



Seminarium IK

Systemy sieci powrotnych w zelektryfikowanych systemach zasilania trakcyjnego, wymagania techniczne i badania niezbędne w procesach certyfikacji

Włodzimierz Kruczek



Warszawa, 05 marca 2024 r.

Plan prezentacji

1. Wstęp oraz terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi
2. Dokumenty odnoszące się do systemów sieci powrotnych:
 - a) (TSI Energia)
 - b) Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych
 - c) ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU i GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie
 - d) Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.
 - e) PN-EN 50122-1: 2022 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Plan prezentacji CD

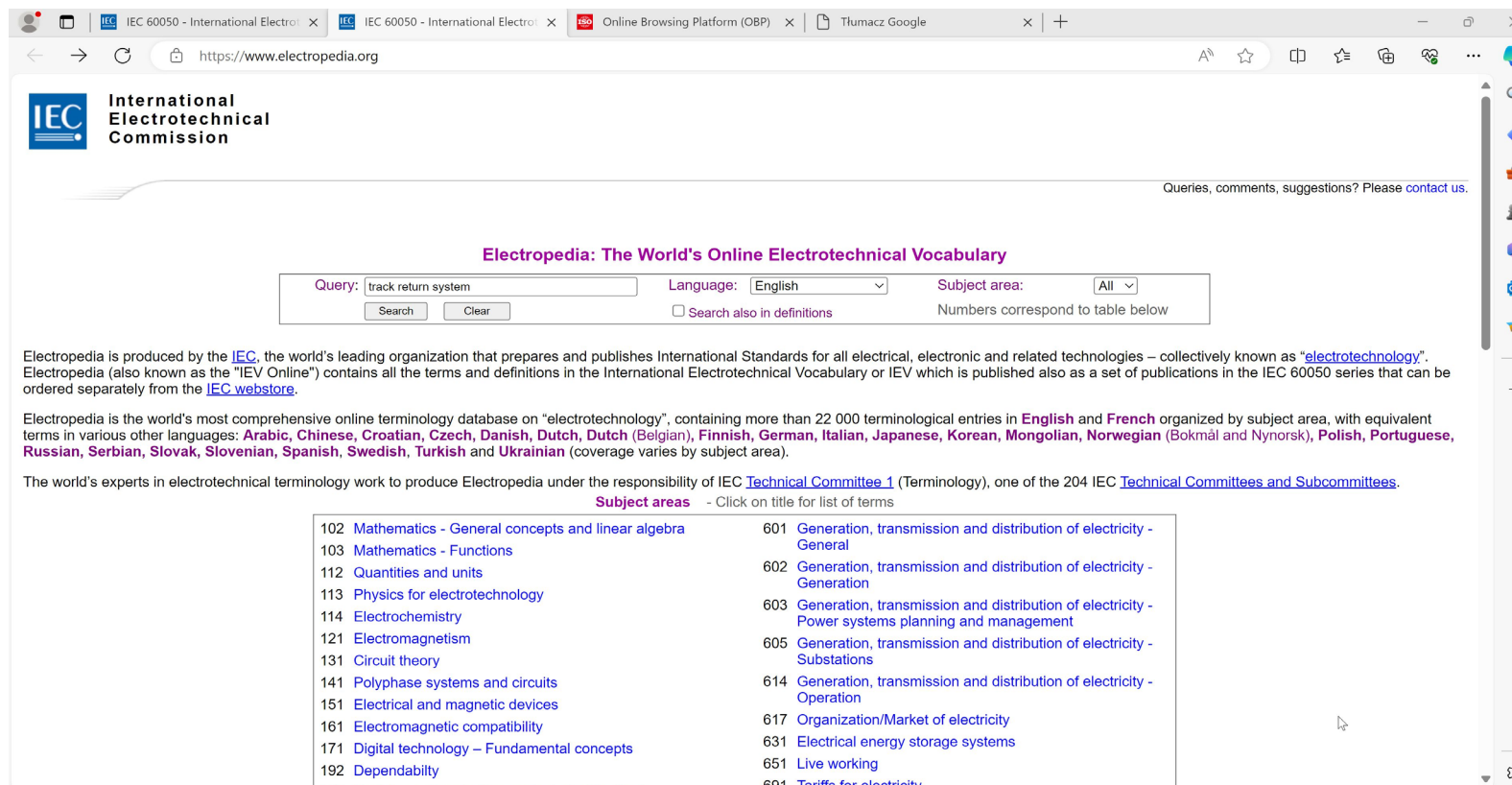
3. Badanie ochrony przeciwporażeniowej od napięć trakcyjnych
4. PN-EN 50122-2: 2022 Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna -- Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego
5. Pomiary konduktancji sieci powrotnych
6. Autorska metoda pomiaru konduktancji sieci powrotnej
7. Wnioski

Terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi

Terminy i definicja związane z systemem sieci powrotnych zgodne z PN-EN 50122-1: 2023-06

Dla potrzeb dokumentu stosuje się poniższe pojęcia i definicje. Definicje te dotyczą wszystkich norm z tej serii.

Elektropedia IEC: dostępna pod adresem <https://www.electropedia.org/>



International Electrotechnical Commission

Queries, comments, suggestions? Please [contact us](#).

Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary

Query: Language: Subject area:

Search also in definitions

Numbers correspond to table below

Electropedia is produced by the [IEC](#), the world's leading organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies – collectively known as “[electrotechnology](#)”. Electropedia (also known as the “IEV Online”) contains all the terms and definitions in the International Electrotechnical Vocabulary or IEV which is published also as a set of publications in the IEC 60050 series that can be ordered separately from the [IEC webstore](#).

Electropedia is the world's most comprehensive online terminology database on “electrotechnology”, containing more than 22 000 terminological entries in **English** and **French** organized by subject area, with equivalent terms in various other languages: **Arabic, Chinese, Croatian, Czech, Danish, Dutch, Dutch (Belgian), Finnish, German, Italian, Japanese, Korean, Mongolian, Norwegian (Bokmål and Nynorsk), Polish, Portuguese, Russian, Serbian, Slovak, Slovenian, Spanish, Swedish, Turkish** and **Ukrainian** (coverage varies by subject area).

The world's experts in electrotechnical terminology work to produce Electropedia under the responsibility of IEC [Technical Committee 1](#) (Terminology), one of the 204 IEC [Technical Committees and Subcommittees](#).

[Subject areas](#) - Click on title for list of terms

102 Mathematics - General concepts and linear algebra	601 Generation, transmission and distribution of electricity - General
103 Mathematics - Functions	602 Generation, transmission and distribution of electricity - Generation
112 Quantities and units	603 Generation, transmission and distribution of electricity - Power systems planning and management
113 Physics for electrotechnology	605 Generation, transmission and distribution of electricity - Substations
114 Electrochemistry	614 Generation, transmission and distribution of electricity - Operation
121 Electromagnetism	617 Organization/Market of electricity
131 Circuit theory	631 Electrical energy storage systems
141 Polyphase systems and circuits	651 Live working
151 Electrical and magnetic devices	691 Tariffs for electricity
161 Electromagnetic compatibility	
171 Digital technology – Fundamental concepts	
192 Dependability	
205	

Terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi

Sieć powrotna

Część **systemu zasilania trakcji elektrycznej**, która nie jest pod napięciem a służy do odprowadzenia prądu do źródła zasilania z takich odbiorów jak pojazdy trakcyjne lub inne urządzenia zasilane z sieci trakcyjnej.

W sieci powrotnej dopuszczalny jest dotyk bezpośredni zarówno w warunkach pracy, jak i awarii

Przewodami przewodzącymi prądy powrotne zarówno w stanach normalnej pracy jak i w stanach awaryjnych są:

- szyny jezdne;
- przewody powrotne (wzmacniające);
- kable powrotne;
- dławiki i linki dławikowe;
- łączniki podłużne;
- łączniki poprzeczne.

Strefa publiczna

Obszar ogólnie dostępny, do której osoby postronne mają celowy dostęp np: perony, przejazdy kolejowe, mosty dla pieszych, obszary dla pieszych

Strefa ograniczona

Obszar, za który odpowiedzialny jest właściwy zarządca infrastruktury kolejowej i do której dostęp mają wyłącznie osoby upoważnione np. linie otwarte, tunele, wiadukty

Terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi

Bezpieczeństwo elektryczne

Jest to stan wolny od nieakceptowalnego poziomu ryzyka pochodzącego od instalacji, urządzeń elektrycznych

Porażenie prądem elektrycznym

Efekt fizjologiczny wynikający z przepływu prądu elektrycznego przez organizm ludzki lub inwentarz żywy

Napięcie dotykowe efektywne U_{te}

Napięcie między częściami przewodzącymi przy jednoczesnym dotknięciu przez człowieka lub inwentarz żywy

Napięcie dotykowe spodziewane U_{tp}

Napięcie między jednocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi, gdy te części przewodzące nie są dotykane przez człowieka lub inwentarz żywy

Uwaga: (grunt jest częścią przewodzącą)

Odsłonięta- część przewodząca

Część przewodząca urządzenia, której można dotknąć i która nie jest normalnie pod napięciem, ale która może stać się pod napięciem, gdy podstawowa izolacja ulegnie awarii

Część czynna

Przewodnik lub część przewodząca przeznaczona do zasilania podczas normalnego użytkowania

Kontakt bezpośredni

Kontakt elektryczny ludzi lub zwierząt z częściami pod napięciem

Kontakt pośredni

Kontakt elektryczny ludzi lub zwierząt z odsłoniętymi częściami przewodzącymi, które stały się pod napięciem w warunkach awarii

Urządzenie ograniczające napięcie VLD

Urządzenie zabezpieczające, którego funkcją jest zapobieganie istnieniu niedopuszczalnego wysokiego napięcia dotykowego

Terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi

Ziemia odniesienia lub w skrócie ziemia –

W elektrotechnice zdefiniowana jest jako przewodząca masa ziemi, której potencjał elektryczny w każdym punkcie jest przyjmowany umownie za równy zero. Grunt na dostatecznej głębokości, który znajduje się poza strefą oddziaływania jakiegokolwiek układu uziemienia uznawany jest za ziemię odniesienia, (czyli o potencjale w każdym punkcie równym zero). Takie założenie przyjmuje się w elektrotechnice, ponieważ pomimo różnej rezystywności gruntów, przekrój takiego „przewodnika” jest nieskończony.

Uziemienie

Podłączenie części przewodzących do odpowiedniego uziomu

Uziom

Część przewodząca, która może być osadzona w określonym ośrodku przewodzącym, w celu kontaktu elektrycznego z ziemią

Uszynienie w układzie otwartym

Podłączenie części przewodzących do obwodu powrotnego za pomocą urządzenia ograniczającego napięcie, które sprawia, że połączenie przewodzące jest tymczasowe lub stałe w przypadku przekroczenia ograniczonej wartości napięcia

potencjał szyny U_{RE}

Napięcie występujące pomiędzy szynami jezdnyymi a ziemią

Torowisko zamknięte

Konstrukcja, w której płaszczyzna główki szyny jest na tym samym poziomie, co otaczająca je powierzchnia

Torowisko otwarte

Konstrukcja, w której płaszczyzna główki szyny jest wyżej, niż otaczająca je powierzchnia

Konduktancja jednostkowa G_{RE}

Odwrotność rezystancji elektrycznej przejścia między szynami a ziemią odniesiona do jednostki długości wyrażona w (S/km)

Terminy i definicje związane z sieciami powrotnymi

Stan awaryjny

Niezamierzony stan spowodowany zwarciami. Jego czas trwania jest uwarunkowany funkcjonowaniem urządzeń ochronnych oraz wyłączników szybkich

Zwarcie

Przypadkowe lub celowe połączenie dwóch lub więcej części przewodzących, wymuszające wartość napięcia pomiędzy tymi częściami równą zero lub zbliżoną do zera

Czas trwania zwarcia

Jest to czas przepływu prądu zwarcia, który jest określony przez prawidłowe działanie zabezpieczeń i wyłączników;

Ustalony prąd zwarcia

Jest to wartość prądu zwarcia w systemach trakcyjnych DC jakiej osiągnięcie jest spodziewane w przypadku braku wyłączenia zwarcia;

Prąd odcięcia

Jest to maksymalna chwilowa wartość prądu osiągnięta podczas zwarcia, przerwane przez wyłącznik lub bezpiecznik;

Strefa górnej sieci jezdnej (OCLZ)

Strefa, której granice na ogół nie są przekraczane przez zerwaną sieć jezdnią;

Strefa odbieraka prądu (CCZ)

Strefa, której granice na ogół nie są przekraczane przez odbierak znajdujący się pod napięciem, lub uszkodzony odbierak i jego elementy;

Prąd błądzący

Ta część prądu trakcyjnego – powrotnego która płynie drogami innymi niż zamierzone (siecią powrotną);

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(TSI Energia)

ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1301/2014

z dnia 18 listopada 2014 r.

w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii

(Tekst mający znaczenie dla EOG)

(Dz.U. L 356 z 12.12.2014, s. 179)

zmienione przez:

		Dziennik Urzędowy		
		nr	strona	data
► <u>M1</u>	Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2018/868 z dnia 13 czerwca 2018 r.	L 149	16	14.6.2018
► <u>M2</u>	Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/776 z dnia 16 maja 2019 r.	L 139I	108	27.5.2019
► <u>M3</u>	Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2023/1694 z dnia 10 sierpnia 2023 r.	L 222	88	8.9.2023

sprostowane przez:

- **C1** Sprostowanie, Dz.U. L 13 z 20.1.2015, s. 13 (1301/2014)
- **C2** Sprostowanie, Dz.U. L 127 z 16.5.2019, s. 80 (1301/2014)

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(TSI Energia)

Definicja podsystemu energia:

Wszystkie urządzenia stacjonarne niezbędne do osiągnięcia interoperacyjności mające zapewnić zasilanie pociągu energią elektryczną.

„**interoperacyjność**” oznacza zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego przejazdu pociągów spełniających wymagany stopień wydajności;

Sieć powrotna (definicja według TSI)

Wszelkie elementy przewodzące, które tworzą przewidywaną drogę powrotną dla prądu trakcyjnego.

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (TSI Energia)

Sieć trakcyjna (TSI – składnik interoperacyjności)

Obejmuje niżej wymienione elementy instalowane w obrębie podsystemu „Energia” oraz dotyczące ich zasady projektowania i przygotowania do eksploatacji.

Sieć powrotna nie należy do składnika interoperacyjności, jest ona objęta wymaganiami dotyczącymi podsystemu tylko w zakresie dotyczącym interoperacyjności

Podsystem „Energia” obejmuje:

- a) podstacje: podstacje podłączone po stronie pierwotnej do sieci wysokiego napięcia i umożliwiające transformację lub przekształcenie wysokiego napięcia na napięcie sieci trakcyjnej, które jest odpowiednie dla pociągów. Strona wtórna podstacji połączona jest z systemem sieci trakcyjnej kolei;
- b) kabiny sekcyjne: wyposażenie elektryczne rozmieszczone między podstacjami w celu zasilenia i równoległego połączenia sieci trakcyjnej oraz zapewnienia zabezpieczenia, separacji i zasilania pomocniczego;
- c) sekcje separacji: wyposażenie niezbędne do umożliwienia przejścia między różnymi systemami zasilania elektrycznego lub między różnymi fazami tego samego systemu zasilania elektrycznego;
- d) system sieci trakcyjnej: system, który rozdziela energię elektryczną do pociągów znajdujących się na szlaku kolejowym i przekazuje ją do pociągów za pośrednictwem odbieraków prądu. System sieci trakcyjnej jest również wyposażony w ręcznie lub zdalnie sterowane odłączniki wymagane w celu odizolowania sekcji lub grup sieci trakcyjnej stosownie do potrzeb eksploatacyjnych. Linie zasilające także należą do systemu sieci trakcyjnej;
- e) sieć powrotna: wszelkie elementy przewodzące, które tworzą przewidywaną drogę powrotną dla prądu trakcyjnego. Sieć powrotna, rozpatrywana w tym aspekcie, należy więc do podsystemu „Energia” i posiada interfejs z podsystemem „Infrastruktura”.**
- f) przytorową część systemu pomiaru zużycia energii elektrycznej...

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(TSI Energia)

Podstawowe parametry określające podsystem

1. Wydajność systemu zasilania sieci trakcyjnej;
2. Geometria sieci trakcyjnej oraz jakość odbioru prądu;
3. Naziemny system gromadzenia danych o zużyciu energii;
4. Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym;

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (TSI Energia)

Weryfikacja podsystemu „Energia” Dodatek B Tabela B1

Weryfikacja WE podsystemu „Energia”

Parametry podstawowe	Etap oceny			
	Etap projektowania i rozwoju	Faza produkcji		
		Przegląd projektu	Konstrukcja, montaż, zamocowanie	Montaż przed oddaniem do eksploatacji
Napięcie i częstotliwość — 4.2.3	X	nd.	nd.	nd.
►M3 Wydajność zasilania sieci trakcyjnej — 4.2.4 ◀	X	nd.	nd.	nd.
►M3 Tylko dla systemów szeregoprądowych: Prąd postojowy — 4.2.5 ◀	X (†)	nd.	nd.	nd.
Hamowanie odzyskowe — 4.2.6	X	nd.	nd.	nd.
Organizacja, koordynacja, zabezpieczeń elektrycznych — 4.2.7	X	nd.	X	nd.
Zakłócenia harmoniczne i dynamiczne systemów zasilania sieci trakcyjnej prądem przemiennym — 4.2.8.	X	nd.	nd.	nd.
geometria sieci trakcyjnej — 4.2.9	X (†)	nd.	nd. (‡)	nd.
Skrajnia pantografu — 4.2.10	X	nd.	nd.	nd.
Średnia siła nacisku — 4.2.11	X (†)	nd.	nd.	nd.
Charakterystyka dynamiczna i jakość odbioru prądu — 4.2.12	X (†)	nd.	X (‡) (‡)	nd. (‡)
Rozstaw pantografów na potrzeby konstrukcji sieci trakcyjnej — 4.2.13	X (†)	nd.	nd.	nd.
Materiał przewodu jezdnego — 4.2.14	X (†)	nd.	nd.	nd.
Sekcje separacji faz — 4.2.15	X	nd.	nd.	nd.
Sekcje separacji systemów — 4.2.16	X	nd.	nd.	nd.

Parametry podstawowe	Etap oceny			
	Etap projektowania i rozwoju	Faza produkcji		
		Przegląd projektu	Konstrukcja, montaż, zamocowanie	Montaż przed oddaniem do eksploatacji
Naziemny system gromadzenia danych o zużyciu energii — 4.2.17	nd.	nd.	nd.	nd.
Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym 4.2.18	X	X (†)	X (†)	nd.
Zasady utrzymania — 4.2	nd.	nd.	X	nd.

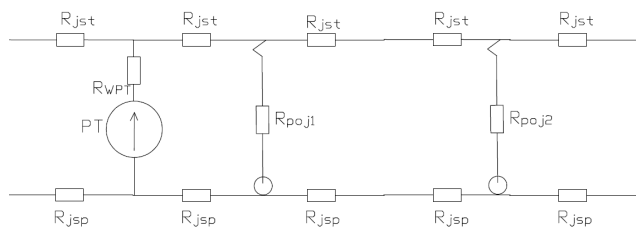
nd.: nie dotyczy
 (†) Przeprowadza się tylko w przypadku, gdy sieć trakcyjna nie została poddana ocenie jako składnik interoperacyjności.
 (‡) Walidację w warunkach pełnej eksploatacji przeprowadza się jedynie w przypadku gdy nie jest możliwa walidacja na etapie „Montaż przed oddaniem do eksploatacji”.
 (‡) Przeprowadza się jako alternatywną metodę oceny, w przypadku gdy dynamiczna charakterystyka sieci trakcyjnej zintegrowanej z podsystemem nie jest mierzona (zob. pkt 6.2.4.5).
 (‡) Przeprowadza się, w przypadku gdy kontrola nie jest przeprowadzana przez inny niezależny organ.

Podczas weryfikacji podsystemu energia parametry elektryczne sieci powrotnej mają znaczenie przy:

- Weryfikacji wydajności zasilania sieci trakcyjnej
- Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (TSI Energia)

Ocena wydajności zasilania sieci trakcyjnej



Rezystancja jednostkowa sieci jezdnej i sieci powrotnej

Przekrój sieci jezdnej [mm ²]	Rezystancja jednostkowa sieci jezdnej [mΩ/km]	Sieć powrotna jednotorowa	
			Rezystancja jednostkowa sieci powrotnej [mΩ/km]
320	60,1	Sieć powrotna, szyny 60E1 spawane lub zgrzewane	15,0
440	42,8	Sieć powrotna, zbudowana z szyn 49E1 o długości 30 m z połączeniami łubkowymi i łącznikami podłużnymi Cu 150 mm ² lub Al. 185 mm ² , mocowanymi poprzez kołki stożkowe	20,4
450	42,3		

Weryfikację środków ochrony przed porażeniem elektrycznym należy wykonać na etapie projektu i przed oddaniem do eksploatacji. Omówienie w dalszej części

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (TSI Energia)

Podczas weryfikacji podsystemu energia należy:

Potwierdzić skuteczność zastosowanych środków ochrony przed porażeniem elektrycznym,

Należy wykonać na etapie projektu i na etapie zabudowy przed oddaniem do eksploatacji, poprzez potwierdzenie zgodności z PN-EN 50122-1:2022

Zmiany w TSI

<p>Nr dotychczasowego dokumentu normatywnego</p> <p>Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. z uwzględnieniem zmian wprowadzonych Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji (UE) 2018/868 z dnia 13 czerwca 2018 r. i Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji (UE) 2019/776 z dnia 16 maja 2019 r.;</p>	<p>Nr uaktualnionego dokumentu normatywnego</p> <p>Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2023/1694 z dnia 10 sierpnia 2023 r.</p>
<p>Treść Wymagania Punkt 4.2.18</p>	<p>Treść Wymagania Punkt 4.2.18</p>
<p>Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym</p> <p>Bezpieczeństwo elektryczne systemu sieci trakcyjnej oraz zabezpieczenia przeciwporażeniowe zapewnia się poprzez spełnienie wymagań normy EN 50122-1: 2011+A1:2011, pkt 5.2.1 (jedynie w przypadku miejsc publicznych), 5.3.1, 5.3.2, 6.1, 6.2 (z wyjątkiem wymagań dotyczących połączeń dla obwodów torowych), a w odniesieniu do wartości granicznych napięcia prądu przemiennego odnoszących się do bezpieczeństwa osób — poprzez spełnienie wymagań pkt 9.2.2.1 i 9.2.2.2 wspomnianej normy, zaś w odniesieniu do wartości granicznych napięcia prądu stałego — poprzez spełnienie wymagań pkt 9.3.2.1 i 9.3.2.2 przedmiotowej normy.</p>	<p>Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym</p> <p>Bezpieczeństwo elektryczne systemu sieci trakcyjnej oraz zabezpieczenia przeciwporażeniowe zapewnia się poprzez zgodność ze specyfikacją wymienioną w dodatku E, indeks [4] (EN 50122-1:2022), a w odniesieniu do wartości granicznych napięcia prądu przemiennego dla bezpieczeństwa osób i wartości granicznych napięcia prądu stałego — poprzez zgodność ze specyfikacją wymienioną w dodatku E, indeks [4] (EN 50122-1:2022).</p>

**Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie
dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych)**

**ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU¹⁾**

z dnia 13 maja 2014 r.

w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych²⁾

Na podstawie art. 22f ust. 14 ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2020 r. poz. 1043, 1378 i 1778) zarządza się, co następuje:

Rozdział 1

Przepisy ogólne

§ 1. Rozporządzenie określa:

- 1) tryb wydawania, odmowy wydania i cofania świadectw dopuszczenia do eksploatacji typu;
- 2) wykaz rodzajów budowli, urządzeń oraz pojazdów kolejowych, dla których wymagane jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu;
- 3) zakres badań technicznych koniecznych do wydania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu oraz stwierdzenia zgodności z typem;
- 4) szczegółowe warunki i tryb wydawania certyfikatów zgodności typu, certyfikatów zgodności z typem oraz deklaracji zgodności z typem;
- 5) warunki przeprowadzania prób eksploatacyjnych;
- 6) procedurę oceny zgodności z typem;
- 7) wzór:
 - a) świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu,
 - b) certyfikatu zgodności typu,
 - c) certyfikatu zgodności z typem,
 - d) deklaracji zgodności z typem.

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie
dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych)

Rozdział 3

Wykaz rodzajów budowli, urządzeń oraz pojazdów kolejowych, dla których wymagane jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu;

Rozporządzenie wymienia następujące urządzenia wchodzące w skład podsystemu strukturalnego na które należy uzyskać świadectwo dopuszczenia do eksploatacji typu, są to między innymi:

- **dławik torowy;**
- **linki dławikowe;**
- **system sieci powrotnej (jako całość) jest budowlą**

Zgodnie z definicją sieci powrotnej są wszelkie elementy przewodzące, które tworzą przewidywaną drogę powrotną dla prądu trakcyjnego

- dławik torowy;
- linki dławikowe;

Są elementami sieci powrotnej

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie
dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych)

Rozdział 4

Zakres badań technicznych koniecznych do wydania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu oraz stwierdzenia zgodności z typem (dla wymienionych urządzeń)

Zakres badań technicznych dla wszystkich typów urządzeń obejmuje:

- 1) badanie zgodności z wymaganiami określonymi we właściwych, dla danego typu urządzeń, specyfikacjach technicznych i dokumentach normalizacyjnych;
- 2) analizę wyników prób eksploatacyjnych;
- 3) badanie interfejsów z przewidzianymi do zabudowy urządzeniami powiązаныmi, dla których wymagane jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu.

- **dla dławika torowego dodatkowo**

- a) oględziny i sprawdzenie zgodności z dokumentacją techniczną,
- b) sprawdzenie indukcyjności i impedancji,
- c) sprawdzenie impedancji izolacji,
- d) sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- e) sprawdzenie odporności na wibracje,
- f) sprawdzenie odporności na przepływ prądu zwarciovego;



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie
dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych)

Rozdział 4

Zakres badań technicznych koniecznych do wydania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu oraz stwierdzenia zgodności z typem (dla wymienionych urządzeń)

- dla linii dławikowych dodatkowo

- a) oględziny i sprawdzenie zgodności z dokumentacją techniczną,
- b) sprawdzenie rezystancji izolacji,
- c) sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- d) sprawdzenie temperatury nagrzewania,
- e) sprawdzenie odporności powłoki izolacyjnej na temperaturę,
- f) sprawdzenie odporności na korozję – wpływ mgły solnej;

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej
(Rozporządzenie ministra infrastruktury i rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie
dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych)

Rozdział 4

Zakres badań technicznych koniecznych do wydania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu oraz stwierdzenia zgodności z typem (dla wymienionych budowli)

- dla systemu sieci powrotnej

- a) ocenę jednostkowej konduktancji przejścia pomiędzy szynami a ziemią,
- b) ocenę wytrzymałości układów mocowania,
- c) ocenę skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- d) ocenę skuteczności ochrony taboru oraz urządzeń sterowania ruchem kolejowym przeciw wyładowaniom atmosferycznym.

Ocena wytrzymałości systemu mocowania System przytwierdzeń jest składnikiem interoperacyjności, dlatego wnioskujący powinien przedłożyć deklaracji zgodności WE składnika interoperacyjności na zastosowany system przytwierdzeń.

ocenę skuteczności ochrony taboru oraz urządzeń sterowania ruchem kolejowym przeciw wyładowaniom atmosferycznym

Sieć powrotna w systemie zasilania DC jest izolowana od ziemi. W systemie uszynienia grupowego lina uszynienia grupowego jest element najwyżej umieszczonym nad siecią powrotną, chroni więc nie tylko sieć trakcyjną ale i sieć powrotną przed wyładowaniami atmosferycznymi. Energia tych wyładowań jest rozpraszana przez uziemienie każdego z słupów trakcyjnych. Ponadto wykonawcy swoich typów sieci powrotnych powinni wymagać aby przy dołączaniu jakichkolwiek urządzeń, czujników do sieci powrotnej były stosowane ograniczniki przepięć w dołączanym urządzeniu

Pozostałe badania z punktu a i c zostaną omówione w dalszej części

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.)

Wymagania dotyczące sieci powrotnych Dział III Rozdział 10 Urządzenia zasilania elektrotrakcyjnego

§ 57. 1. Obwód zasilania trakcyjnego obejmujący urządzenia podstacji trakcyjnych (kabin sekcyjnych), linie zasilaczy, trakcyjną sieć jezdnią i powrotną powinien zapewnić wyłączalność prądów zwarców w pojazdach trakcyjnych i elementach tego obwodu.

2. W systemie zasilania prądem stałym ochrona przeciwporażeniowa polega na zastosowaniu obwodu zasilania umożliwiającego szybkie wyłączenie przepływu prądu w przypadku powstania zwarcia; dla zapewnienia wyłączalności prądu zwarcia doziemnego konieczne jest stosowanie uszynień.

3. Metalowe konstrukcje naziemne, usytuowane w pasie linii kolejowej w odległości mniejszej niż 5 m od osi skrajnego toru zelektryfikowanego, powinny być przyłączone do sieci powrotnej (uszynione).

4. Podłączenie do sieci powrotnej powinno być wykonane jako uszynienie indywidualne lub grupowe. Przy stosowaniu uszynień indywidualnych konstrukcje wsporcze sieci jezdnej usytuowane w miejscach ogólnodostępnych lub wyposażonych w urządzenia wymagające obsługi powinny być uszynione podwójnie. Przy stosowaniu uszynień grupowych podłączenie do sieci powrotnej powinno być wykonane za pośrednictwem odpowiednich zwierników zapewniających przepływ prądu tylko w warunkach zakłóceń; system uszynień indywidualnych i grupowych powinien spełniać wymagania Polskiej Normy dotyczącej upływu prądów błędnych.

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej (ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.)

5. Jeżeli szyny toru kolejowego stanowią sieć powrotną, średnia rezystancja jednego toku szynowego względem ziemi nie może wynosić mniej niż 0,5 omokilometra. Dla zapewnienia tego warunku odległość warstwy tłucznia od stopki szyny powinna wynosić nie mniej niż 30 mm.

6. Szyny kolejowe nie zespawane w tor bezстыkowy powinny być połączone łącznikami szynowymi przytwierdzonymi do szyny przez spawanie, lutowanie, wciskanie, skręcanie lub w inny sposób dopuszczony przez zarząd kolei. Konstrukcja łączników szynowych nie powinna zwiększać ogólnej rezystancji sieci powrotnej o więcej niż 20%. Zabrania się łączenia łączników szynowych do stopki lub szyjki szyny poprzez spawanie.

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

Warszawa, dnia 14 lutego 2024 r.



**Prezes
Urzędu Transportu
Kolejowego**

LISTA

PREZESA URZĘDU TRANSPORTU KOLEJOWEGO W SPRAWIE WŁAŚCIWYCH KRAJOWYCH SPECYFIKACJI TECHNICZNYCH I DOKUMENTÓW NORMALIZACYJNYCH, KTÓRYCH ZASTOSOWANIE UMOŻLIWIA SPEŁNIENIE ZASADNICZYCH WYMAGAŃ SYSTEMU KOLEI

Na podstawie art. 25d ust. 1 ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2023 r. poz. 1720, 1786 i 2029) ustala się listę właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań systemu kolei.

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

PODSYSTEM ENERGIA

3) wymagania dla rodzajów urządzeń kolejowych dla których konieczne jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu przeznaczonego do prowadzenia ruchu kolejowego, w przypadkach, o których mowa w art. 25d ust. 1 pkt 2 i pkt 6 ustawy o transporcie kolejowym

Lp.	ROZWIĄZANIA AKCEPTOWANE wg WYMAGAŃ KRAJOWYCH	KRAJOWE WYMAGANIA, SPECYFIKACJE TECHNICZNE i DOKUMENTY NORMALIZACYJNE	WYMAGANIA ZASADNICZE						
			4	5	6	7	8	9	
			BEZPIECZEŃSTWO	NIEZAWOD. I DOSTĘPNOŚĆ	OCHRONA ŚRODOWISKA.	ZDROWIE	ZGODNOŚĆ TECHNICZNA	OSOBY z OGR. RUCHU	
1	Dławik torowy	Punkt 6.2.2 PN-EN 50122-2:2011					X		
2	Linki dławikowe	§ 57 ust. 6 Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych	X		X	X			
5	System sieci powrotnej	§ 57 ust. 3, 5, 6 Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych	X		X				
		Punkty 5, 6 PN-EN 50121-5:2017-05+A1:2019-07	X		X	X	X		

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

Dławik torowy: punkt 6.2.2 PN EN 50122-2 :2011

6.2 Sieć powrotna

6.2.1 Ogólne

6.2.2 Rezystancja szyn jezdnych

Rezystancja wzdłużna szyn jezdnych powinna być mała. Dlatego też złącza szynowe powinny być spawane lub łączone łącznikami szynowymi podłużnymi o niskiej rezystancji tak, aby istnienie tych złączeń nie powodowało wzrostu rezystancji wzdłużnej szyn o więcej niż 5%. Rezystancję wzdłużną można ograniczać stosując szyny o większym przekroju i/lub poprzez stosowanie połączeń poprzecznych międzytokowych i/lub międzytorowych, tam gdzie zastosowany system sterowania ruchem na to pozwala.

6.2.3 Budowa torowisk

6.2.4 Przewody powrotne

6.2.5 Kable powrotne

6.2.6 Separacja elektryczna pomiędzy siecią powrotną i elementami systemu mogącymi działać jak elektroda ziemna

6.2.7 Połączenia poprzeczne międzytokowe i międzytorowe

Komentarz: Przywołany w Liście Prezesa UTK punkt normy nie dotyczy dławika torowego !

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

Linki dławikowe: § 57 ust. 6 Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych...

6. Szyny kolejowe nie zespawane w tor bezстыkowy powinny być połączone łącznikami szynowymi przytwierdzonymi do szyny przez spawanie, lutowanie, wciskanie, skręcanie lub w inny sposób dopuszczony przez zarząd kolei. Konstrukcja łączników szynowych nie powinna zwiększać ogólnej rezystancji sieci powrotnej o więcej niż 20%. Zabrania się łączenia łączników szynowych do stopki lub szyjki szyny poprzez spawanie.

Komentarz: Przywołany w Liście prezesa UTK punkt rozporządzenia nie dotyczy linek dławikowych!

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

System sieci powrotnej: § 57 ust. 3, 5, 6 Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych...

§ 57. 1. Obwód zasilania trakcyjnego obejmujący urządzenia podstacji trakcyjnych (kabin sekcyjnych), linie zasilaczy, trakcyjną sieć jezdnią i powrotną powinien zapewnić wyłączalność prądów zwarć w pojazdach trakcyjnych i elementach tego obwodu.

2. W systemie zasilania prądem stałym ochrona przeciwporażeniowa polega na zastosowaniu obwodu zasilania umożliwiającego szybkie wyłączenie przepływu prądu w przypadku powstania zwarcia; dla zapewnienia wyłączalności prądu zwarcia doziemnego konieczne jest stosowanie uszynień.

3. Metalowe konstrukcje naziemne, usytuowane w pasie linii kolejowej w odległości mniejszej niż 5 m od osi skrajnego toru zelektryfikowanego, powinny być przyłączone do sieci powrotnej (uszynione).

4. Podłączenie do sieci powrotnej powinno być wykonane jako uszynienie indywidualne lub grupowe. Przy stosowaniu uszynień indywidualnych konstrukcje wsporcze sieci jezdnej usytuowane w miejscach ogólnodostępnych lub wyposażonych w urządzenia wymagające obsługi powinny być uszynione podwójnie. Przy stosowaniu uszynień grupowych podłączenie do sieci powrotnej powinno być wykonane za pośrednictwem odpowiednich zwierników zapewniających przepływ prądu tylko w warunkach zakłóceń; system uszynień indywidualnych i grupowych powinien spełniać wymagania Polskiej Normy dotyczącej upływu prądów błędnych.

5. Jeżeli szyny toru kolejowego stanowią sieć powrotną, średnia rezystancja jednego toku szynowego względem ziemi nie może wynosić mniej niż 0,5 omokilometra. Dla zapewnienia tego warunku odległość warstwy tłucznia od stopki szyny powinna wynosić nie mniej niż 30 mm.

6. Szyny kolejowe nie zespawane w tor bezстыkowy powinny być połączone łącznikami szynowymi przytwierdzonymi do szyny przez spawanie, lutowanie, wciskanie, skręcanie lub w inny sposób dopuszczony przez zarząd kolei. Konstrukcja łączników szynowych nie powinna zwiększać ogólnej rezystancji sieci powrotnej o więcej niż 20%. Zabrania się łączenia łączników szynowych do stopki lub szyjki szyny poprzez spawanie

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego W Sprawie Właściwych Krajowych Specyfikacji Technicznych i Dokumentów Normalizacyjnych, Których Zastosowanie Umożliwia Spełnienie Zasadniczych Wymagań Systemu Kolei – wydanie z dnia 14 lutego 2024 r.

System sieci powrotnej: Punkty 5, 6 PN-EN 50121-5: 2017-05+A1:2019-07

- 5. Badania emisji i wartości graniczne
- 6. Wymogi dotyczące odporności

Przywołana norma PN-EN 50121-5 „Zastosowania kolejowe Kompatybilność elektromagnetyczna Część 5: Emisja i odporność aparatury oraz urządzenia stacjonarne systemu zasilania energią” dotyczy Kompatybilności Elektromagnetycznej. Punkt 5 dotyczy badań emisji i wartości granicznych, punkt 6 dotyczy odporności urządzeń.

Ponadto, zakres zastosowania normy określa, że norma ta ma zastosowanie między innymi do elementów aparatury, które znajdują się wzdłuż toru w celu dostarczania energii elektrycznej w inny sposób niż za pomocą przewodów stosowanych do odbioru prądu kontaktowego i powiązanych przewodów powrotnych, czyli nie obejmuje on sieci jezdnej i sieci powrotnej.

Z uwagi na powyższe w ocenie systemu sieci powrotnej wskazane w Liście Prezesa UTK norma nie ma zastosowania

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1: 2022 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym



POLSKA NORMA

ICS 29.280

PN-EN 50122-1

Wprowadza

EN 50122-1:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 50122-1:2011

Zastosowania kolejowe

Urządzenia stacjonarne

Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna

Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Norma Europejska EN 50122-1:2022 *Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock* ma status Polskiej Normy

Norma określa wymagania co do środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach stacjonarnych systemów trakcyjnych AC i DC i w innych instalacjach, które mogą być narażone na oddziaływanie trakcji elektrycznej

Spełnienie wymagań normy jest konieczne przy:

- weryfikacji podsystemu energia, etap projektu i etap zabudowy (TSI ENE)
- wykonywaniu badań niezbędnych do uzyskania certyfikatu zgodności typu na system sieci powrotnej (rozp. 720)
- wykonywaniu badań niezbędnych do uzyskania certyfikatu zgodności z typem na system sieci powrotnej (rozp. 720)
- wykonywaniu badań niezbędnych do wystawieniem deklaracji zgodności z typem dla zabudowanego typu systemu sieci powrotnej

50122-1: 2022 stron 113

50122-1: 2011 stron 81

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Strefa górnej sieci jezdnej i strefa odbieraka prądu Strefy zostały określone dla celów zapewnienia odpowiednich środków ochrony przeciwporażeniowej:

Strefy CCZ- strefa odbieraka prądu i OCLZ – strefa górnej sieci jezdnej. Są to strefy, których granice nie są zazwyczaj przekraczane przez zerwaną sieć jezdnią lub odbierak prądu wraz z jego elementami, który utracił kontakt z siecią jezdnią lub też uległ połamaniu

TOR powierzchnia główki szyny

HP najwyższy punkt sieci jezdnej

OCLZ strefa górnej sieci jezdnej

CCZ strefa odbieraka prądu

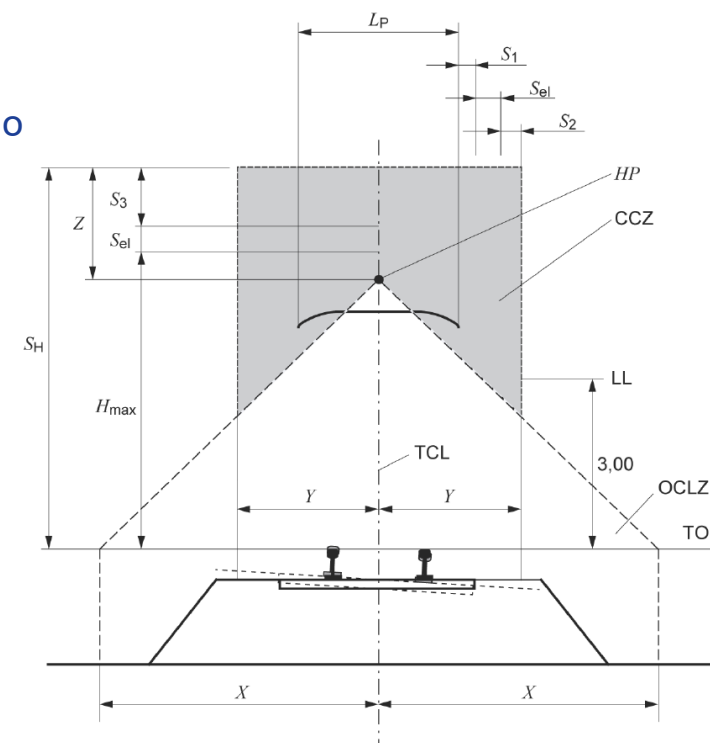
TCL oś toru

X maksymalny poziomy wymiar jednokierunkowy (połowy) strefy górnej sieci jezdnej, na wysokości główki szyny

Y maksymalny poziomy wymiar jednokierunkowy (połowy) strefy górnej sieci jezdnej

Z odległość pomiędzy punktem HP a punktem SH

Hmax największa wysokość w pełni podniesionego odbieraka prądu



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Strefa górnej sieci jezdnej i strefa odbieraka prądu

Strefy zostały określone dla celów zapewnienia odpowiednich środków ochrony przeciwporażeniowej:

Strefy CCZ- strefa odbieraka prądu i OCLZ – strefa górnej sieci jezdnej. Są to strefy, których granice nie są zazwyczaj przekraczane przez zerwaną sieć jezdnią lub odbierak prądu wraz z jego elementami, który utracił kontakt z siecią jezdnią lub też uległ połamaniu

S1 szerokość ruchów poprzecznych odbieraka prądu

S2 poprzeczna odległość bezpieczeństwa dla połamanego, lub pozbawionego kontaktu z siecią pantografu

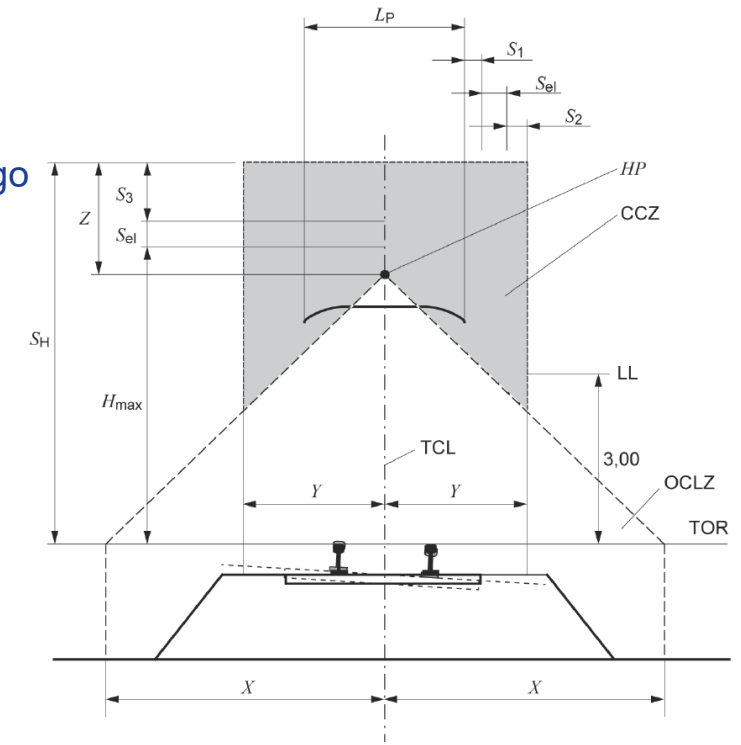
S3 pionowa odległość bezpieczeństwa dla połamanego, lub pozbawionego kontaktu z siecią pantografu

Sel odstęp elektryczny (= d zgodnie z 5.1)

SH największa wysokość strefy odbieraka prądu

LP szerokość odbieraka prądu

Hmax największa wysokość w pełni podniesionego odbieraka prądu



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Dla parametrów X , Y , Z podanych na rysunku zalecane wartości w normie z 2022, dla kolei normalnotorowych wynoszą:
 $X = 4 \text{ m}$; $Y = 2 \text{ m}$; $Z = 2 \text{ m}$.

Według normy PN-EN 50122-1 2011, norma podaje że parametry te powinny być zdefiniowane przez przepisy krajowe i podaje parametry przewodnie które wynoszą: $X = 4 \text{ m}$; $Y = 2 \text{ m}$; $Z = 2 \text{ m}$

§ 57. (ROZPORZĄDZENIA MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ

z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.)

3. Metalowe konstrukcje naziemne, usytuowane w pasie linii kolejowej w odległości mniejszej niż 5 m od osi skrajnego toru zelektryfikowanego, powinny być przyłączone do sieci powrotnej (uszynione). Na podstawie tego zapisu wynika że $X = 5 \text{ m}$

Według normy PN-EN 50122-1 2002, norma podaje że parametry te powinny być określone przepisami krajowymi

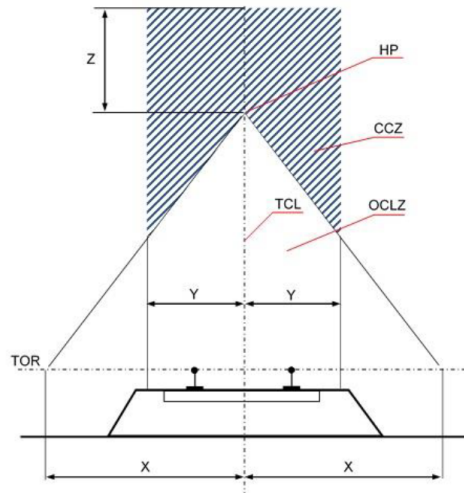
Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

let 2 INSTRUKCJA utrzymania sieci trakcyjnej, $X = 5 \text{ m}$; $Y = 1,7 \text{ m}$; $Z = 0,7 \text{ m}$

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: $X = 5 \text{ m}$; $Y = 1,7 \text{ m}$; $Z = 0,7 \text{ m}$,



Rys 2.2.1. Strefa oddziaływania trakcji elektrycznej: strefa górnej sieci jezdnej OCLZ i strefa pantografu CCZ (wg PN-EN 50122-1:2011), gdzie:
HP – najwyższy punkt górnej sieci jezdnej, OCLZ – strefa górnej sieci jezdnej,
TOR – poziom główki szyny, CCZ – strefa pantografu, TCL – oś toru
 $X = 5,00 \text{ m}$ $Y = 1,7 \text{ m}$ $Z = 0,7 \text{ m}$

Więc jakie są te odległości



Przyjmując wartości bardziej bezpieczne: $X = 5 \text{ m}$, $Y = 2 \text{ m}$, $Z = 2 \text{ m}$

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim:

Dotyczy ochrony przed kontaktem z częściami czynnymi znajdującymi się w normalnych warunkach pod napięciem

Nie dotyczy to elementów sieci powrotnej tylko sieci jezdnej



Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim:

- zabezpieczenie za pomocą odstępów izolacyjnych;
- zabezpieczenie za pomocą przeszkód, barier

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim:

Jest to ochrona przed dotykiem ludzi lub zwierząt z odsłoniętymi częściami przewodzącymi, które normalnie nie są pod napięciem ale mogą stać się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej



Strefa publiczna
Obszar ogólnie dostępny, do której osoby
postronne mają celowy dostęp

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim:

Wszystkie odsłonięte części przewodzące znajdujące się całkowicie lub częściowo w strefie sieci jezdnej OCLZ lub w strefie pantografu CCZ mogą znaleźć się pod napięciem trakcyjnym w wyniku uszkodzenia izolacji, zerwania sieci jezdnej lub uszkodzenia pantografu

Dla takich części wymagane jest zapewnienie skutecznych środków ochrony przed dotykiem pośrednim

W systemach trakcyjnych prądu stałego ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim jest realizowana poprzez uszynienie:

- bezpośrednio
- w układzie otwartym

Uszynienie powinno ograniczyć napięcie dotykowe do poziomu bezpiecznego natomiast wyłączenie zasilania następuje przez wyłącznik szybki prądu stałego wyposażony w wyzwalacz nadprądowy

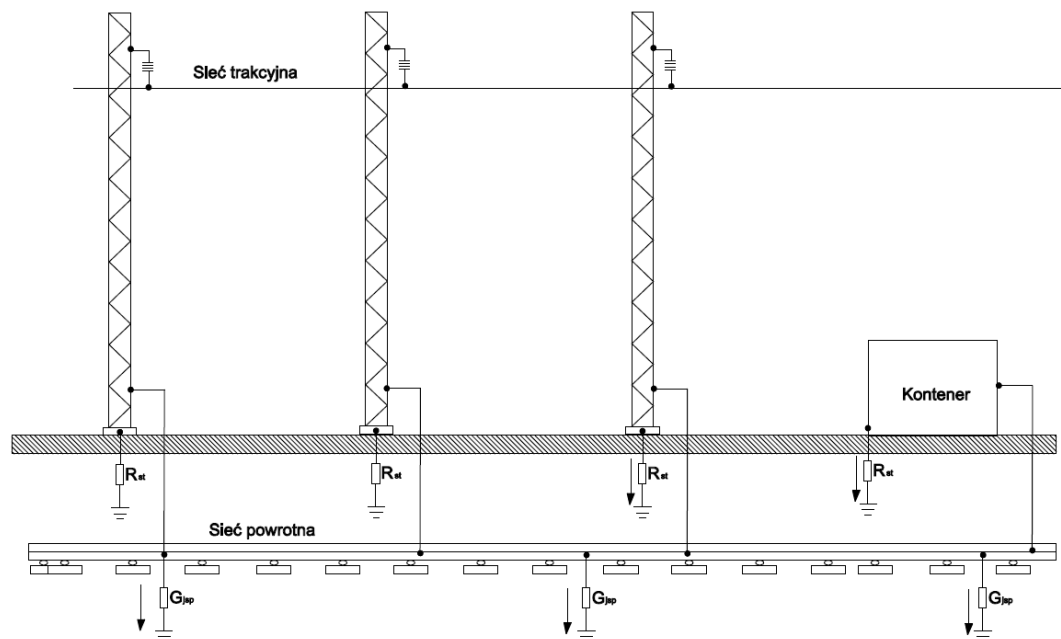
Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim:

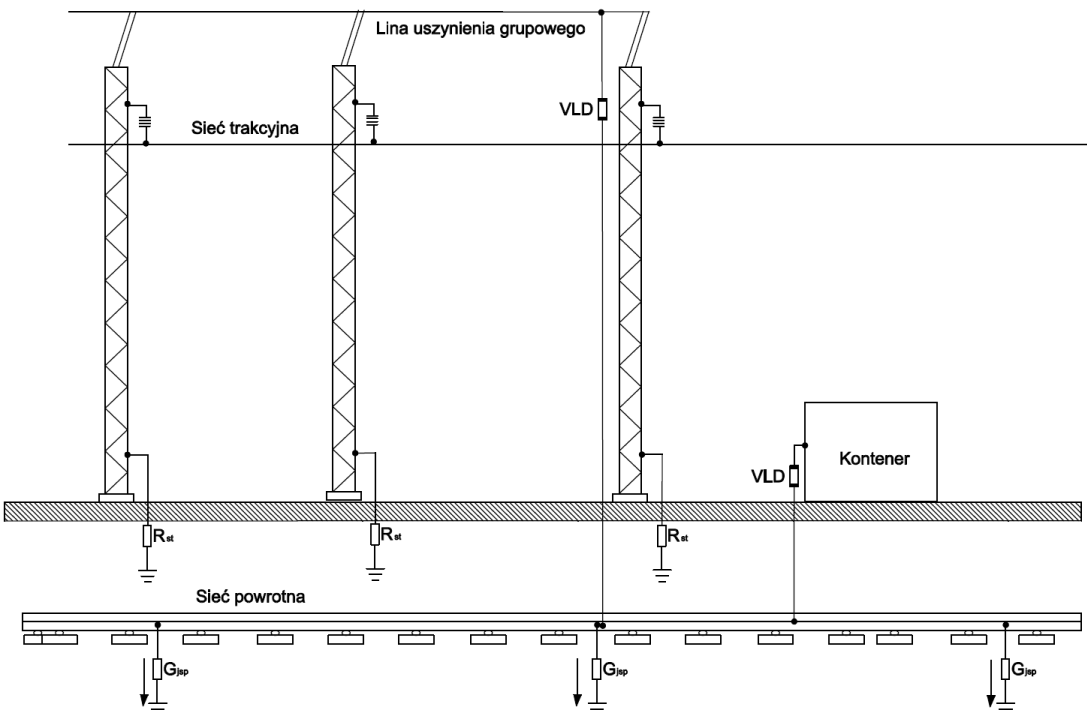
- **Uszynienie bezpośrednie** polega na bezpośrednim połączeniu chronionego obiektu z siecią powrotną (szynami toru) za pomocą przewodu uszyniającego o odpowiednim przekroju, dobranym do prądu zwarcia instalacji



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacyjne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej



Środki ochrony przed dotykiem pośrednim:

- **Uszynienie w układzie otwartym** polega na połączeniu chronionego obiektu z siecią powrotną (szynami toru) poprzez urządzenie ograniczające napięcie (tzw. ogranicznik niskonapięciowy) o odpowiednich parametrach
- **Uszynienie grupowe w układzie otwartym** polega na połączeniu całej grupy chronionych urządzeń z siecią powrotną (szynami toru) poprzez urządzenie ograniczające napięcie (tzw. ogranicznik niskonapięciowy) o odpowiednich parametrach

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim:

Jakie elementy mogą być wyłączone z uszynienia

Norma podaje wyjątki. Dla małych części całkowicie i częściowo przewodzących pod pewnymi warunkami części te można wyłączyć z ochrony przed dotykiem pośrednim. Powinny być spełnione wszystkie warunki:

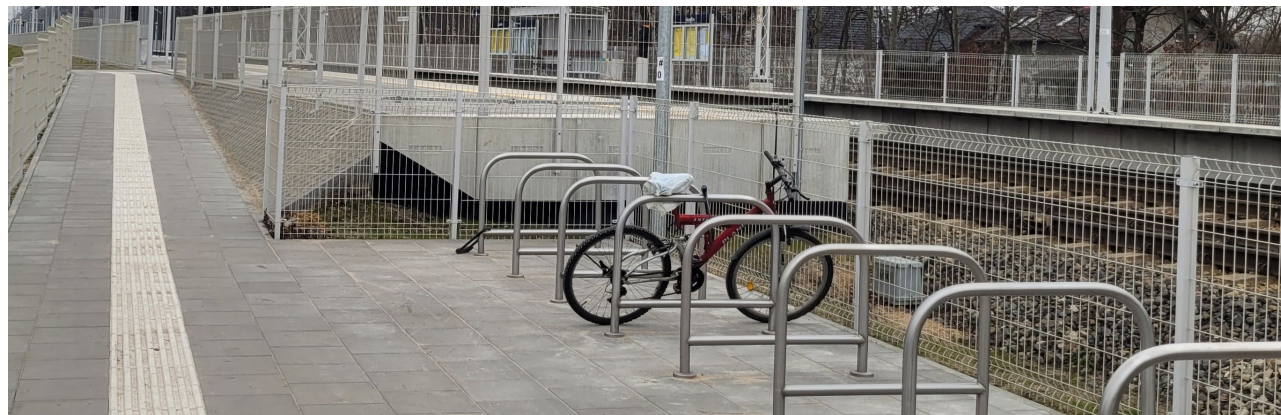
- część przewodząca nie podtrzymuje ani nie zawiera urządzeń elektrycznych lub zawiera tylko urządzenia elektryczne zgodne z klasą II ochronności
- osoba zbliżająca się do części przewodzącej z dowolnego kierunku może zobaczyć, czy dotyka jej przewód pod napięciem;
- część przewodząca nie przekracza maksymalnych wymiarów podanych w tabeli

Wymiary w metrach

Typ części przewodzących	Niskie napięcie		Wysokie napięcie	
	Równoległe do toru	Poziomo, pod kątem prostym do toru	Równoległe do toru	Poziomo, pod kątem prostym do toru
całkowicie przewodzące	15	2	3	2
częściowo przewodzące	15	2	15	2

Partly
conductive

PRZYKŁAD Małe części przewodzące to na przykład: pokrywy studzienek, etykiety ostrzegawcze, kosze na śmieci, tablice informacyjne itp., inne konstrukcje metalowe o maksymalnej długości podanej w tabeli.



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacjonarne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim. Uszynienie bezpośrednie



Czy i gdzie może być stosowane uszynienie bezpośrednie?

- Uszynienie bezpośrednie zapewnia skuteczną ochronę przeciwporażeniową w najprostszy sposób
- Małe obiekty np. maszty semaforów, które są usadowione w gruncie na fundamentach odizolowanych od uszynionego masztu
- Osłony napędów zwrotnic, dławiki torowe, przytorowe puszki kablowe



Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacyjne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do sieci powrotnych, ochrony przeciwporażeniowej

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim. Uszynienie bezpośrednie

Zabrania się uszyniania bezpośredniego obiektów, które są jednocześnie uziemione np. ze względu na wymagania ochrony przeciwporażeniowej od niskiego napięcia.

Takie działanie powoduje że konduktancja jednostkowa sieci powrotnej drastycznie wzrasta i nie są spełnione wymagania PN-EN 50122-2 w zakresie konduktancji sieci powrotnych

W bezpośrednim systemie uszynień każda konstrukcja wsporcza sieci trakcyjnej jest połączona bezpośrednio z szynami.

Pomimo braku celowego uziemienia konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej, rezystancja uziemienia jednej konstrukcji stalowej poprzez fundament zależy od stopnia zdegradowania fundamentu i wynosi średnio 10 do 40 Ω .

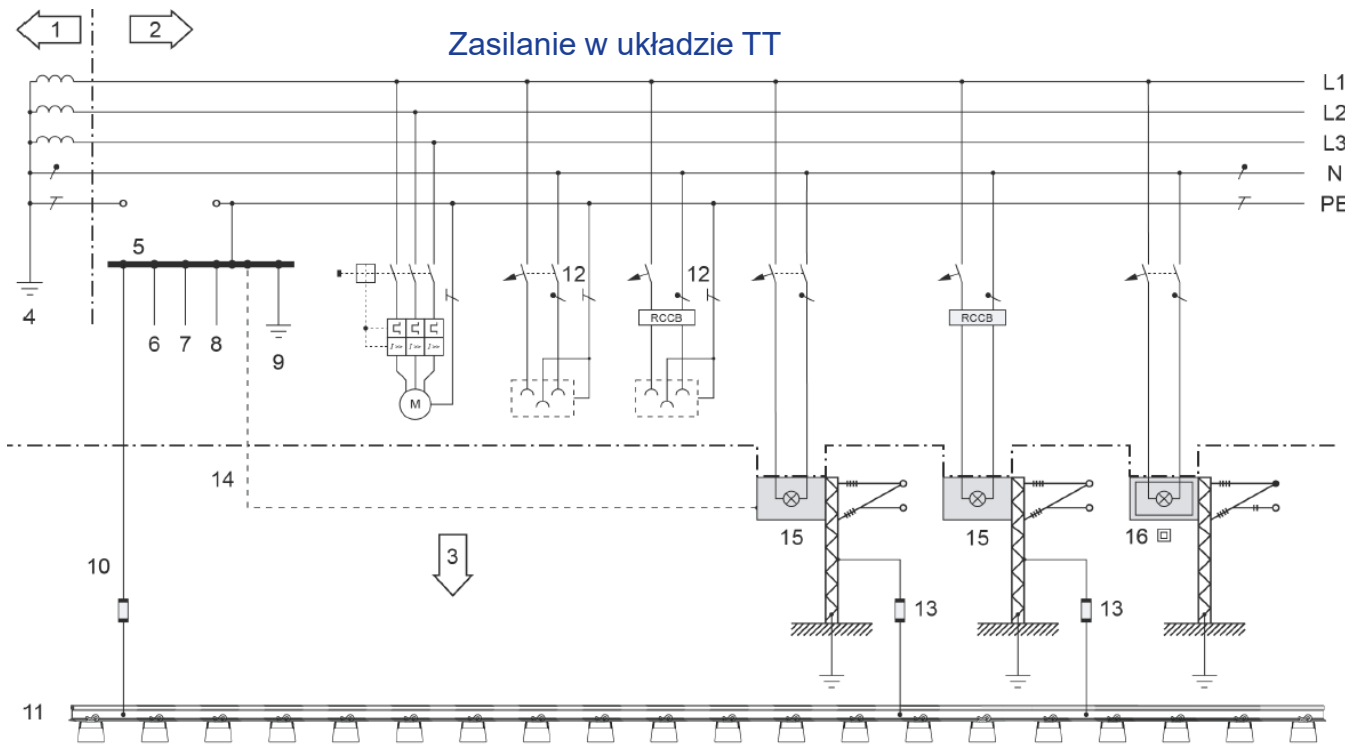
Zakładając 17 konstrukcji wsporczych na 1 km z których każda jest uziemiona wartością 20 Ω otrzymujemy zastępczą rezystancję uziemienia od konstrukcji wsporczych na poziomie 1,17 Ω /km. Przeliczając na jednostkową konduktancję sieci powrotnej $G_{RE} = 0,85$ S/km, (nie uwzględniając składowych pochodzących od innych czynników np. podsypki,). $G_{RE} \leq 0,5$ wymóg normy

Więcej o konduktancji przy omawianiu wymagań PN-EN 50122-2

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacyjne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do zasilania odbiorników nietrakcyjnych niskiego napięcia



- Zalecanym układem sieciowym do zasilania urządzeń nietrakcyjnych niskiego napięcia jest układ sieciowy TT;
- Zasilanie w układzie sieciowym TT może być realizowane bez stosowania dodatkowego transformatora
- W układzie sieciowym TT przewód N nie pełni funkcji ochronnej;
- Uziemiony przewód PE instalacji zasilania urządzeń nietrakcyjnych, nie może w żadnym miejscu instalacji i odbiornika być połączony z przewodem N;
- W instalacji w systemie TT wymaga się, żeby aparatem zapewniającym samoczynne wyłączenie zasilania był wyłącznik różnicowoprądowy;
- Do ochrony przed prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi należy stosować wyłączniki nadprądowe dwubiegunowe;
- Jeżeli zasilany obiekt jest zlokalizowany w strefie górnej sieci jezdnej (np. kontener), uszynienie takiego obiektu można wykonać tylko jako uszynienie w układzie otwartym;

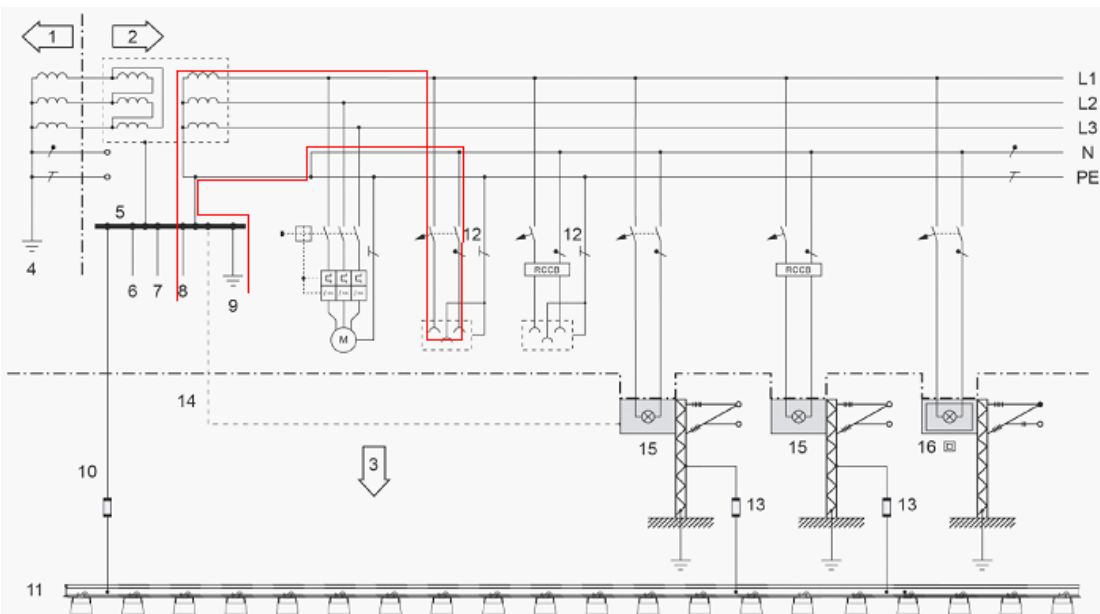
Uszynienie bezpośrednio obiektu, spowoduje znaczny wzrost konduktancji jednostkowej sieci powrotnej, nie będą mogły być spełnione wymagania PN-EN 50122-2 w zakresie konduktancji sieci powrotnych

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-1 Zastosowania kolejowe Urządzenia stacyjne Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 w odniesieniu do zasilania odbiorników nietrakcyjnych niskiego napięcia

Dopuszczalne jest zasilanie w układzie TN pod pewnymi warunkami



- Wymagane jest zastosowanie dodatkowego transformatora po stronie kolejowej
- Instalacja powinna być wykonana w systemie TN-S, punkt rozdzielania na przewody N i PE przy transformatorze powinien być uziemiony.
- Uziemienie po stronie kolejowej musi być odseparowane od uziemienia po stronie OSE
- Stosowanie urządzeń różnicowo-prądowych zaleca się w końcowych obwodach sieci rozdzielczych.
- Do ochrony przed prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi należy stosować wyłączniki nadprądowe dwubiegunowe lub czterobiegunowe, w przypadku zadziałania wszystkie bieguny powinny zostać jednocześnie odłączone.

Uszynienie bezpośrednio obiektu, (bez ogranicznika 10), spowoduje otwartą drogę dla powrotnych prądów trakcyjnych przez uziemiony przewód N i przewód liniowy instalacji, co skutkuje przegrzaniem przewodów, uszkodzeniem urządzeń a nawet niebezpieczeństwem pożaru. Również stan bez uszynienia nie likwiduje tego zagrożenia, prąd błędny będzie wpływał przez ziemię do szyny GSU (5) i dalej przewodem N i przewodem liniowym do transformatora i uziemienia.

Ponadto uszynienie bezpośrednio obiektu, spowoduje znaczny wzrost konduktancji jednostkowej sieci powrotnej, i nie będą mogły być spełnione wymagania PN-EN 50122-2 w zakresie konduktancji sieci powrotnych

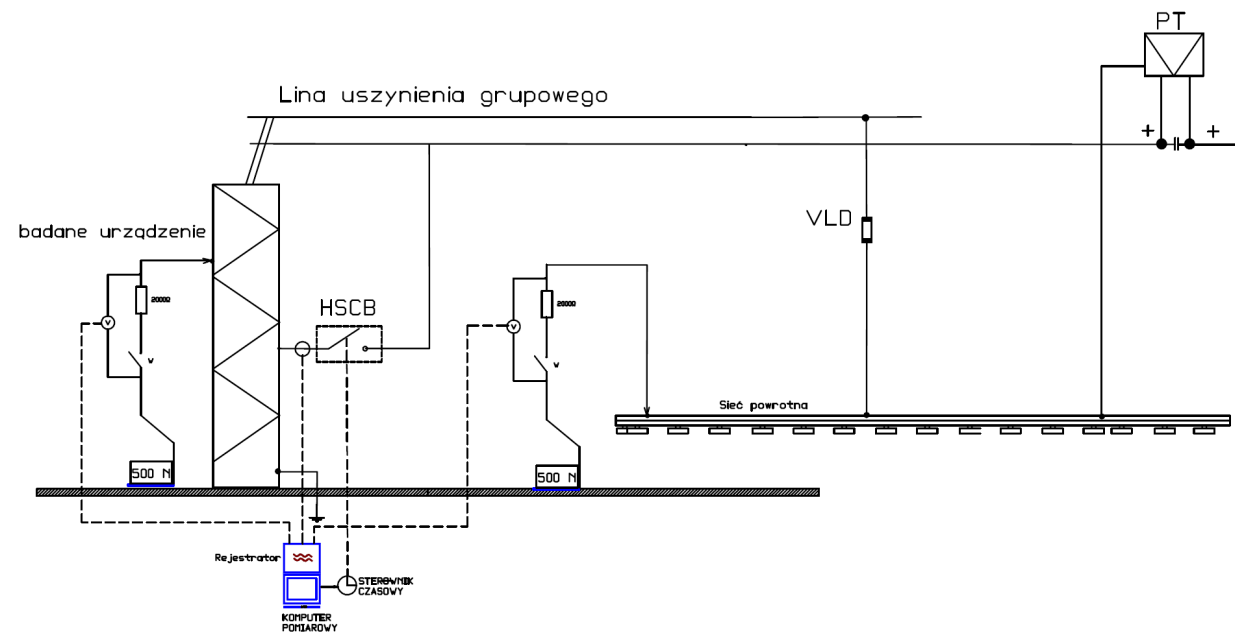
Badanie ochrony przeciwporażeniowej od napięć trakcyjnych

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 Badania ochrony przeciwporażeniowej

Sprawdzenie skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej polega na potwierdzeniu za pomocą pomiarów, że napięcie dotykowe efektywne i spodziewane w czasie uszkodzenia izolacji nie przekraczają wartości podanych w normie

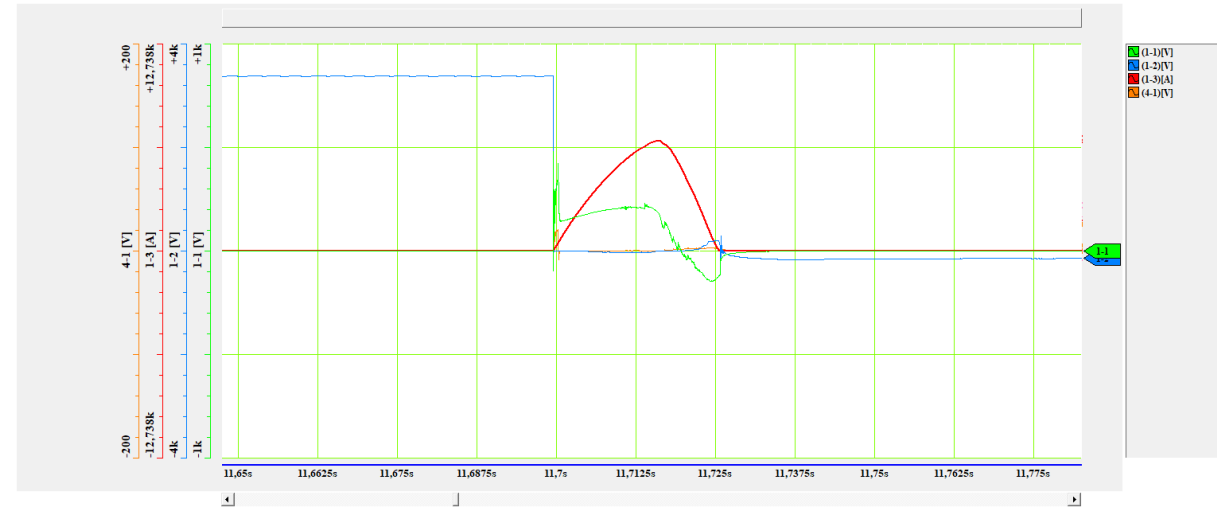
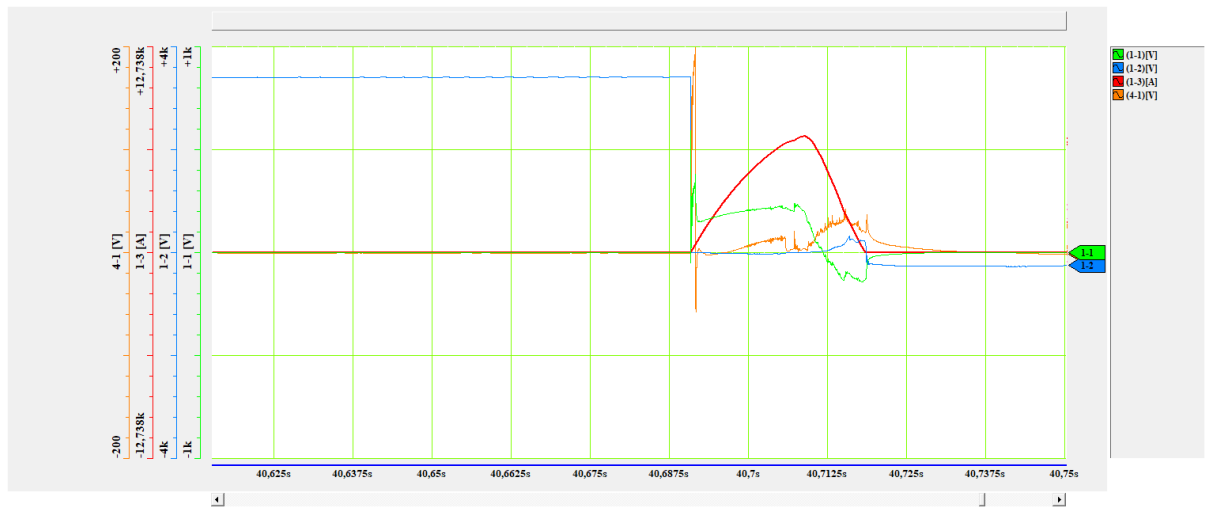
Metoda pomiarów

Pomiary są wykonywane poprzez wymuszenia rzeczywistego prądu zwarcia płynącego przez dostępną część chronioną, (próby zwarciowej)



Badanie ochrony przeciwporażeniowej od napięć trakcyjnych

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 Badania ochrony przeciwporażeniowej



Oscylogram pomiaru napięcia dotykowe spodziewane

Oscylogram pomiaru napięcia dotykowe efektywne

Nr próby	$U_{t(E1 - Pp1)}$ [V]	$U_{t(E2 - Pp2)}$ [V]	$I_{cut\ off}$ [A]	I_{ws} [A]	U_{Ne} [V]	t [ms]	Ocena skuteczności
Próba dla toru nr 1 (napięcia dotykowe)	191	30	7196	1800	3412	28	TAK
Próba dla toru nr 1 (napięcia rażeniowe)	182	10	6751	1800	3384	26,5	TAK

Badanie ochrony przeciwporażeniowej od napięć trakcyjnych

Wymagania PN-EN 50122-1: 2022 Badania ochrony przeciwporażeniowej

Table E.4 — Body currents, body voltages and touch voltages as function of time duration in DC electric traction power supply systems

t s	I_{c1} mA	U_{c1} V	$U_{b, \max}$ V	$U_{te, \max}$ long-term V	$U_{te, \max}$ short-term V
> 300	140	153	120	120	-
300	140	153	150	150	-
1,0	150	160	160	160	-
0,9	160	167	165	165	-
0,8	165	170	170	170	-
0,7	175	177	175	175	-
< 0,7	175	177	175	-	350
0,6	180	180	180	-	360
0,5	195	191	190	-	385
0,4	215	204	205	-	420
0,3	240	222	220	-	460
0,2	275	246	245	-	520
0,1	340	287	285	-	625
0,05	410	327	325	-	735
0,02	500	372	370	-	870

NOTE Columns t and I_{c1} are applied from IEC 60479-1:2018. Column U_{c1} is a result of iterative calculations with column I_{c1} and Table E.1. Column $U_{b, \max}$ is gained by good experience and differs slightly from the calculated ones from U_{c1} . Column $U_{te, \max}$ short-term indicates the relevant touch voltages for short-term conditions considering an additional resistance for old wet shoes. Column $U_{te, \max}$ long-term indicates the relevant touch voltages for long-term conditions.

$$U_{te, \max} = U_{c1} + R_{a1} \times I_{c1} \times 10^{-3} \text{ (short-term).}$$

t time duration of current flow.

I_{c1} body current which corresponds to curve c_1 in IEC 60479-1:2018.

R_{a1} resistance for old wet shoes ($R_{a1} = 1\ 000\ \Omega$).

U_{c1} body voltage, corresponds to I_{c1} .

$U_{te, \max}$ permissible effective touch voltage.

Wynikiem przeprowadzonych prób zwarciovych jest zarejestrowany oscylogram prądu zwarciovego i oscylogramy napięć dotykowych i dotykowych rażenia. Na podstawie zarejestrowanych wyników należy ocenić skuteczność działania ochrony przeciwporażeniowej

Kryteria:

- Wartość napięć dotykowych i dotykowych rażenia w odniesieniu do czasu nie mogą przekraczać wartości podanych w normie (wartość średnia kwadratowa)
- Czas trwania rażenia nie może przekraczać 50 ms
- Instalacja po próbach nie może być uszkodzona

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, najważniejsze zagadnienia normy



POLSKA NORMA

ICS 29.120.50; 29.280

PN-EN 50122-2

Wprowadza

EN 50122-2:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 50122-2:2011

Zastosowania kolejowe

Urządzenia stacjonarne

Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna

Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących
powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Norma Europejska EN 50122-2:2022 *Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by DC traction systems* ma status Polskiej Normy

Norma określa wymagania dla środków ochrony odnoszących się do prądów błędzących, wynikających z eksploatacji systemów trakcyjnych prądu stałego

Spełnienie wymagań normy jest konieczne przy:

- wykonywaniu badań niezbędnych do uzyskania certyfikatu zgodności typu na system sieci powrotnej (rozp. 720)
- wykonywaniu badań niezbędnych do uzyskania certyfikatu zgodności z typem na system sieci powrotnej (rozp. 720)
- wykonywaniu badań niezbędnych do wystawienia deklaracji zgodności z typem dla zabudowanego typu systemu sieci powrotnej

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, najważniejsze zagadnienia normy

- Norma podaje dopuszczalne wartości konduktancji jednostkowej sieci powrotnej, przy czym rozróżnia torowiska;
 - o budowie otwartej (klasyczne podsypkowe oraz bezpodsypkowe, gdzie szyny mocowane są powyżej płyty torowiska)
 - o budowie zamkniętej (zabudowa płytami torowiska podsypkowego lub szyny wpuszczone w płytę torowiska, co w przypadku linii PKP PLK odpowiada obszarowi bocznic z placami ładunkowymi oraz przejazdów o dużej liczbie torów).

Kryteria akceptacji

- $G'_{RE} \leq 0,5 \text{ S/km}$ na tor oraz $U_{RE} \leq + 5 \text{ V}$ dla torowiska otwartego
- $G'_{RE} \leq 2,5 \text{ S/km}$ na tor oraz $U_{RE} \leq + 1 \text{ V}$ dla torowiska zamkniętego

U_{RE} – Potencjał szyny, napięcie występujące pomiędzy szynami jezdnyymi a ziemią

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, najważniejsze zagadnienia normy

Co ma wpływ na konduktancję jednostkową sieci powrotnej

- **System uszynienia sieci powrotnej**, zastosowanie uszynienia **bezpośredniego na szlaku** polegającego na bezpośrednim połączeniu chronionego obiektu z siecią powrotną (szynami toru) powoduje wzrost konduktancji po za dopuszczalny poziom
- **Rezystancja wzdłużna szyn jezdnych**, należy dążyć do jak najmniejszej rezystancji wzdłużnej szyn jezdnych. Dlatego też złącza szynowe powinny być spawane, lub zgrzewane, jeżeli są łączone łącznikami szynowymi podłużnymi należy stosować odpowiednie materiały i przekroje przewodów. Stosowanie łączników podłużnych nie może powodować wzrostu rezystancji wzdłużnej szyn o więcej niż 5%
- dbałość o czystość podsypki;
- stosowanie systemów przytwierdzeń z odpowiednią izolacją ;
- utrzymywanie odstępu pomiędzy szynami jezdnymi a podsypką;
- stosowanie pośrednich warstw izolujących pomiędzy torami a podłożem;
- stosowanie skutecznego odwodnienia.

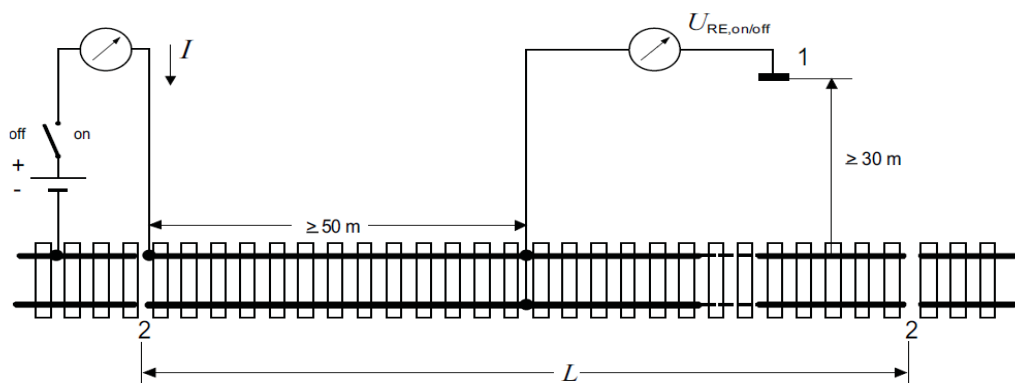
Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacyjne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, metody pomiarowe dla odcinków sieci powrotnej po za obiektami inżynieryjnymi

Metoda dla odcinków odseparowanych

Pierwsza metoda wymaga odseparowania badanego odcinka sieci powrotnej o długości nie przekraczającej 2 km. Konduktancję średnią jednostkową takiego odseparowanego odcinka toru wyznacza się według układu pomiarowego przedstawionego na rysunku



$$G'_{RE} = \frac{1}{L} \times \frac{I}{U_{RE,on} - U_{RE,off}}$$

G'_{RE} jest konduktancją jednostkową [S/km]
 I jest wprowadzonym prądem, w amperach [A];
 U_{RE} jest napięciem pomiędzy szyną a ziemią [V];
 L jest długością badanego odcinka, w kilometrach .

Opisana metoda może być stosowana tylko podczas budowy sieci powrotnej, gdy nie jest prowadzony ruch kolejowy i jest możliwe odseparowanie odcinka pomiarowego od pozostałej części torowiska. Norma zaleca stosowanie tej metody, jednak jej zastosowanie na sieci powrotnej na której prowadzony jest ruch kolejowy jest niemożliwe gdyż wymagałoby cięcia szyn w celu odseparowania badanego odcinka. Tego typu ingerencja nie jest akceptowalna przez zarządcę infrastruktury więc na eksploatowanych sieciach powrotnych opisana metoda nie ma w ogóle zastosowania.

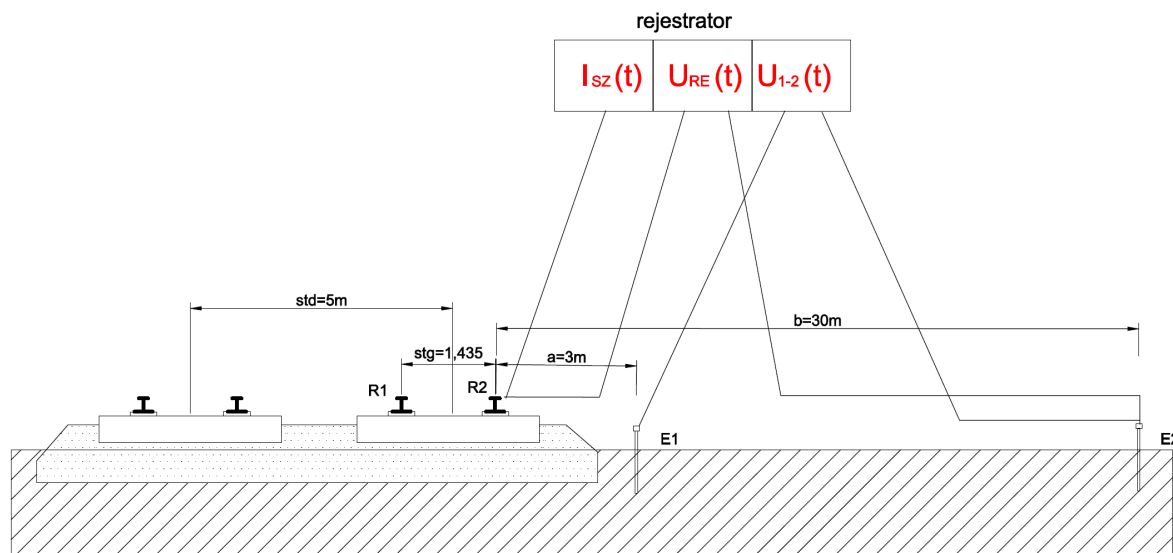
Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, metody pomiarowe dla odcinków sieci powrotnej po za obiektami inżynieryjnymi

Metoda dla sieci powrotnej zintegrowanej z systemem kolejowym

Druga z opisanych w normie pozwala na wyznaczenie **lokalnej** konduktancji jednostkowej sieci powrotnej zintegrowanej z systemem kolejowym. Do wykonania pomiaru nie jest konieczne cięcie szyn. Metoda ta opiera się na pomiarze rozkładu pola elektrycznego w gruncie i pomiarach rezystywności gruntu. Konduktancję jednostkową lokalna sieci powrotnej wyznacza się według układu pomiarowego przedstawionego na rysunku



Metoda ta opiera się na pomiarze rozkładu pola elektrycznego w gruncie i pomiarach rezystywności gruntu. Konduktancję jednostkową lokalną sieci powrotnej wyznacza się według układu pomiarowego przedstawionego na rysunku

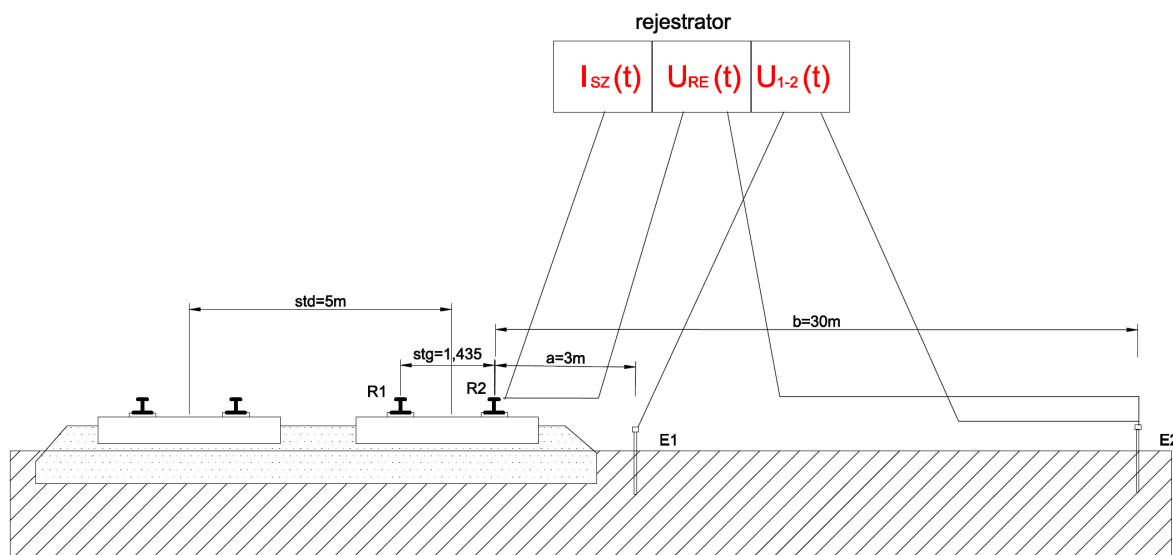
$U_{RE}(t)$ jest potencjałem szyny

$U_{1-2}(t)$ jest to stromość rozkładu napięcia,

Normy i inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

PN-EN 50122-2: 2022. Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacyjne - Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna --
Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, metody pomiarowe dla odcinków sieci powrotnej po za obiektami inżynieryjnymi



Nachylenie regresji liniowej funkcji u_{1-2} (U_{RE}) jest określone jako „współczynnik upływu prądu błędzącego m_{sr} ” jest wykorzystywany do oszacowania przewodności toru względem ziemi. Po wyznaczeniu współczynnika m_{sr} należy obliczyć konduktancję lokalną jednostkową sieci powrotnej według wzoru:

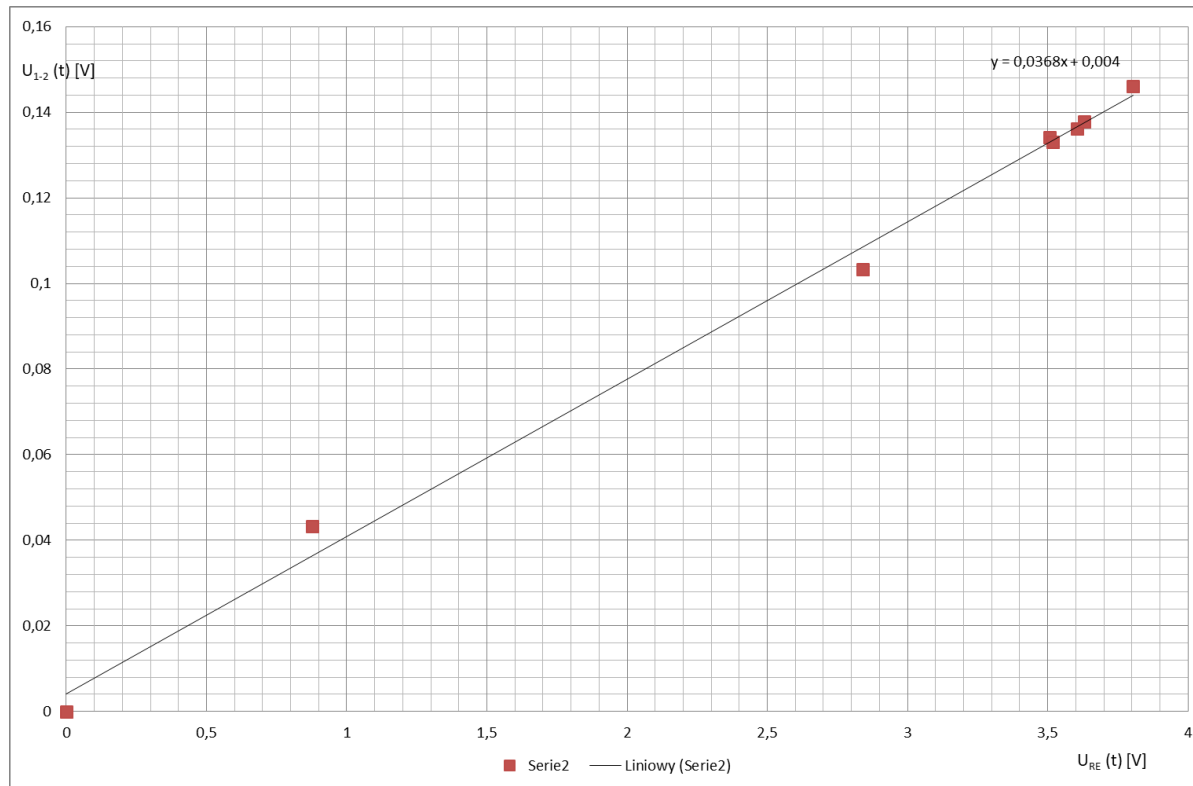
$$G'_{RE} = \frac{m_{sr} \cdot \pi \cdot 1\,000}{\rho_E \cdot \ln\left(\frac{b + 0,5 \cdot s}{a + 0,5 \cdot s}\right)}$$

G'_{RE} jest lokalną konduktancją jednostkową [S/km];
 m_{sr} jest współczynnikiem upływu prądów błędzących (wartość bezwymiarowa);
 ρ_E jest rezystywnością gruntu, w omometrach (Ωm);
 a, b są odległościami według rysunku
 s odległość: dla linii jednotorowej s_{tg} , dla linii dwutorowej s_{td}

Pomiary konduktancji sieci powrotnej

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, metody pomiarowe dla odcinków sieci powrotnej po za obiektami inżynieryjnymi

Metoda dla sieci powrotnej zintegrowanej z systemem kolejowym



Dla danych:

$$\rho_E = 330 \text{ (}\Omega\text{m)};$$

$$m_{sr} = 0,0368$$

$$G_{RE} := \frac{m_{sr} \cdot \pi \cdot 1000}{\rho_E \cdot \ln \left(\frac{b + 0.5 \cdot S_{tg}}{a + 0.5 \cdot S_{tg}} \right)}$$

$$G_{RE} = 0.166$$

wyznaczenie współczynnika upływu prądów błędnych,

współczynnik kierunkowy funkcji liniowej jest współczynnikiem upływu prądów błędnych m_{sr}

Pomiary konduktancji sieci powrotnej

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, problemy ze stosowaniem metod pomiarowych zalecanych w normie

Stosowanie opisanych w normie metod pomiarowych jest trudne w realizacji a czasem niemożliwe.

Jak wspomniano wcześniej pierwsza z metod, która jest zalecana przez normę jest możliwa w realizacji tylko w niezintegrowanej z systemem kolejowym sieci powrotnej. Wydzielenie odcinka pomiarowego przez cięcie szyn jest niemożliwe co zawęża jej stosowanie tylko podczas budowy torowiska. Poza tym nie wszystkie urządzenia podczas budowy są zintegrowane z siecią powrotną tak jak w warunkach eksploatacyjnych. Więc badanie takiej sieci powrotnej nie w pełni zintegrowanej mija się z celem. Więc metoda jest nieprzydatna).

Druga opisana metoda pomiarowa polegająca na wyznaczeniu współczynnika upływu prądów błędzących umożliwia wyznaczenie konduktancji lokalnej. Konduktancja lokalna w punkcie jest mało przydatna, chcąc użyć tej metody do wyznaczenia konduktancji średniej odcinka np. kilkunastokilometrowego konieczne jest wykonanie serii kilkunastu pomiarów w różnych miejscach i wyliczenie średniej z pomiarów. Należy również zwrócić uwagę że mierzony rozkład pola elektrycznego w gruncie nie zawsze pochodzi od sieci powrotnej. Często rozkład ten może być zakłócany przez sieci elektroenergetyczne biegnące wzdłuż linii kolejowej, uziemienia transformatorów lub innych urządzeń elektroenergetycznych pracujących w pobliżu, co może spowodować błędne określenie współczynnika upływności prądu błędzącego i co za tym idzie nieprawidłowe wyliczenie konduktancji.

Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

autorska metoda pomiarowa, założenia do metody pomiarowej

- 1) Metoda pomiarowa musi być możliwa do stosowania dla sieci powrotnych linii jednotorowych i dwutorowych;
- 2) Metoda musi być możliwa do zastosowania dla dowolnie wybranej długości sieci powrotnej na linii kolejowej;
- 3) Wynikiem pomiaru powinna być konduktancja średnia dla dowolnie wybranej długości sieci powrotnej;
- 4) Metoda musi umożliwić pomiar bez konieczności przecinania szyn jezdnych;
- 5) Metoda musi być możliwa do stosowania na sieciach powrotnych oddanych do eksploatacji;
- 6) Metoda powinna być możliwa do stosowania przy nie zamykaniu ruchu pociągów na linii kolejowej;
- 7) Metoda powinna być łatwa w stosowaniu a sam pomiar powinien być prosty w wykonaniu;
- 8) Do pomiarów konduktancji sieci powrotnej zwykle zgłaszany jest odcinek sieci powrotnej o danej długości. Często odcinek ten jest nowo wyremontowany, który łączy się z starą niewyremontowaną siecią powrotną. Metoda powinna umożliwić pomiar takiego odcinka nowego zintegrowanego z starą siecią powrotną o innej konduktancji.
- 9) Metodę powinno dać się łatwo zaimplementować do ewentualnego miernika konduktancji sieci powrotnej;

Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

autorska metoda pomiarowa, *opis metody*



Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

autorska metoda pomiarowa, *opis metody*



Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, autorska metoda pomiarowa, *opis metody*



Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

autorska metoda pomiarowa, *opis metody*



Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

autorska metoda pomiarowa, *opis pomiarów*



Opis autorskiej metody pomiaru konduktancji sieci powrotnej

Wymagania PN-EN 50122-2: 2022, autorska metoda pomiarowa, opis metody



$P =$

0,0 0,0 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0
Prąd upływu dla wybranej długości sieci powrotnej [A]

Inne dokumenty odnoszące się do sieci powrotnej

Inne dokumenty z wymaganiami co do systemów sieci powrotnych

- 1) Warunkach technicznych wykonania i odbioru połączeń elektrycznych do szyn elementów sieci powrotnej i urządzeń sterowania ruchem kolejowym Id-121, 5 września 2017 r.
- 2) Wytycznych projektowania i warunkach odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych Iet – 107, 17 grudnia 2019 r.
- 3) Wymaganiach technicznych dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, przed przepięciami i od wyładowywań atmosferycznych w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV Iet-120, 20 grudnia 2017 r.

Wnioski

- 1) Sieć powrotna jest elementem składowym systemu zasilania trakcyjnego od którego w znacznej mierze zależy niezawodność całego systemu
- 2) Od jej stanu w znacznym stopniu zależy również skuteczność ochrony przeciwporażeniowej
- 3) Zastosowany system uszynień ma podstawowy wpływ na wartość konduktancji jednostkowej sieci powrotnej
- 4) Przy projektowaniu układów zasilania odbiorów nietrakcyjnych niskiego napięcia należy koniecznie uwzględniać wymagania normy 50122-1
- 5) Brak spełnienia wymagań tej normy może prowadzić do nieprawidłowej pracy instalacji niskiego napięcia, jak również uszkodzeń urządzeń zasilanych z takiej instalacji. Szczególnie niepożądane mogą być uszkodzenia urządzeń srk
- 6) Zalecanym układem sieciowym do zasilania urządzeń nietrakcyjnych niskiego napięcia jest układ sieciowy TT
- 7) Badania w zakresie ochrony przeciwporażeniowej i konduktancji sieci powrotnej należy wykonywać przed wystawieniem certyfikatów zgodności typu i certyfikatu zgodności z typem oraz deklaracji zgodności z typem na system sieci powrotnej
- 8) Omówiona w prezentacji metoda pomiaru konduktancji sieci powrotnych przed zastosowaniem do pomiarów wymaganych do certyfikacji sieci powrotnych wymaga walidacji

Dziękuję za uwagę