



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

**Wymagania techniczne dla
zapewnienia ochrony przed
przebieciami i od wyładowań
atmosferycznych
urządzeń sterowania ruchem
kolejowym, łączności i dSAT**

Ie-120

Warszawa 2017



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Regulacja wewnętrzna spełnia wymagania określone w ustawie
z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym
(Dz.U. 2016 r. poz. 1727 z późn. zm.)
w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego.

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Automatyki
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa
tel. 22 473 20 50
www.plk-sa.pl, e-mail: iat@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja
w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji,
bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

SPIS TREŚCI

Rozdział 1.	Postanowienia ogólne	7
§ 1.	Przedmiot dokumentu	7
§ 2.	Cel dokumentu.....	7
§ 3.	Zakres, przeznaczenie i stosowanie dokumentu	7
§ 4.	Zakres stosowania wymagań	9
§ 5.	Wykaz używanych określeń, skrótów i oznaczeń wielkości fizycznych.....	9
Rozdział 2.	Charakterystyka środowiska pracy urządzeń srkił oraz dSAT	18
§ 6.	Źródła zagrożeń.....	18
§ 7.	Mapa gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych wzdłuż linii kolejowych ...	20
Rozdział 3.	Wymagania ogólne ochrony odgromowej systemów urządzeń srkił oraz dSAT	22
§ 8.	Strefowa koncepcja ochrony odgromowej	22
§ 9.	Ochrona kolejowych obiektów budowlanych przed bezpośrednim uderzeniem pioruna.....	24
§ 10.	Układ uziomów	29
§ 11.	Instalacja wyrównania potencjałów.....	35
§ 12.	Ochrona przed przepięciami – zasady ogólne	38
§ 13.	Wymagania dla ograniczników przepięć w obwodach zasilania elektroenergetycznego nN.....	45
§ 14.	Wymagania dla ograniczników przepięć w obwodach sygnałowych.....	48
§ 15.	Wytyczne projektowe dla systemów srkił oraz dSAT	49
Rozdział 4.	Stacyjne systemy urządzeń sterowania ruchem kolejowym	51
§ 16.	Podstawowe elementy składowe systemu.....	51
§ 17.	Wymagania podstawowe	53
§ 18.	Wymagania dodatkowe	53
Rozdział 5.	Systemy urządzeń sterowania rozrządem	57
§ 19.	Podstawowe elementy składowe systemu.....	57
§ 20.	Wymagania podstawowe	59
§ 21.	Wymagania dodatkowe	59
Rozdział 6.	Systemy urządzeń liniowych srkił oraz dSAT	61
§ 22.	Podstawowe elementy składowe systemu.....	61
§ 23.	Wymagania podstawowe	63
§ 24.	Wymagania dodatkowe	63

Rozdział 7. Systemy urządzeń sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych.	65
§ 25. Podstawowe elementy składowe systemu	65
§ 26. Wymagania podstawowe	67
Rozdział 8. Stacje bazowe GSM-R	68
§ 27. Wymagania podstawowe	68
§ 28. Wymagania dodatkowe.....	68
Rozdział 9. Prowadzenie tras kablowych	70
§ 29. Układanie kabli wzdłuż linii kolejowej.....	70
§ 30. Skrzyżowania i zbliżenia kabli.....	71
§ 31. Skrzyżowania kabli z torami.....	71
§ 32. Trasy kablowe w obiektach budowlanych	72
Rozdział 10. Utrzymanie instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami	73
§ 33. Oględziny urządzenia piorunochronnego.....	74
§ 34. Oględziny instalacji ochrony przed przepięciami	74
§ 35. Pomiary kontrolne	75
§ 36. Dokumentacja oględzin i pomiarów	75
Rozdział 11. Zasady odbierania instalacji.....	75
§ 37. Wytyczne odbioru instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami.....	75
Rozdział 12. Wymagania odnośnie dokumentacji	76
§ 38. Wymagania dla dokumentacji techniczno-ruchowych.....	76
§ 39. Wymagania dla WTWiO.....	77
Rozdział 13. Dokumenty związane.....	78
§ 40. Wykaz aktów prawnych, norm i przepisów związanych	78
Załącznik nr 1.....	81

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1.	Źródła zagrożeń związane z oddziaływaniem doziemnych wyładowań atmosferycznych na systemy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności oraz dSAT na linii kolejowej: a) zelektryfikowanej, b) niezelektryfikowanej	20
Rysunek 2.	Mapa średniej gęstości doziemnych wyładowań piorunowych odniesiona do linii kolejowych w latach 2011 - 2015	21
Rysunek 3.	Strefy ochrony odgromowej LPZ na przykładzie budynku nastawni.....	23
Rysunek 4.	Strefy ochrony odgromowej LPZ na przykładzie linii kolejowej zelektryfikowanej	23
Rysunek 5.	Porównanie wyznaczania stref ochronnych metodami kąta ochronnego i toczonej kuli	25
Rysunek 6.	Zastosowanie metody oczkowej do ochrony budynku	26
Rysunek 7.	Schemat uziemienia szyn do ochrony urządzeń przytorowych srk oraz dSAT: a) uziemienie bezpośrednie; b) uziemienie pośrednie poprzez układ ochrony IOP-3	29
Rysunek 8.	Minimalna głębokość pograżania uziomów w gruncie h_z określona na podstawie mapy stref przemarzania gruntu w Polsce wg PN-81/B-03020 [27]	30
Rysunek 9.	Głębokość pograżania uziomów w gruncie	31
Rysunek 10.	Sieć wyrównania potencjałów w budynku piętrowym (ZP – zacisk probierczy, ZP GSW – zacisk probierczy głównej szyny wyrównania potencjałów), GSW główna szyna wyrównawcza, LSW – lokalna szyna wyrównawcza)	35
Rysunek 11.	Siatka wyrównania potencjałów w pomieszczeniu technicznym	36
Rysunek 12.	Pierścień wyrównawczy w pomieszczeniu technicznym - przykład	37
Rysunek 13.	Układ uziomów kontenera srk i dSAT	37
Rysunek 14.	Koncepcja ochrony przed przepięciami na przykładzie nowoprojektowanego budynku nastawni z kablownią na poziomie parteru lub w podziemiu	39
Rysunek 15.	Koncepcja ochrony przed przepięciami na przykładzie istniejącego budynku nastawni z zastanym okablowaniem zewnętrznym (poziom parteru)	40
Rysunek 16.	Schemat ochrony szafy koderów LEU lokalizowanych bezpośrednio przy kontenerze	41
Rysunek 17.	Schemat ochrony szafy wolnostojących z urządzeniami srk i dSAT	41
Rysunek 18.	Przykłady prawidłowego prowadzenia przewodów i rozmieszczenia szeregowych SPD wewnątrz złącz ochrony przed przepięciami ZOP	44
Rysunek 19.	Schemat blokowy stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym	52
Rysunek 20.	Schemat ogólny trójstopniowej ochrony przed przepięciami instalacji zasilania elektroenergetycznego nn	55
Rysunek 21.	Schemat blokowy stacyjnych systemów sterowania rozrządem.....	58
Rysunek 22.	Schemat blokowy liniowych systemów sterowania ruchem kolejowym	62
Rysunek 23.	Ochrona kontenera za pomocą zewnętrznego złącza ochrony przed przepięciami ZOP ...	64
Rysunek 24.	Ochrona kontenera za pomocą złącza ochrony przed przepięciami ZOP zlokalizowanego w wydzielonej przestrzeni stojaka aparaturowego	64
Rysunek 25.	Schemat blokowy systemów sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych	66
Rysunek 26.	Schemat blokowy stacji bazowej systemu GSM-R	69
Rysunek 27.	Wykonanie przepustów kablowych pod torami	72
Rysunek 28.	Sposoby przyłączania ekranu kabla do układu uziomów lub instalacji wyrównania potencjałów	73

SPIS TABEL

Tabela 1. Klasa LPS i odpowiadające jej maksymalne wartości prądu pioruna przyjmowane do założeń projektowych wg PN-EN 62305 [8]	24
Tabela 2. Parametry zewnętrznego urządzenia piorunochronnego (LPS) w zależności od jego klasy i odpowiadających im poziomów ochrony odgromowej (LPS).....	26
Tabela 3. Iskiernikowy ogranicznik przepięć IOP-3 – minimalne wymagane parametry techniczne	28
Tabela 4. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne drutów stosowanych na uziomy poziome	31
Tabela 5. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne płaskowników stosowanych na uziomy poziome	32
Tabela 6. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne prętów stosowanych na uziomy pionowe.....	32
Tabela 7. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary przewodów uziemiających.....	34
Tabela 8. Minimalne odległości między kablami ułożonymi w ziemi	71

Rozdział 1. Postanowienia ogólne

§ 1. Przedmiot dokumentu

Przedmiotem dokumentu są wymagania techniczne w zakresie ochrony odgromowej i przed przepięciami dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym i powiązanych z nimi urządzeń łączności przewodowej i radiołączności (srkił) oraz urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru stosowanych na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zwaną dalej PLK.

§ 2. Cel dokumentu

Celem dokumentu jest przedstawienie zbioru wymagań technicznych na ochronę urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności i detekcji stanów awaryjnych taboru przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych, których stosowanie zapewni bardziej niezawodną pracę urządzeń srkił oraz dSAT i większą ich dostępność.

§ 3. Zakres, przeznaczenie i stosowanie dokumentu

1. Niniejsze wymagania obejmują swoim zakresem następujące systemy komputerowych urządzeń srkił:
 - 1) stacyjne, w tym sterowania rozrzędem;
 - 2) liniowe;
 - 3) na przejazdach kolejowo-drogowych;
 - 4) łączności przewodowej;
 - 5) radiołącznościz uwzględnieniem systemów ERTMS (ETCS i GSM-R). oraz urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru.
2. Dokument jest w szczególności przeznaczony dla:
 - 1) przedsiębiorstw oferujących PLK elektroniczne i komputerowe urządzenia sterowania ruchem kolejowym, związane z nimi urządzenia łączności przewodowej i radiowej oraz urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru;
 - 2) przedsiębiorstw instalujących urządzenia srkił oraz dSAT na zarządzanej przez PLK sieci linii kolejowych;

- 3) przedsiębiorstw projektujących i wykonujących roboty w zakresie budowy i modernizacji urządzeń srkił oraz dSAT i powiązanych z nimi obiektów budowlanych należących do PLK;
- 4) jednostek organizacyjnych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zajmujących się:
 - a) oceną projektów inwestycyjnych,
 - b) odbiorem urządzeń srkił oraz dSAT i powiązanych z nimi obiektów budowlanych,
 - c) utrzymaniem urządzeń srkił oraz dSAT i powiązanych z nimi obiektów budowlanych.
3. Wymagania zawarte w dokumencie należy stosować dla urządzeń srkił oraz dSAT i powiązanych z nimi obiektów budowlanych w przypadku:
 - 1) budowy nowych linii kolejowych;
 - 2) modernizacji istniejących linii kolejowych;
 - 3) remontów (napraw głównych) w ramach utrzymania urządzeń sterowania ruchem kolejowym;
 - 4) wprowadzania do eksploatacji na sieci kolejowej PLK nowych typów urządzeń srkił oraz dSAT.
4. Wymagania zawarte w niniejszym dokumencie obejmują minimalny zakres rozwiązań, jakie należy zastosować do zabezpieczenia urządzeń srkił oraz dSAT przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych. Projektanci systemów srkił oraz dSAT, a także obiektów budowlanych przeznaczonych na rozmieszczenie urządzeń srkił oraz dSAT, producenci urządzeń srkił oraz dSAT i wykonawcy robót związanych z instalacją systemów urządzeń srkił oraz dSAT mogą zawsze stosować rozwiązania zapewniające wyższy poziom ochrony, co powinno być każdorazowo odnotowane we właściwej dokumentacji.
5. Normy przywołane w niniejszych wytycznych należy stosować w wersji zgodnej z Listą Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwi spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei.
6. Z dniem wprowadzenia w życie niniejszych wymagań stają się one nadrzędne w stosunku do wszystkich poprzednich w zakresie objętym niniejszym dokumentem w odniesieniu do systemów urządzeń srkił oraz dSAT i zagadnień z nimi związanych.
7. Użyte w niniejszym dokumencie stwierdzenia „powinien” i „należy” są tożsame i oznaczają obligatoryjną konieczność zastosowania danego wymagania. Stwierdzenia „zaleca się”, wskazują na rozwiązania zapewniające największą skuteczność z punktu widzenia ochrony odgromowej i przed przepięciami.
8. Wymagania zawarte w niniejszym dokumencie nie obejmują ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym w odniesieniu do sieci trakcyjnej DC 3 kV i infrastruktury kolejowej zlokalizowanej w jej strefie oddziaływania, w tym urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności i dSAT. Wymagania te zdefiniowane są w „Wymaganiach technicznych dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, przed przepięciami i od wyładowań atmosferycznych w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV let-120”.

§ 4. Zakres stosowania wymagań

1. Niniejsze wymagania należy traktować jako obowiązujące dla urządzeń srkii oraz dSAT i zagadnień z nimi związanych dla inwestycji, remontów, które będą się rozpoczynały po 01 lutego 2018 r.
2. Dla inwestycji, remontów będących w trakcie realizacji, dla których zostały podpisane umowy przed dniem obowiązywania niniejszego dokumentu mają zastosowanie przepisy, na podstawie których przeprowadzono postępowanie.
3. Dla trwających (niezakończonych) postępowań przetargowych lub zakupowych, których opublikowanie przewidywane jest po dniu rozpoczęcia obowiązywania niniejszego dokumentu, zapisy w nim zawarte mają pełne zastosowanie a dokumenty postępowania należy uzupełnić o niniejsze wymagania.
4. Urządzenia zainstalowane przed wejściem w życie Wymagań, mogą być nadal eksploatowane na warunkach, według których zostały pobudowane.

§ 5. Wykaz używanych określeń, skrótów i oznaczeń wielkości fizycznych

1. W niniejszym dokumencie występują następujące określenia:
 - 1) **balisa (Eurobalisa)** – element urządzeń przytorowych systemu ERTMS/ETCS instalowany w osi toru do postaci tzw. grupy balis (składającej się od jednej do ośmiu balis), przesyłających punktowo do urządzeń pokładowych systemu ERTMS/ETCS, dane w postaci telegramów zgodnych z wymaganiami odpowiednich specyfikacji systemu ERTMS/ETCS. Źródło: [35];
 - 2) **balisa nieprzełączalna** – balisa wysyłająca stałe komunikaty do urządzeń pokładowych systemu ERTMS/ETCS dotyczące aktualnej opozycji pociągu, ograniczeń prędkości, początku i końca odcinka (obszaru) objętego systemem ERTMS/ETCS, miejsc charakterystycznych na linii itp. Źródło: [35];
 - 3) **balisa przełączalna** – balisa wysyłająca różne komunikaty zależne od wskazań sygnalizatorów przytorowych obrazujących sytuację ruchową. Źródło: [35];
 - 4) **grupa balis tymczasowych** – grupa balis zainstalowanych w torze celem przekazania do pociągu wyposażonego w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS, ostrzeżeń dotyczących ograniczeń prędkości jazdy. Grupa balis jest instalowana na okres obowiązywania danego ograniczenia prędkości. Źródło: [35];
 - 5) **budynek** – obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiada fundamenty i dach. Źródło: [2];
 - 6) **Centrum Sterowania Radiowego (RBC)** – scentralizowana jednostka bezpieczna sterująca następstwem pociągów w systemie ERTMS/ETCS poziom 2. Źródło: [28];

- 7) **dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR)** – zbiór dokumentów zawierających dane techniczne dotyczące określonego wyrobu, podający niezbędne informacje dotyczące wymagań i zaleceń warunkujących jego poprawną eksploatację oraz charakteryzujących jego budowę. Źródło: [28];
- 8) **ekran magnetyczny** – zamknięta metalowa, ażurowa lub ciągła osłona otaczająca poddawany ochronie obiekt lub jego część, stosowana w celu zredukowania skutków awarii układów elektrycznych i elektronicznych. Źródło: [6];
- 9) **ekranowanie przestrzenne** – jeden z podstawowych środków SPM ochrony przed LEMP stosowany w celu tłumienia pola magnetycznego i redukcji wewnętrznych udarów, powstających wewnątrz stref LPZ wskutek wyładowań piorunowych w obiekt chroniony lub w jego sąsiedztwie. Na podstawie [9].
- 10) **ekranowanie linii** – ograniczanie indukowanych udarów za pomocą ekranowanych kabli, kanałów kablowych (metalowych i żelbetowych) lub metalowych obudów urządzeń w liniach:
 - a) zewnętrznych – w celu ograniczenia udarów wprowadzanych z zewnątrz do układów wewnętrznych,
 - b) wewnętrznych – w celu minimalizacji udarów wewnętrznych;Źródło: [Opracowanie własne];
- 11) **ERTMS** – Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym obejmujący Europejski System Sterowania Pociągiem (ETCS) i Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej (GSM-R). Źródło: [37];
- 12) **ETCS** – Europejski System Sterowania Pociągiem (umożliwiający kontrole prowadzenia pociągu przez maszynistę. Źródło: [35];
- 13) **gęstość doziemnych wyładowań atmosferycznych N_g** – średnia liczba doziemnych wyładowań atmosferycznych na określonym obszarze, jaka w ciągu roku przypada na powierzchnię 1 km². Źródło: [Opracowanie własne];
- 14) **GSM-R** – Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej zapewniający operacyjną komunikację głosową i transmisję danych użytkownikom tej sieci. Standard systemu zdefiniowany został w dokumentach normatywnych EIRENE, będących elementem Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności (TSI). Źródło: [36];
- 15) **iskiernik separujący (ISG)** – urządzenie zawierające izolacyjną przerwę międzyelektrodową wypełnioną gazem, zapewniający krótkotrwałe zwarcie przewodzących części chronionej instalacji podczas oddziaływania prądu pioruna. Źródło: [Opracowanie własne];
- 16) **iskiernikowy ogranicznik przepięć (IOP)** - układ ochrony przed przepięciami złożony z urządzeń ISG, przeznaczony do ograniczania przepięć przejściowych i odprowadzania prądów piorunowych z szyn, zawierające co najmniej jeden iskiernik. Źródło: [Opracowanie własne];
- 17) **klasa LPS** – liczba służąca do klasyfikacji LPS zgodnie z poziomem ochrony odgromowej, dla którego jest ona przeznaczona. Źródło: [6];

- 18) **koder dla eurobalisy przełączalnej LEU** – urządzenie odczytujące stany urządzeń srk na podstawie wskazań sygnalizatorów przytorowych zależnych od aktualnej sytuacji ruchowej. Stanowi on element umożliwiający współpracę istniejących urządzeń srk warstwy podstawowej z urządzeniami systemu ERTMS/ETCS. Źródło: [37];
- 19) **kontener** – konstrukcja wolnostojąca, zawierająca urządzenia wewnętrzne systemów srk lub dSAT (najczęściej ssp lub sbk lub dSAT), z możliwością wewnętrznej obsługi. Źródło: [Opracowanie własne];
- 20) **linia** – linia elektroenergetyczna lub linia telekomunikacyjna przyłączona do obiektu poddawanego ochronie. Źródło: [6];
- 21) **linia elektroenergetyczna** – zespół przewodów, materiałów izolacyjnych i odpowiednich akcesoriów przeznaczony do przesyłania energii elektrycznej pomiędzy dwoma punktami sieci elektroenergetycznej. Rozróżniamy sieci: sieci niskiego napięcia nN (do 1kV), sieci średniego napięcia SN (powyżej 1kV – 110kV), sieci wysokiego napięcia WN (powyżej 110kV). Źródło: [Opracowanie własne];
- 22) **linia telekomunikacyjna** – linia przeznaczona do komunikacji między urządzeniami, które mogą być umieszczane w oddzielnych obiektach podlegających ochronie, taka jak: linia telefoniczna, linia przesyłu danych. Na podstawie [6];
- 23) **lokalne centrum sterowania (LCS)** - wydzielony technicznie i organizacyjnie odcinek linii kolejowej, stanowiący jeden obszar sterowania ruchem kolejowym z wykorzystaniem komputerowych urządzeń srk lub przekaźnikowych urządzeń srk wyposażonych w komputerowe pulpity nastawcze; Źródło: [35];
- 24) **lokalna szyna wyrównania potencjałów (LSW)** – szyna zbiorcza służąca do elektrycznego połączenia przewodów wyrównawczych w określonym miejscu. Źródło: [Opracowanie własne];
- 25) **napięciowy poziom ochrony U_p** – szczytowa wartość napięcia między zaciskami ogranicznika przepięć występująca po jego zadziałaniu w wyniku oddziaływania przepięcia o określonej stromości napięcia i prądzie rozładowania o określonej wartości szczytowej i kształcie fali. Źródło: [Opracowanie własne];
- 26) **napięcie trwałej pracy U_c** – deklarowana dopuszczalna maksymalna wartość napięcia (dla częstotliwości sieciowej jest to wartość skuteczna), jaka może być doprowadzona trwale do zacisków ogranicznika przepięć bez jego uszkodzenia. Źródło: [Opracowanie własne];
- 27) **obiekt chroniony** – zawierające elementy systemów srk oraz dSAT budynki (nastawnie, maszynownie, inne), stacje bazowe GSM-R z wieżami antenowymi, kontenery, wolnostojące szafy aparaturowe, skrzynka przytorowa lub linia poddawane ochronie przed skutkami oddziaływania pioruna. Źródło: [Opracowanie własne];
- 28) **ochrona odgromowa (LP)** – kompletny system do ochrony obiektów i/lub systemów elektrycznych i elektronicznych zlokalizowanych w tych obiektach przed skutkami wyładowań piorunowych, składający się z LPS i SPM. Źródło: [6];

- 29) **odstęp separacyjny s** – odstęp izolacyjny pomiędzy dwiema przewodzącymi częściami, przy którym nie może wystąpić niebezpieczne iskrzenie. Źródło: [6];
- 30) **ogranicznik przepięć (SPD)** – patrz: urządzenie do ograniczania przepięć;
- 31) **piorunowy impuls elektromagnetyczny (LEMP)** – wszelkie elektromagnetyczne efekty oddziaływania prądu pioruna poprzez sprzężenia rezystancyjne, indukcyjne i pojemnościowe, które tworzą udary i wypromieniowane pola elektromagnetyczne. Źródło: [6];
- 32) **połączenie wyrównawcze piorunochronne (EB)** – jeden z podstawowych środków SPM ochrony przed LEMP polegający na połączeniu z LPS oddzielnych części przewodzących za pomocą bezpośrednich połączeń lub przez SPD w celu zredukowania różnic potencjału wywoływanych przez prąd pioruna. Źródło: [8];
- 33) **prąd udarowy I_{imp}** – prąd udarowy odpowiadający umownie prądowi pioruna lub jego części, definiowany przez wartość szczytową I_{peak} , przenoszony ładunek Q_T oraz energię właściwą W/R ; przykładem prądu udarowego I_{imp} jest impuls o kształcie 10/350 μs w kA; wykorzystywany do badania ograniczników przepięć typu 1, kategorii D1 lub elementów LPS. Źródło: [Opracowanie własne];
- 34) **prąd wyładowczy największy I_{max}** – największa wartość szczytowa prądu udarowego o kształcie 8/20 μs , jaka może przepłynąć przez SPD bez jego uszkodzenia przynajmniej jeden raz, wykorzystywany do badania ograniczników przepięć typu 2 i kategorii C. Źródło: [Opracowanie własne];
- 35) **prąd wyładowczy znamionowy I_n** – wartość szczytowa prądu udarowego o kształcie 8/20 μs , jaka może przepłynąć przez SPD bez jego uszkodzenia wielokrotnie, wykorzystywany do badania ograniczników przepięć typu 2 i kategorii C. Źródło: [Opracowanie własne];
- 36) **przepięcie** – każde napięcie o wartości szczytowej przekraczającej maksymalną wartość szczytową (w tym przepięcia powtarzalne) odpowiadającego mu największego napięcia dopuszczalnego w warunkach pracy ciągłej. Źródło: [Opracowanie własne];
- 37) **przepięcie łączeniowe** – przepięcie przejściowe w dowolnym miejscu systemu spowodowane procesem łączeniowym lub defektem (związany z wystąpieniem obwodu zwarciovego). Źródło: [Opracowanie własne];
- 38) **przepięcie piorunowe** – przepięcie przejściowe w dowolnym miejscu systemu spowodowane wyładowaniem piorunowym. Źródło: [Opracowanie własne];
- 39) **przepięcie przejściowe** – przepięcie trwające kilka milisekund lub mniej spowodowane przepływem prądu. Źródło: [Opracowanie własne];
- 40) **przewody odprowadzające** – część zewnętrznego LPS przeznaczona do przewodzenia prądu pioruna od zwodów do uziomów. Źródło: [6];
- 41) **przewód uziemiający** – przewód łączący dany punkt sieci, instalacji lub urządzenia z uziomem lub z układem uziomów. Źródło: [Opracowanie własne];

- 42) **sieć połączeń wyrównawczych** – sieć łącząca wzajemnie wszystkie przewodzące części obiektu i wewnętrznych urządzeń (z wyjątkiem przewodów czynnych) i połączona z układem uziomów. Źródło: [9];
- 43) **skoordynowany układ SPD** – urządzenia SPD właściwie dobrane, skoordynowane i zainstalowane w celu utworzenia układu przeznaczonego do redukcji uszkodzeń w systemach elektrycznych i elektronicznych. Źródło: [6];
- 44) **SPD typu ucinającego napięcie** – SPD charakteryzujące się dużą impedancją przy braku przepięcia, która zmniejsza się gwałtownie w odpowiedzi na wystąpienie udaru napięciowego; elementami ucinającymi napięcie są zwykle iskierniki, odgromniki gazowe, tyrystory (krzemowe prostowniki sterowane) i triaki. Źródło: [18];
- 45) **SPD typu ograniczającego napięcie** – SPD charakteryzujące się dużą impedancją przy braku przepięcia, która zmniejsza się w sposób ciągły w miarę wzrostu napięcia i prądu udarowego; nieliniowymi elementami ograniczającymi napięcie są zwykle warystory i diody ograniczające. Źródło: [18];
- 46) **SPD typu kombinowanego** – SPD, które zawiera zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie, może ucinać napięcie, ograniczać napięcie lub spełniać obie funkcje, w zależności od charakterystyk doprowadzonego napięcia. Źródło: [18];
- 47) **strefa ochrony odgromowej (LPZ)** – strefa, dla której zdefiniowano parametry piorunowego środowiska elektromagnetycznego, granice stref LPZ niekoniecznie są granicami fizycznymi (np. ścianami, podłogą i sufitem). Źródło: [6];
- 48) **system komputerowych urządzeń srk** – zbiór powiązanych funkcjonalnie urządzeń srk, w którym wydziela się następujące podsystemy sterowania ruchem kolejowym:
- a) stacyjne, w tym sterowania rozrządem,
 - b) liniowe,
 - c) na przejazdach kolejowo-drogowych;
- z uwzględnieniem systemu ERTMS (ETCS i GSM-R),
Źródło: [Opracowanie własne];
- 49) **szafa wolnostojąca** – szafa aparaturowa umieszczona w terenie, mogąca zawierać urządzenia sterowania lub zasilające powiązane z systemami srk lub dSAT, najczęściej wykorzystywana do rozszywania kabli. Źródło: [Opracowanie własne];
- 50) **szyna wyrównawcza główna (MEB, GSW)** – szyna zbiorcza służąca do elektrycznego połączenia przewodów wyrównawczych. Źródło: [Opracowanie własne];
- 51) **środki ochrony przed LEMP (SPM)** - środki zastosowane do ochrony urządzeń wewnętrznych przed skutkami LEMP wchodzące w skład kompleksowego systemu ochrony odgromowej. Źródło: [6];
- 52) **trasowanie** – jeden z podstawowych środków ochrony przed LEMP polegający na odpowiednim prowadzeniu tras linii wewnętrznych celu minimalizacji pola powierzchni pętli indukcyjnych i redukcji udarów wewnętrznych. Na podstawie: [9];

- 53) **udar** – wywołany przez LEMP przebieg przejściowy w postaci przepięcia i/lub przetężenia. Źródło:[6], [9];
- 54) **udar piorunowy** – pojedyncze wyładowanie elektryczne w doziemnym wyładowaniu piorunowym. Źródło:[6], [9];
- 55) **urządzenie dSAT** – urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru do wykrywania podczas jazdy uszkodzeń elementów biegowych taboru oraz nieprawidłowości ich załadunku;
- 56) **urządzenia srkił oraz dSAT** – urządzenia techniczne przeznaczone do sterowania ruchem kolejowym i zapewnienia łączności i radiołączności w paśmie 150 MHz, w tym również zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowych oraz urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru zapewniające wymagany poziom bezpieczeństwa i sprawności ruchu, umożliwiające użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z jego przeznaczeniem. Źródło: [35];
- 57) **urządzenia wewnętrzne srkił oraz dSAT** – urządzenia srkił oraz dSAT umieszczane wewnątrz szaf przytorowych / kontenerów / budynków, takie jak: sterowniki obiektowe, karty wartościujące, komputery zależnościowe, pulpity, itp.. Źródło: [Opracowanie własne];
- 58) **urządzenia zewnętrzne srkił oraz dSAT** – urządzenia srkił oraz dSAT umieszczane na zewnątrz szaf/kontenerów/budynków, takie jak: napędy zwrotnicowe, sygnalizatory, urządzenia układowej kontroli niezajętości, napędy rogatek, systemy telewizji przemysłowej (Tvp) i użytkowej (TvU), maszty antenowe, balisy, hamulce torowe, elektronika przytorowa, skanery podczerwieni. Źródło: [Opracowanie własne];
- 59) **urządzenie do ograniczania przepięć (SPD), ogranicznik przepięć** – urządzenie przeznaczone do ograniczania przepięć przejściowych i do odprowadzania prądów udarowych, zawierające przynajmniej jeden element nieliniowy. Źródło: [6];
- 60) **urządzenie piorunochronne (LPS)** – kompletne urządzenie stosowane do redukcji szkód fizycznych powodowanych wyładowaniami piorunowymi w obiekt, składa się ono zarówno z zewnętrznego, jak i wewnętrznego urządzenia piorunochronnego. Źródło: [6];
- 61) **uziom, układ uziorów** – element lub zespół elementów przewodzących, pogrążony w ziemi i mający z nią dobrą styczność zapewniającą połączenie elektryczne, służący do rozpraszania energii prądów wyładowań piorunowych, przepięć lub prądów zwarć doziemnych. Źródło: [Opracowanie własne];
- 62) **uziom fundamentowy** – elementy metalowe zalane betonem w fundamencie budowli, mającym niezawodną styczność elektryczną z otaczającym gruntem, wystarczającą w całym spodziewanym okresie trwałości budynku i jego uzioru. Źródło:[41].
- 63) **uziom fundamentowy naturalny** – fundament żelbetowy zaprojektowany i wykonany dla celów innych niż uziemianie, zbrojony prętami lub płaskownikami stalowymi w taki sposób, że jest on przydatny do rozpraszania energii prądów wyładowań piorunowych, przepięć lub prądów zwarć doziemnych. Źródło: [Opracowanie własne];

- 64) **uziom fundamentowy sztuczny** – uziom fundamentowy ze specjalnymi ułożonymi stalowymi prętami okrągłymi lub płaskownikami celowo umieszczonymi w fundamencie dla celów uziemiania. Uziom fundamentowy sztuczny - to przykład uziomu powszechnie wykorzystywanego jako podstawowy element układu uziomów budynków zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu [3] w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Źródło: [Opracowanie własne];
- 65) **uziom kratowy** – uziom zaliczany do uziomów typu B, o konstrukcji zwykle wykonywanej jako wieloczkowa krata, ułożona poziomo w ziemi na niewielkiej głębokości. Źródło: [Opracowanie własne];
- 66) **uziom naturalny** – element lub zespół elementów przewodzących pograżony w ziemi w innym celu niż jako elementy uziomu, które mogą być wykorzystane jako część uziomu z uwagi na ich zdolność do rozpraszania energii prądów wyładowań piorunowych, przepięć lub prądów zwarć doziemnych, np. fundament budynku, metalowe konstrukcje pograżone w gruncie. Źródło: [Opracowanie własne];
- 67) **uziom otokowy** – uziom ułożony na zewnątrz wokół chronionego obiektu, tworzący zamkniętą pętlę i pozostający w kontakcie z ziemią na długości przynajmniej 80% całkowitej jego długości; powinien być pograżony poniżej głębokości przemarzania gruntu h_z , ale nie mniej niż 0,5 m pod powierzchnią gruntu i w odległości około 1 m od ścian zewnętrznych. Źródło: [Opracowanie własne];
- 68) **uziom sztuczny** – uziom wykonany specjalnie dla celów uziemienia. Źródło: [Opracowanie własne];
- 69) **uziom typu B** – układ uziomów wykonany jako uziom otokowy albo jako uziom fundamentowy albo kratowy lub stanowiący połączenie takich uziomów; może być rozbudowany o dodatkowe uziomy poziome i pionowe. Źródło: [Opracowanie własne];
- 70) **Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru (WTWiO)** – dokument producenta, zawierający m.in. normy i warunki techniczne stosowane przy produkcji, procedury zapewnienia jakości oraz metodykę badań urządzenia. Źródło: [34];
- 71) **wewnętrzne urządzenie piorunochronne** – część LPS składająca się z piorunowych połączeń wyrównawczych i/lub elektrycznego odizolowania zewnętrznego LPS. Źródło: [6];
- 72) **zacisk probierczy** – zacisk rozłączny służący do wydzielenia elementów LPS w celu poddania ich elektrycznej próbie i pomiarowi. Źródło: [Opracowanie własne];
- 73) **zewnętrzne urządzenie piorunochronne** – część LPS składająca się ze zwodów, przewodów odprowadzających i uziomów. Źródło: [6];
- 74) **złącze ochrony przed przepięciami (ZOP)** – wydzielony układ ograniczników przepięć zabezpieczający w jednym miejscu wszystkie linie przekraczające granicę zdefiniowanych stref LPZ. Źródło: [Opracowanie własne];
- 75) **znamionowe udarowe napięcie wytrzymywane U_w** – przyporządkowane przez producenta, urządzeniu lub jego części, udarowe napięcie wytrzymywane, charakteryzujące określoną wytrzymałość na przepięcia jego izolacji. Źródło: [9];

76) **zwody** – część zewnętrznego LPS, w postaci takich metalowych elementów, jak pręty, przewody tworzące oka sieci lub przewody zawieszane łańcuchowo, przeznaczona do przechwytywania wyładowań piorunowych. Źródło: [6].

2. W niniejszym dokumencie występują następujące skróty:

- 1) **AC** [ang. alternating current] – prąd przemienny;
- 2) **CCTV** [ang. Closed-Circuit TeleVision] – telewizyjny system dozorowy;
- 3) **DTR** – dokumentacja techniczno-ruchowa;
- 4) **dSAT** – detekcja stanów awaryjnych taboru;
- 5) **EB** [ang. lightning equipotential bonding] – piorunochronne połączenie wyrównawcze;
- 6) **EOR** – elektryczne ogrzewanie rozjazdów;
- 7) **ERTMS** [ang. European Rail Traffic Management System] – Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym;
- 8) **ETCS** [ang. European Train Control System] – Europejski System Sterowania Pociągami;
- 9) **FDS** [ang. fixed dispatcher system] – system stacjonarnych terminali dyspozytorskich;
- 10) **GSM-R** [ang. Global System for Mobile Communications – Railway lub GSM-Railway] – Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej;
- 11) **GSW** - główna szyna wyrównania potencjałów (ang. MEB);
- 12) **HDPE** [ang. high-density polyethylen] – polietylen o dużej gęstości;
- 13) **IOP** – iskiernikowy ogranicznik przepięć;
- 14) **IP** [ang. ingress protection] – stopień ochrony urządzenia elektrycznego przed penetracją czynników zewnętrznych;
- 15) **ISG** – iskiernik separujący;
- 16) **L1 L2 L3** – trzy przewody liniowe układu trójfazowego;
- 17) **LCS** – lokalne centrum sterowania;
- 18) **LEMP** [ang. lightning electromagnetic pulse] – piorunowy impuls elektromagnetyczny;
- 19) **LEU** [ang. Lineside Electronic Unit] – elektroniczny koder przytorowy;
- 20) **LP** [ang. lightning protection] – ochrona odgromowa;
- 21) **LPS** [ang. lightning protection system] – urządzenie piorunochronne;
- 22) **LPSC** [ang. lightning protection system components] – elementy urządzenia piorunochronnego;
- 23) **LPZ** [ang. lightning protection zone] strefa ochrony odgromowej;
- 24) **LSW** – lokalna szyna wyrównania potencjałów;
- 25) **LVD** [ang. low voltage devices] – niskonapięciowy sprzęt elektryczny;

- 26) **MEB** [ang. main equipotential busbar] – główna szyna wyrównania potencjałów (GSW);
- 27) **MSC** [ang. Mobile Switching Centre] – centrala łączności ruchomej;
- 28) **N** [ang. neutral (conductor, terminal, busbar)] – (przewód, zacisk, szyna) neutralny(a)
- 29) **nN** – niskie napięcie, niskonapięciowy;
- 30) **PE** [ang. protective earthing (conductor, terminal, busbar)] – (przewód, zacisk, szyna) ochronny(a);
- 31) **PVC** [ang. poly(vinyl chloride)] – polichlorek winylu (PCW);
- 32) **RBC** [ang. Radio Block Centre] – Centrum Sterowania Radiowego;
- 33) **sbl** – samoczynna blokada liniowa;
- 34) **slk** – systemy łączności kolejowej służące do zapowiadania pociągów;
- 35) **SPD** [ang. surge protecting device] – urządzenie do ograniczania przepięć;
- 36) **SPM** [ang. system protection measures] – środki do ochrony urządzeń wewnętrznych przed skutkami LEMP;
- 37) **srk** – sterowanie ruchem kolejowym;
- 38) **srkił** – sterowanie ruchem kolejowym i łączność,
- 39) **ssp** – samoczynne systemy przejazdowe;
- 40) **TOP** – tarcza ostrzegawczo – przejazdowa;
- 41) **TvU** – telewizja użytkowa;
- 42) **Tvp** – system telewizji przemysłowej;
- 43) **TvU** – system telewizji użytkowej;
- 44) **UOZ** – urządzenie ochrony zwierząt;
- 45) **UZK** – urządzenie zdalnej kontroli;
- 46) **WN** – wysokie napięcie, wysokonapięciowy;
- 47) **WTWiO** – warunki techniczne wykonania i odbioru;
- 48) **ZOP** – złącze ochrony przed przepięciami;
- 49) **ZP** – zacisk probierczy;
- 50) **ZP GSW** – zacisk probierczy głównej szyny wyrównania potencjałów;
- 51) **ZSSiK** – zintegrowany system sterowania i kontroli.

3. W niniejszym dokumencie występują następujące oznaczenia wielkości fizycznych:

- 1) f_g – graniczna częstotliwość pasma roboczego;
- 2) **H** – wysokość;

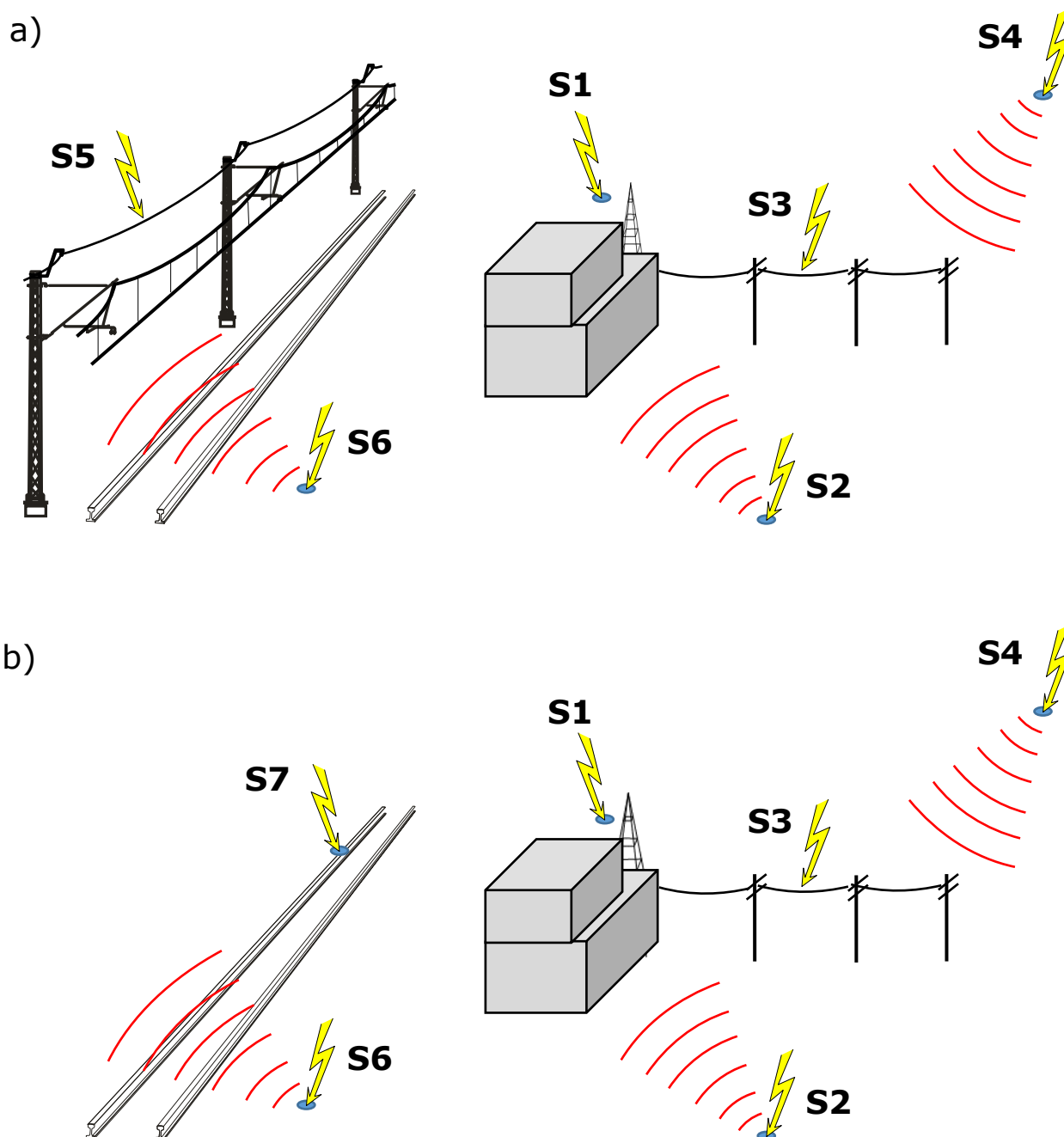
- 3) h_z – głębokość przemarzania gruntu;
- 4) I_{imp} – prąd udarowy;
- 5) I_{max} – prąd wyładowczy największy;
- 6) I_n – prąd wyładowczy znamionowy;
- 7) I_N – prąd znamionowy;
- 8) N_g – gęstość doziemnych wyładowań atmosferycznych;
- 9) R – promień toczonej kuli;
- 10) R_s – rezystancja szeregową;
- 11) R_u – rezystancja upływu (uziemiaenia);
- 12) s – odstęp separacyjny;
- 13) U_p – napięciowy poziom ochrony;
- 14) U_c – napięcie trwałej pracy;
- 15) U_N – napięcie znamionowe;
- 16) U_w – znamionowe udarowe napięcie wytrzymywane;
- 17) w – wymiar oka siatki zwodów;
- 18) α – kąt ochronny;

Rozdział 2. Charakterystyka środowiska pracy urządzeń srkił oraz dSAT

§ 6. Źródła zagrożeń

1. Jako istotne źródła zagrożeń związane z oddziaływaniem doziemnych wyładowań atmosferycznych na systemy urządzeń srkił oraz dSAT wyróżnia się (Rysunek 1):
 - S1: wyładowanie bezpośrednio w obiekt budowlany (nastawnie, maszynownie, wieże GSM-R, maszty do instalacji kamer wideo i radiowe dla radiołączności w paśmie 150 MHz, inne);
 - S2: wyładowanie pobliskie, w pobliżu obiektu budowlanego;
 - S3: wyładowanie bezpośrednio w linie zewnętrzne przyłączone do obiektu (zasilające nN i WN, telekomunikacyjne, sygnałowe, przesyłu mediów ciekłych lub gazowych wykonanych z metalu);
 - S4: wyładowanie w pobliżu linii zewnętrznych;
 - S5: wyładowanie bezpośrednio w sieć trakcyjną;
 - S6: wyładowanie w pobliżu linii kolejowej;
 - S7: wyładowanie bezpośrednio w szyny linii kolejowej niezelektryfikowanej.

2. W związku z tym, że wszystkie rodzaje systemów elektronicznych i komputerowych urządzeń srkił oraz dSAT objętych zakresem niniejszych wymagań zawierają elementy lokalizowane w obiektach chronionych poddawanych oddziaływaniu wszystkich wymienionych w ustępie 1. źródeł zagrożeń związanych z oddziaływaniem doziemnych wyładowań atmosferycznych, to w dalszej treści niniejszych wymagań nie różnicuje się ich zagrożenia piorunowego.
3. Stopień zagrożenia piorunowego jest wprost proporcjonalny do lokalnej gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych N_g . Im wyższa jest jej wartość na danym obszarze, to tym większe jest zagrożenie dla systemów elektrycznych i elektronicznych.
4. Jako drogi przenikania udarów (przebieg i przetężeń) do systemów wewnętrznych urządzeń srkił oraz dSAT wyróżnia się:
 - 1) bezpośrednie przeniknięcie częściowego prądu pioruna do instalacji wewnętrznych obiektu chronionego wskutek:
 - a) bezpośredniego uderzenia pioruna w obiekt chroniony i w wyniku:
 - przeskoków iskrowych (przy braku zachowania bezpiecznych odstępów separacyjnych od elementów zewnętrznego LPS),
 - wzrostu potencjału układu uziomów wskutek przepływu przez niego prądów piorunowych,
 - b) bezpośredniego uderzenia pioruna w linie zewnętrzne połączone z obiektem chronionym;
 - 2) indukowanie się udarów w okablowaniu i układach wewnątrz obiektu chronionego na skutek wyładowań atmosferycznych bezpośrednich lub pobliskich;
 - 3) przeniknięcie do instalacji wewnętrznych obiektu chronionego udarów indukowanych w liniach zewnętrznych połączonych z tym obiektem wskutek wyładowań w ich pobliżu;
 - 4) bezpośrednie przeniknięcie częściowego prądu pioruna do układów wewnętrznych urządzenia przytorowego:
 - a) wskutek bezpośredniego uderzenia pioruna w sieć trakcyjną lub szyny i w wyniku:
 - przeskoków iskrowych (przy braku zachowania bezpiecznych odstępów separacyjnych od przewodzących elementów sieci trakcyjnej),
 - wzrostu potencjału układu uziomów wskutek przepływu prądów piorunowych,
 - b) wskutek bezpośredniego wyładowania w linie zewnętrzne połączone z urządzeniem przytorowym.

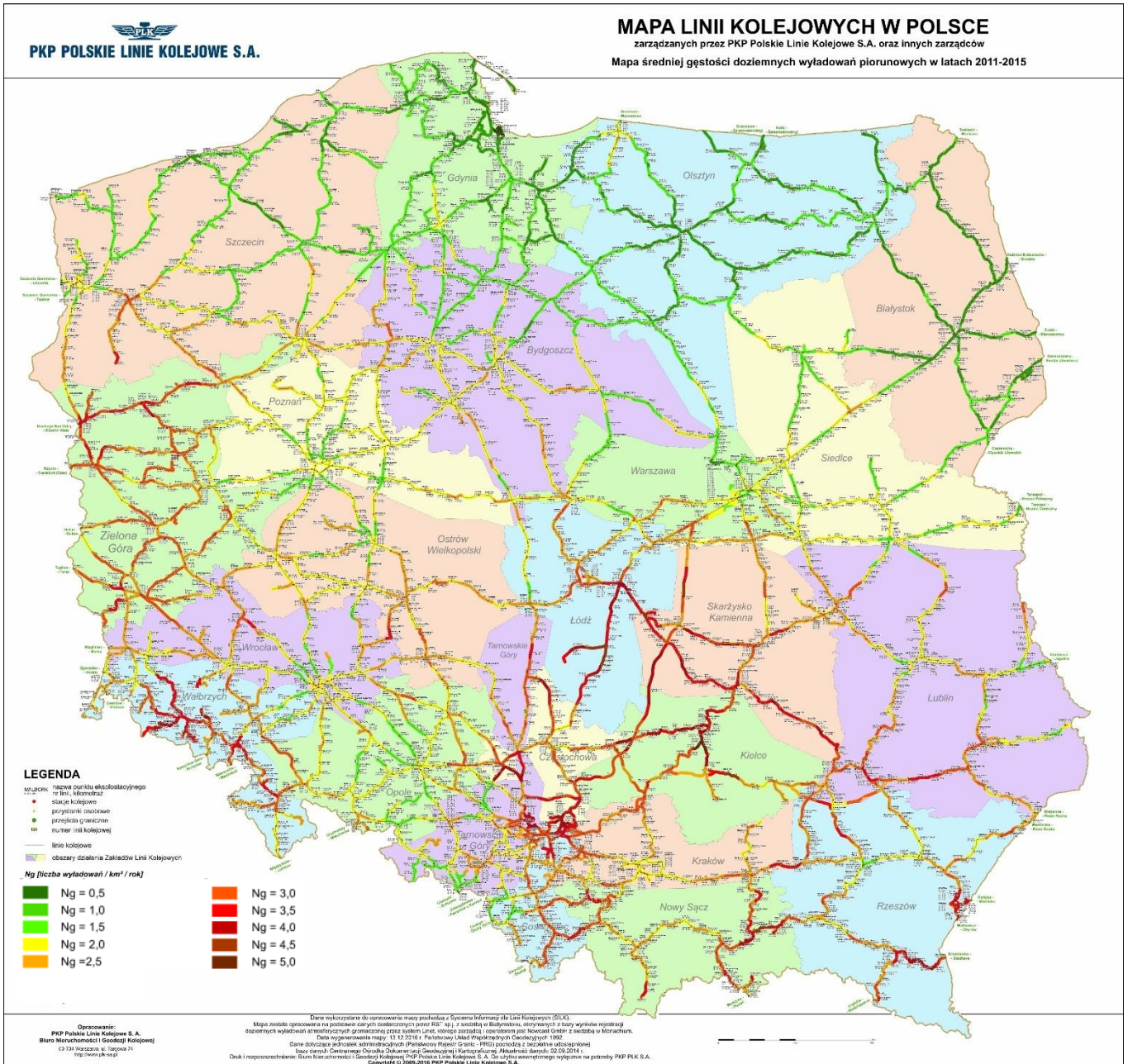


Rysunek 1. Źródła zagrożeń związane z oddziaływaniem doziemnych wyładowań atmosferycznych na systemy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności oraz dSAT na linii kolejowej: a) zelektryfikowanej, b) nieelektryfikowanej

§ 7. Mapa gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych wzdłuż linii kolejowych

1. Do celów projektowych wprowadza się mapę gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej (Rysunek 2).
2. Dane o gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych służą do przeprowadzenia oceny zagrożenia piorunowego zgodnie z zapisami § 9 niniejszych wymagań.

3. Mapa może być wykorzystywana do użytku wewnętrznego wyłącznie na potrzeby PLK.



Mapa została opracowana na podstawie danych dostarczonych przez RST sp.j. z siedzibą w Białymstoku, otrzymanych z bazy wyników rejestracji doziemnych wyładowań atmosferycznych gromadzonej przez system Linet, którego zarządcą i operatorem jest Nowcast GmbH z siedzibą w Monachium. Dane wykorzystane do opracowania mapy pochodzą z Systemu Informacji dla Linii Kolejowych (SILK). Dane dotyczące jednostek administracyjnych (Państwowy Rejestr Granic - PRG) pochodzą z bezpłatnie udostępnionej bazy danych Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Aktualność danych: 02.09.2014 r. Data wygenerowania mapy: 13.12.2016 r. Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1992.

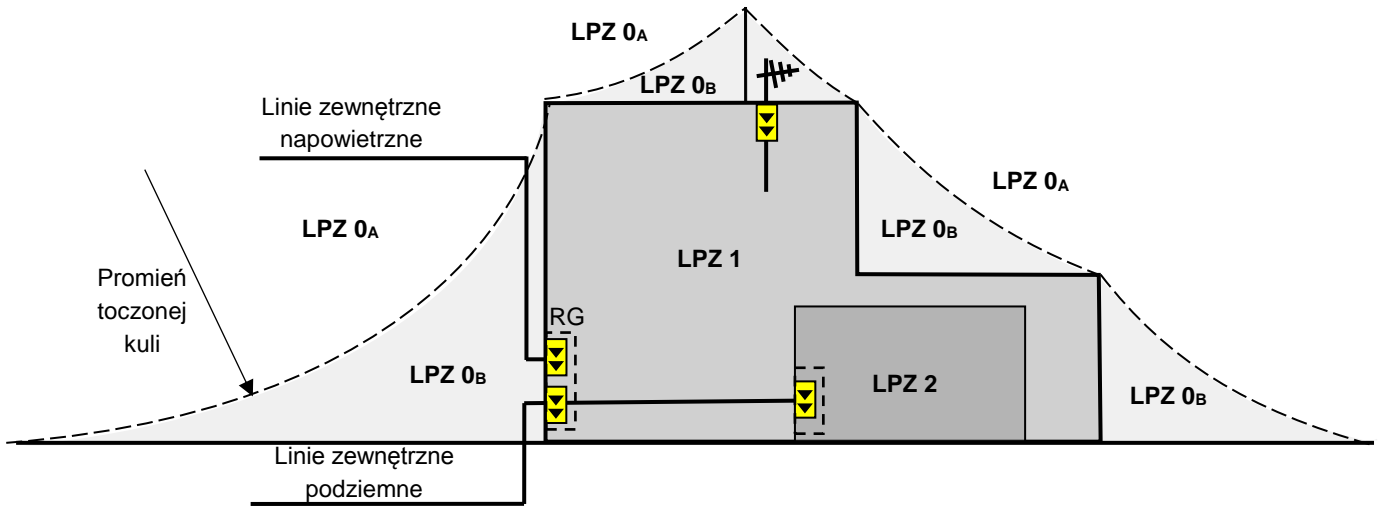
Druk i rozpowszechnianie: Biuro Nieruchomości i Geodezji Kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S. A. Do użytku wewnętrznego wyłącznie na potrzeby PKP Polskie Linie Kolejowe S. A. Copyright © 2009-2016 PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Rysunek 2. Mapa średniej gęstości doziemnych wyładowań piorunowych odniesiona do linii kolejowych w latach 2011 - 2015

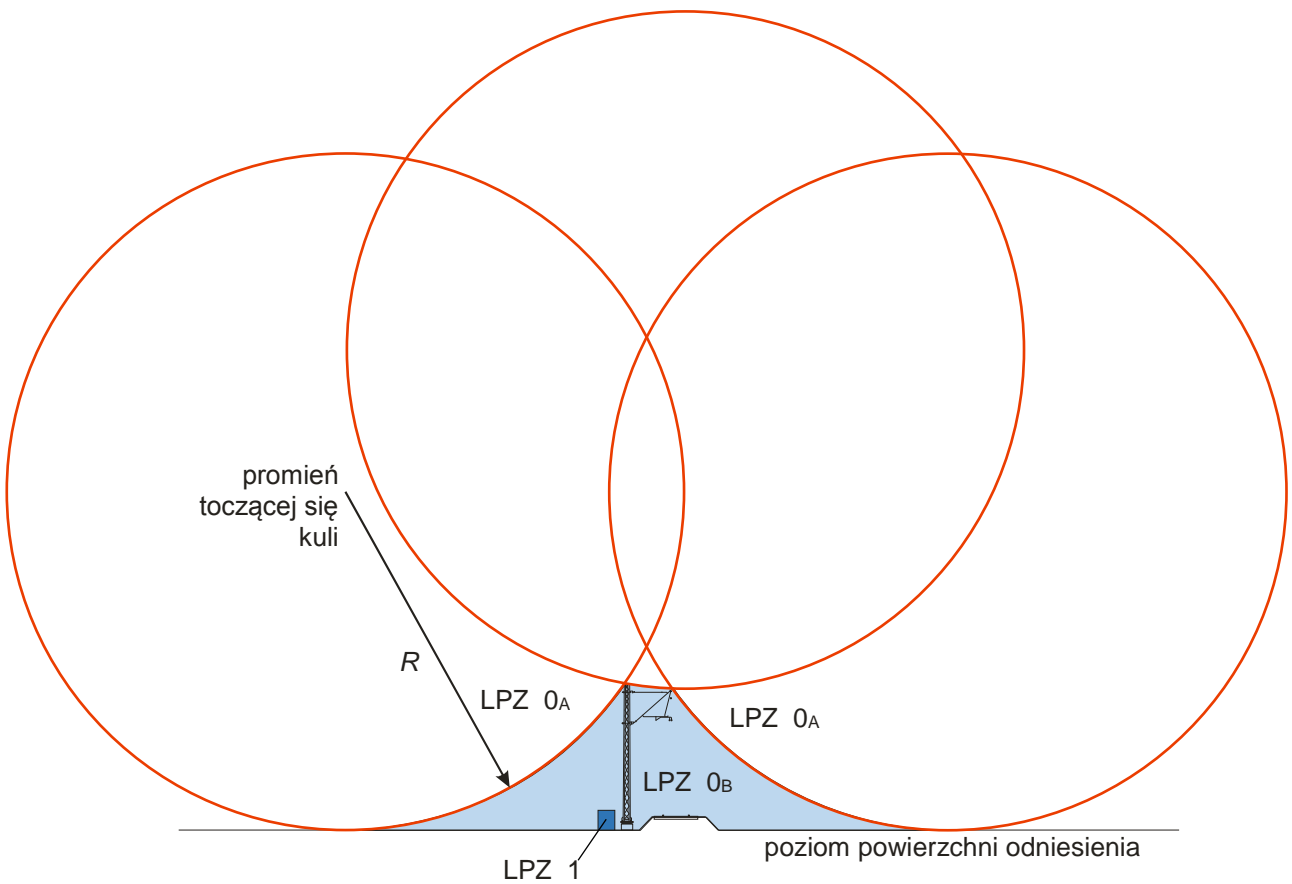
Rozdział 3. Wymagania ogólne ochrony odgromowej systemów urządzeń srkił oraz dSAT

§ 8. Strefowa koncepcja ochrony odgromowej

1. Do projektowania ochrony odgromowej należy stosować zasady strefowej koncepcji ochrony opisane w niniejszym dokumencie. Reguły projektowania są określone w aktualnej wersji norm serii PN-EN 62305 [6] ÷ [9].
2. Ochrona odgromowa powinna mieć charakter kompleksowy, uwzględniający zarówno środki ochrony przed bezpośrednim uderzeniem prądu pioruna (LPS), jak i środki ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym LEMP (SPM).
3. Zgodnie z zasadami koncepcji strefowej ochrony odgromowej w fazie projektowej należy dokonać podziału obiektu chronionego (budynku, kontenera, stacji bazowej GSM-R) na strefy ochrony odgromowej LPZ (Rysunek 3, Rysunek 4), które ogólnie definiowane są jako:
 - 1) LPZ 0_A – strefa na zewnątrz obiektu chronionego, w której występuje zagrożenie bezpośredniego wyładowania atmosferycznego oraz oddziaływanie całkowitego prądu pioruna i całkowitego pola magnetycznego;
 - 2) LPZ 0_B – strefa na zewnątrz obiektu chronionego, osłonięta przed wyładowaniem bezpośrednim, w której możliwe jest oddziaływanie częściowego prądu pioruna lub prądów indukowanych oraz całkowitego pola magnetycznego, w związku z czym na granicy tej strefy prądy udarowe ograniczane są za pomocą SPM, takich jak: połączenia wyrównawcze, SPD, trasowanie kabli, ekranowanie linii zewnętrznych;
 - 3) LPZ 1...N – strefy wewnątrz obiektu chronionego, w których nie występuje zagrożenie wyładowaniem bezpośrednim, ale możliwe jest oddziaływanie ograniczonego prądu pioruna lub prądów indukowanych oraz całkowitego lub stłumionego pola magnetycznego, w związku z czym na granicy tych stref prądy udarowe ograniczane są za pomocą SPM, takich jak: połączenia wyrównawcze, SPD, trasowanie kabli, ekranowanie przestrzenne i ekranowanie linii wewnętrznych.
4. Strefy LPZ 1 powinny obejmować wnętrza budynków (nastawnie, maszynownie, inne), kontenerów, szaf aparaturowych, skrzynek przytorowych lub obudów urządzeń.
5. Strefy LPZ 2 i wyższe mogą obejmować wybrane pomieszczenia lub szafy aparaturowe zlokalizowane wewnątrz LPZ 1, zawierające aparaturę szczególnie wrażliwą na zakłócenia lub ważną z punktu widzenia funkcjonalności całego systemu. Przykładem strefy LPZ 2 może być pomieszczenie stanowiska obsługi lub pomieszczenie stanowiska operatorskiego.



Rysunek 3. Strefy ochrony odgromowej LPZ na przykładzie budynku nastawni



Rysunek 4. Strefy ochrony odgromowej LPZ na przykładzie linii kolejowej zelektryfikowanej

§ 9. Ochrona kolejowych obiektów budowlanych przed bezpośrednim uderzeniem pioruna

1. Zewnętrzne urządzenie piorunochronne (LPS) powinno zapobiegać skutkom bezpośredniego uderzenia pioruna w obiekt poprzez:
 - 1) przechwycenie doziemnego wyładowania atmosferycznego za pomocą układu zwodów instalacji piorunochronnej,
 - 2) bezpieczne odprowadzenie prądu pioruna za pomocą przewodów odprowadzających,
 - 3) rozproszenie prądu pioruna w ziemi za pomocą układu uziomów.
2. Zewnętrzną ochroną odgromową i ochroną przed przepięciami należy objąć wszystkie kolejowe urządzenia systemów srkół oraz dSAT i zawierające je obiekty budowlane zlokalizowane w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV lub z nią powiązane za pośrednictwem przewodzących:
 - 1) żył linii zasilających i sygnałowych urządzeń zlokalizowanych w tej strefie;
 - 2) kabli powrotnych, szyn jezdnych i innych elementów sieci trakcyjnej;
 - 3) innych instalacji lub konstrukcji przewodzących (np. rurociągów).
3. Jeżeli poziom ochrony odgromowej nie jest odgórnie narzucony w niniejszych wymaganiach, to należy go określić na podstawie analizy ryzyka zagrożenia piorunowego zgodnie z procedurami normy PN-EN 62305-2 [7].
4. Maksymalne wartości szczytowe prądu pioruna, jakie należy przyjmować do założeń projektowych przedstawia Tabela 1. Im wyższy poziom ochrony odgromowej tym większa jest skuteczność LPS.

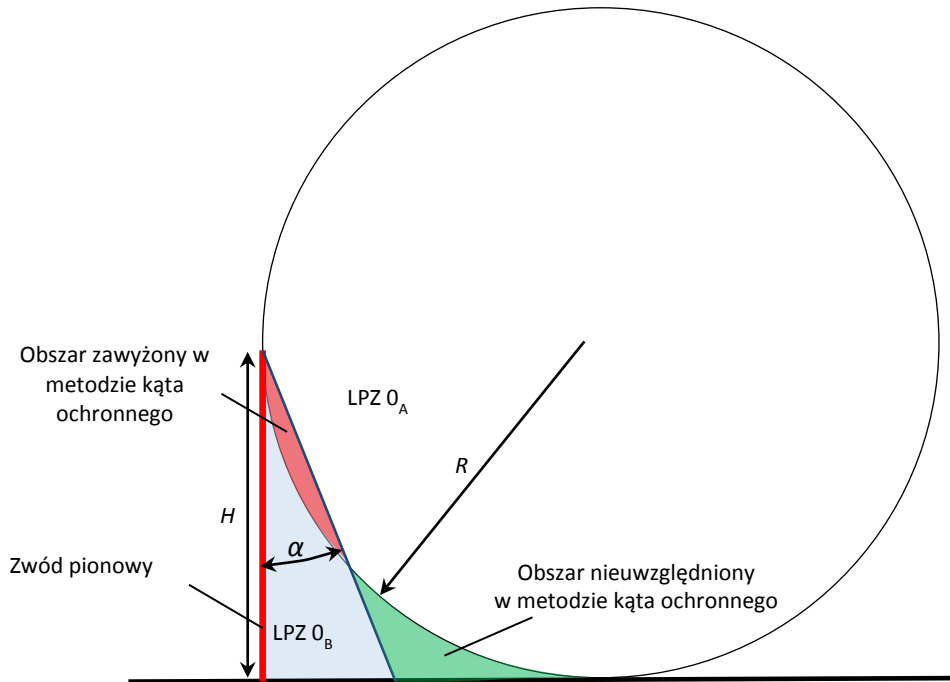
Tabela 1. Klasa LPS i odpowiadające jej maksymalne wartości prądu pioruna przyjmowane do założeń projektowych wg PN-EN 62305 [8]

Poziom ochrony odgromowej	Klasa urządzenia piorunochronnego	Wartość szczytowa prądu pioruna $I(10/350 \mu s)$, kA
LPL I	LPS I	200
LPL II	LPS II	150
LPL III	LPS III	100
LPL IV	LPS IV	

5. Materiały na elementy urządzenia piorunochronnego (LPS) należy dobierać zgodnie z zaleceniami norm serii PN-EN 62305 [6] ÷ [9] i powinny one spełniać wymagania aktualnej wersji norm serii PN-EN 62561 [10] ÷ [16] w chwili ich wbudowywania.
6. Wszelkie urządzenia elektryczne i elektroniczne znajdujące się na zewnątrz obiektu powinny być umieszczone wewnątrz strefy LPZ 0_B, której zasięg jest wyznaczany przez elementy zewnętrznego urządzenia piorunochronnego LPS lub elementy konstrukcji sieci

trakcyjnej z zachowaniem odstępów separacyjnych określanych na podstawie aktualnej wersji norm serii PN-EN 62305 [8].

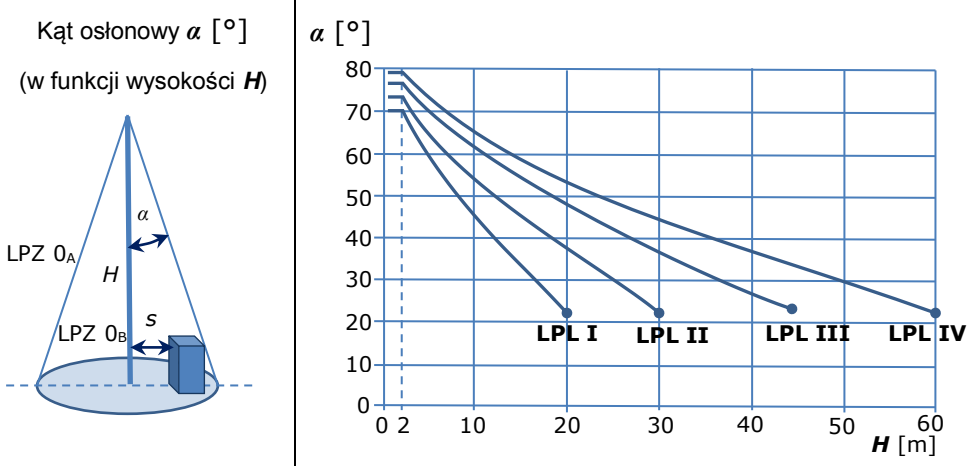
7. Do projektowania rozmieszczenia zwodów odgromowych dopuszcza się następujące metody:
 - 1) toczonej kuli (Rysunek 5, Tabela 2),
 - 2) kąta ochronnego (Rysunek 5, Tabela 2),
 - 3) oczkową (Rysunek 6).



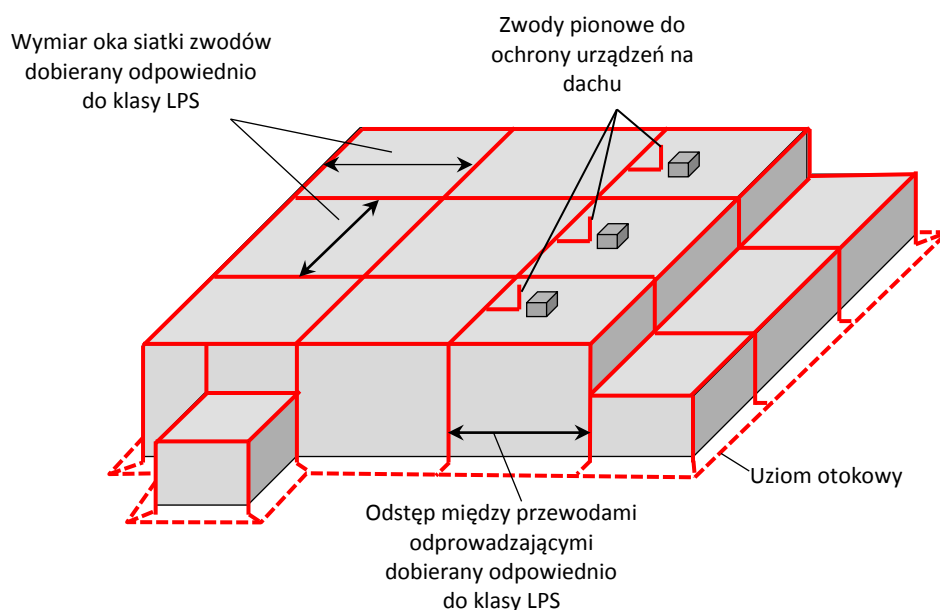
Rysunek 5. Porównanie wyznaczania stref ochronnych metodami kąta ochronnego i toczonej kuli

8. Zwody należy projektować zgodnie z metodami przedstawionymi w normie PN-EN 62305-3 [8].
9. W każdym przypadku jest zalecana metoda toczonej kuli jako najbardziej dokładna.
10. Strefy ochronne w metodzie toczonej kuli należy wyznaczać poprzez przetaczanie po obiekcie wirtualnej kuli o promieniu R zależnym od klasy LPS (Tabela 2, Rysunek 5). Zwody powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby przetaczana kula stykała się jedynie z instalacją LPS i w żadnym punkcie nie dotykała obiektu chronionego.
11. Metoda kąta ochronnego (Rysunek 5, Tabela 2) może być stosowana w przypadku budynków o prostych kształtach lub do wyznaczenia stref ochronnych tworzonych przez zwody pionowe (w postaci iglic i masztów odgromowych) do ochrony pojedynczych urządzeń.
12. Strefy LPZ 0_B w metodzie kąta ochronnego należy wyznaczać na podstawie wartości kątów ochronnych zależnych od klasy LPS i wysokości zwodu względem rozpatrywanej płaszczyzny odniesienia. Wartości kątów ochronnych w zależności od wysokości zwodu (Tabela 2).

Tabela 2. Parametry zewnętrznego urządzenia piorunochronnego (LPS) w zależności od jego klasy i odpowiadających im poziomów ochrony odgromowej (LPS)

Parametr	Klasa LPS (poziom LPL)			
	I	II	III	IV
Promień toczonej kuli R [m]	20	30	45	60
Wymiar oka siatki zwozdów w [m]	5 × 5	10 × 10	15 × 15	20 × 20
Kąt osłonowy α [°] (w funkcji wysokości H)	 <p>The diagram shows a lightning protection cone with height H and protection angle α. The cone's base is divided into two protection zones: LPZ 0_A (the inner zone) and LPZ 0_B (the outer zone). The radius of the sphere is R, and the distance from the vertical axis to the edge of the cone is s. The graph plots the protection angle α [°] on the y-axis (0 to 80) against the height H [m] on the x-axis (0 to 60). Four curves represent different protection levels: LPL I (highest angle), LPL II, LPL III, and LPL IV (lowest angle). A vertical dashed line is drawn at $H = 2$ m.</p>			

13. Metodę oczkową polegającą na zastosowaniu zwozdów w formie siatki o określonym wymiarze oka dopuszcza się do stosowania wyłącznie w przypadku budynków z dachami płaskimi (Rysunek 6).
14. Przy projektowaniu LPS z wykorzystaniem metody oczkowej należy uwzględnić konieczność uzupełniania zewnętrznego urządzenia piorunochronnego o dodatkowe zwody pionowe dla ochrony indywidualnych urządzeń znajdujących się na dachu budynku (Rysunek 6).

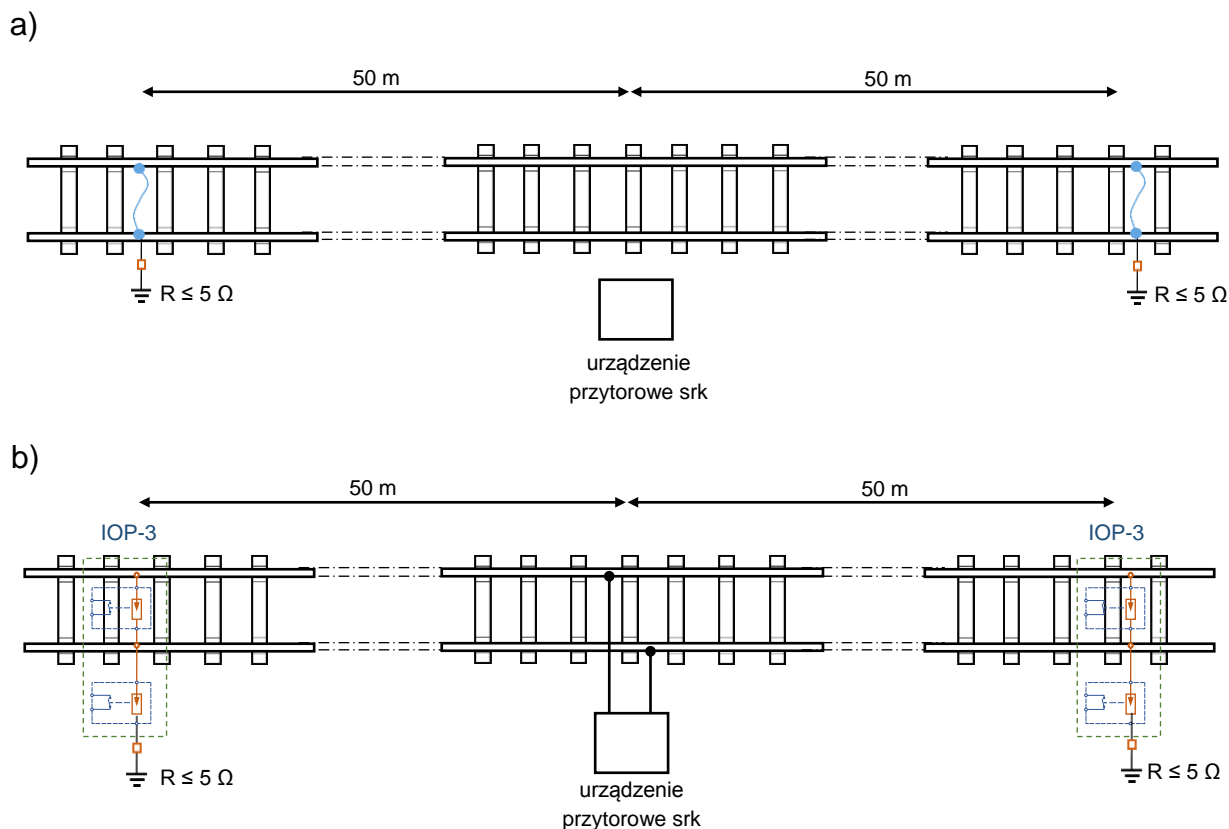


Rysunek 6. Zastosowanie metody oczkowej do ochrony budynku

15. Maksymalny wymiar oka siatki zwodów w metodzie oczkowej zależy jest od przyjętej do projektowania klasy LPS (Tabela 2). W przypadku stosowania metody oczkowej podwyższenie zwodów poziomych zwiększa skuteczność urządzenia piorunochronnego.
16. Zaleca się stosowanie liczników udarów piorunowych jako elementu LPS w celu rejestracji wystąpienia wyładowań bezpośrednich w obiekt. Zaleca się stosować liczniki umożliwiające rejestrację czasu wystąpienia bezpośredniego uderzenia pioruna. Liczniki udarów piorunowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 62561-6 [15] i należy je montować zgodnie z DTR producenta. W miejscach narażonych na kradzieże i dewastacje liczniki należy montować w dodatkowej niemetalowej skrzynce.
17. Dla celów projektowych należy przyjąć, że:
 - 1) konstrukcja sieci trakcyjnej stanowi naturalne urządzenie piorunochronne dla przytorowych urządzeń srkił oraz dSAT;
 - 2) urządzenia przytorowe srkił oraz dSAT (sygnalizatory z wyłączeniem instalowanych na bramkach, szafy i skrzynki przytorowe, napędy zwrotnicowe, napędy rogatkowe, itp.), powinny znajdować się w obrębie strefy LPZ 0_B tworzonej przez konstrukcję sieci trakcyjnej, tym samym nie będą narażone na bezpośrednie uderzenie pioruna.
18. Na liniach niezelektryfikowanych jako środek ochrony przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym należy stosować uziemienie szyn:
 - 1) bezpośrednio z łącznikami szynowymi poprzecznymi – tam, gdzie szyny nie są wykorzystywane do przesyłania sygnałów (Rysunek 7a);
 - 2) pośrednie - poprzez iskiernikowy ogranicznik przepięć IOP-3 tam, gdzie szyny wykorzystywane są do przesyłania sygnałów (Rysunek 7b). Iskierniki układu IOP-3 powinny spełniać wymagania [12] i posiadać wytrzymałość na prądy pioruna co najmniej 100 kA 10/350 μ s, napięcie zadziałania iskierników powinno być wyższe od poziomu napięć sygnałów użytecznych przesyłanych szynami (Tabela 3). Iskierniki układu IOP-3 powinny być wyposażone w sygnalizację uszkodzenia pozwalającą sprawdzić ich sprawność bez odłączania od instalacji
19. Uziemienia te należy stosować wzdłuż linii kolejowej z obu stron urządzeń przytorowych srkił oraz dSAT w odległości 50 m od tych urządzeń (Rysunek 7). Rezystancja uziemienia szyn nie powinna przekraczać 5 Ω .

Tabela 3. Iskiernikowy ogranicznik przepięć IOP-3
– minimalne wymagane parametry techniczne

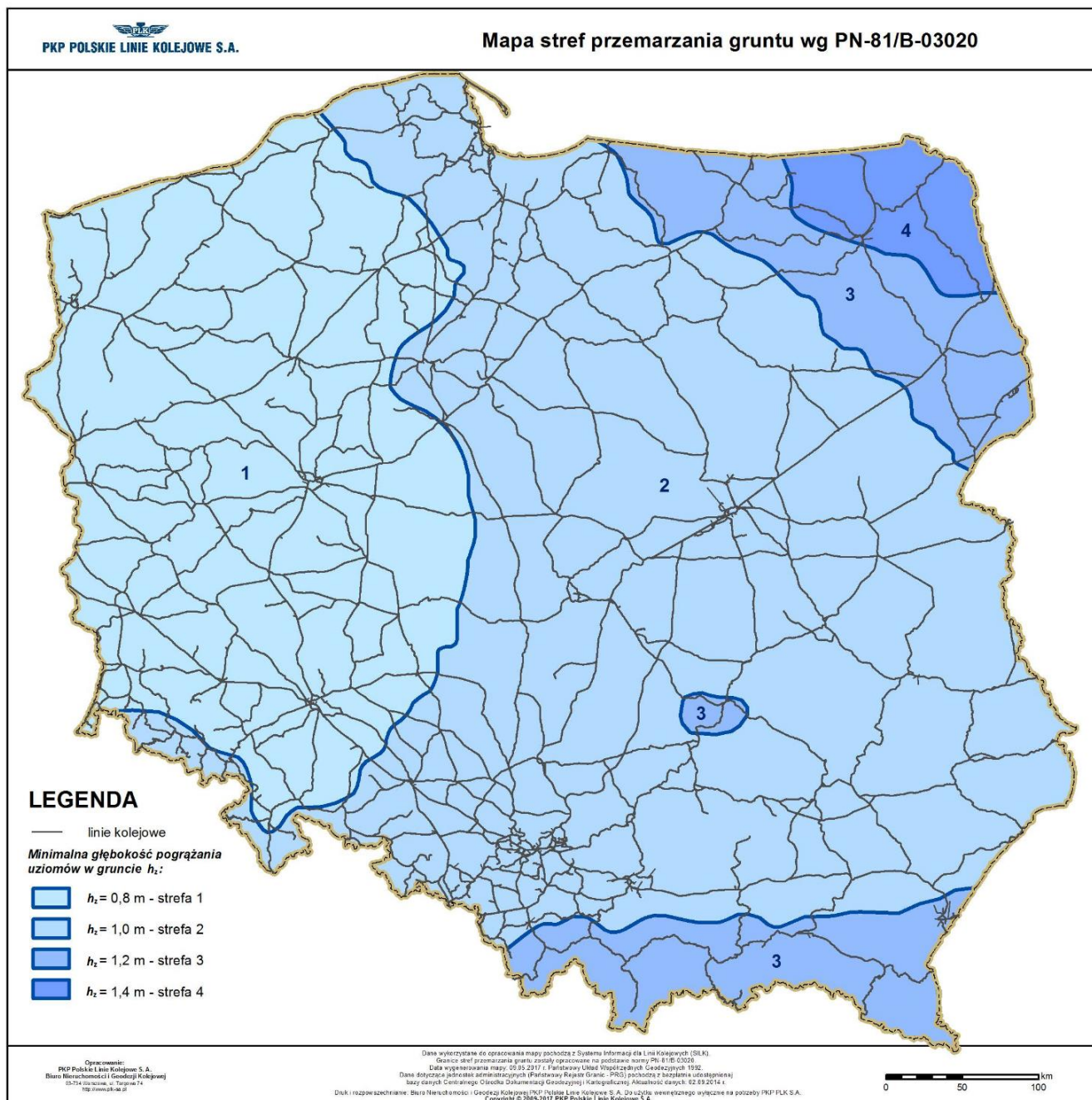
Parametr		Wartość
Statyczne napięcie zapłonu DC przy 100 V/s		U_{rDC} 100 V ± 20%
Znamionowe impulsowe napięcie zapłonu (1,2/50 μs)		$U_{r imp}$ < 1,0 kV
Wytrzymałość na prądy piorunowe o kształcie 10/350 μs		I_{imp} (W/R) ≥ 100 kA ≥ 2500 kJ/Ω)
Rezystancja izolacji *	element nowy	R_{isol} > 10 ⁸ Ω*
	w warunkach eksploatacji	≥ 500 kΩ*
Sygnalizacja uszkodzenia **		a) bezpieczne trwałe zwarcie elektrod iskiernika lub b) styki bezpotencjałowe – pozwalające sprawdzić urządzenie bez odłączania go od instalacji
Stopień ochrony		IP 67
Zakres temperatur pracy		T -40 - +80 °C
Sposób montażu		a) w skrzyniach do zabudowy w nasypie lub b) przystosowane do montażu bezpośrednio w ziemi z wyprowadzonym złączem kontrolno-pomiarowym
* zgodnie z PN-EN 62561-3:2012		
** zastosowany sposób sygnalizacji uszkodzenia ogranicznika iskiernikowego powinien zagwarantować sprawdzenie stanu jego sprawności bez konieczności jego odłączania lub demontowania		



Rysunek 7. Schemat uziemienia szyn do ochrony urządzeń przytorowych srk oraz dSAT:
 a) uziemienie bezpośrednie; b) uziemienie pośrednie poprzez układ ochrony IOP-3

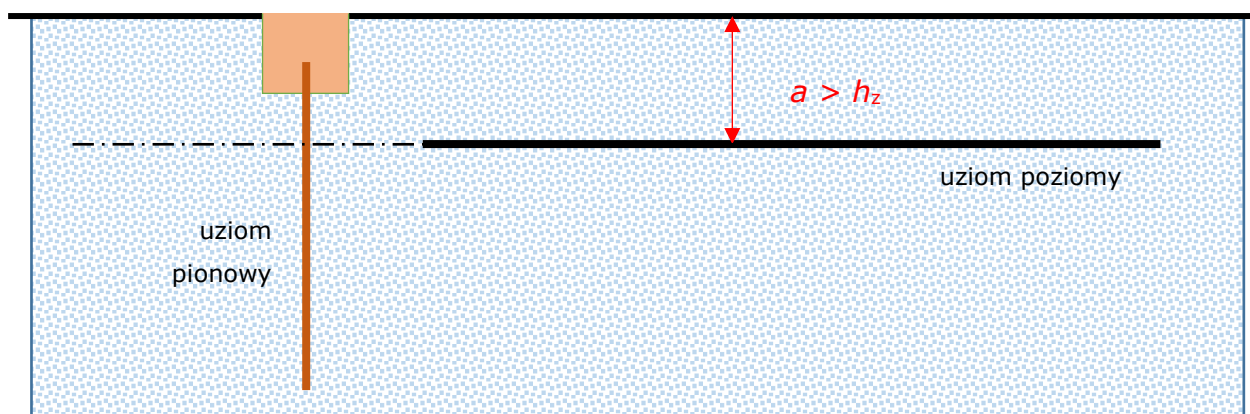
§ 10. Układ uziomów

1. Dla zapewnienia odpowiedniej trwałości każdy układ uziomów powinien być projektowany w oparciu o realne warunki terenowe, z uwzględnieniem zmierzonych lokalnych rzeczywistych wartości rezystywności gruntu oraz lokalnej głębokości przemarzania gruntu, którą dla różnych regionów Polski należy określić na podstawie zamieszczonej mapy (Rysunek 8).



Rysunek 8. Minimalna głębokość pogrążania uziomów w gruncie h_z określona na podstawie mapy stref przemarzania gruntu w Polsce wg PN-81/B-03020 [27]

2. Elementy układów uziemiających mogą być zastosowane do ochrony urządzeń technicznych infrastruktury kolejowej wyłącznie na podstawie deklaracji lub certyfikatu, potwierdzających zgodność wyrobu z wymaganiami serii norm PN-EN 62561 [10] ÷ [16], dostarczonych wraz z raportem zawierającym wyniki badań wykonanych przez wytwórcę lub na jego zlecenie.
3. Konfiguracja i głębokość pograżenia uziomu powinny zapewniać utrzymanie rezystancji uziemienia poniżej wartości wymaganej przez cały przewidywany okres jego eksploatacji, przy największej spodziewanej w ciągu roku wartości rezystywności gruntu. W związku z tym należy projektować i montować elementy układu uziomów, zarówno układane poziomo jak i pograżane pionowo, na głębokościach nie mniejszych niż lokalna głębokość przemarzania gruntu h_z (Rysunek 9).
4. Materiał i wymiary poprzeczne elementów układów uziomów oraz zastosowane środki ich ochrony przed korozją powinny zapewniać odporność na narażenia mechaniczne w trakcie budowy oraz przy przepływie prądów piorunowych, zwarciovych bądź przepięć oraz należyłą odporność korozyjną gwarantującą bezpieczne funkcjonowanie uziomu przez cały zaplanowany okres trwałości obiektu chronionego.



Rysunek 9. Głębokość pograżania uziomów w gruncie

5. Wyroby stosowane na uziomy sztuczne poziome i pionowe oraz grubości pokryć ochronnych powinny spełniać wymagania odnośnie minimalnych wymiarów poprzecznych (Tabela 4, Tabela 5, 0).

Tabela 4. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne drutów stosowanych na uziomy poziome

Materiał	Najmniejsze dopuszczalne wymiary		
	średnica mm	przekrój mm ²	powłoka μm
Miedź goła / cynowana	8	50	- / 1
Stal miedziana elektrolitycznie	8	50	250
	10	78	70
Stal cynowana ogniowo	10	78	50
Stal goła w betonie	10	78	-
Stal nierdzewna	10	78	-

Tabela 5. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne płaskowników stosowanych na uziomy poziome

Materiał	Najmniejsze dopuszczalne wymiary		
	przekrój mm ²	grubość mm	powłoka µm
Miedź goła / cynowana	50	2	- / 1
Stal miedziowana elektrolitycznie	90	3	70
Stal cynkowana ogniowo	90	3	70
Stal goła w betonie	75	3	-
Stal nierdzewna	100	3	-

Tabela 6. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne prętów stosowanych na uziomy pionowe

Materiał	Najmniejsze dopuszczalne wymiary		
	średnica mm	przekrój mm ²	powłoka µm
Miedź goła / cynowana	15	176	- / 1
Stal miedziowana elektrolitycznie	14	150	250
Stal cynkowana ogniowo	16	200	50
Stal nierdzewna	16	200	-

6. Uziomów nie należy wykonywać z aluminium.
7. Wzajemne połączenia elementów uziomu i ich połączenia z przewodem uziemiającym należy wykonywać przez zgrzewanie egzotermiczne, spawanie łukowe, spajanie lub za pomocą połączeń gwintowych.
8. Przy łączeniu uziomów naturalnych z przewodem uziemiającym można stosować obejmy śrubowe, a przy łączeniu ze sobą elementów uziomu zalewanych betonem i przyłączaniu do nich przewodów uziemiających zaleca się stosowanie połączeń nierozłącznych spawanych łukowo lub zgrzewanych egzotermicznie.
9. Podziemne połączenia elementów uziomu wykonanych ze stali cynkowanej lub miedziowanej, których pokrycia w czasie łączenia mogą ulec uszkodzeniu należy skutecznie zabezpieczać przed korozją ziemną. W celu uniknięcia takich uszkodzeń zaleca się stosowanie w tych miejscach połączeń zgrzewanych egzotermicznie najskuteczniejsze z punktu widzenia ich trwałości w czasie. Dopuszcza się również stosowanie do tego celu nieprzewodzących powłok antykorozyjnych, np. warstwy asfaltu, lub taśmy antykorozyjnej (np. typu DENSO lub równoważnej) dla ochrony połączeń spawanych łukowo, spajanych lub gwintowych.
10. Poszczególne uziomy pionowe układu uziomowego zaleca się tak rozmieszczać, aby odległości między nimi nie były mniejsze niż głębokość pograżenia najdłuższego z nich; nie wymaga się jednak odległości większych niż 10 m. Należy przy tym pamiętać, że wbijanie uziomów pionowych na głębokości większe niż 12 m uznawane jest za niezasadne.

11. Uziomy sztuczne poziome powinny być zagłębione w gruncie poniżej głębokości przemarzania gruntu, która w Polsce wynosi $0,8 \div 1,4$ m [27], za wyjątkiem uziomów wyrównawczych, które mogą być umieszczane na głębokości mniejszej, wynoszącej co najmniej 0,2 m.
12. Nieodłączną część dokumentacji chronionych obiektów kolejowych, takich jak: nastawnie, maszynownie, stacje bazowe GSM-R z wieżami antenowymi, maszty do montażu kamer lub anten radiołączności w paśmie 150 MHz, kontenery, wolnostojące szafy aparaturowe, skrzynka przytorowa. powinny stanowić:
 - 1) projekt układu uziomów z wynikami pomiarów lokalnej rezystywności gruntu i przeprowadzonymi obliczeniami wartości rezystancji uziemienia (oraz napięć rażeniowych, jeżeli jest to istotne);
 - 2) metryka uziomu zawierająca:
 - szkic rzeczywistego układu uziomów z zaznaczonymi punktami kontrolno-pomiarowymi (zaciskami probierczymi),
 - wartość lokalnej rezystywności gruntu,
 - wyniki okresowych pomiarów rezystancji uziomów,
 - zapisy wszystkich procedur konserwacyjnych, zaleceń oraz uwag odnośnie stanu uziomu.
13. Rowy lub bruzdy, w których układa się uziomy poziome, należy zasypywać gruntem bez kamieni, żwiru, cegły lub gruzu. Uziomów nie należy zasypywać piaskiem lub żużlem. Nie należy ich umieszczać w korytach rzek lub na dnie jezior i stawów. Zawsze, gdy będzie to możliwe należy unikać układania uziomów pod warstwą nie przepuszczającą wody (np. asfaltu lub betonu) i w pobliżu urządzeń powodujących wysychanie gruntu (np. rurociągów wody gorącej lub pary).
14. W nowych budynkach i stacjach bazowych GSM-R należy zaprojektować i wykonać uziom typu B, którego podstawowym elementem powinien być uziom fundamentowy sztuczny, uzupełniany, odpowiednio do potrzeb, o dodatkowe uziomy sztuczne w postaci uziomu otokowego, uziomu kratowego lub uziomów punktowych głębinowych.
15. Uziomy fundamentowe sztuczne należy wykonywać z taśmy stalowej o przekroju co najmniej $30 \times 3,5$ mm lub pręta stalowego okrągłego o średnicy co najmniej 10 mm. Zaleca się stosowanie do tego celu wyrobów ze stali gotłej.
16. Uziom fundamentowy sztuczny należy mocować do podłoża fundamentu co $2 \div 3$ m, uchwytnymi wbijanymi w podłoże, aby przy zalewaniu betonem nie zmienił położenia. Taśmę stalową należy ustawić na żebro, pionowo dłuższym wymiarem przekroju. W fundamencie zbrojonym dopuszcza się mocować uziom fundamentowy sztuczny, np. drutem wiązałkowym, przez spawanie łukowe lub zgrzewanie egzotermiczne, co około 2 m, do dolnych prętów zbrojenia fundamentu.
17. Jeżeli uziom fundamentowy wymaga uzupełnienia o dodatkowe zewnętrzne uziomy sztuczne pograżane w gruncie, to powinny one być wykonane z miedzi, stali pomiedziowanej lub stali nierdzewnej w celu uniknięcia korozji elektrochemicznej uziomu

w gruncie. Do ich połączenia ze stalowymi elementami uziomu fundamentowego z tego samego powodu należy stosować przewody uziemiające wykonane z miedzi, stali pomiedziowanej lub stali nierdzewnej. Zaleca się stosowanie uziomów dodatkowych zewnętrznych wykonanych ze stali pomiedziowanej elektrolitycznie.

18. Przewody uziemiające powinny spełniać wymagania odnośnie dopuszczanych materiałów i ich najmniejszych dopuszczanych przekrojów (Tabela 7).

Tabela 7. Materiały i najmniejsze dopuszczalne wymiary przewodów uziemiających

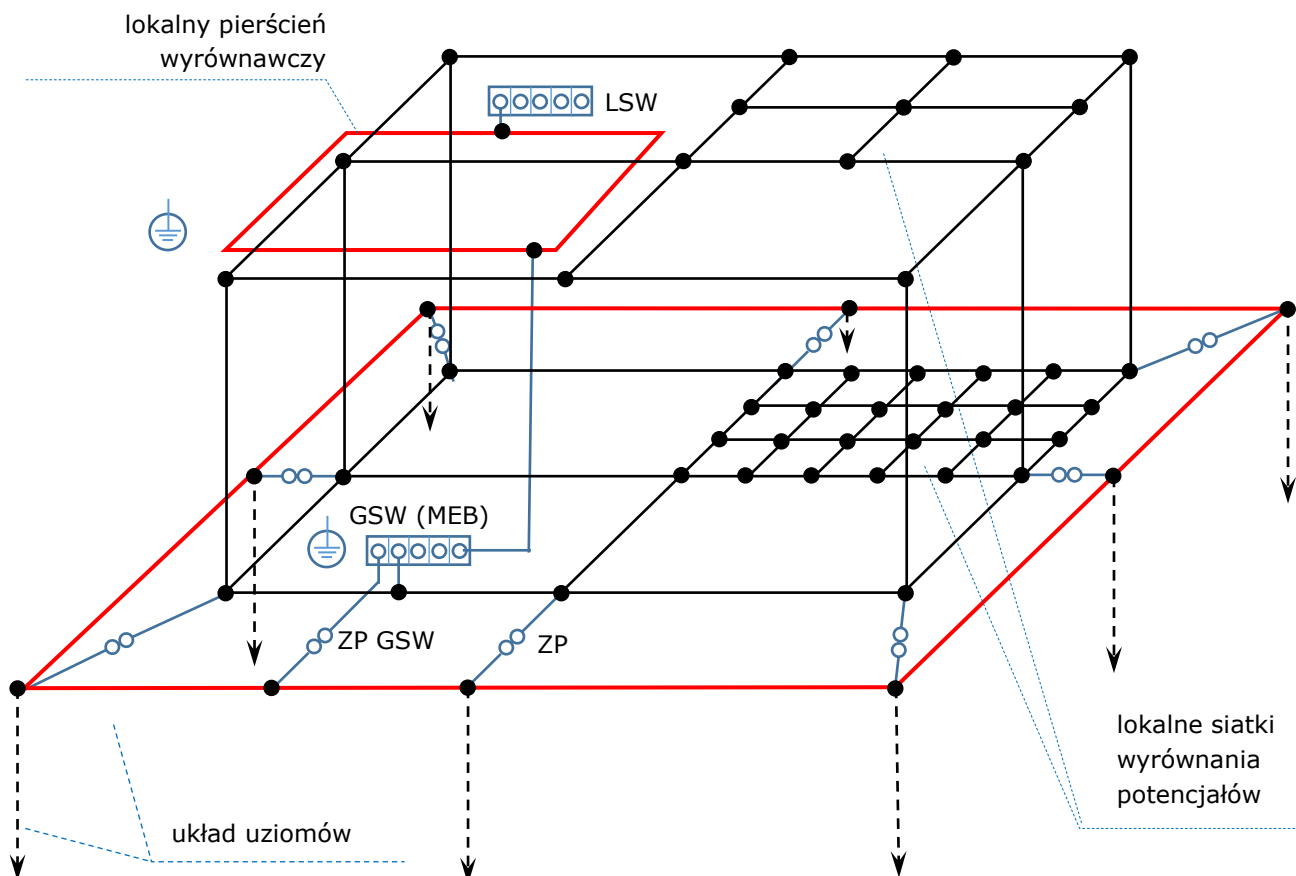
Kształt	Materiał	Najmniejsze dopuszczalne wymiary		
		średnica mm	grubość mm	przekrój mm ²
Drut	miedź, aluminium, stop aluminium, stal cynkowana, stal miedziowana ¹ , stal nierdzewna	8		50
Linka	miedź, aluminium, stop aluminium, stal cynkowana	1,7 ² dla pojedynczego drutu		50
	stal nierdzewna			70
Taśma	miedź, stal nierdzewna		2	50
	aluminium		3	70
	stop aluminium, stal cynkowana, stal miedziowana ¹		2,5	50

¹ – powłoka miedziana 70 µm; ² – 1,63 mm dla aluminium

19. Przewody uziemiające, układane po wierzchu w miejscach ogólnie dostępnych powinny być chronione od uszkodzeń mechanicznych, np. przez osłonięcie rurą lub kątownikiem, do wysokości 1,5 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi; nie wymaga się tej ochrony w przypadku przewodów o przekroju 50 mm² i większym.
20. Przewody uziemiające należy pokrywać powłoką ochronną nieprzepuszczającą wody co najmniej na odcinku od 0,3 m nad powierzchnią ziemi do głębokości 0,2 m w ziemi. Zaleca się czynić to jednak na całym odcinku podziemnym, aż do uziomu.
21. Przewód uziemiający należy łączyć z uziemianą konstrukcją lub z szyną uziemiającą (wyrównawczą) za pomocą zacisku probierczego uziomowego dającego się rozłączyć tylko przy użyciu narzędzia. Nie wymaga się zacisku probierczego uziomowego, jeśli rezystancję uziemienia można poprawnie zmierzyć bez odłączania przewodu uziemiającego.
22. Zacisk probierczy uziomowy powinien mieć obciążalność prądową nie mniejszą niż przewód uziemiający, powinien odznaczać się należyłą wytrzymałością mechaniczną i powinien być zabezpieczony przed korozją.
23. Zacisk probierczy uziomowy powinien znajdować się w miejscu łatwo dostępnym, na wysokości nie mniejszej niż 0,30 m od powierzchni ziemi lub stanowiska i nie większej niż 1,50 m lub w skrzynce kontrolno-pomiarowej umieszczonej w gruncie.

§ 11. Instalacja wyrównania potencjałów

1. W obiektach zawierających urządzenia wewnętrzne (kontenery, nastawnie) należy wykonać instalację wyrównania potencjałów (Rysunek 10).
2. Połączenia wyrównawcze należy tak wykonywać, aby usunięcie jednego z łączonych urządzeń nie przerywało ciągłości połączenia innego urządzenia. W związku z tym nie należy łączyć szeregowo osobnych stojaków i szaf aparaturowych podlegających wyrównaniu potencjałów.
3. Połączenia wyrównawcze powinny być tak wykonane, aby były dobrze widoczne podczas ich inspekcji, łatwe do sprawdzenia i oznaczone kolorem żółto-zielonym. Nie wymaga się oznaczania przewodów wyrównawczych kolorem żółto-zielonym na ich całej długości, jednak rozmieszczenie oznakowania powinno być wykonane tak, aby ich identyfikacja była wykonana w sposób jednoznaczny.

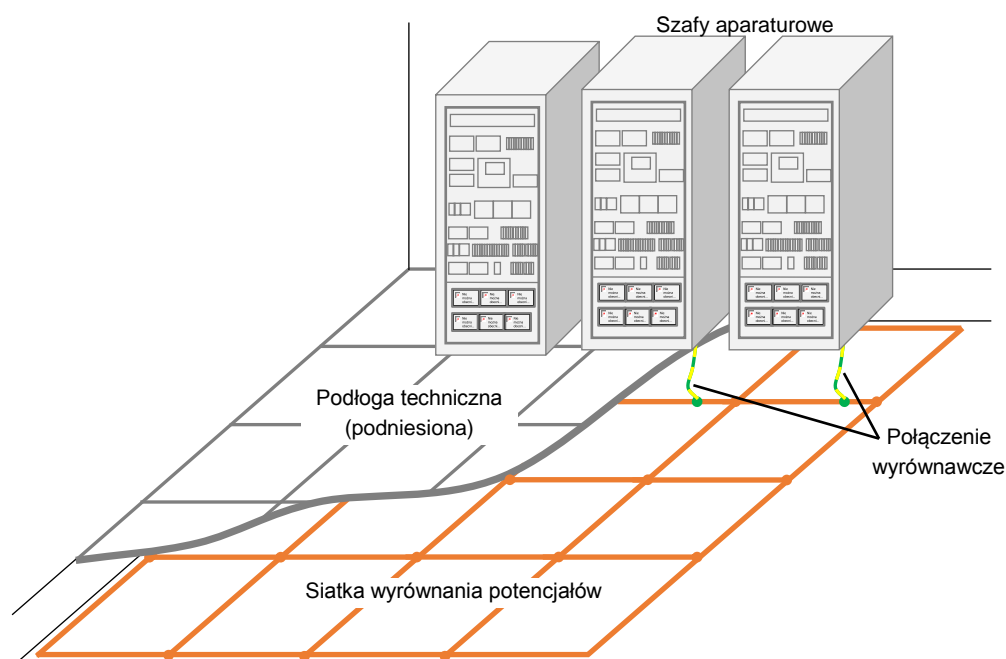


Rysunek 10. Sieć wyrównania potencjałów w budynku piętrowym
(ZP – zacisk probierczy, ZP GSW – zacisk probierczy głównej szyny wyrównania potencjałów),
GSW główna szyna wyrównawcza, LSW – lokalna szyna wyrównawcza)

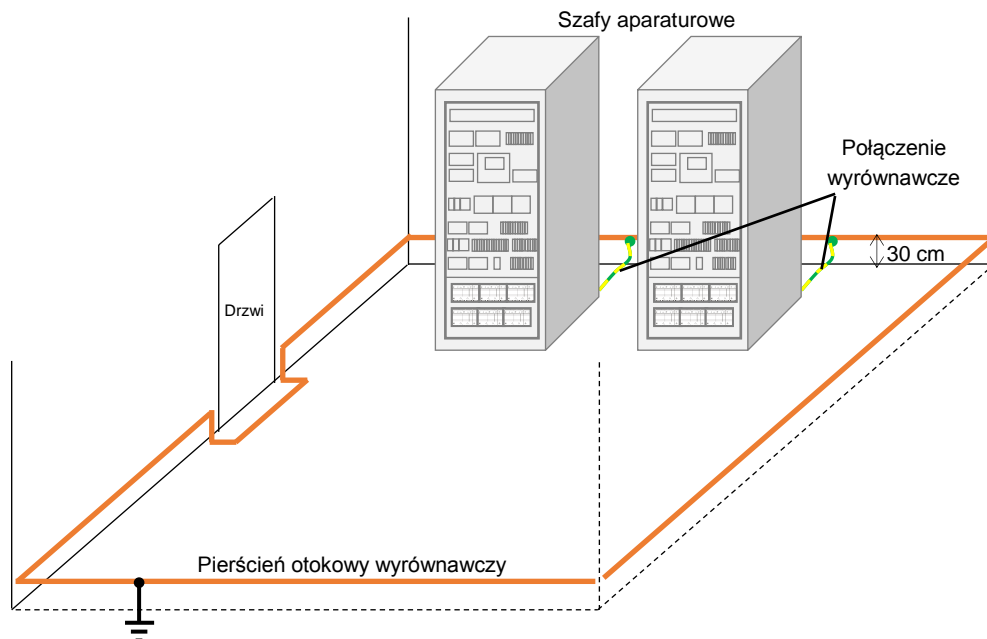
4. W pomieszczeniach technicznych (komputerownie, serwerownie, pomieszczenia urządzeń zasilających, pomieszczenia łączności, pomieszczenia dyżurnych ruchu) budynków

nastawni zaleca się wykonywać podłogę techniczną (podniesioną). Pod podłogą techniczną należy wykonać siatkę wyrównania potencjałów ułożoną bezpośrednio na posadzce (Rysunek 11).

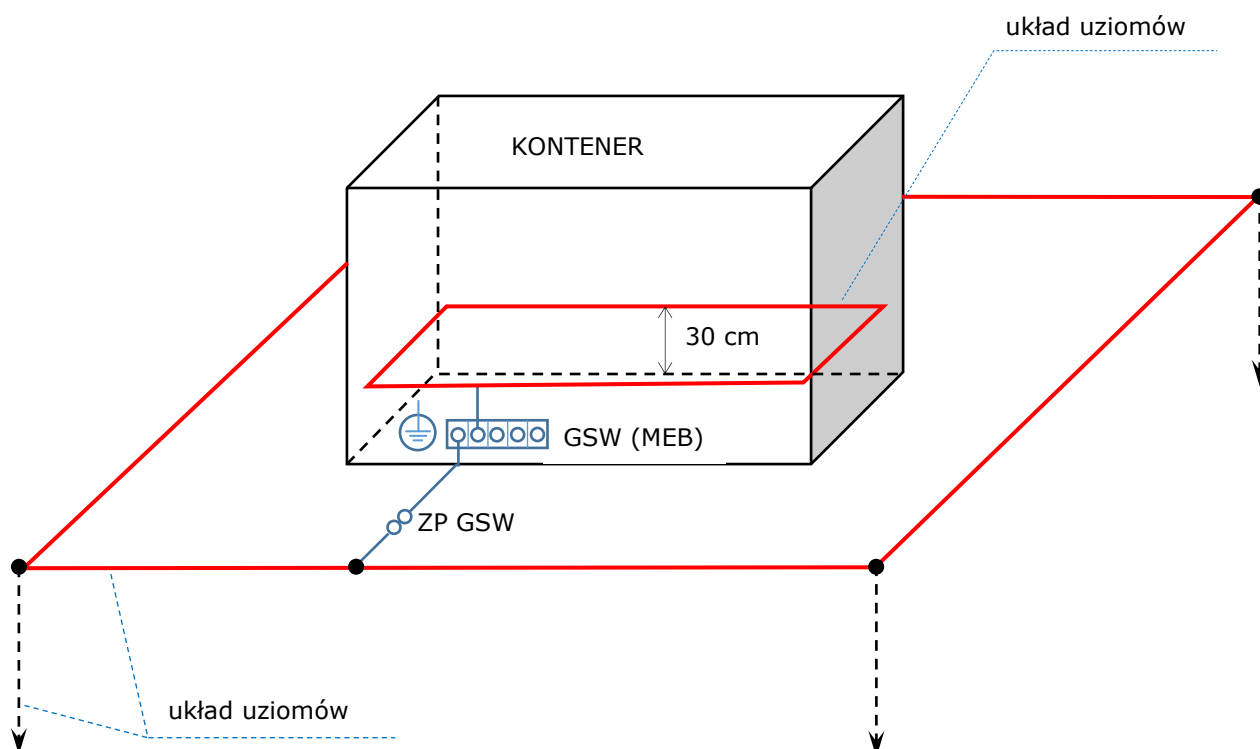
5. Gęstość siatki wyrównania potencjałów powinna być tak dobrana, aby jej przewody przebiegały poniżej każdego rzędu stojaków lub szaf aparaturowych.
6. Połączenia poszczególnych przewodów siatki wyrównania potencjałów zaleca się wykonać metodą zgrzewania egzotermicznego.
7. Jeżeli wykonanie podłogi technicznej nie jest możliwe, to w pomieszczeniach należy wykonać instalację wyrównawczą w postaci pierścienia wyrównawczego zainstalowanego na wysokości około 30 cm po obwodzie pomieszczenia (Rysunek 12).
8. W kontenerach instalację wyrównania potencjałów należy wykonać w postaci pierścienia wyrównawczego zainstalowanego na wysokości około 30 cm wewnątrz pomieszczenia kontenera (Rysunek 13).
9. Siatki wyrównania potencjałów i pierścienie wyrównawcze powinny być wykonane z miedzi lub stali pomiedziowanej z zastosowaniem przewodów o przekroju co najmniej 50 mm^2 .
10. Indywidualne urządzenia, ZOP-y, stojaki i szafy aparaturowe należy łączyć z instalacją wyrównania potencjałów za pomocą połączeń wyrównawczych. Połączenia wyrównawcze należy wykonać z użyciem przewodów giętkich miedzianych o przekroju co najmniej 16 mm^2 w izolacji w kolorze żółto-zielonym.
11. Siatki wyrównania potencjałów i pierścienie wyrównawcze powinny być połączone z główną szyną wyrównawczą GSW (MEB) lub bezpośrednio z instalacją uziemiającą za pomocą płaskownika wykonanego z miedzi lub stali pomiedziowanej o przekroju co najmniej 50 mm^2 .



Rysunek 11. Siatka wyrównania potencjałów w pomieszczeniu technicznym



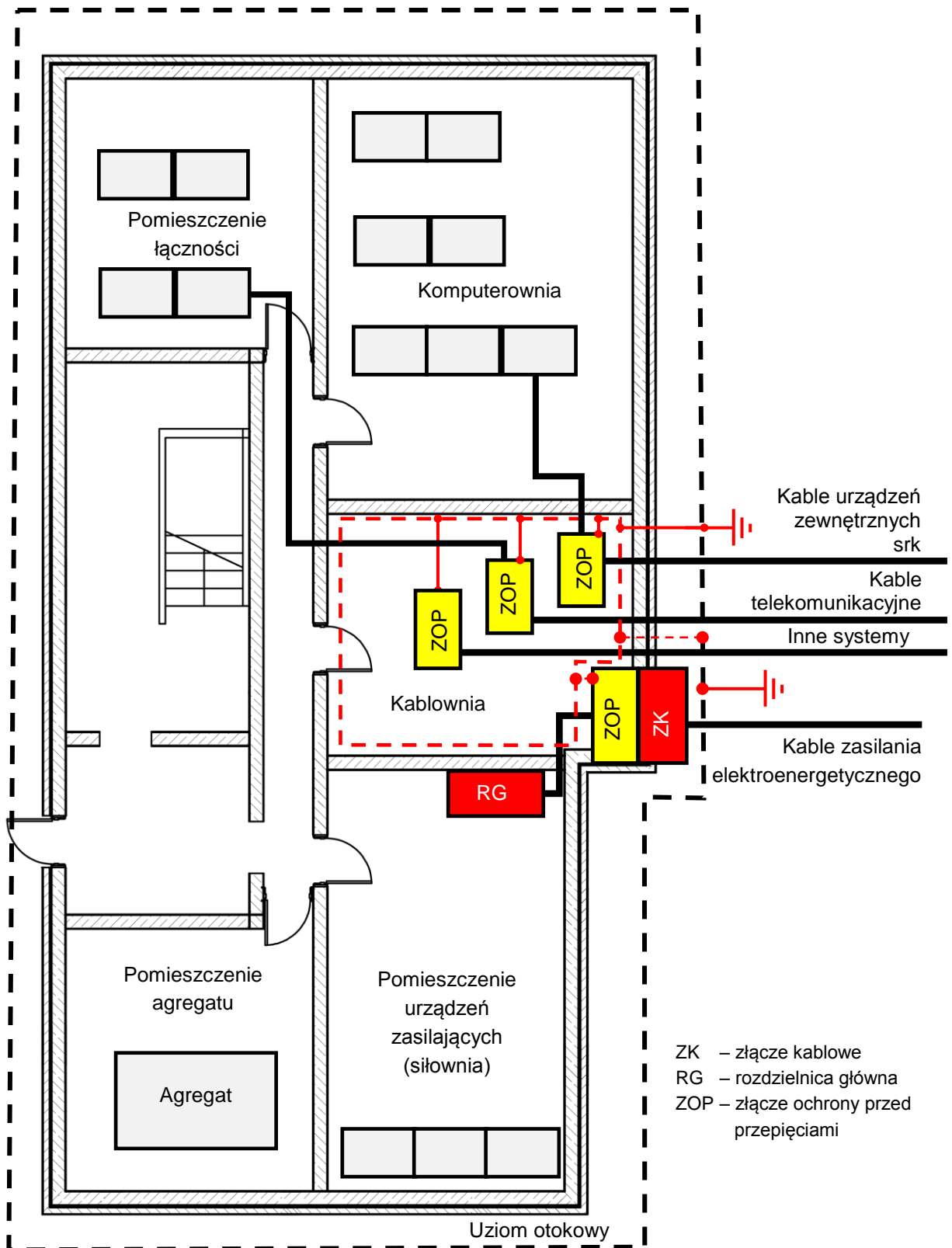
Rysunek 12. Pierścień wyrównawczy w pomieszczeniu technicznym - przykład



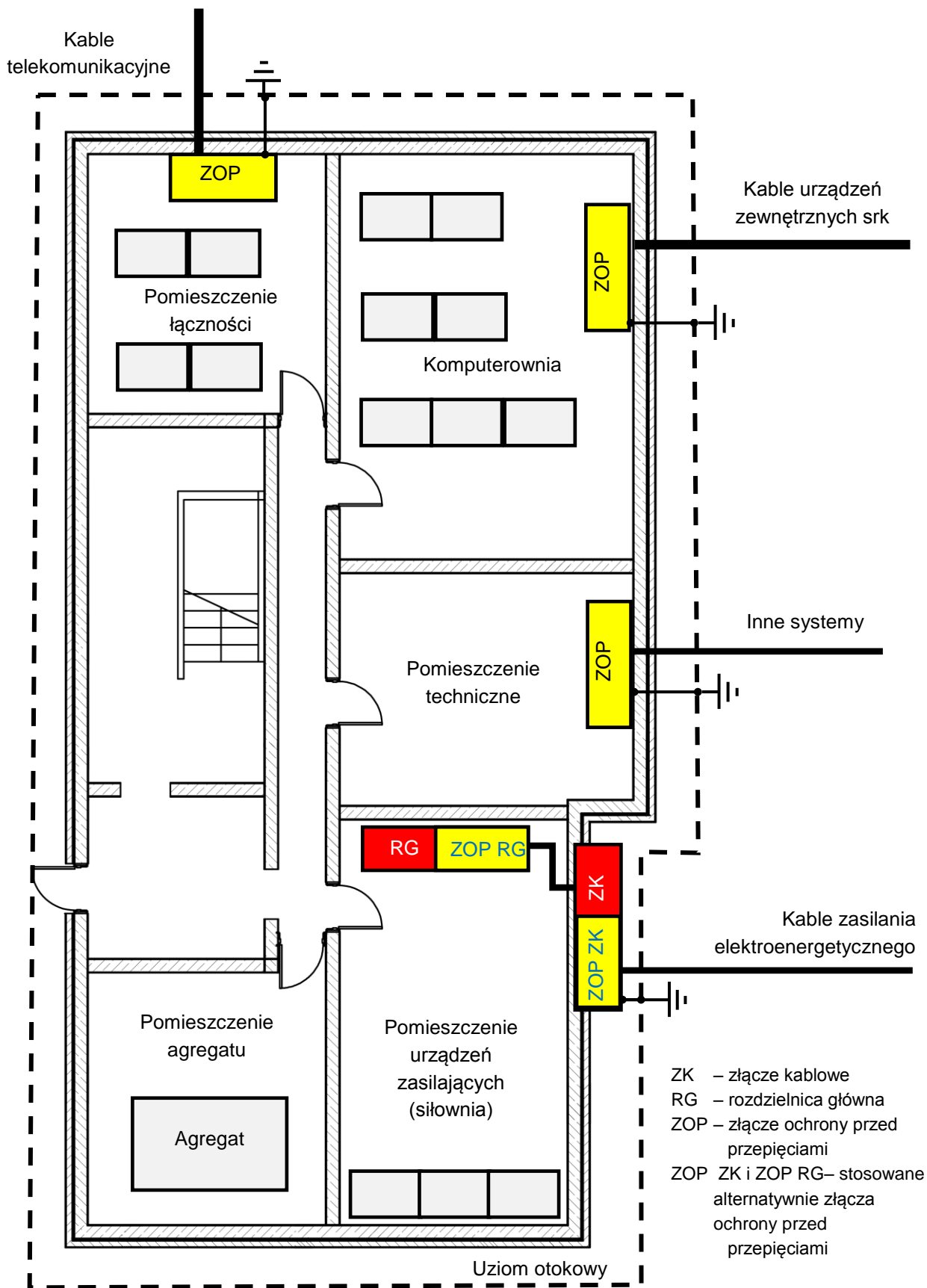
Rysunek 13. Układ uzimów kontenera srkił oraz dSAT

§ 12. Ochrona przed przepięciami – zasady ogólne

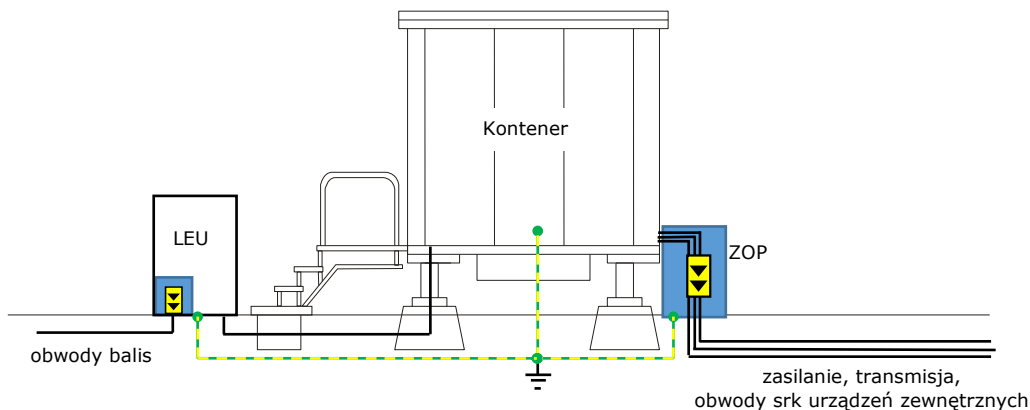
1. Ochrona przed przepięciami systemów urządzeń srkił oraz dSAT i powiązanych z nimi obiektów budowlanych powinna być projektowana i realizowana według założeń koncepcji stref ochrony odgromowej zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w serii norm PN-EN 62305 [6] ÷ [9].
2. Urządzenie ochrony przed przepięciami może być zastosowane do ochrony systemów elektronicznych i komputerowych urządzeń srkił oraz dSAT na podstawie deklaracji lub certyfikatu na zgodność urządzeń ochrony przed przepięciami z normami PN-EN 61643-11 [17] oraz PN-EN 61643-21 [18] zharmonizowanymi z Dyrektywą 2006/95/WE - Niskonapięciowy sprzęt elektryczny (LVD), dostarczonych wraz z raportem zawierającym wyniki badań wykonanych przez wytwórcę lub na jego zlecenie.
3. Strefowa koncepcja ochrony przed przepięciami powinna być realizowana poprzez stosowanie złącz ochrony przed przepięciami (ZOP) na wejściu kabli do chronionej strefy stanowiącej wewnątrz budynku lub wydzielone pomieszczenie (strefy LPZ 2 i wyższe), kontenera czy szafy aparaturowej (przykład ochrony przed przepięciami: nowoprojektowanego budynku nastawni z kablownią na poziomie parteru lub w podziemiu - Rysunek 14, istniejącego budynku nastawni z zastanym okablowaniem zewnętrznym (poziom parteru) - Rysunek 15).
4. Złącza ochronny przed przepięciami powinny być zrealizowane w postaci układu ograniczników przepięć:
 - 1) w zamkniętej obudowie (stopień ochrony obudowy IP 55 lub wyższy) na zewnątrz obiektu chronionego (budynku, kontenera, szafy aparaturowej, skrzynki przytorowej) lub w jego wnętrzu, jeżeli pozwala na to miejsce (Rysunek 14, Rysunek 15, Rysunek 16);
 - 2) w wydzielonym stojaku wewnątrz obiektu;
 - 3) w wydzielonej przestrzeni stojaka lub szafy aparaturowej (Rysunek 17).
5. Nie dopuszcza się umieszczania ograniczników przepięć w stojakach i szafach aparaturowych pomiędzy chronioną aparaturą, poza specjalną przestrzenią dedykowaną dla tego celu.
6. Jeżeli nie ma możliwości lokalizacji urządzeń wewnętrznych srkił oraz dSAT wewnątrz budynku nastawni lub wewnątrz kontenera srkił oraz dSAT i konieczna jest ich lokalizacja w szafach wolnostojących, to wszelkie obwody wprowadzane do szafy powinny być zabezpieczone przed przepięciami w przestrzeni w jej dolnej części (Rysunek 17). Przestrzeń przeznaczona na instalację układów ochrony przed przepięciami powinna być wydzielona z każdej strony metalową osłoną. Metalowa konstrukcja szafy, układy ochrony przed przepięciami i metalowa osłona powinny być uziemione.



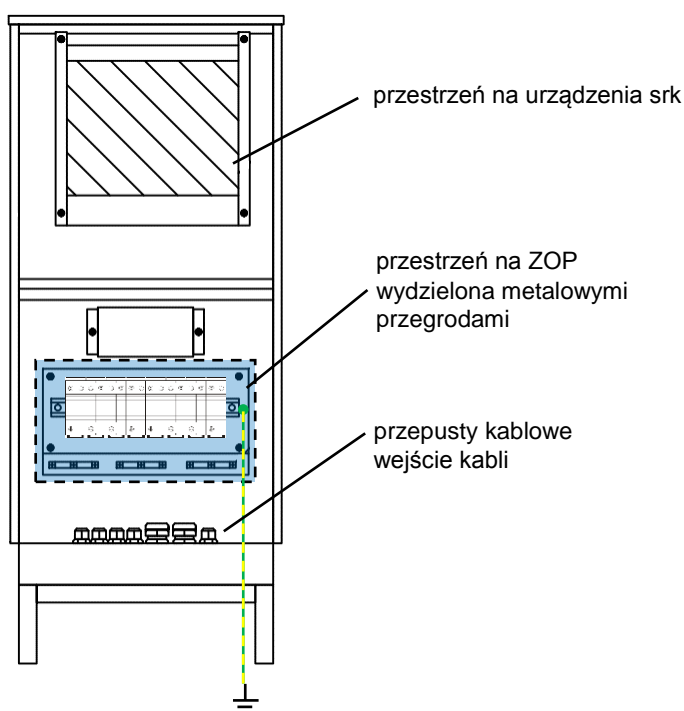
Rysunek 14. Koncepcja ochrony przed przepięciami na przykładzie nowoprojektowanego budynku nastawni z kablownią na poziomie parteru lub w podziemiu



Rysunek 15. Koncepcja ochrony przed przepięciami na przykładzie istniejącego budynku nastawni z zastanym okablowaniem zewnętrznym (poziom parteru)



Rysunek 16. Schemat ochrony szafy koderów LEU lokalizowanych bezpośrednio przy kontenerze



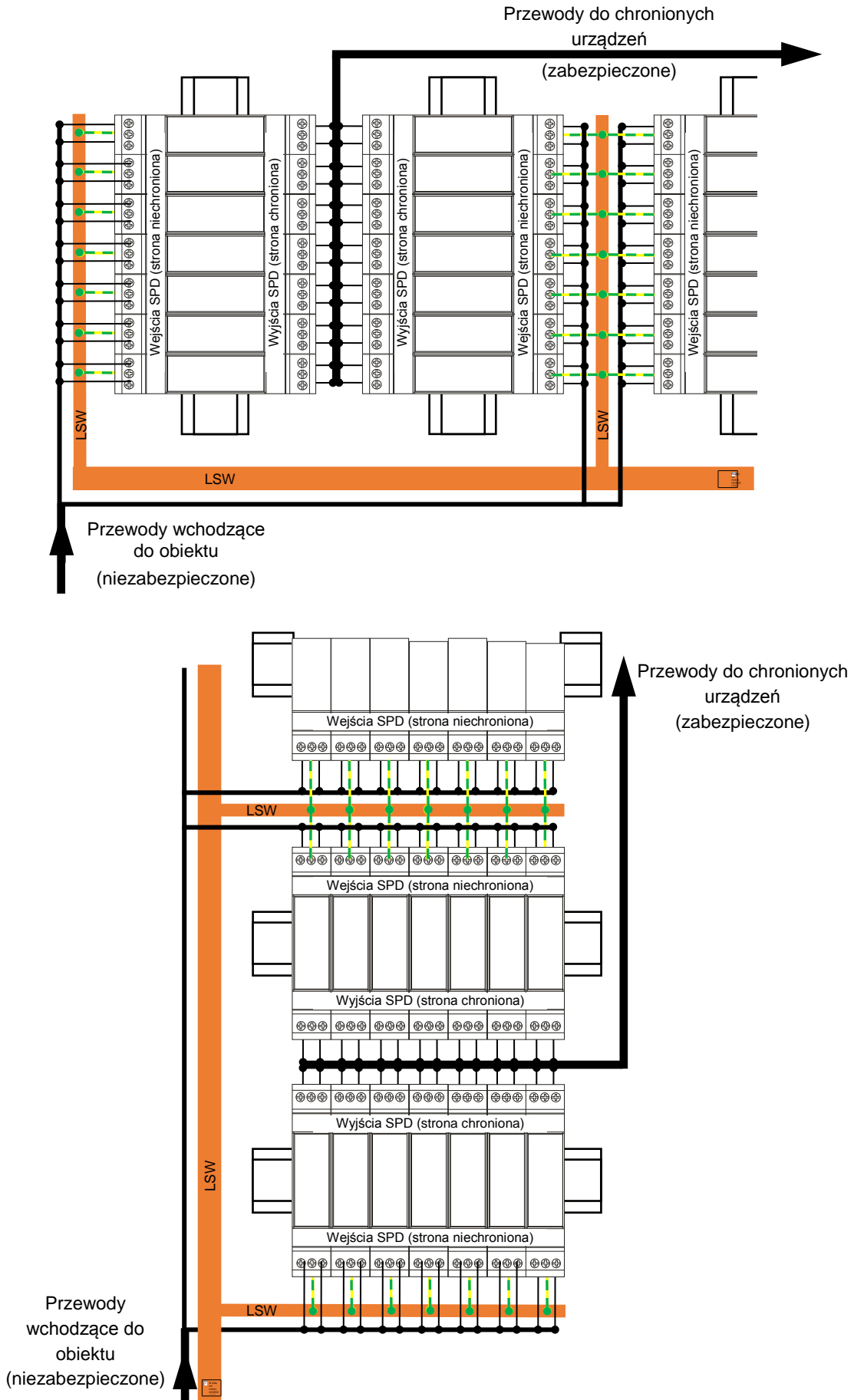
Rysunek 17. Schemat ochrony szafy wolnostojącej z urządzeniami srk oraz dSAT

7. Zaleca się, aby wszystkie linie zasilające i sygnałowe przecinające granicę danej strefy ochrony odgromowej LPZ były wprowadzane do niej w jednym punkcie i zabezpieczone układami ZOP oznaczanymi odpowiednio do numeracji stref zlokalizowanych na danej granicy, np. ZOP 0_A-1, ZOP 0_B-1, ZOP 1-2, ZOP 2-3 itd.
8. W każdym ZOP powinny być skupione wszystkie skoordynowane układy tej ochrony obejmujące wszelkie żyły kabli przecinających granicę danej strefy ochrony odgromowej i podłączone do wspólnej lokalnej szyny wyrównywania potencjałów (LSW) każdego ZOP. Wolne żyły i ekrany kabli należy łączyć bezpośrednio na LSW. Tam, gdzie takie bezpośrednie połączenie jest niemożliwe z określonych powodów, np. z uwagi na zagrożenie prądami błędzącymi, konieczne jest stosowanie iskiernikowych ograniczników przepięć o parametrach dobranych do zagrożenia określonego dla każdej LPZ.

9. Lokalne szyny wyrównania potencjałów (LSW) każdego ZOP należy łączyć odpowiednio z uziomem lub lokalną siecią połączeń wyrównawczych możliwe najkrótszymi odcinkami przewodów uziemiających lub połączeń wyrównawczych, o długości nie większej niż 0,5 m.
10. Złącza ochrony przed przepięciami powinny zabezpieczać kompleksowo wszelkie obwody zasilające jak i sygnałowe wprowadzane do chronionej strefy. Dla wszystkich obwodów zasilania i obwodów sygnałowych, których linie przekraczają granice zdefiniowanych stref ochrony odgromowej (LPZ) należy na granicach tych stref kompleksowo instalować ograniczniki przepięć (SPD), których parametry powinny być dobrane odpowiednio zarówno co do poziomu odporności udarowej (U_w) urządzeń umieszczonych w strefie chronionej (wewnętrznej), jak i co do wartości spodziewanych prądów udarowych, jakie mogą przenikać ze strefy zewnętrznej.
11. Należy dobierać SPD o napięciowym poziomie ochrony (U_p) niższym niż napięcie udarowe wytrzymałwane (U_w) przez obwody chronionej instalacji.
12. Ograniczniki przepięć należy łączyć z lokalną szyną wyrównania potencjałów (LSW) przewodami miedzianymi w izolacji kolorze żółto-zielonym. Połączenia powinny być proste i jak najkrótsze a przekrój przewodów powinien być odpowiedni do danego rodzaju SPD i nie mniejszy niż:
 - 1) dla ograniczników przepięć w instalacjach zasilania elektroenergetycznego nN:
 - a) SPD typu 1 - 16 mm²,
 - b) SPD typu 2 - 6 mm²,
 - c) SPD typu 3 - 2,5 mm²;
 - 2) dla ograniczników w obwodach sygnałowych - 2,5 mm²;
 - 3) zamiast połączenia przewodem 2,5 mm² dopuszcza się stosowanie ograniczników przepięć ze zintegrowanym połączeniem uziemiającym bezpośrednio poprzez szynę montażową 35 mm, która powinna być połączona z instalacją wyrównania potencjałów lub układem uziomów przewodem miedzianym o przekroju nie mniejszym niż 6 mm².
13. Elementy ochrony przed przepięciami zintegrowane w postaci ZOP należy instalować na granicach wyznaczonych stref LPZ, bezpośrednio w miejscu wprowadzenia kabli do danej strefy.
14. W złączach ochrony przed przepięciami zabezpieczenia obwodów zasilających i obwodów sygnałowych powinny być pogrupowane. Zaleca się lokalizowanie ograniczników przepięć obwodów zasilania elektroenergetycznego i zabezpieczeń obwodów sygnałowych na osobnych szynach montażowych.
15. W złączach ochrony przed przepięciami ZOP należy zachować prawidłowy układ stref chronionych i niechronionych ograniczników przepięć wchodzących w skład układów ochrony przed przepięciami tego ZOP, aby ograniczyć do minimum energię wtórnych udarów, które w wyniku niepożądanego przemieszania tych stref mogą wystąpić po stronie zabezpieczonej (Rysunek 18). Z tego względu ograniczniki przepięć instalowane w ZOP na wspólnej szynie montażowej powinny być montowane w taki sposób, aby wszystkie zaciski ich wejść i wyjść znajdowały się obok siebie zlokalizowane odpowiednio na

przeciwległych stronach tej samej szyny. Ograniczniki przepięć instalowane na różnych szynach montażowych wewnątrz tego samego ZOP powinny być montowane tak, aby zawsze sąsiadowały ze sobą ich strony wejść i wyjść.

16. W układzie ZOP należy w wyraźny sposób rozdzielić przewody wejściowe (niezabezpieczone) i wyjściowe (zabezpieczone) (Rysunek 18) tak, aby nie dochodziło do ich krzyżowania się i równoległych zbliżeń.



Rysunek 18. Przykłady prawidłowego prowadzenia przewodów i rozmieszczenia szeregowych SPD wewnątrz złącz ochrony przed przepięciami ZOP

17. Jeżeli szafa wolnostojąca z urządzeniami srkił zlokalizowana jest bezpośrednio przy kontenerze srkił lub budynku nastawni (Rysunek 16) to:
- 1) powinna być połączona z układem uziomów i instalacją wyrównania potencjałów kontenera/budynku;
 - 2) obwody łączące taką szafę z kontenerem/budynkiem nie wymagają zabezpieczenia jedynie wtedy, gdy kontener/budynek jest kompleksowo zabezpieczony przed przepięciami a trasa kabli łączących szafę z kontenerem/budynkiem nie jest zagrożona przeskokiem częściowych prądów piorunowych;
 - 3) obwody łączące taką szafę z urządzeniami zewnętrznymi srkił wymagają ochrony przed przepięciami w wydzielonej przestrzeni szafy i powinny być oddzielone od obwodów z kontenera/budynku.

§ 13. Wymagania dla ograniczników przepięć w obwodach zasilania elektroenergetycznego nN

1. Ograniczniki przepięć w obwodach zasilania elektroenergetycznego nN o napięciu znamionowym nie większym niż 1 kV powinny spełniać wymagania normy PN-EN 61643-11 [17].
2. Dla obwodów zasilania elektroenergetycznego nN należy stosować typy SPD odpowiednio do miejsca ich lokalizacji w instalacji zasilania elektroenergetycznego nN obiektu chronionego:
 - 1) Typu 1 (T1) - wytrzymujące częściowy prąd pioruna o typowym kształcie 10/350 μ s (badane prądem udarowym I_{imp}) - na granicy stref LPZ 0/1 (na wejściu linii do obiektu budowlanego, kontenera, szafy aparaturowej);
 - 2) Typu 2 (T2) - wytrzymujące prądy indukowane o typowym kształcie 8/20 μ s (badane prądem udarowym I_n) - na granicy stref LPZ 1/2 i wyższych (na wejściu linii do wyższych stref LPZ).
3. Wymagania w stosunku do ograniczników Typu 1:
 - 1) jako ograniczniki przepięć obwodów zasilanych niskim napięciem Typu 1 należy stosować wyłącznie SPD, których główne elementy są wykonane w technologii iskierników gazowych bezwydmuchowych. Kategorycznie zabrania się stosować ograniczniki Typu 1, których główne elementy są wykonane wyłącznie w technologii warystorowej (testowane udarami prądowymi o kształcie 8/20 μ s), z uwagi na ich małą odporność na oddziaływanie częściowych prądów piorunowych o kształcie 10/350 μ s, niosących znacznie większą energię i ładunki elektryczne;
 - 2) wymagane minimalne parametry ograniczników Typu 1 w zależności od poziomu ochrony odgromowej (LPL):
 - a) odporność na udary o kształcie 10/350 μ s,

- LPL I: $I_{imp} = 25,0$ kA/pole,
- LPL II: $I_{imp} = 17,5$ kA/pole,
- LPL III: $I_{imp} = 12,5$ kA/pole,

b) napięciowy poziom ochrony dla wszystkich LPL $U_p \leq 2,5$ kV;

- 3) zaleca się stosowanie ograniczników przepięć Typu 1 o najwyższym napięciu trwałej pracy nie mniejszym niż $U_c = AC 275$ V;
 - 4) ograniczniki przepięć Typu 1 powinny być stosowane w rozdzielnicach głównych budynków na granicy stref LPZ 0/1 jako ochrona zgrubna, przy zastosowaniu w rozdzielnicach lokalnych skoordynowanych z nimi ograniczników Typu 2, zapewniających niższy napięciowy poziom ochrony tam, gdzie jest on wymagany ze względu na poziom odporności udarowej (U_w) chronionych urządzeń.
4. Wymagania w stosunku do ograniczników Typu 2:
- 1) dopuszcza się stosowanie ograniczników Typu 2 wykonanych zarówno w technologii iskierników gazowych jak i warystorowej lub ich kombinacji;
 - 2) wymagane minimalne parametry ograniczników Typu 2 bez względu na przyjęty poziom ochrony odgromowej (LPL):
 - a) odporność na udary prądowe 8/20 μ s $I_n = 20$ kA,
 - b) napięciowy poziom ochrony $U_p \leq 1,5$ kV;
 - 3) ograniczniki przepięć Typu 2. należy stosować w rozdzielnicach lokalnych na granicy stref LPZ 1/2 poprzedzonych ogranicznikiem Typu 1 w rozdzielnicy głównej na granicy stref LPZ 0/1;
 - 4) w przypadku instalacji narażonych na częste przepięcia łączeniowe lub tam, gdzie nie jest dopuszczalna upływność obwodu zasilania należy stosować ograniczniki w technologii iskierników gazowych lub kombinacji szeregowo połączonych iskierników i warystorów.
5. Wymagania w stosunku do ograniczników Typu 3:
- 1) dopuszcza się stosowanie ograniczników Typu 3 wykonanych zarówno w technologii iskierników gazowych jak i warystorowej lub ich kombinacji;
 - 2) wymagane minimalne parametry ograniczników Typu 3 bez względu na przyjęty poziom ochrony odgromowej:
 - a) odporność na udary 8/20 μ s $I_n = 5$ kA,
 - b) napięciowy poziom ochrony $U_p \leq 1,5$ kV;
 - 3) ograniczniki przepięć Typu 3 służą do ochrony dokładnej i należy je stosować bezpośrednio przy chronionych urządzeniach pod warunkiem zastosowania ograniczników przepięć Typu 1 i 2 lub Typu 1+2 w chronionym układzie zasilania.
6. Wymagania w stosunku do ograniczników Typu 1+2 oraz Typu 1+2+3:

- 1) jako ograniczniki przepięć obwodów zasilanych niskim napięciem Typu 1+2 lub Typu 1+2+3, w tym typu kombinowanego, należy stosować wyłącznie SPD, których główne elementy są wykonane w technologii iskierników gazowych bezwydmuchowych. Kategorycznie zabrania się stosować ograniczniki Typu 1+2 lub Typu 1+2+3, których główne elementy są wykonane w technologii warystorowej z uwagi na ich małą odporność na oddziaływanie częściowych prądów piorunowych i przenoszonych przez nie ładunków elektrycznych;
 - 2) wymagane minimalne parametry ograniczników Typu 1+2 i Typu 1+2+3:
 - a) odporność na udary 10/350 μ s $I_{imp} \geq 25,0$ kA;
 - b) napięciowy poziom ochrony:
 - $U_p \leq 1,5$ kV dla typu 1+2,
 - $U_p \leq 1,3$ kV dla typu 1+2+3;
 - 3) ograniczniki Typu 1+2 oraz Typu 1+2+3 powinny charakteryzować się właściwościami wszystkich deklarowanych typów (np. typ 1+2: odporność udarowa jak dla typu 1, napięciowy poziom ochrony jak dla typu 2, itd.);
 - 4) wymaga się stosowania ograniczników Typu 1+2 lub Typu 1+2+3 (zalecany jest Typ 1+2+3), w tym typu kombinowanego na granicach stref LPZ 0/1 w obiektach o małej kubaturze, takich jak: kontenery i szafy aparaturowe, gdzie ograniczniki przepięć typu 1 nie zapewniają dostatecznie niskiego napięciowego poziomu ochrony;
 - 5) dozwolone jest stosowanie ograniczników Typu 1+2 lub Typu 1+2+3, w tym typu kombinowanego w innych obiektach niż wymienione ww. punkcie, w tym szczególnie w obiektach, w których zachodzi konieczność zastosowania sztucznej indukcyjności dla koordynacji pomiędzy elementami kolejnych stopni ochrony przed przepięciami. Zaleca się niestosowanie rozwiązań z takimi indukcyjnościami.
7. Ograniczniki przepięć w obwodach zasilających powinny być wyposażone sygnalizację uszkodzenia:
- 1) obwody sygnalizacji uszkodzenia wszystkich SPD w danym ZOP lub rozdzielnicy powinny być zintegrowane w jeden obwód z optyczną sygnalizacją uszkodzenia w postaci lampki w kolorze czerwonym, umieszczonej w widocznym miejscu na zewnętrznej części obudowy (ZOP/rozdzielnicy), zapalającej się w chwili uszkodzenia dowolnego z ograniczników przepięć. Obok lampki należy umieścić tekst „Sygnalizacja uszkodzenia SPD”;
 - 2) zaleca się zintegrowanie obwodów sygnalizacji uszkodzenia z systemami srk w celu przekazywania informacji o uszkodzeniu SPD na stanowisko dyżurnego ruchu lub stanowisko diagnostyczne;
 - 3) w miejscu instalacji ograniczników przepięć z sygnalizacją uszkodzenia powinna znajdować się czytelna informacja o sposobie identyfikacji uszkodzonych SPD. Jeżeli ograniczniki przepięć wyposażone są w okienka lub diody sygnalizacyjne, to w DTR urządzenia srk oraz dSAT należy jednoznacznie określić, jaki stan wskaźnika informuje o uszkodzeniu SPD.

§ 14. Wymagania dla ograniczników przepięć w obwodach sygnałowych

1. Ograniczniki przepięć w obwodach sygnałowych (sterujących, pomiarowych, transmisji danych, łączności) powinny spełniać wymagania normy PN-EN 61643-21 [18].
2. Ogranicznik przepięć nie może powodować zakłóceń prawidłowej pracy systemu (konieczny jest prawidłowy dobór ogranicznika pod kątem maksymalnego napięcia trwałej pracy U_c , prądu znamionowego I_n , granicznej częstotliwości pasma roboczego f_g , rezystancji szeregowej R_s , itd.).
3. W zależności od lokalizacji dla obwodów sygnałowych należy stosować odpowiednie typy SPD:
 - 1) kategorii D1 - wytrzymujące częściowy prąd pioruna o typowym kształcie 10/350 μ s (badane prądem udarowym I_{imp}) - na granicy stref LPZ 0/1 (na wejściu linii do obiektu budowlanego, kontenera, szafy aparaturowej);
 - 2) kategorii C2 - wytrzymujące prądy indukowane o typowym kształcie 8/20 μ s (badane prądem udarowym I_n) - na granicy stref LPZ 1/2 i wyższych (na wejściu linii do wyższych stref LPZ);
4. Układy ograniczników przepięć do ochrony obwodów sygnałowych transmisji danych, kontroli i sterowania powinny charakteryzować się wytrzymałością udarową według następujących kategorii testowania:
 - 1) D1: $\geq 2,5$ kA 10/350 μ s na układ;
 - 2) C2: ≥ 10 kA 8/20 μ s na żyłę (5 kA dla ochrony obniżonej na liniach drugorzędnych i znaczenia miejscowego).
5. Mniejsze kategorie odporności udarowej mogą być zastosowane w przypadku linii transmisji danych, gdzie występują złącza kablowe typu RJ45 lub inne, dla których nie jest możliwe osiągnięcie takich odporności ze względów technicznych. Zaleca się unikanie tego typu złącz w zastosowaniach w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej z uwagi na ich stosunkowo małą odporność na oddziaływanie przepięć.
6. Dla linii transmisji danych, o których mowa w ww. punkcie minimalne poziomy odporności dla poszczególnych kategorii wynoszą:
 - 1) D1: ≥ 1 kA 10/350 μ s na żyłę;
 - 2) C2: $\geq 2,5$ kA 8/20 μ s na żyłę;
 - 3) B2: ≥ 6 kV 10/700 μ s na żyłę (dla obwodów transmisji danych i gdy długość linii jest większa niż > 500 m).
7. Ograniczniki przepięć do ochrony obwodów sygnałowych transmisji danych, kontroli i sterowania ruchem kolejowym powinny mieć zadeklarowane przez producenta następujące parametry określone na podstawie badań zgodnie z normą PN-EN 61643-21 [18]:

- 1) napięcie znamionowe U_N ;
- 2) najwyższe napięcie trwałej pracy U_c (DC i AC);
- 3) prąd znamionowy (I_N);
- 4) znamionową I_n i/lub maksymalną I_{max} wartość szczytową dla udaru kategorii C1 i C2 (udar 8/20 μ s);
- 5) wartość szczytową I_{imp} dla udaru kategorii D1 (udar 10/350 μ s);
- 6) napięciowy poziom ochrony (U_p) linia-ziemia podawany dla określonej kategorii udaru;
- 7) częstotliwościowe pasmo pracy;
- 8) rezystancję szeregową R_s ;
- 9) zakres temperatur pracy.

§ 15. Wytyczne projektowe dla systemów srkii oraz dSAT

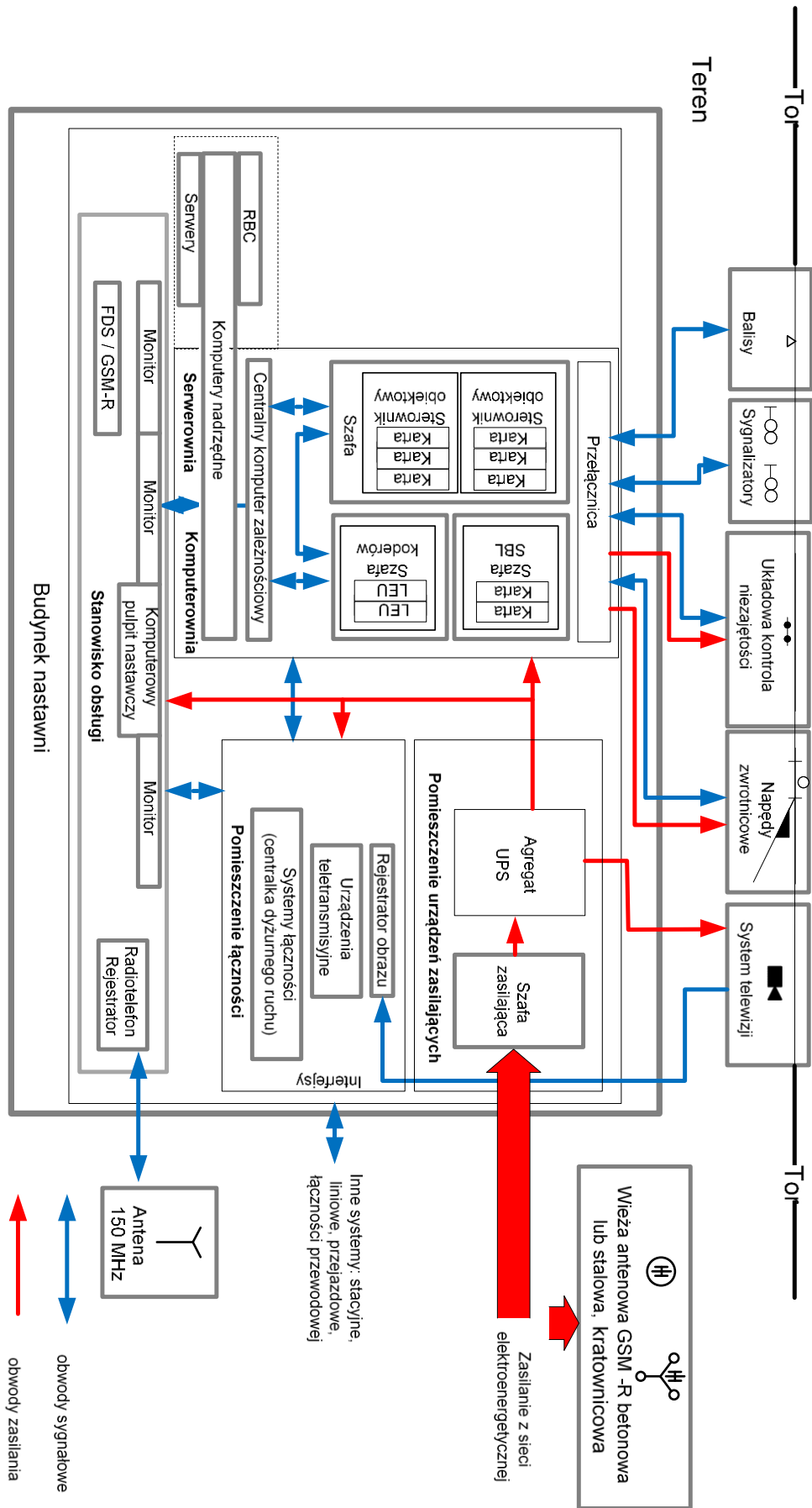
1. Zaleca się projektowanie i wykonywanie systemów urządzeń srkii oraz dSAT jako systemów skupionych, w których wszystkie urządzenia wewnętrzne umieszczone są wewnątrz jednego obiektu (budyńku nastawni/kontenera) w celu ułatwienia realizacji kompleksowej ochrony przed przepięciami.
2. W nastawniach i kontenerach w każdym planowanym miejscu wprowadzenia kabli do wnętrza obiektu należy na etapie projektu przewidzieć lokalną szynę wyrównania potencjałów LSW umożliwiającą uziemienie ograniczników przepięć zabezpieczających kable wprowadzane do wnętrza obiektu.
3. Na liniach kolejowych, na których średnia gęstość doziemnych wyładowań piorunowych, osiąga wartość $N_g \geq 2$, zaleca się stosowanie liczników osi z czujnikami koła, które nie wymagają stosowania elektroniki przytorowej umieszczonej w skrzynkach przytorowych. Wartość N_g dla danej lokalizacji należy określić na podstawie mapy średniej gęstości doziemnych wyładowań piorunowych odniesionej do linii kolejowych (Rysunek 2). Z uwagi na dużą podatność na oddziaływanie piorunowego impulsu elektromagnetycznego nie zaleca się stosować układów kontroli niezajętości w postaci obwodów torowych lub bazujących na pętlach indukcyjnych.
4. Jeżeli czujniki koła wymagają stosowania dodatkowej elektroniki przytorowej, to powinna być ona umieszczona w wolnostojących szafach aparaturowych i zabezpieczona zgodnie z zapisami § 12. ustęp 6.
5. Urządzenia przytorowe srk, których elementy konstrukcyjne łączone są bezpośrednio do szyn należy projektować w lokatach oddalonych co najmniej 100 m od słupów trakcyjnych z elementami ochrony przed przepięciami sieci trakcyjnej (odgromników rozkowych, warystorów). Jeżeli lokalizacja urządzenia przytorowego jest ściśle określona i nie jest zachowana wymagana odległość, to należy przenieść elementy ochronne sieci trakcyjnej na dalsze lokaty konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej.

6. Z uwagi na wymaganą wysoką skuteczność ochrony przed LEMP kodery LEU powinny być umieszczane w kontenerach (sbl, ssp) lub wewnątrz budynków nastawni powiązanych systemów srk. W przypadku braku takiej możliwości dopuszcza się umieszczenie koderów LEU w dedykowanych szafach aparaturowych (Rysunek 16).
7. Lokalizację balis i czujników koła zaleca się projektować pośrodku odcinka między kolejnymi lokatami konstrukcji wsporczych sieci jezdnej i z dala od lokat z zainstalowanymi ogranicznikami przepięć sieci jezdnej (odległość ta nie powinna być mniejsza niż 100 m). Jeżeli lokalizacja projektowanej balisy lub czujników koła od konstrukcji wsporczej z zainstalowanym ogranicznikiem przepięć w sieci jezdnej jest mniejsza niż 100 m, to należy odpowiednio zmienić lokalizację tego ogranicznika przepięć.
8. Zaleca się stosowanie sygnalizatorów przytorowych zasilanych napięciem z zakresu 110÷230 V.
9. Linie transmisji danych, telekomunikacyjne, łączności przewodowej zaleca się wykonywać w technologii światłowodowej kablami o konstrukcji niezawierającej metalowych elementów wzmacniających. W przypadku wykorzystania do tych celów linii drutowych nieizolowanych i kablowych izolowanych z żyłami, pancierzami i wzmocnieniami metalowymi (również w liniach światłowodowych) należy stosować odpowiednio zasady opisane w niniejszej instrukcji..

Rozdział 4. Stacyjne systemy urządzeń sterowania ruchem kolejowym

§ 16. Podstawowe elementy składowe systemu

1. Jako urządzenia zewnętrzne w stacyjnych systemach srkii wyróżnia się:
 - 1) sygnalizatory;
 - 2) urządzenia układowej kontroli niezajętości;
 - 3) balisy;
 - 4) napędy zwrotnicowe;
 - 5) systemy telewizji przemysłowej (Tvp) i użytkowej (TvU).
2. Jako urządzenia wewnętrzne w stacyjnych systemach srkii wyróżnia się:
 - 1) sterowniki obiektowe;
 - 2) kodery LEU;
 - 3) komputery zależnościowe;
 - 4) komputerowy pulpit nastawczy;
 - 5) rejestratory obrazu;
 - 6) rejestratory dźwięku;
 - 7) urządzenia radiołącności;
 - 8) systemy łączności zapowiadawczej (centralki dyżurnego ruchu);
 - 9) urządzenia zasilające;
 - 10) drukarki;
 - 11) modemy i inne urządzenia transmisyjne;
 - 12) komputery nadrzędne;
 - 13) RBC (dotyczy LCS);
 - 14) serwery (dotyczy LCS).



Rysunek 19. Schemat blokowy stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym

§ 17. Wymagania podstawowe

Dla stacyjnych systemów urządzeń srkił obowiązują:

- 1) wymagania ogólne ochrony odgromowej przedstawione w rozdziale 3 niniejszych wymagań w zakresie:
 - a) strefowej koncepcji ochrony - § 8,
 - b) ochrony budynków przed bezpośrednim uderzeniem pioruna - § 9,
 - c) układu uziomów - § 10,
 - d) instalacji wyrównania potencjałów w budynkach - § 11,
 - e) ochrony przed przepięciami - § 12, § 13, § 14,
 - f) wytycznych projektowych - § 15;
- 2) oraz wymagania dodatkowe przedstawione w niniejszym rozdziale.

§ 18. Wymagania dodatkowe

1. Urządzenia wewnętrzne, powiązane z przytorowymi urządzeniami zewnętrznymi, takie jak:
 - 1) sterowniki obiektowe napędów zwrotnicowych i sygnalizatorów;
 - 2) urządzenia wewnętrzne liczników osi;
 - 3) kodery LEUnależy umieszczać w wydzielonym pomieszczeniu technicznym komputerowni w budynku nastawni.
2. Na terenie stacji sterowniki obiektowe i kodery LEU zaleca się umieszczać w dedykowanych pomieszczeniach w budynku nastawni. W przypadku braku takiej możliwości, dopuszcza się lokalizację sterowników obiektowych oraz koderów LEU w wolnostojących szafach przytorowych. Urządzenia w wolnostojących szafach przytorowych należy zabezpieczać zgodnie z § 12 (Rysunek 17).
3. Linie transmisyjne do urządzeń na szlakach (ssp/sbl) lub innych systemów stacyjnych (LCS, MSC, itp.) zaleca się wykonywać w technologii światłowodowej.
4. Jeżeli systemy stacyjne wykonuje się jako kontenerowe, to każdy z kontenerów należy traktować jako osobne pomieszczenie techniczne.
5. Pomieszczenia techniczne, do których doprowadzane są kable zewnętrzne (komputerownia, teletechniczne, siłownia) powinny być zlokalizowane na parterze budynku nastawni.
6. W pomieszczeniach technicznych należy wykonać antyelektrostatyczną podłogę techniczną (podniesioną), która powinna spełniać co najmniej następujące wymagania [26]:

- 1) rezystancja upływu (uziemia) elementów podłogi wykonanych z materiału przewodzącego, nie metalowego, powinna spełniać warunek:

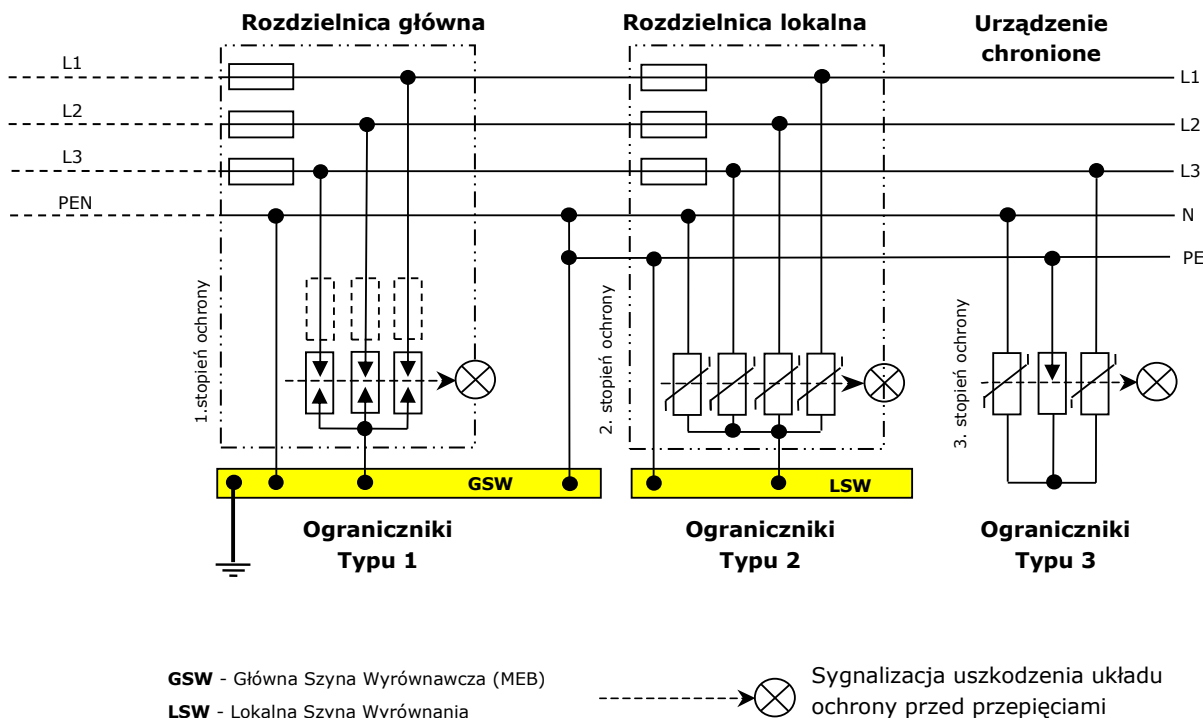
$$R_u \leq 1 \cdot 10^9 \Omega,$$

- 2) dolna płaszczyzna płyt podłogowych powinna być wyposażona w metalową warstwę wykonaną z blachy stalowej ocynkowanej o grubości co najmniej 0,5 mm, która powinna mieć zapewniony trwały w pełnym okresie eksploatacji, dobrej jakości kontakt elektryczny z metalową konstrukcją nośną podłogi.
7. Metalową konstrukcję nośną podłogi technicznej należy połączyć z lokalną instalacją wyrównania potencjałów LSW w co najmniej czterech punktach, równomiernie wzdłuż obwodu podłogi.
8. Budynki nastawni powinny być wyposażone w zewnętrzne urządzenie piorunochronne LPS.
9. Urządzenie piorunochronne powinno być zaprojektowane stosownie do wymaganego poziomu ochrony odgromowej.
10. Dla nastawni stanowiących lokalne centra sterowania oraz budynków centrali MSC należy przyjąć najwyższy poziom ochrony odgromowej LPL I.
11. Dla pozostałych budynków nastawni należy przyjąć poziom LPL w zależności od kategorii linii kolejowej o skuteczności co najmniej:
 - 1) LPL I - dla linii magistralnych;
 - 2) LPL II - dla linii pierwszorzędnych;
 - 3) LPL III - dla linii drugorzędnych i znaczenia miejscowego.

Niższe poziomy ochrony dopuszcza się pod warunkiem przeprowadzenia analizy ryzyka według normy PN-EN 62305-2 [7].

12. Dla obszarów o podwyższonej gęstości doziemnych wyładowań atmosferycznych $N_g \geq 3$ wyładowania na km^2 należy przyjąć LPL o jeden poziom wyższy, ale nie wyższy od LPL I (np. LPL I dla linii pierwszorzędnych). Wartość N_g należy określić na podstawie mapy średniej gęstości doziemnych wyładowań piorunowych odniesionej do linii kolejowych (Rysunek 2).
13. Dla budynków nastawni należy zaprojektować i wykonać uziom typu B według normy PN-EN 62305-3 [8].
14. Rezystancja uziemia budynków nastawni nie powinna przekraczać 5Ω .
15. W budynkach nastawni zaleca się stosowanie trójstopniowego układu ochrony przed przepięciami obwodów zasilania elektroenergetycznego:
 - 1) w złączu kablowym lub w rozdzielnicy głównej budynku nastawni należy stosować ograniczniki Typu 1, Typu 1+2 i Typu 1+2+3; zabrania się stosowania ograniczników Typu 1 w pomieszczeniach technicznych;
 - 2) w rozdzielnicach lokalnych pomieszczeń technicznych należy stosować ograniczniki Typu 2;

- 3) gniazda zasilające urządzeń, pełniących istotne znaczenie w procesie sterowania ruchem kolejowym (np. komputery zależnościowe), należy zabezpieczać ogranicznikami Typu 3.



Rysunek 20. Schemat ogólny trójstopniowej ochrony przed przepięciami instalacji zasilania elektroenergetycznego nn

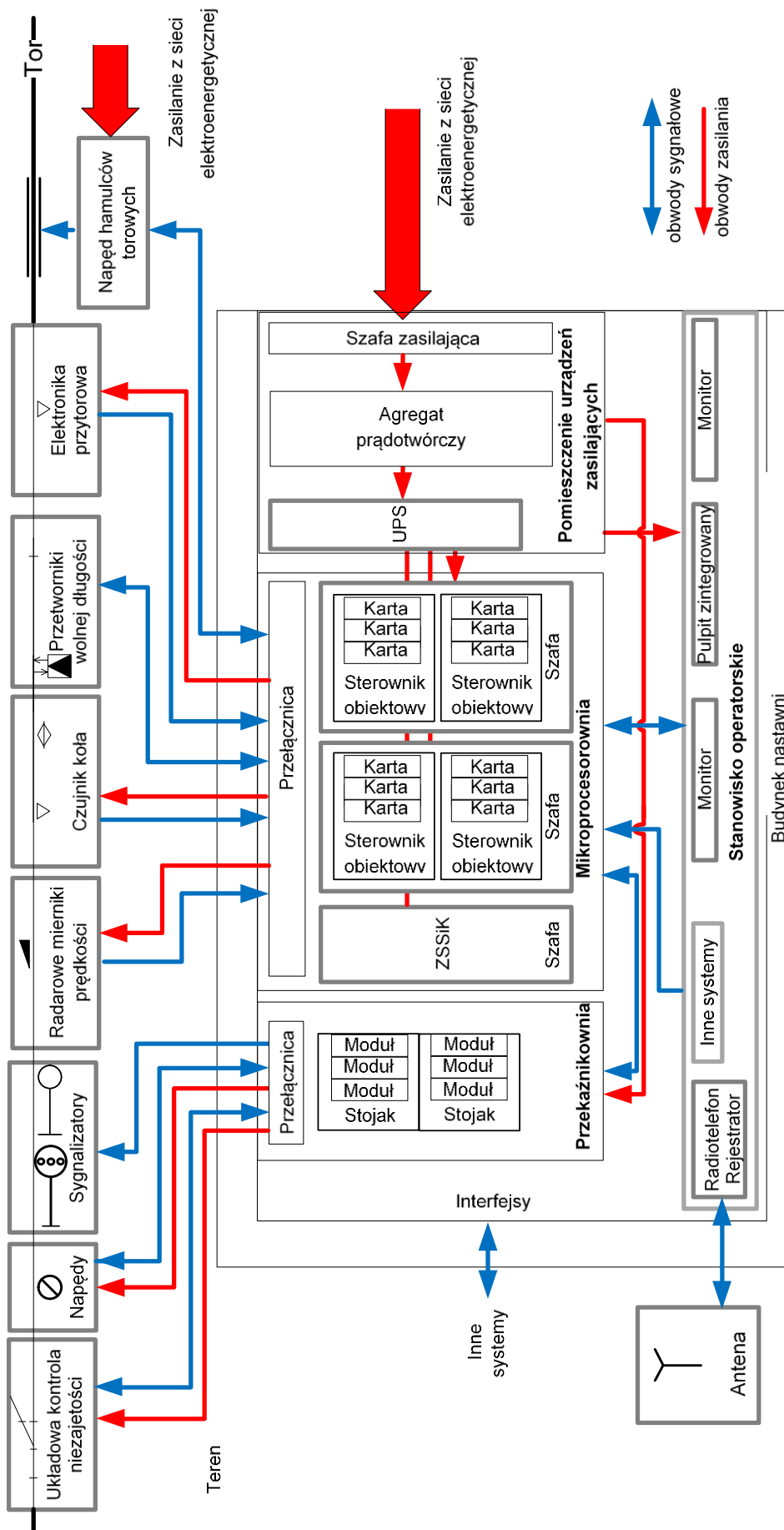
16. Ochrona przed przepięciami obwodów zasilania elektroenergetycznego budynku nastawni powinna być skoordynowana energetycznie zgodnie z wymaganiami PN-EN 62305-4 [9]. Dobór kolejnych układów ochrony przed przepięciami dla zabezpieczenia urządzeń wewnętrznych srkił powinien być wykonywany z uwzględnieniem parametrów już istniejących SPD w danym obiekcie chronionym w taki sposób, aby nie zakłócić ich prawidłowego działania. Dla uniknięcia problemów z koordynacją energetyczną SPD różnych producentów w danym obiekcie chronionym zaleca się stosowanie ograniczników przepięć jednego producenta, który dokładnie specyfikuje sposób prawidłowej koordynacji kolejnych stopni ochrony.
17. Złącze kablowe zawierające pierwszy stopień ochrony w postaci ograniczników Typu 1, Typu 1+2 lub Typu 1+2+3 powinno być zlokalizowane na ścianie budynku nastawni.
18. Pomieszczenie urządzeń zasilających (siłowni) powinno być zasilane z obwodów zabezpieczonych ogranicznikami Typu 1, Typu 1+2 lub Typu 1+2+3 w złączu kablowym lub rozdzielni głównej budynku. Obwody zasilania głównego, zasilania rezerwowego oraz agregatu w pomieszczeniu siłowni należy zabezpieczyć ogranicznikami Typu 2.

19. Pomieszczenia techniczne i stanowisk dyżurnych ruchu powinny być wyposażone w rozdzielnice lokalne zasilania elektroenergetycznego zabezpieczone ogranicznikami Typu 2.
20. Gniazda zasilające urządzeń istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego oraz pulpity nastawcze powinny być zabezpieczone dodatkowo ogranicznikami Typu 3.
21. Jeżeli w pomieszczeniach technicznych znajdują się urządzenia różnych producentów, to ochrona przed przepięciami tych urządzeń powinna być skoordynowana. Nie dopuszcza się jednoczesnego stosowania ograniczników przepięć Typu 1 do ochrony różnych urządzeń zasilanych z jednego obwodu elektroenergetycznego.
22. W przypadku systemów stacyjnych w wykonaniu kontenerowym zasilanie główne i rezerwowe należy zabezpieczyć ogranicznikami Typu 1+2 lub Typu 1+2+3 a obwody zasilania z agregatu ogranicznikami Typu 2.
23. Jeżeli w budynku nastawni instalowane są szafy aparaturowe urządzeń liniowych lub przejazdowych to stosowane w nich zabezpieczenia powinny zostać umieszczone w wydzielonej części ZOP a ochrona przed przepięciami obwodów zasilania elektroenergetycznego skoordynowana z istniejącymi zabezpieczeniami budynku nastawni.
24. Kable od urządzeń zewnętrznych znajdujących się w obrębie stacji powinny być wprowadzane do budynku bezpośrednio do pomieszczenia komputerowni.
25. Obwody zasilające i sygnałowe wejść/wyjść urządzeń zewnętrznych należy zabezpieczyć przed przepięciami za pomocą ZOP w postaci wydzielonej szafy zlokalizowanej jak najbliżej punktu wprowadzenia kabli do budynku nastawni.
26. Kable telekomunikacyjne powinny być wprowadzane do budynku bezpośrednio do pomieszczenia łączności i rozszyte w jednej szafie z ochroną przed przepięciami.
27. Do zabezpieczenia obwodów wyjściowych zasilania AC 50 Hz urządzeń przytorowych (sygnalizatory, kamery TvU, napędy zwrotnicowe) należy stosować ograniczniki przepięć Typu 2.
28. Jeżeli w budynku nastawni umieszczane są urządzenia od innych systemów niż srkił (EOR, UOZ, sterowanie odłącznikami, itp.) to instalacje te również należy zabezpieczyć przed przepięciami na wejściu kabli do budynku.

Rozdział 5. Systemy urządzeń sterowania rozrządem

§ 19. Podstawowe elementy składowe systemu

1. Jako urządzenia zewnętrzne w systemach urządzeń sterowania rozrządem wyróżnia się:
 - 1) sygnalizatory;
 - 2) urządzenia układowej kontroli niezajętości;
 - 3) napędy zwrotnicowe;
 - 4) radarowe mierniki prędkości;
 - 5) czujniki koła;
 - 6) przetworniki wolnej długości;
 - 7) elektronika przytorowa;
 - 8) hamulce torowe.
2. Jako urządzenia wewnętrzne w systemach urządzeń sterowania rozrządem oraz łączności wyróżnia się:
 - 1) sterowniki obiektowe;
 - 2) urządzenia przekaźnikowe;
 - 3) ZSSiK (zintegrowany system sterowania i kontroli);
 - 4) pulpity zintegrowane;
 - 5) urządzenia systemu napędów hamulców torowych;
 - 6) urządzenia zasilające;
 - 7) urządzenia łączności przewodowej;
 - 8) urządzenia radiołączności.



Rysunek 21. Schemat blokowy stacyjnych systemów sterowania rozrzędem

§ 20. Wymagania podstawowe

Dla systemów urządzeń sterowania rozrządem obowiązują:

- 1) wymagania ogólne ochrony odgromowej przedstawione w rozdziale 3 niniejszych wymagań w zakresie:
 - a) strefowej koncepcji ochrony - § 8,
 - b) ochrony budynków przed bezpośrednim uderzeniem pioruna - § 9,
 - c) układu uziomów - § 10,
 - d) instalacji wyrównania potencjałów w budynkach - § 11,
 - e) ochrony przed przepięciami - § 12, § 13, § 14,
 - f) wytycznych projektowych - § 15;
- 2) oraz wymagania dodatkowe przedstawione w niniejszym rozdziale.

§ 21. Wymagania dodatkowe

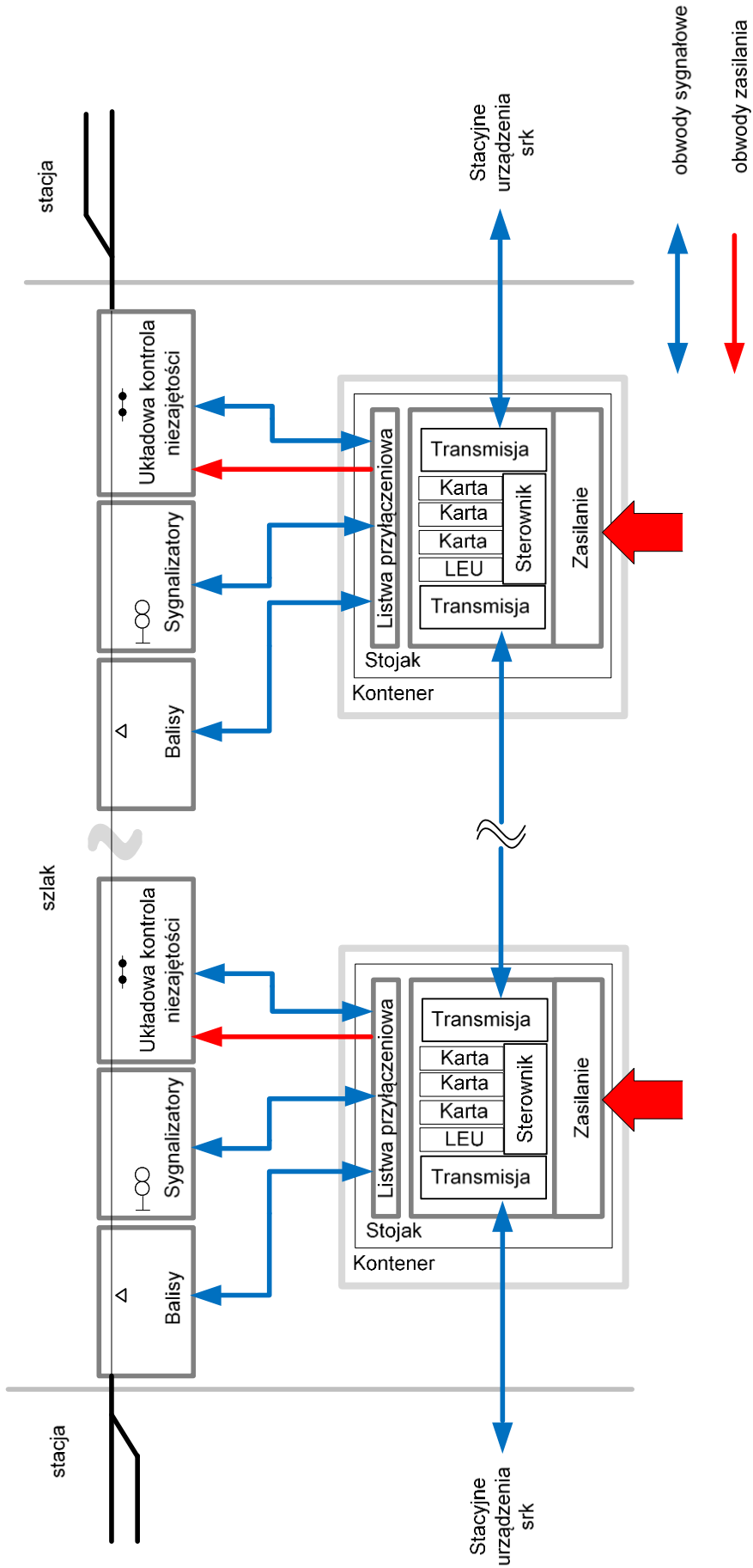
1. Budynki nastawni oraz inne zawierające urządzenia wewnętrzne systemów srkił (np.: maszynownie) powinny być wyposażone w zewnętrzne urządzenie piorunochronne LPS.
2. Urządzenie piorunochronne powinno być zaprojektowane stosownie do poziomu ochrony odgromowej LPL I.
3. Dla budynków nastawni należy wykonać uziom typu B według normy PN-EN 62305-3 [8].
4. Rezystancja uziemienia budynków nastawni nie powinna przekraczać 5Ω .
5. Ochrona przed przepięciami obwodów zasilania elektroenergetycznego budynku nastawni powinna być skoordynowana. Zabezpieczenia urządzeń wewnętrznych srkił powinny być dostosowane do istniejących zabezpieczeń w budynku.
6. W budynkach nastawni zaleca się stosowanie trójstopniowego układu ochrony przed przepięciami obwodów zasilania elektroenergetycznego:
 - 1) w złączu kablowym lub w rozdzielnicy głównej budynku nastawni należy stosować ograniczniki Typu 1, zabrania się stosowania ograniczników Typu 1 w pomieszczeniach technicznych;
 - 2) w rozdzielnicach lokalnych pomieszczeń technicznych należy stosować ograniczniki Typu 2;
 - 3) gniazda zasilające urządzeń pełniących istotne znaczenie w procesie sterowania ruchem kolejowym (np. komputery zależnościowe) należy zabezpieczać ogranicznikami Typu 3.
7. Złącze kablowe zawierające pierwszy stopień ochrony w postaci ograniczników Typu 1 powinno być zlokalizowane jak najbliżej budynku nastawni.

8. Pomieszczenie urządzeń zasilających (siłowni) powinno być zasilane z obwodów zabezpieczonych ogranicznikami Typu 1 w złączu kablowym lub rozdzielniczy głównej budynku. Obwody zasilania głównego, zasilania rezerwowego oraz agregatu w pomieszczeniu siłowni należy zabezpieczyć ogranicznikami Typu 2.
9. Pomieszczenia techniczne i stanowisk dyżurnych ruchu powinny być wyposażone w rozdzielnice lokalne zasilania elektroenergetycznego zabezpieczone ogranicznikami typu 2.
10. Jeżeli w pomieszczeniach technicznych znajdują się urządzenia różnych producentów, to ochrona przed przepięciami tych urządzeń powinna być skoordynowana. Nie dopuszcza się jednoczesnego stosowania ograniczników przepięć Typu 1 do ochrony różnych urządzeń zasilanych z jednego obwodu elektroenergetycznego.
11. Obwody zasilania głównego budynków maszynowni napędów hamulców torowych powinny być zabezpieczone ogranicznikami Typu 1+2.
12. Kable od urządzeń zewnętrznych znajdujących się w obrębie stacji powinny być wprowadzane do budynku bezpośrednio do pomieszczenia przekąźnikowni/komputerowni lub mikroprocesorowni w zależności od typu urządzeń wewnętrznych, z jakimi są one powiązane.
13. Dla urządzeń przekąźnikowych nie wymaga się ochrony przed przepięciami od strony urządzeń zewnętrznych, z wyjątkiem urządzeń w których w obwodzie do kontroli położenia zwrotnicy zastosowano przekąźniki typu ERL ...
14. Obwody wprowadzane do mikroprocesorowni należy zabezpieczyć w złączu ZOP.
15. Urządzenia w mikroprocesorowni należy dodatkowo zabezpieczyć od strony powiązań z przekąźnikownią.

Rozdział 6. Systemy urządzeń liniowych srkił oraz dSAT

§ 22. Podstawowe elementy składowe systemu

1. Jako urządzenia zewnętrzne w systemach urządzeń liniowych srkił wyróżnia się:
 - 1) sygnalizatory;
 - 2) urządzenia układowej kontroli niezajętości;
 - 3) balisy;
 - 4) skanery podczerwieni.
2. Jako urządzenia wewnętrzne w systemach urządzeń liniowych srkił oraz dSAT wyróżnia się:
 - 1) sterowniki;
 - 2) karty;
 - 3) kodery LEU;
 - 4) modemy transmisyjne;
 - 5) urządzenia zasilające.



Rysunek 22. Schemat blokowy liniowych systemów sterowania ruchem kolejowym

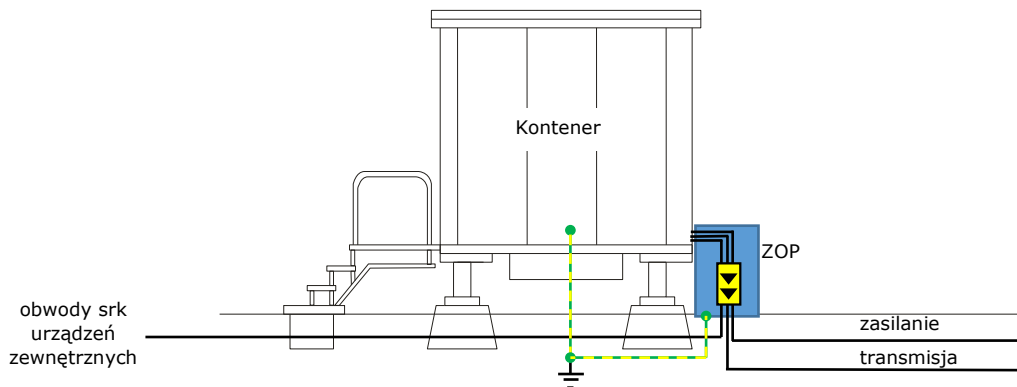
§ 23. Wymagania podstawowe

Dla liniowych systemów urządzeń srkił oraz dSAT obowiązują:

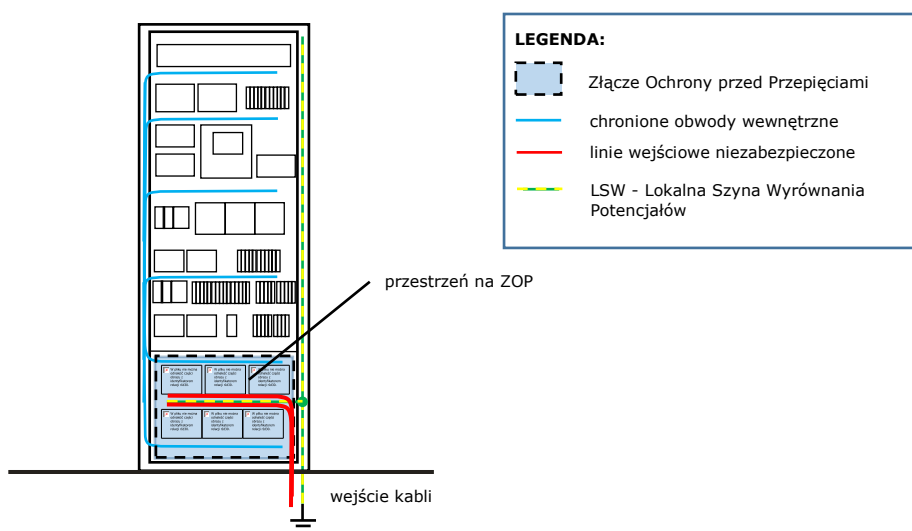
- 1) wymagania ogólne ochrony odgromowej przedstawione w rozdziale 3 niniejszych wymagań w zakresie:
 - a) strefowej koncepcji ochrony - § 8,
 - b) układu uziomów - § 10 z wyłączeniem ustępów od 14 do 18,
 - c) instalacji wyrównania potencjałów w budynkach - § 11 z wyłączeniem ustępów od 4 do 7,
 - d) ochrony przed przepięciami - § 12, § 13, § 14,
 - e) wytycznych projektowych - § 15;
- 2) oraz wymagania dodatkowe przedstawione w niniejszym rozdziale.

§ 24. Wymagania dodatkowe

1. Kodery LEU należy umieszczać wewnątrz kontenerów srk.
2. Kontenery srkił oraz dSAT nie wyposażone w kodery LEU powinny mieć przewidziane miejsce na ich montaż przy ewentualnej modernizacji linii i wdrażaniu na niej systemu ETCS.
3. Linie transmisyjne do sąsiednich posterunków sbl i do systemów stacyjnych zaleca się wykonywać w technologii światłowodowej.
4. Kontenery srkił oraz dSAT nie wymagają zewnętrznego urządzenia piorunochronnego.
5. Rezystancja uziemienia kontenerów nie powinna przekraczać 5 Ω .
6. Dla kontenerów srkił oraz dSAT zaleca się wykonanie uziomu typu B rozszerzonego o dodatkowe uziomy pionowe (Rysunek 13). Wymiary układu uziemiającego powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem lokalnej rezystywności gruntu dla uzyskania wymaganej rezystancji uziemienia.
7. W przypadku braku możliwości umieszczenia koderów LEU wewnątrz kontenera dopuszcza się ich umieszczenie w dedykowanych szafach aparaturowych. Szafy aparaturowe należy zabezpieczyć zgodnie z §12 (Rysunek 16, Rysunek 17).
8. Uziemienie kontenera należy wykonać z zaciskiem probierczym, umożliwiającym odłączenie przewodu uziemiającego na czas pomiarów kontrolnych (Rysunek 13).
9. Złącze ochrony przed przepięciami powinno być zlokalizowane w oddzielnej obudowie na zewnątrz kontenera (Rysunek 23) lub w wydzielonej metalową przegrodą przestrzeni stojaka w jego wnętrzu (Rysunek 24).



Rysunek 23. Ochrona kontenera za pomocą zewnętrznego złącza ochrony przed przepięciami ZOP



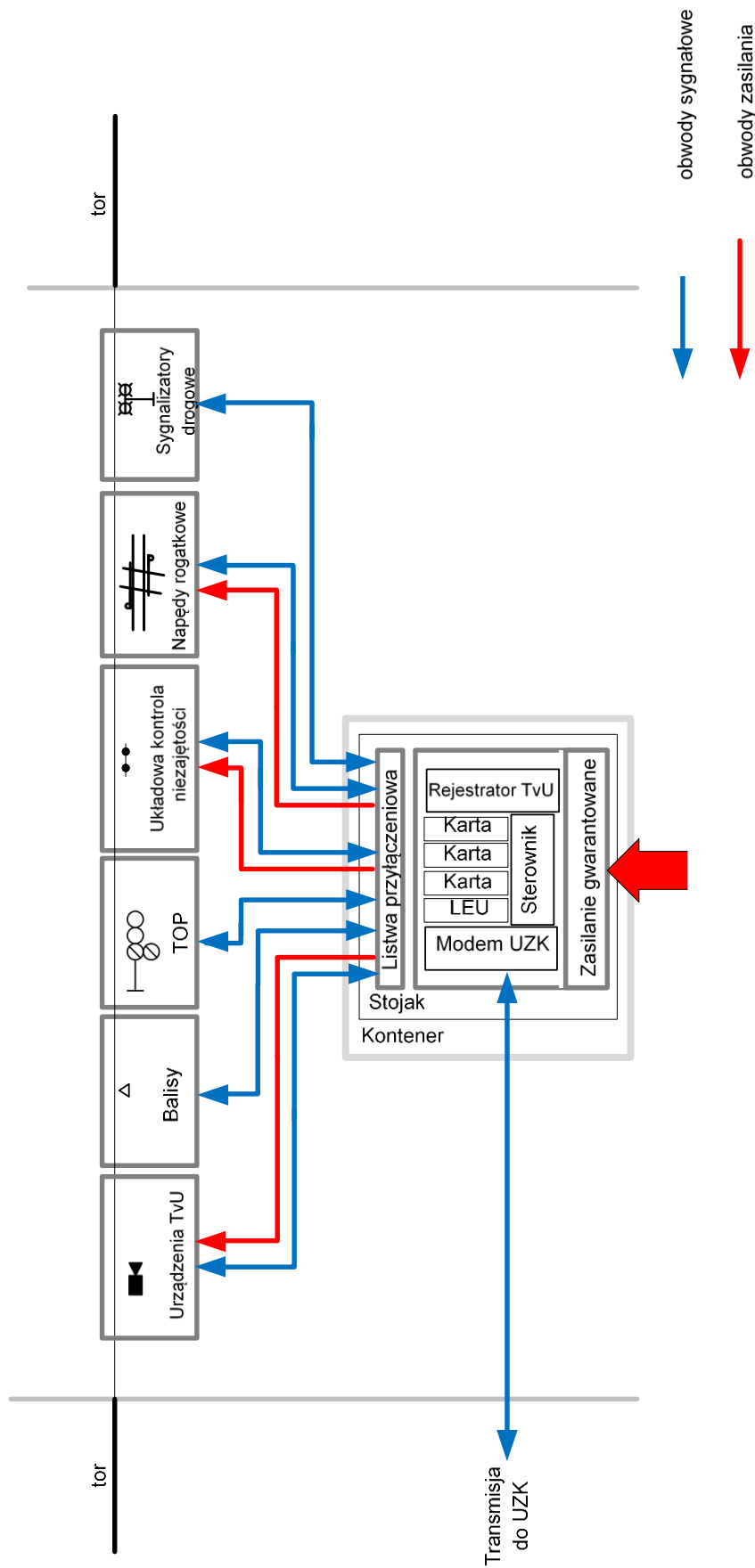
Rysunek 24. Ochrona kontenera za pomocą złącza ochrony przed przepięciami ZOP zlokalizowanego w wydzielonej przestrzeni stojaka aparaturowego

10. Jeżeli elementy ochrony przed przepięciami obwodów zewnętrznych kontenera umieszczane są w jego wnętrzu, to powinny być zlokalizowane w wydzielonej metalową przegrodą przestrzeni dedykowanej dla SPD w dolnej części stojaka aparaturowego, jak najbliżej miejsca wprowadzenia kabli do kontenera (Rysunek 24).
11. Zaleca się grupowanie ograniczników przepięć dla obwodów zasilających i sygnałowych w jednym układzie ZOP i instalowanie ich na osobnych szynach montażowych.
12. Obwody zasilania głównego kontenerów należy zabezpieczać ogranicznikami Typu 1+2 lub Typu 1+2+3, przy czym zalecane jest stosowanie ograniczników Typu 1+2+3 o najniższych napięciach ograniczania.
13. Do zabezpieczenia obwodów zasilania AC 50 Hz urządzeń przytorowych (sygnalizatory, systemy telewizji) należy stosować ograniczniki przepięć Typu 2.

Rozdział 7. Systemy urządzeń sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych

§ 25. Podstawowe elementy składowe systemu

1. Jako urządzenia zewnętrzne w systemach urządzeń sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych wyróżnia się:
 - 1) sygnalizatory drogowe;
 - 2) tarcze ostrzegawcze przejazdowe;
 - 3) urządzenia układowej kontroli niezajętości;
 - 4) balisy;
 - 5) napędy rogatek;
 - 6) systemy telewizji.
2. Jako urządzenia wewnętrzne w systemach urządzeń sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych wyróżnia się:
 - 1) sterowniki;
 - 2) karty;
 - 3) kodery LEU;
 - 4) modemy transmisyjne;
 - 5) urządzenia zasilające;
 - 6) rejestratory obrazu.



Rysunek 25. Schemat blokowy systemów sterowania ruchem na przejazdach kolejowo-drogowych

§ 26. Wymagania podstawowe

Dla systemów urządzeń sterowania ruchem na przejazdach kolejowo drogowych obowiązują:

- 1) wymagania ogólne ochrony odgromowej przedstawione w rozdziale 3 niniejszych wymagań w zakresie:
 - a) strefowej koncepcji ochrony - § 8,
 - b) układu uziomów - § 10 z wyłączeniem ustępów od 14 do 18,
 - c) instalacji wyrównania potencjałów w budynkach - § 11 z wyłączeniem ustępów od 4 do 7,
 - d) ochrony przed przepięciami - § 12, § 13, § 14,
 - e) wytycznych projektowych - § 15;
- 2) oraz wymagania dodatkowe jak dla liniowych systemów urządzeń srkił przedstawione w rozdziale 6.

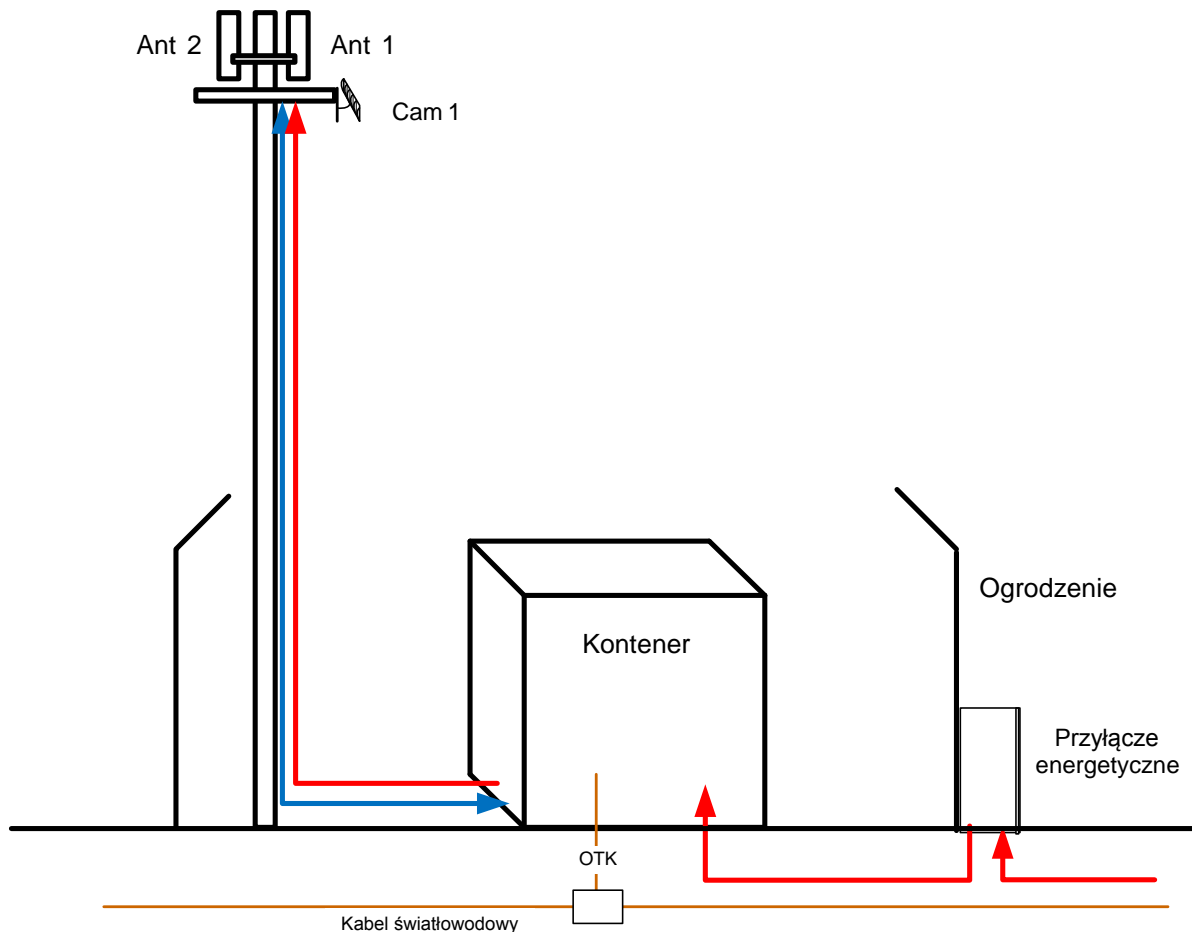
Rozdział 8. Stacje bazowe GSM-R

§ 27. Wymagania podstawowe

1. Dla stacji bazowych GSM-R (Rysunek 26) obowiązują:
 - 1) wymagania ogólne ochrony odgromowej przedstawione w rozdziale 3 niniejszych wymagań w zakresie:
 - a) strefowej koncepcji ochrony - § 8,
 - b) ochrony wież GSM-R przed bezpośrednim uderzeniem pioruna - § 9,
 - c) układu uziomów - § 10,
 - d) instalacji wyrównania potencjałów w budynkach - § 11 z wyłączeniem ustępów od 4 do 7,
 - e) ochrony przed przepięciami - § 12, § 13, § 14,
 - f) wytycznych projektowych - § 15;
 - 2) oraz wymagania dodatkowe przedstawione w niniejszym rozdziale.

§ 28. Wymagania dodatkowe

1. Nie zaleca się lokalizowania stacji bazowych systemu GSM-R w pobliżu budynków nastawni z uwagi na związane z tym zwiększenie lokalnego zagrożenia piorunowego. Za bezpieczną uznaje się odległość nie mniejszą od $3 \cdot H$, gdzie H – to wysokość wieży danej stacji bazowej systemu GSM-R.
2. Stacja bazowa GSM-R powinna posiadać instalację odgromową i ochronę przed przepięciami odpowiadającą poziomowi ochrony odgromowej LPL I.
3. Zastosowanie niższego poziomu ochrony odgromowej, lecz nie niższego niż LPL IV, dopuszczalne jest za zgodą PLK, jeżeli ma to uzasadnienie na podstawie analizy ryzyka przeprowadzonej zgodnie z zapisami normy PN-EN 62305-2 [7].
4. Anteny kierunkowe i inne urządzenia instalowane na wieżach systemu GSM-R (np. oświetlenie przeszkodowe) powinny zawierać się w strefie ochronnej LPZ 0_B tworzonej przez konstrukcję wieży, a jeśli to nie będzie możliwe – przez dodatkowe zwody odgromowe. Urządzenia te podlegają odpowiedniej ochronie przed przepięciami, gdy zawierają elementy aktywne lub są lokalnie zasilane.
5. Strefy ochrony LPZ 0_B należy wyznaczać metodą tocznej kuli wg PN-EN 62305-3 [8] o promieniu odpowiednim do przyjętego poziomu ochrony odgromowej.



Rysunek 26. Schemat blokowy stacji bazowej systemu GSM-R

6. Uziom stacji bazowej GSM-R należy wykonać zgodnie z PN-EN 62035-3. Należy wykorzystać fundament wieży jako podstawowy element układu uziomów uzupełniony o uziom otokowy poziomy otaczający wieżę i kontener aparaturowy wzmocniony uziomami pionowymi. Należy stosować uziomy wykonane ze stali pomiedziowanej elektrolitycznie w celu uniknięcia korozji elektrochemicznej.
7. Zaleca się stosowanie liczników udarów piorunowych na wieżach GSM-R w celu możliwości potwierdzenia wystąpienia wyładowań bezpośrednich. Liczniki udarów piorunowych należy instalować na przewodach uziemiających konstrukcję wieży. Zaleca się stosować liczniki umożliwiające rejestrację czasu wystąpienia bezpośredniego uderzenia pioruna. Liczniki udarów piorunowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 62561-6 i należy je montować zgodnie z DTR producenta. W miejscach narażonych na kradzieże i dewastacje liczniki należy montować w dodatkowej niemetalowej skrzynce.
8. Zewnętrzne przewodniki koncentrycznych kabli antenowych powinny być łączone z uziomioną konstrukcją wieży antenowej co 20 m, w tym: co najmniej: na szczycie wieży antenowej oraz w miejscu odejścia kabli z wieży do kontenera. Należy przy tym uwzględnić fakt, iż połączeniu podlegają dwa różne metale (np. miedziane fidery ze stalą lub stalą ocynkowaną konstrukcji wieży), których bezpośredni kontakt nie jest dopuszczalny z uwagi na korozję elektrochemiczną. W tych miejscach należy stosować połączenia z odpowiednio

dobranymi metalami lub stosować odpowiednie przekładki z metali, które zagwarantują wartość różnicy potencjałów elektrochemicznych w miejscu styku dwóch różnych metali nie większą niż 0,5 V.

9. Na wejściu do kontenera zewnętrzne ekrany przewodów antenowych należy uziemić z wykorzystaniem dedykowanych uziemionych płyt czołowych lub do lokalnej szyny uziemiającej wykonanych z miedzi lub mosiądzu. Zaleca się stosowanie uziemionych płyt czołowych.
10. Wszystkie obwody zasilające i sygnałowe (tory radiowe, oświetlenie przeszkodowe, CCTV i zabezpieczeń technicznych i inne) wychodzące na zewnątrz kontenera powinny być chronione przed przepięciami w miejscu ich wyprowadzenia z kontenera i integrowane w ZOP łączonych z uziomem możliwe najkrótszymi odcinkami przewodów uziemiających (o długości nie większej niż 0,5 m).

Rozdział 9. Prowadzenie tras kablowych

§ 29. Układanie kabli wzdłuż linii kolejowej

1. Trasy kabli sygnałowych, teletechnicznych i elektroenergetycznych, przebiegające w ziemi wzdłuż linii kolejowej należy projektować tam, gdzie jest to możliwe w odległości nie mniejszej niż 4 m od linii słupów trakcyjnych, w granicach obszaru kolejowego w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz.U. 2016 poz. 1727).
2. Kable w ziemi należy układać na głębokości nie mniejszej niż 1 m w obrębie stacji i 0,8 m poza stacją.
3. Należy zachować odległość co najmniej 4 m układanych kabli od układu uziomów konstrukcji nośnych sieci trakcyjnej z zainstalowanymi ogranicznikami przepięć sieci jezdnej i słupów sąsiadujących z nimi, przy czym, jeśli ta odległość jest mniejsza od 6 m trasy kablowe należy prowadzić w kanałach kablowych i/lub rurach izolacyjnych HDPE lub PVC o napięciu przebicia izolacji nie mniejszym niż 100 kV.
4. Pod drogami i rowami odwadniającymi kable należy prowadzić w przepustach w rurach izolacyjnych HDPE lub PVC na głębokości co najmniej 1,2 m poniżej powierzchni drogi i 0,5 m poniżej dna rowu odwadniającego.
5. W przypadku kolejowych obiektów inżynierskich takich jak mosty, wiadukty czy tunele, kable należy prowadzić w rurach izolacyjnych. Kable powinny być usytuowane jak następuje:
 - 1) na mostach w ciągach przeznaczonych dla kabli lub umocowane do konstrukcji mostu;
 - 2) w tunelach w kanałach kablowych, pod chodnikiem, na ścianie tunelu lub w przepustach;
 - 3) na wiaduktach w kanałach kablowych, pod chodnikiem lub umocowane do konstrukcji wiaduktu.

§ 30. Skrzyżowania i zbliżenia kabli

1. Trasy kablowe należy projektować tak, aby unikać zbliżeń i skrzyżowań kabli różnego rodzaju.
2. Jeżeli zbliżenia lub skrzyżowania kabli nie da się uniknąć to należy zachować bezpieczne odległości między kablami w punktach skrzyżowań i na odcinkach, gdzie różne kable przebiegają równolegle (Tabela 8).
3. Jeżeli zachowanie wymaganych odległości nie jest możliwe to w punktach skrzyżowań i zbliżeń kable należy umieścić w rurach izolacyjnych HDPE lub PVC tak aby najkrótsza odległość między kablami przy zakończeniach rur spełniała wymagania odnośnie minimalnych odległości (Tabela 8).

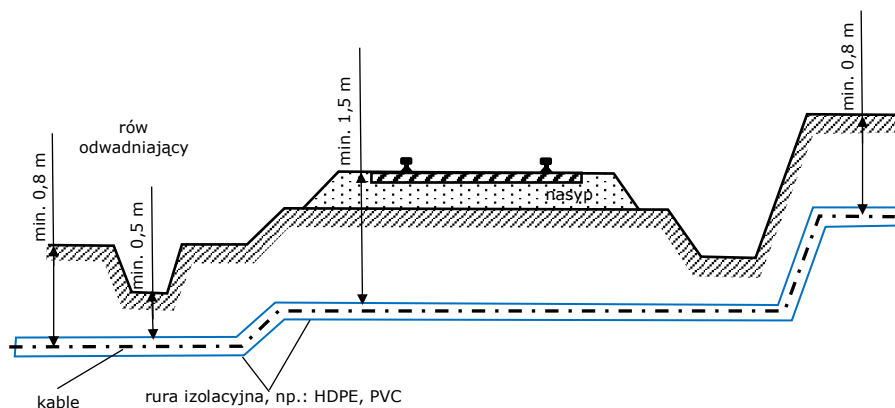
Tabela 8. Minimalne odległości między kablami ułożonymi w ziemi

Lp.	Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]	
		pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1.	kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi	25	10*)
2.	kable sygnalizacyjne i kable przeznaczone do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego przeznaczenia	25	mogą się stykać
3.	kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi o napięciu $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$	50	25
4.	kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$ z kablami tego samego rodzaju	50	10
5.	kable różnych użytkowników o napięciu znamionowym do 30 kV	50	25
6.	kable z mufami innych kabli	nie dopuszcza się	jak lp. 1-5
7.	kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV z innymi kablami	50	50
8.	kable elektroenergetyczne z kablami telekomunikacyjnymi	50	50
*) dopuszcza się stykanie ze sobą na całej długości kabli: <ul style="list-style-type: none"> – sygnalizacyjnych z sygnalizacyjnymi, – sygnalizacyjnych z kablami elektroenergetycznymi do 1 kV przyłączonymi do tego samego odbiornika, – elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych 			

§ 31. Skrzyżowania kabli z torami

1. Linie kablowe przecinające linię kolejową powinny krzyżować się z torami pod kątem 90° .
2. Kable pod torami należy prowadzić w rurach izolacyjnych HDPE lub PVC. Przepusty należy wykonywać w zależności od warunków terenowych na głębokości co najmniej od 1,5 m do 3,0 m mierząc od wierzchu rury osłonowej do stopki szyny (Rysunek 27).
3. Przepusty pod rowami odwadniającymi powinny być umieszczone na głębokości co najmniej 0,5 m od dna rowu odwadniającego. Otwory rur powinny być uszczelnione.

4. Nie dopuszcza się prowadzenia kabli srkił oraz dSAT do urządzeń przytorowych bezpośrednio pod szynami po powierzchni tłucznia, np. kable do czujników koła. Jeżeli kabel musi być przeprowadzony na drugą stronę toru należy go prowadzić w izolowanych przepustach kablowych pod tłucznem w celu zachowania bezpiecznych odstępów izolacyjnych między kablem a szynami.

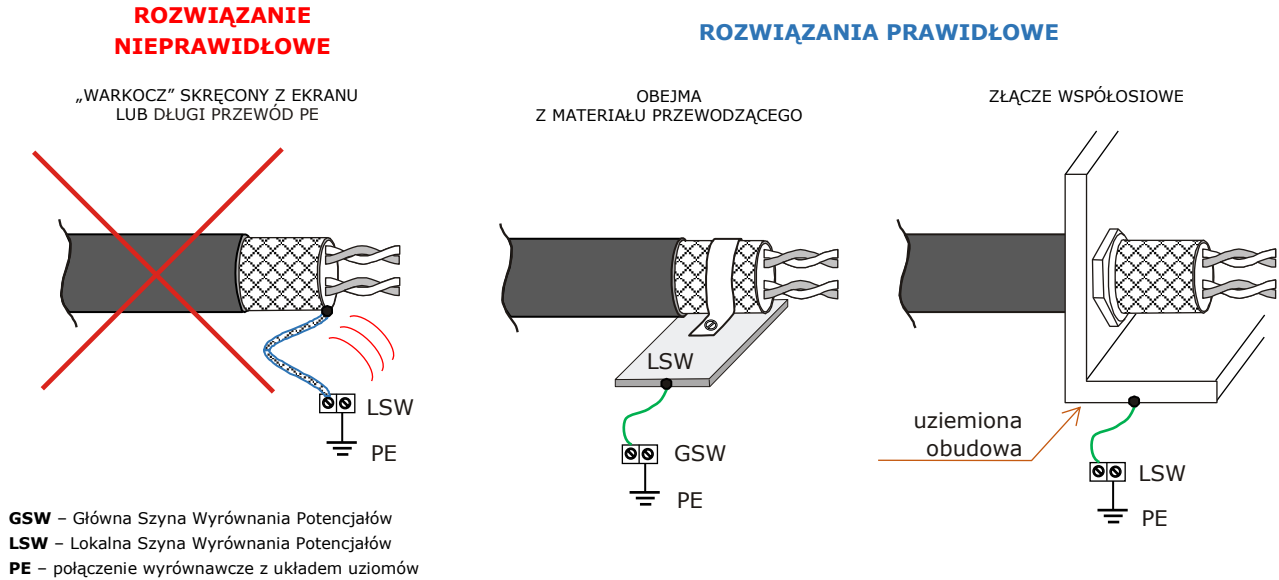


Rysunek 27. Wykonanie przepustów kablowych pod torami

§ 32. Trasy kablowe w obiektach budowlanych

1. Trasy kablowe w systemach stacyjnych powinny być tak projektowane, aby możliwe było wprowadzenie wszystkich kabli od urządzeń zewnętrznych do budynku w jak najmniejszej liczbie wejść, najlepiej w jednym miejscu (Rysunek 14).
2. Kable wprowadzane do budynków i kontenerów na ich zewnętrznym odcinku powinny być osłonięte rurami izolacyjnymi w odległości co najmniej 6 m od ściany budynku.
3. Wewnątrz budynków nastawni należy zapewnić osobne trasy kablowe dla kabli i przewodów chronionych (zabezpieczonych ogranicznikami przepięć) i niechronionych (wchodzących do budynku). Nie należy dopuszczać do krzyżowania się i równoległych ich zbliżeń.
4. W pomieszczeniach technicznych z podłogą techniczną (podniesioną) trasy kablowe wyznaczone w przestrzeni pod tą podłogą należy prowadzić w korytkach metalowych.
5. Kable i przewody wyprowadzane z pomieszczeń technicznych powinny być prowadzone do pomieszczeń stanowisk operatorskich i obsługi w zamkniętych metalowych korytkach. Metalowe korytka kablowe należy łączyć do instalacji wyrównania potencjałów co najmniej na obu ich końcach.
6. Zaleca się, aby wszystkie zewnętrzne i wewnętrzne kable nieelektroenergetyczne (takie jak: sygnalizacyjne, telekomunikacyjne itp.) były ekranowane. Kable wewnętrzne mogą nie posiadać ekranu tam, gdzie zastosowano ekranowanie przestrzenne.
7. Na granicy wszystkich stref LPZ ekrany linii powinny być łączone do układu uziomów bądź do instalacji wyrównania potencjałów w miejscu ich wprowadzenia do ZOP. Zabrania się

stosowania długich połączeń ekranów kabli do uziomu bądź do instalacji wyrównania potencjałów i jednocześnie zaleca się, aby takie połączenie pokrywało jak największą część obwodu ekranu (Rysunek 28).



Rysunek 28. Sposoby przyłączania ekranu kabla do układu uziomów lub instalacji wyrównania potencjałów

Rozdział 10. Utrzymanie instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami

1. W celu zapewnienia długoletniej i skutecznej ochrony systemów sterowania ruchem kolejowym instalacje ochrony odgromowej (LPS) i przed przepięciami (SPM) należy poddawać okresowym oględzinom i pomiarom.
2. Stany liczników udarów piorunowych należy odnotowywać w książce kontroli urządzeń każdorazowo przy wykonywaniu czynności utrzymaniowych na obiekcie i niezwłocznie reagować na zauważone zmiany.
3. Oględziny instalacji ochronnych (LPS i SPM) należy przeprowadzać podczas odbioru, w czasie eksploatacji każdego roku przed sezonem burzowym w okresie marzec – kwiecień oraz każdorazowo po zadziałaniu liczników udarów piorunowych, po stwierdzeniu lub podejrzeniu zdarzenia związanego z bezpośrednim lub pośrednim oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych.
4. Pomiary należy przeprowadzać przed odbiorem instalacji oraz w czasie eksploatacji okresowo co 2 lata i po każdym zadziałaniu liczników udarów piorunowych.

§ 33. Oględziny urządzenia piorunochronnego

Zakres oględzin urządzenia piorunochronnego powinien obejmować sprawdzenie:

- 1) zgodności stanu obecnego z projektem powykonawczym;
- 2) ogólnego stanu LPS;
- 3) jakości połączeń i ciągłości w przewodach i złączach LPS;
- 4) czy żadna część LPS nie została osłabiona przez korozję, zwłaszcza na poziomie ziemi;
- 5) jakości i ciągłości połączeń z uziomem;
- 6) czy wszystkie widoczne przewody i elementy LPS są przytwierdzone do powierzchni montażowych i elementy, które zapewniają ochronę mechaniczną, są nienaruszone (funkcjonalnie operacyjne) i znajdują się na właściwym miejscu;
- 7) kompletności instalacji ochrony odgromowej (sprawdzenie czy nie zostały zainstalowane nowe urządzenia wymagające ochrony dodatkowymi zwodami LPS);
- 8) czy nie było żadnych oznak uszkodzenia LPS (nadtopienia przewodów, okopcenia, wyrwanie przewodów z elementów montażowych);
- 9) jakości i ciągłości połączeń wyrównawczych wewnątrz obiektu;
- 10) czy są zachowane bezpieczne odstępy separacyjne między urządzeniami a przewodami LPS (szczególnie w przypadku stwierdzenia instalacji nowych urządzeń).

§ 34. Oględziny instalacji ochrony przed przepięciami

Zakres oględzin instalacji SPM powinien obejmować sprawdzenie:

- 1) zgodności stanu obecnego z projektem powykonawczym;
- 2) kompletności zabezpieczeń czy wszystkie obwody przekraczające granice zdefiniowanych stref LPZ są właściwie zabezpieczone;
- 3) czy nie było żadnych oznak uszkodzenia SPD (kontrola stanu optycznej sygnalizacji uszkodzenia SPD) lub żadnych uszkodzeń bezpieczników do ochrony SPD;
- 4) czy nie brakuje lub czy nie są poluzowane wkładki zabezpieczające w modułowych SPD;
- 5) jakości połączeń przewodów uziemiających SPD;
- 6) czy nie występują nieuziemione wolne żyły kabli.

§ 35. Pomiary kontrolne

1. Pomiary w zakresie instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami powinny obejmować:
 - 1) pomiar rezystancji uziemienia;
 - 2) pomiar ciągłości przewodów LPS.
2. Do pomiaru rezystancji uziemienia zaleca się stosowanie metody technicznej.

§ 36. Dokumentacja oględzin i pomiarów

1. Oględziny i pomiary każdorazowo powinny być zakończone sporządzeniem protokołu z kontroli stanu ochrony odgromowej (LPS) i przed przepięciami (SPM) zawierającego:
 - 1) wnioski z oględzin;
 - 2) wyniki pomiarów;
 - 3) wykaz użytych przyrządów pomiarowych wraz ze wskazaniem daty ważności ich homologacji;
 - 4) zalecenia pokontrolne, jeśli będą niezbędne dla przywrócenia właściwego stanu technicznego.
2. Wzór protokołu z kontroli stanu ochrony odgromowej (LPS) i przed przepięciami (SPM) z oględzin i pomiarów stanowi załącznik nr 1 do niniejszych wytycznych.

Rozdział 11. Zasady odbierania instalacji

§ 37. Wytyczne odbioru instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami

1. Instalacja ochrony odgromowej i przed przepięciami podlega odbiorom technicznym i przekazaniu do eksploatacji na zasadach określonych dla urządzeń sterownia ruchem kolejowym (instrukcja Ie-6 [30]).
2. Podstawą odbioru instalacji ochrony odgromowej i przed przepięciami jest przedłożenie dokumentacji powykonawczej potwierdzającej zgodność zastosowanych rozwiązań z wymaganiami niniejszego dokumentu oraz przeprowadzenie oględzin w celu sprawdzenia stanu rzeczywistego na zgodność z przedłożoną dokumentacją powykonawczą.
3. Wykonawca po zakończeniu prac celem ich odbioru powinien przedłożyć dokumentację powykonawczą zawierającą:

- 1) dokumentację projektową z naniesionymi ewentualnymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót zatwierdzonymi przez projektanta;
 - 2) dokumenty świadczące o dopuszczeniu do stosowania użytych materiałów i urządzeń;
 - 3) karty techniczne wyrobów lub instrukcje producentów (DTR) dotyczące zastosowanych materiałów;
 - 4) protokoły z pomiarów.
4. W przypadku niekompletności dokumentów odbiór może być dokonany po ich uzupełnieniu.
5. W toku odbioru komisja obowiązana jest:
- 1) zapoznać się przedłożonymi dokumentami;
 - 2) ocenić kompletność dokumentacji, prawidłowość pod względem merytorycznym i zgodność z wymaganiami niniejszego dokumentu;
 - 3) przeprowadzić oględziny odbieranej instalacji na zgodność z przedstawioną dokumentacją.
6. Zakres oględzin i pomiarów powinien być zgodny z zakresem przedstawionym w niniejszym dokumencie (Rozdział 10).

Rozdział 12. Wymagania odnośnie dokumentacji

§ 38. Wymagania dla dokumentacji techniczno-ruchowych

1. Dokument DTR powinien zawierać rysunki elewacji szaf i stojaków aparaturowych przedstawiających rozmieszczenie poszczególnych elementów systemu ze wskazaniem lokalizacji elementów ochrony przed przepięciami.
2. Producent w DTR powinien zamieścić wykaz zastosowanych ograniczników przepięć ze wskazaniem obwodów, do ochrony których są one przeznaczone.
3. Wykaz zastosowanych SPD powinien umożliwić ich łatwą identyfikację w celu doboru elementów zamiennych w przypadku ich uszkodzenia.
4. W przypadku stosowania ograniczników przepięć ogólnodostępnych na rynku producent systemu srkił oraz dSAT w wykazie stosowanych SPD powinien podać:
 - 1) nazwę producenta SPD;
 - 2) model;
 - 3) numer katalogowy.
5. W przypadku stosowania ograniczników przepięć dedykowanych, które nie są ogólnodostępne na rynku i zostały opracowane przez producenta lub specjalnie na jego potrzeby, w celu umożliwienia stosowania elementów zamiennych producent urządzenia

srkił oraz dSAT w DTR powinien zamieścić wykaz parametrów technicznych jakie powinien spełniać SPD, aby nie zakłócić poprawnej pracy systemu.

§ 39. Wymagania dla WTWiO

1. Warunki techniczne wykonania i odbioru powinny zawierać zbiór dokumentów potwierdzających jakość i wymagane parametry zastosowanych rozwiązań w zakresie ochrony odgromowej i przed przepięciami.
2. Dokument WTWiO powinien zawierać deklaracje zgodności potwierdzające zgodność wyrobów ze stosownymi normami. Dotyczy to w szczególności:
 - 1) ograniczników przepięć;
 - 2) elementów zewnętrznego urządzenia piorunochronnego;
 - 3) materiałów stosowanych do konstrukcji układu uziemiającego.
3. W przypadku stosowania ograniczników przepięć dedykowanych, które nie są ogólnodostępne na rynku i zostały opracowane przez producenta lub specjalnie na jego potrzeby, dokument WTWiO powinien zawierać raport z badań SPD na zgodność ze stosowaną normą serii PN-EN 61643 [17] [18] potwierdzający w szczególności wytrzymałość udarową urządzenia.

Rozdział 13. Dokumenty związane**§ 40. Wykaz aktów prawnych, norm i przepisów związanych**Ustawy:

- [1] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym;
- [2] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane;

Rozporządzenia:

- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych;
- [5] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.

Normy:

- [6] PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne;
- [7] PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem;
- [8] PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
- [9] PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach;
- [10] PN-EN 62561-1:2012 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 1: Wymagania dotyczące elementów połączeniowych;
- [11] PN-EN 62561-2:2012 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów;
- [12] PN-EN 62561-3:2012 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 3: Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych (ISG);
- [13] PN-EN 62561-4:2011 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 4: Wymagania dotyczące uchwytów;
- [14] PN-EN 62561-5:2011 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 5: Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień;

- [15] PN-EN 62561-6:2011 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 6: Wymagania dotyczące liczników udarów piorunowych (LSC);
- [16] PN-EN 62561-7:2012 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 7: Wymagania dotyczące substancji poprawiających jakość uziemień;
- [17] PN-EN 61643-11:2013 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia -- Wymagania i metody badań;
- [18] PN-EN 61643-21:2004 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych -- Wymagania eksploatacyjne i metody badań;
- [19] PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym;
- [20] PN-HD 60364-4-442:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia;
- [21] PN-HD 60364-4-443:2016 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi;
- [22] PN-EN 50121-1:2015 Zastosowania kolejowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 1: Postanowienia ogólne;
- [23] PN-EN 50121-2:2015 Zastosowania kolejowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 2: Oddziaływanie systemu kolejowego na otoczenie;
- [24] PN-EN 50121-4:2015 Zastosowania kolejowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym i urządzeń telekomunikacyjnych;
- [25] PN-EN 50121-5:2015 Zastosowania kolejowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 5: Emisja i odporność aparatury oraz urządzeń stacjonarnych systemu zasilania energią;
- [26] PN-EN 61340-5-1:2017 Elektryczność statyczna -- Część 5-1: Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną -- Wymagania ogólne
- [27] PN-81/B-03020: Grunty budowlane -- Posadowienie bezpośrednio budowli -- Obliczenia statyczne i projektowanie

Instrukcje, wytyczne i dokumenty normatywne PLK:

- [28] **le-100a** – Warunki bezpiecznej instalacji i eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;

- [29] **le-4 (WTB-E10)** – Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym;
- [30] **le-6 (WOT-E12)** – Wytyczne odbioru technicznego oraz przekazywania do eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym;
- [31] **le-111** – Wymagania na systemy telewizji przemysłowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii B;
- [32] **le-108** – Wytyczne dla projektowania i budowy linii optotelekomunikacyjnych;
- [33] **EBH-1** – Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach elektroenergetyki kolejowej;
- [34] **Standardy Techniczne PKP PLK** – Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem);
- [35] **le-32** – Tymczasowa instrukcji obsługi scentralizowanych urządzeń systemu ERTMS/ETCS poziom 2;
- [36] **le-16** – Instrukcja o organizacji i użytkowaniu sieci GSM-R;
- [37] **Ir-1a** – (Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów z wykorzystaniem systemu ERTMS_ETCS poziomu 1);
- [38] **let-120** - Wymagania techniczne dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, przed przepięciami i od wyładowań atmosferycznych w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV;
- [39] **le-116** - Wymagania na system teleinformatyczny do prowadzenia ruchu pociągów;
- [40] **le-118** - Wymagania na systemy telewizji użytkowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kat. A, F i przejściach obsługiwanym z odległości oraz innych posterunkach związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego.

Inna literatura techniczna:

- [41] **Wołkowiński K.**: Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych, Warszawa, WNT 1967 r.
- [42] **Musiał E.**: Uziomy fundamentowe i parafundamentowe. INPE nr 143, sierpień 2011, s.3-33

WZÓR¹

.....
Wykonawca

Protokół nr
z dnia

z pomiarów rezystancji uziemienia układu uziomów

1. Zarządca: **PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.**
.....
(nazwa jednostki wykonawczej)
2. Lokalizacja i nazwa obiektu:
 - 1) adres²:
 - 2) nr linii kolejowej² kilometr
 - 3) obiekt:
.....
(nazwa obiektu)
3. Lokalna rezystywność gruntu:Ω·m.
4. Data wykonania pomiarów:
5. Warunki atmosferyczne i glebowe:
 - 1) pogoda w dniu pomiarów:
słonecznie, pochmurnie, deszczowo, mroźnie, śnieg
 - 2) rodzaj gruntu:
podmokły, gliniasty, piaszczysty, żwir, kamienny, skalisty²
 - 3) stan wilgotności gruntu: suchy, wilgotny, mokry, zamrznięty
6. Rodzaj uziemienia:
robocze, ochronne, urządzenia piorunochronnego

¹ Niniejszy załącznik stanowi Wzór Protokołu, który może podlegać modyfikacjom zgodnie z potrzebami i/lub z uwagi na zmiany przepisów prawa, na podstawie których realizowane są czynności opisane w Protokole;

² niepotrzebne skreślić

7. Zastosowane przyrządy pomiarowe

L.p.	Nazwa	Typ	Producent	Nr fabryczny	Legalizowany, atestowany			
					dnia	przez	nr świadectwa/ sprawdzenia	data kolejnej legalizacji

8. Wyniki pomiarów rezystancji uziemienia układu uziomów

Oznaczenie / Nr punktu pomiarowego uziomu	Współczynni k poprawkowy k_p	Rezystancja uziemienia układu uziomów			spełnienie warunku $R_E \leq R_{dop}$	Ciągłość połączeń przewodów uziemiających
		zmierzona R_{zm}	z uwzględnieniem k_p ($R_E = R_{zm} \times k_p$)	dopuszczalna R_{dop}		
		Ω	Ω	Ω	Tak/Nie ³⁾	
Pomiar wartości wypadkowej rezystancji uziemienia kompletnego układu uziomów ¹⁾						
ZP GSW						
Pomiar wartości rezystancji uziemienia układu uziomów w miejscach lokalizacji zacisków probierczych ²⁾						
ZP 01						
ZP 02						
UWAGI:						
1) Pomiar wartości rezystancji uziemienia przewodu uziemiającego GSW (Główną Szynę Wyrównawczą)						
2) Pomiar wartości rezystancji uziemienia w oddzielnych punktach lokalizacji zacisków probierczych po rozkręceniu wszystkich tych zacisków						
3) Właściwe wpisać						
Oznaczenia: k_p – współczynnik poprawkowy do rezystancji uziemień; R_{zm} – rezystancja uziemienia uziomu zmierzona, R_{dop} – dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia, R_E – rezystancja uziemienia uziomu uwzględniająca współczynnik poprawkowy.						

9. Współczynniki poprawkowe sezonowych zmian rezystywności gruntu (opracowano na podstawie [41])

Rodzaj uziomu	Wartości współczynnika k_p , jeżeli grunt w czasie pomiarów był		
	suchy ^{a)}	wilgotny ^{b)}	mokry ^{c)}
Poziomy ułożony na głębokości 0,8 ÷ 1,4 m	1,4	2,2	3,0
Pionowy o długości $l = 2,5 \div 5$ m	1,2	1,6	2,0
Pionowy o długości $l > 5$ m	1,1	1,2	1,3
Układ uziomów mieszany	należy ustalić odpowiednio do wpływu rezystancji uziomów poziomych i pionowych na rezystancję wypadkową uziemienia badanego układu uziomów		
UWAGI:			
a) można przyjmować w okresie od czerwca do września (włącznie) z wyjątkiem trzydniowych okresów po długotrwałych obfitych opadach			
b) można przyjmować, że taki stan występuje poza okresem scharakteryzowanym w a)			
c) wartości tej kolumny można stosować, jeśli warunki nie dadzą się zakwalifikować ani do przypadku a) ani do b)			

10. Uwagi i zalecenia:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

11. Wynik pomiarów jest: pozytywny/negatywny²⁾ i uziom nadaje się/nie nadaje się²⁾ do eksploatacji.

12. Pomiary przeprowadził:

(data, imię i nazwisko, nr uprawnień kwalifikacyjnych , podpis)

Szkic układu uziorów (przykład):

