartości znamionowej. Po przekroczeniu podanego obciążenia i odpowiadającego mu czasu następuje przełączenia zasilacza na tryb obejściowy. W przypadku przeciążenia w zakresie 150% - 1000%, po przekroczeniu czasu odpowiadającego tym przeciążeniom (np.40ms) , następuje przełączenie na tryb obejściowy. Jeśli tryb obejściowy jest niedostępny falownik kontynuuje pracę przez 0,2s i dopiero po tym czasie następuje jego wyłącznie.

W przypadku uszkodzenia polegającego na zwarciu pomiędzy przewodząca częścią czynną a obudową, nastąpi przepływ prądu zwarciowego. Prąd ten zostanie ograniczony do wartości **300%** wartości nominalnej prądu zasilacza

Przy doborze zabezpieczeń dla odbiorów zasilanych z UPS-a należy:

- obliczyć prąd fazowy pobierany z zasilacza (uwzględniając aktualne obciążenie zasilacza)
- obliczyć maksymalny prąd wyjściowy zasilacza
- obliczyć prąd, który musi spowodować zadziałanie zabezpieczenia (Prąd ten jest różnicą pomiędzy maksymalnym prądem wyjściowym a prądem fazowym pobieranym z zasilacza)
- korzystając z charakterystyk czasowo-prądowych bezpieczników sprawdzić, jaka wartość znamionowa wkładki bezpiecznikowej gwarantuje zadziałanie w czasie wymaganym przepisami.

Należy pamiętać, że zabezpieczenia odbiorów muszą być tak dobrane, aby zwarcia nie powodowały wyłączenia zasilania (czas wyłączenia powinien być krótszy niż 0,2s) oraz muszą chronić w

przypadku gdyby zabezpieczenia UPS-a nie zadziałały i nie nastąpiło jego wyłączenie (co jest jednak skrajnie nieprawdopdobne).

Ponieważ istotne jest zapewnienie ciągłości zasilania nieuszkodzonych urządzeń odbiorczych, przy doborze zabezpieczenia odbiorów należy uwzględnić dopuszczalną przerwę w dopływie energii.

Wyłączniki nadmiarowo-prądowe mogą być stosowane do zabezpieczenia odbiorów zasilanych z UPS-a, lecz w przypadku wymaganych bardzo krótkich czasów wyłączenia (rzędu 10ms) zdecydowanie pewniejsze są bezpieczniki i te należy stosować.

5.8 Ochrona urządzeń placu budowy

Jako ochronę podstawową przed dotykiem pośrednim należy stosować szybkie wyłączenie. W takim przypadku, odpowiednio do rodzaju systemu uziemienia, napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale U_L musi być ograniczone do wartości 25V prądu przemiennego lub 60V prądu stałego.

Wszystkie przenośne urządzenia placu budowy muszą być zasilane z typowych rozdzielnic budowlanych zawierających zestaw gniazd remontowych zabezpieczonych wyłącznikami różnicowoprądowymi o prądzie wyzwalającym nie większym niż 30 mA. Kabel zasilający pomiędzy rozdzielnicą budowlaną a urządzeniem nie może przekroczyć 30m.

Gniazda wtyczkowe w rozdzielnicach budowlanych mogą być także zasilane napięciem SELV lub z obwodu separacyjnego, przy czym każde gniazdo wtyczkowe musi być zasilane z osobnego transformatora separacyjnego.

Wszystkie rozdzielnice zastosowane w instalacjach elektrycznych na terenie placu budowy muszą spełniać wymagania normy PN-EN 60439-4. Wyposażenie stałe, sprzęt i osprzęt instalacyjny muszą mieć stopień ochrony co najmniej IP 44.

W przypadku stosowania układów IT należy zastosować kontrolę doziemienia.

6 Dokumenty związane

- Pozostałe Specyfikacje Techniczne, wymienione na przekazanym wykazie Specyfikacji Technicznych Grupy LOTOS S.A..

7 Normy i przepisy

Ochrona przeciwporażeniowa musi być wykonana zgodnie z wymienionymi poniżej normami polskimi PN-EN, PN-IEC oraz europejskimi odpowiednikami norm IEC/CENELEC.

PN-IEC 60050-195	Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Uziemienia i ochrona przeciwporażeniowa
PN-HD 60364-4-41	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym
PN-HD 60364-7-704	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki
PN-EN 60071-1	Koordynacja izolacji. Część 1: Definicje, zasady i reguły
PN-EN 60071-2	Koordynacja izolacji. Przewodnik stosowania
PN-EN 50110-1	Eksploatacja urządzeń elektrycznych
PN-EN 50110-2	Eksploatacja urządzeń elektrycznych. Część 2: Załączniki krajowe
PN-EN 61936-1	Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV. Część 1: Postanowienia ogólne
PN-EN 50522	Uziemienie instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV
PN-EN 50178	Urządzenia elektroniczne do stosowania w instalacjach dużej mocy
PN-EN 60439-4	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
PN-EN 61936-1	Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV. Część 1: Postanowienia ogólne
PN-EN 50522	Uziemienie instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV

Ochrona przeciwporażeniowa wykonywana wg innych norm i standardów musi być przedłożona GLSA do akceptacji.

8 Karta zmian

Lp.	Data	Opis zmian	Zmianę wprowadził
1	30-11-2013 (rew. 1)	Przegląd, aktualizacja, ujednolicenie i zmiany standardu w ramach zlecenia OK/990/2012	Redakcja zbiorowa, Koordynacja: T. Wróbel
-	31-08-2015	Korekta nagłówka strony, bez mian w treści dokumentu	T. Wróbel