



POLSKA IZBA KOLEI

# Raport

## Raport Komisji Technicznej

**Polskiej Izby Kolei**

**nr 1/2024**

dotyczący prawidłowego funkcjonowania  
systemu bezpieczeństwa ruchu kolejowego  
na zelektryfikowanych liniach kolejowych w Polsce

**KOMISJA TECHNICZNA**

AUTOMATYKA W SŁUŻBIE  
BEZPIECZEŃSTWA RUCHU KOLEJOWEGO



[izbakolei.pl](http://izbakolei.pl)

# Raport

Data opracowania:

**14.05.2024 r.**

Autorzy opracowania:

**ZYGMUNT KULHAWIK**  
KOLEN SP. Z O. O.

**JACEK TURKOWSKI**  
PROTEKTEL SP. Z O. O.

**MAREK STOLARSKI**  
NEEL SP. Z O. O.

**DOROTA BARTOSZEK-MAJEWSKA**  
NEEL SP. Z. o. o.

**JACEK BALDY**  
PIXEL Sp. z o. o.

**ANDRZEJ BIAŁOŃ**  
INSTYTUT KOLEJNICTWA

**JÓZEF DĄBROWSKI**  
SIEĆ BADAWCZA - ŁUKASIEWICZ  
INSTYTUT ELEKTROTECHNIKI

## 1. Podstawa prawna

1.1. Niniejszy raport został opracowany przez Komisję Techniczną „Automatyka w służbie bezpieczeństwa ruchu kolejowego” powołaną przez Polską Izbę Kolei w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu kolejowego na zelektryfikowanych liniach kolejowych w Polsce. Został stworzony na podstawie dokumentu p.n. „Wytyczne skutecznego funkcjonowania systemu bezpieczeństwa ruchu kolejowego na zelektryfikowanych liniach kolejowych w Polsce” opracowanego w latach 2022-2023 przez Komisję Techniczną na bazie uregulowań prawnych w zakresie bezpieczeństwa transportu kolejowego obowiązujących na terenie Unii Europejskiej, w oparciu o ujednolicone przepisy, specyfikacje techniczne i zharmonizowane z nimi normy.

1.2. Ponieważ formuła przyjęta podczas opracowania Wytycznych nie mogła ze względów formalnych prowadzić do wymogu powszechnego stosowania zawartych tam zaleceń, ujęcie ich w formie Raportu będzie prowadzić do poprawy systemu bezpieczeństwa ruchu kolejowego poprzez upowszechnienie wiedzy bardzo ważnej dla przedstawionego zakresu problemów.

1.3. Celem dokumentu jest stworzenie wspólnej platformy porozumienia między jednostkami organizacyjnymi PKP PLK S.A., PGE Energetyka Kolejowa S.A. oraz producentami urządzeń i usług na rzecz kolei zrzeszonych w Polskiej Izbie Kolei.

## 2. Wprowadzenie

2.1. Wewnętrzna struktura jednostek organizacyjnych zajmujących się zarządzaniem infrastrukturą kolejową w poszczególnych krajach UE może być bardzo różna, często w procesie tym biorą udział zewnętrzne podmioty prywatne. Dlatego też wiedza zawarta w niniejszym Raporcie stanowi zbiór najważniejszych informacji określających zakres i sposób przestrzegania unijnych przepisów dotyczących bezpieczeństwa transportu kolejowego przez poszczególne służby znajdujące się w strukturach PKP PLK S.A. oraz innych zarządców infrastruktury kolejowej, a także firmy zewnętrzne świadczące usługi na ich rzecz w formie jednego dokumentu dla wszystkich zainteresowanych.

2.2. Nawiązując do tytułu Raportu, warunkiem skutecznego i sprawnego funkcjonowania systemu bezpieczeństwa ruchu kolejowego na zelektryfikowanych liniach kolejowych w Polsce jest przestrzeganie zasad i regulacji prawnych dotyczących wspólnego obszaru eksploatacji, jakim jest linia kolejowa. Obszaru, na który składa się torowisko, czyli tor (szyny i podkłady) oraz podsypka, słupy

trakcyjne z siecią jezdnią, urządzenia sterowania ruchem kolejowym, systemy instalacji i urządzeń nn., systemy diagnostyki taboru, systemy ogrzewania rozjazdów, urządzenia ochrony zwierząt, systemy odwodnienia z przepompowniami, a także wszelkie inne obiekty infrastrukturalne zlokalizowane w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej.

## 3. Ogólne założenia Raportu

3.1. Wspólnym elementem infrastruktury związanej z trakcją elektryczną prądu stałego są tory kolejowe wykorzystywane jako droga dla pojazdów szynowych. Są one jednocześnie torem powrotnym dla prądu trakcyjnego, stanowią część obwodów sterowania ruchem kolejowym oraz są wykorzystywane jako potencjał odniesienia dla różnego rodzaju instalacji uszyniających urządzeń zasilania i innych urządzeń lub konstrukcji znajdujących się w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej, w tym instalacji srk oraz odgromowej.

3.2. Raport dotyczy wszystkich służb związanych z budową i utrzymaniem linii zelektryfikowanych, a w szczególności projektantów układów torowych, sieci trakcyjnej, urządzeń sterowania ruchem oraz innych urządzeń związanych z lub będących w strefie sieci zelektryfikowanego toru kolejowego.

3.3. Raport proponuje rozwiązania problemów występujących przy projektowaniu, budowie i eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym, sieci nn i WN zasilających obiekty mające swoje uziomy sztuczne lub naturalne, zlokalizowane w bezpośredniej strefie oddziaływania sieci trakcyjnej, takie jak: urządzenia srk, stacje, przystanki, pomieszczenia ruchu elektrycznego, oświetlenie, szafy przytorowe itp. Odnosi się do zagadnień związanych z zachowaniem bezpieczeństwa ludzi i urządzeń, jak też sposobu projektowania i wykonania robót, tak aby spełnione były wszystkie wymagania norm kolejowych.

3.4. Raport nie obejmuje wymagań techniczno ruchowych związanych z różnymi systemami i urządzeniami poszczególnych elementów infrastruktury kolejowej w tym torów, urządzeń i rozwiązań technicznych sieci trakcyjnej, układów zasilania sieci trakcyjnej, urządzeń sterowania ruchem kolejowym, instalacji i urządzeń niskiego napięcia itp., które powinny być zgodne z obowiązującymi przepisami, specyfikacjami technicznymi i zharmonizowanymi z nimi normami.

3.5. Raport przedstawia zasady projektowania, budowy i utrzymania elementów infrastruktury kolejowej znajdujących się w strefie sieci trakcyjnej w sposób zapewniający wyłączalność zwarć do-

ziemnych w sieci trakcyjnej, bezpieczeństwo ludzi i urządzeń oraz ograniczający do minimum występowanie prądów błędzących. Zawarte w nim informacje są zgodne ze wszystkimi uregulowaniami prawnymi w zakresie zagadnień bezpieczeństwa transportu kolejowego na terenie Unii Europejskiej.

3.6. Obowiązujące normy w zakresie bezpieczeństwa i ograniczenia prądów błędzących:

- PN-EN 50122-1:2023-06 – Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacjonarne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym,

- PN-EN 50122-2:2023-06 – Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacjonarne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego,

- PN-EN 50526-1:2012E – Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacjonarne. Ograniczniki przepięć prądu stałego i urządzenia ograniczające napięcie. Część 1: Ograniczniki przepięć,

- PN-EN 50526-2:2014-09 – Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacjonarne. Ograniczniki przepięć prądu stałego i urządzenia ograniczające napięcie. Część 2: Urządzenia ograniczające napięcie.

- PN-EN 50122-3:2023-06 – Zastosowania kolejowe - Urządzenia stacjonarne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna. Część 3: Oddziaływanie wzajemne systemów trakcji prądu przemiennego i stałego.

- PN-EN 50124-2:2017 – Zastosowania kolejowe – Koordynacja izolacji. Część 2: przepięcia i ochrona przepięciowa.



## 4. Szczegółowe wymagania zawarte w Raporcie

### 4.1. Definicje

4.1.1. Strefa oddziaływania sieci trakcyjnej – pas zlokalizowany wzdłuż toru kolejowego o szerokości 5 m w każdą stronę od jego osi.

4.1.2. Strefa oddziaływania prądów błędzących – pas zlokalizowany wzdłuż toru kolejowego o nie zdefiniowanej szerokości (nawet do kilku lub więcej kilometrów od osi torów), w którym mogą występować prądy błędzące.

4.1.3. Uszynienie bezpośrednie – metaliczne połączenie konstrukcji przewodzącej z torem kolejowym, tylko dla konstrukcji odizolowanych od ziemi. Nie dotyczy konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej, które ze względu na bezpieczeństwo muszą być uziemione.

4.1.4. Uszynienie pośrednie (otwarte) – połączenie konstrukcji przewodzącej z torem kolejowym przez urządzenie ograniczające napięcie VLD.

4.1.5. Obszar uziomowy – obszar, na którym wszystkie uziomy naturalne lub sztuczne konstrukcji i urządzeń są połączone między sobą i nie mają połączenia z innymi uziomami, np. peron na stacji (przystanku). Jeżeli nad peronami stacji (przystanku) jest wspólna konstrukcja przewodząca, np. zadaszenie lub budynek, to obszar uziomowy nie może być mniejszy niż obszar obejmujący tę konstrukcję.

4.1.6. Przewód wyrównawczy (magistrala uziemiająca) – przewód łączący wszystkie konstrukcje i urządzenia mające swoje uziomy sztuczne bądź naturalne w danym obszarze uziomowym w celu ekwipotencjalizacji. Przekrój przewodu wyrównawczego powinien zapewniać wyłączalność zwarć doziemnych w sieci trakcyjnej.

4.1.6. Energetyka zawodowa – instalacje nn i WN zasilające obiekty nie związane z trakcją elektryczną.

4.1.7. Obszar publiczny – obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie osób postronnych.

4.1.8. Obszar niepubliczny – obszar, w którym mogą przebywać wyłącznie osoby przeszkolone.

4.1.9. Niskie napięcie – według przytoczonych norm napięcie wynoszące do 1 kV AC i 1,5 kV DC.

4.1.10. Wysokie napięcie – według przytoczonych norm napięcie wynoszące od 1 kV AC i 1,5 kV DC wzwyż.

4.1.11. Urządzenie ograniczające napięcie

VLD – urządzenie w klasie 2.2 spełniające wymagania F i O według normy PN-EN 50526-2 o zależnej charakterystyce napięciowo-czasowej eliminującej przepięcia łączeniowe.

#### 4.2. Układy torowe

Projektowanie, budowa i utrzymanie torów kolejowych powinny spełniać wszystkie wymagania mechaniczne związane z ruchem pojazdów, a ponadto spełniać wymagania normy PN-EN 50122-2:2023-06 w zakresie ciągłości elektrycznej i izolacji szyn od ziemi. Poniżej podano najważniejsze wymagania i zalecenia:

4.2.1. Należy zachować ciągłość elektryczną szyn dla prądu powrotnego poprzez odpowiednie połączenia podłużne oraz połączenia poprzeczne międzytokowe i międzytorowe. Połączenia międzytokowe i międzytorowe muszą spełniać również wymagania stawiane przez systemy srk, np. dla obwodów torowych dwutokowych na szlaku lub jednotokowych na stacji.

4.2.2. Wszystkie rozjazdy powinny być wyposażone w odpowiednie łączniki podłużne dopuszczone do stosowania, zapewniające połączenie elektryczne toru wchodzącego z torami wychodzącymi.

4.2.3. Szyny powinny być mocowane do podkładów z wykorzystaniem przekładek izolacyjnych między podkładem a szyną. Technologia mocowania szyny nie powinna bocznikować przekładki izolacyjnej, tłuczeń nie powinien stykać się ze stopką szyny.

4.2.4. Po wybudowaniu nowego odcinka toru przed włączeniem go do torów istniejących należy wykonać pomiar jego konduktancji względem ziemi dla każdej szyny oddzielnie.

4.2.4.1. Łączników międzytokowych i międzytorowych nie powinno się instalować przed wykonaniem pomiarów konduktancji.

4.2.4.2. Uzyskane wyniki pomiarów powinny być do siebie zbliżone. Jeżeli wyniki różnią się więcej niż 20% to należy szukać połączeń z ziemią szyny o większej konduktancji i po usunięciu usterki powtórzyć pomiary.

4.2.4.3. Należy pamiętać, że konduktancja wypadkowa toru jest sumą zmierzonych konduktancji pojedynczych szyn.

4.2.4.4. Norma dotycząca ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego wymaga aby jednostkowa konduktancja 1 km toru względem ziemi wynosiła max 0,5 S/km przez cały okres życia toru. Dla nowo wybudowanych torów (lub po kapitalnym re-

moncie) konduktancja ta powinna być przynajmniej kilkakrotnie mniejsza.

4.2.5. Podczas remontu torów polegających na wymianie szyn i rozjazdów należy bezwzględnie zachować ciągłość elektryczną wymienianych szyn i rozjazdów.

4.2.5.1. Dla linii dwutorowej przy wymianie szyn jednego z torów, demontowany tor musi być zbocznikowany przez wykorzystanie toru czynnego. Połączenie należy wykonać przed i za odcinkiem demontowanym. Należy połączyć pozostające szyny na końcach odcinka demontowanego do szyny toru czynnego dwoma przewodami o przekroju zastępczym minimum 150 mm<sup>2</sup> Cu.

4.2.5.2. Połączenie do szyn należy wykonać w dopuszczonej technologii (np. jak przy łączeniu do szyn dławików torowych).

4.2.5.3. Przy wymianie rozjazdu należy połączyć szyny wchodzące i wychodzące z rozjazdu. Połączenie to należy wykonać w dopuszczonej technologii (np. jak przy łączeniu do szyn dławików torowych).

#### 4.3. Ochrona ziemnozwarciowa i przeciwporażeniowa w sieci trakcyjnej

System ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej w sieci trakcyjnej funkcjonuje już od ponad dwudziestu lat z wykorzystaniem tyrystorowych urządzeń ograniczających napięcie VLD wykonywanych zgodnie z normą PN-EN 50526-2:2014E.

Przyjęty został system uszynień grupowych polegający na połączeniu wszystkich konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej na odcinku o długości do 3,5 km liną uszynienia grupowego, która na końcu tego odcinka połączona jest do jednej szyny toru lub do środka dławika torowego przez urządzenie ograniczające napięcie VLD.

Wszystkie zakłócenia (przebiecie izolatora, wyładowanie atmosferyczne) przenoszą się na wszystkie konstrukcje wsporcze połączone liną uszynienia grupowego. Konstrukcje te są niejednokrotnie usytuowane w obrębie przystanków, które powinny mieć swój indywidualny system uszynienia.

Dotychczasowe doświadczenia i związane z tym problemy są podstawą do opracowania nowej wersji wytycznych do projektowania budowy i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej.

Nowa wersja powinna dotyczyć linii aktualnie budowanych lub modernizowanych (kapitałny remont), w szczególności linii bez stosowania tradycyjnych obwodów torowych.

4.3.1. Stacje kolejowe oraz przystanki na których są usytuowane konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej lub są one w zasięgu ręki z danego peronu, powinny być wydzielone z systemu uszynień grupowych na szlaku.

4.3.2. Stacje (przystanki) powinny mieć swoją własną instalację uziemiającą łączącą wszystkie uziomy sztuczne lub naturalne (fundamentowe). Magistrala uziemiająca powinna mieć przekrój gwarantujący wymaganą rezystancję uziemienia. Do magistrali uziemiającej na obszarze stacji lub przystanku powinny być przyłączone wszystkie konstrukcje i urządzenia w tym konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej i semaforów.



4.3.3. Między magistralą uziemiającą a szyną jednego z torów powinno być zainstalowanie urządzenia ograniczające napięcie VLD. Ciągłość elektryczna torów w tym połączenie międzytorowe i międzytorowe, powinna być zgodna z wymaganiami pkt. 4.2.

Jeżeli na stacji (przystanku) wydzielone są odrębne obszary (np. oddzielne perony lub grupy peronów), na których wszystkie urządzenia i konstrukcje przewodzące są połączone magistralą uziemiającą, to każdy z tych obszarów powinien być połączony indywidualnie przez urządzenie ograniczające napięcie VLD do jednej z szyn najbliższego toru.

4.3.4. Na stacjach (przystankach) zabudowanych wspólną konstrukcją przewodzącą np. budynek nad torami lub wspólne zadaszenie, nie da się wydzielić obszarów przewidzianych do indywidualnego uszynienia, gdyż wspólna konstrukcja łączyłaby te obszary. Taka budowla stanowi jeden obszar i powinna być uszyniona pojedynczo. Przy dużych

budowlach dopuszcza się zastosowanie dwóch VLD na początku i końcu budowli przyłączonych do tej samej szyny.

4.3.5. Rezystancja uziomu danego urządzenia lub całego obszaru powinna wynikać z wymagań dla rezystancji uziomów roboczych i ochronnych instalacji nn. lub instalacji odgromowej. Ze względów ochrony ziemnozwarciowej w sieci trakcyjnej rezystancja ta nie ma praktycznie żadnego znaczenia.

4.3.6. Uziom stacji (przystanku) nie może mieć żadnych połączeń z innymi uziomami poza tym obszarem a w szczególności z systemem instalacji uziemiającej energetyki publicznej.

4.3.7. Uszynienie grupowe na szlaku powinno mieć ciągłość na całej długości między wydzielonymi stacjami (przystankami).

4.3.8. Jeżeli dana sekcja uszynienia jest krótsza od 1,5 km, to do uszynienia wystarczy jeden ogranicznik VLD montowany na środku sekcji.

4.3.9. Dla sekcji dłuższych ograniczniki powinny być montowane w odległości nie większej niż 1,5 km od siebie. Ograniczniki na końcu sekcji mogą być montowane w odległości nawet do 300 m od fizycznego końca takiej sekcji. Przykładowo dla sekcji o długości 2 km należy zainstalować dwa ograniczniki w odległościach do 250 m od fizycznych końców sekcji.

4.3.10. Do sekcji uszynienia grupowego mogą być przyłączone konstrukcje i urządzenia, które znajdują się w obszarze niepublicznym, np. semaforów i inne konstrukcje punktowe.

4.3.11. Do sekcji uszynienia grupowego nie powinny być przyłączane mosty drogowe i kładki dla pieszych, na których odbywa się ruch publiczny. Obiekty te powinny być uszynione indywidualnie przez VLD.

4.3.12. Rezystancja uziomu konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej nie powinna przekraczać 50  $\Omega$ . Jeżeli rezystywność gruntu jest duża, dopuszcza się rezystancję do 100  $\Omega$ .

4.3.13. Rezystancja wypadkowa sekcji uszynienia grupowego o długości 3 km nie powinna przekraczać 2  $\Omega$ . Dla sekcji krótszych dopuszcza się rezystancję do 5  $\Omega$ . Jeżeli rezystywność gruntu jest duża lub sekcja jest krótsza od 1,5 km, dopuszcza się rezystancje odpowiednio 4  $\Omega$  i 10  $\Omega$  przy zachowaniu standardowego uziomu pod względem mechanicznym.

#### 4.4. Ochrona przepięciowa w sieci trakcyjnej

Stosowana aktualnie ochrona przepięciowa w postaci odgromników różkowych jest rozwiąza-

# Raport

niem przestarzałym. Przerwa iskrowa odpowiedzialna jest za wysoki próg zadziałania odgromnika różkowego, znacznie powyżej wymaganych poziomów ochrony izolacji wymaganych dla systemu trakcji. Dodatkowo podatność na zmienne warunki atmosferyczne powoduje wahania progu zadziałania takiego odgromnika w zakresie od kilkunastu do kilkudziesięciu kilowoltów. Izolacja sieci trakcyjnej jest przewymiarowana napięciowo, więc przeważnie nie są widoczne uszkodzenia izolatorów powodowane zbyt wysokim poziomem zadziałania odgromników różkowych. Zupełnie inaczej sytuacja wygląda w urządzeniach automatyki kolejowej nowej generacji, szczególnie po przejściu z automatyki przekąźnikowej na elektronikę bardzo wrażliwą na przepięcia, co w statystyce uszkodzeń jest bardzo widoczne.

Należy też zauważyć, że odgromniki różkowe w czasie zadziałania powodują wystąpienia zjawiska zwarcia w obwodzie 3 kV DC, którego czas trwania może wynosić kilkaset milisekund (czas do zgaśnięcia łuku na różkach odgromnika). Wytrzymałość ochronników przepięciowych stosowanych do zabezpieczeń w obwodach srk do ochrony od wyładowań atmosferycznych podawana jest dla czasów trwania wynoszących kilkaset mikrosekund, czyli dla czasu nawet 1000 razy krótszego niż ma to miejsce podczas zwarć spowodowanych przez odgromniki różkowe w obwodzie 3 kV DC. Ochronniki takie ulegają wtedy uszkodzeniu od zbyt długo płynącej przez nie części prądu zwarciovego, a tym samym przestają chronić zabezpieczone nimi obwody.

Do ochrony przepięciowej powinny być stosowane beziskiernikowe ograniczniki przepięć mające stały poziom zadziałania i nie powodujące zwarć w sieci trakcyjnej, umożliwiające koordynację z ochroną ziemnozwarciową i przeciwporażeniową oraz podnoszące poziom ochrony urządzeń SRK.

#### 4.5. Podstacja trakcyjna

Podstacja trakcyjna powinna spełniać wszystkie wymagania dotyczące mocy oraz wymaganych parametrów zasilania związanych z jakością zasilania sieci trakcyjnej.

4.5.1. Uziom podstacji nie powinien mieć żadnych połączeń metalicznych z innymi uziomami, a w szczególności z systemem uziemiającym energetyki publicznej. Uziom podstacji powinien mieć rezystancję doziemną nie większą niż 2  $\Omega$ , pod warunkiem zastosowania ochrony ziemnozwarciowej. Jeżeli ze względu na dużą rezystywność gruntu trudno jest uzyskać taką wartość, należy wykonać obliczenia i uzasadnić technicznie większą wartość tej rezystancji.

4.5.2. Podstacja powinna być wyposażona w ochronę ziemnozwarciową w obwodzie prądu stałego, włączoną między szyną minusową a uziomem podstacji, np. typu EZZ.



4.5.3. Z podstacji trakcyjnej nie powinno się zasilac napięciem 230/400 V innych obiektów usytuowanych poza terenem podstacji. Dotyczy to również zasilania wysokim napięciem z podstacji obiektów komercyjnych, jeżeli żyły powrotne kabli są bezpośrednio uziemione w podstacji (wynoszenie potencjałów i przepływ prądów błędnych).

4.5.4. Żyły powrotne kabli SN zasilające podstację trakcyjną nie powinny powodować połączenia uziomu podstacji z systemem uziomowym energetyki publicznej. Wszystkie żyły powrotne kabli SN wchodzące i wychodzące z podstacji powinny być połączone między sobą i uziemione przez odpowiednie urządzenie ograniczające napięcie VLD.

4.5.5. Kabel zasilacza powinien posiadać żyłę powrotną o przekroju zastępczym min 25 mm<sup>2</sup> Cu połączoną z uziomem podstacji, izolowaną na słupie trakcyjnym w miejscu połączenia zasilacza z siecią trakcyjną.

#### 4.6. Sterowanie ruchem kolejowym

Sterowanie ruchem kolejowym powinno być realizowane w oparciu o ujednolicone przepisy unijne, zoptymalizowane specyfikacje techniczne i zharmonizowane z tym normy, zapewniając kompatybilność z innymi systemami.

Nastawnie zdalnego sterowania, szafy przytorowe, urządzenia przejazdowe itp., niezależnie od ich usytuowania względem torów mogą mieć połączenia kablowe (przewodowe) z elementami układu torowego bezpośrednio lub przez transformatory

separacyjne. Dlatego też wszystkie uziomy urządzeń srk, w tym urządzeń na przejazdach, powinny być połączone z torem przez odpowiednie urządzenie ograniczające napięcie VLD.

Ponieważ na sieci PKP PLK S.A. są nadal powszechnie stosowane odgromniki różkowe, które powodują zwarcia w obwodach 3 kV DC, a stosowane ochronniki do ochrony urządzeń srk nie są przystosowane do takich obciążeń, co stwarza dodatkowy powód do uszyniania przez urządzenie ograniczające napięcie VLD, przystosowane do tego typu obciążeń.

4.6.1. Wszystkie urządzenia srk, w tym przejazdy kolejowe, powinny mieć swój niezależny uziom (brak połączeń z innymi uziomami) o wartości rezystancji względem ziemi wynikającej z wymagań dla danego typu instalacji, w tym wymagań dla instalacji odgromowej. Jeżeli urządzenia srk instalowane są w budynku (nastawnia, przejazd kolejowy itp.), to uziom ten powinien być wspólny dla całego budynku.

4.6.2. Między takim uziomem a szynami toru kolejowego powinno być zainstalowane urządzenie ograniczające napięcie VLD.

4.6.3. Zasilanie urządzeń srk, w tym urządzeń srk instalowanych w budynkach, powinno zapewniać niezależność takiego uziomu od innych uziomów, a w szczególności odizolowania od instalacji uziemiających Energetyki publicznej.

4.6.4. Na poziomie zasilania urządzeń srk napięciem niskim 230/400 V AC należy je realizować w układzie sieci TT lub przez transformator separacyjny.

4.6.5. Na poziomie zasilania wysokim napięciem (np. nastawnia srk w budynku) należy w kablach zasilających wysokiego napięcia połączyć wszystkie żyły powrotne kabli wchodzących i wychodzących z tego budynku i zainstalować odpowiednie urządzenie ograniczające napięcie VLD między tak połączonymi żyłami powrotnymi a uziomem budynku.

4.6.6. Z budynku nastawni srk zasilanego wysokim napięciem nie powinno się zasilac napięciem 230/400 V innych obiektów usytuowanych poza terenem tego budynku. Dotyczy to również zasilania wysokim napięciem z tego budynku obiektów komercyjnych, jeżeli żyły powrotne kabli WN są bezpośrednio uziemione (wycinanie potencjałów i przepływ prądów błędnych). Po zastosowaniu rozwiązania wg pkt. 4.6.5 zasilanie innych obiektów na poziomie wysokiego napięcia jest możliwe.

#### **4.7. Konstrukcje i urządzenia w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej wymagające uszynienia**

Wszystkie przewodzące konstrukcje i urządzenia znajdujące się w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej powinny być uszynione w celu zapewnienia wyłączalności zwarć doziemnych w sieci trakcyjnej. Uszynienie indywidualne jest to pojedyncza konstrukcja (urządzenie) lub szereg konstrukcji i urządzeń na terenie danego obszaru uziomowego galwanicznie połączonych między sobą przewodem wyrównawczym o odpowiednim przekroju elektrycznym. Dla trakcji prądu stałego nie może być to uszynienie bezpośrednie ale przez urządzenie ograniczające napięcie (VLD).



4.7.1. Jeżeli na danym obszarze połączonych urządzeń i konstrukcji, zasilanych z tego samego źródła, przynajmniej jedna konstrukcja lub urządzenie jest w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej, wszystkie połączone między sobą obiekty powinny podlegać uszynieniu przez jedno urządzenie VLD.



4.7.2. Przewód wyrównawczy łączący wszystkie konstrukcje i urządzenia znajdujące się w strefie oddziaływania sieci powinien mieć odpowiedni przekrój o rezystancji zastępczej 120 mm<sup>2</sup> Al. Przewód wyrównawczy może mieć mniejszy przekrój w zależności od wielkości obszaru oraz lokalizacji podstacji, a uwzględniając, że podstacja ta może



być wyłączona, jego przekrój może wymagać odpowiednich obliczeń. Konstrukcje w danym obszarze znajdujące się poza strefą oddziaływania sieci trakcyjnej mogą być połączone przewodem wyrównawczym o mniejszym przekroju.

4.7.3. Konstrukcje i urządzenia znajdujące się w obszarze publicznym nie powinny być uszyniane z wykorzystaniem uszynienia grupowego w sieci trakcyjnej. Takie uszynienie powoduje przenoszenie się wszystkich zakłóceń wywołanych przebiciem izolacji bądź wyładowaniami atmosferycznymi

w sieci trakcyjnej na sekcji uszynienia grupowego o długości nawet powyżej 3 km.

4.7.4. Konstrukcje i urządzenia znajdujące się w obszarze niepublicznym mogą być uszyniane z wykorzystaniem uszynienia grupowego w sieci trakcyjnej. Nie dotyczy to kładek dla pieszych i wiaduktów publicznie dostępnych.

4.7.5. Mosty, wiadukty, kładki dla pieszych itp. powinny posiadać instalacje nn. w układzie TT lub zasilane przez transformator separacyjny.

4.7.6. Semafor w obszarach niepublicznych mogą być uszyniane z wykorzystaniem uszynienia grupowego w sieci trakcyjnej.

4.7.7. Wykonane z materiałów przewodzących



ekrany dźwiękochłonne o długości do 300 m i znajdujące się w obszarach niepublicznych, mogą być uszyniane w pobliżu środka długości ekranu z wykorzystaniem uszynienia grupowego w sieci trakcyjnej.

4.7.8. Ekrany o większej długości powinny być uszyniane indywidualnie. Przy długości do 1000 m wystarczy jedno urządzenie VLD montowane w po-



bliżu środka długości ekranu. Dla długości ekranu większej od 1000 m należy montować urządzenia VLD w odległościach nie większych niż 1 km od sie-

bie. Jednostkowa rezystancja wzdłużna ekranu nie powinna przekraczać 0,6  $\Omega$ /km (jest to rezystancja wzdłużna liny uszynienia grupowego o długości 3 km zbocznikowana rezystancją uziomów konstrukcji).

#### 4.8. Uziomy (instalacje uziemiające)

Uziomy różnego rodzaju konstrukcji lub urządzeń i instalacji będących w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej nie powinny mieć metalicznych połączeń z innymi uziomami, a w szczególności z uziomami energetyki publicznej. Indywidualne uziomy konstrukcji i urządzeń znajdujących się w zamkniętym obszarze uziomowym objętym wspólną ochroną (np. hale napraw, przystanki osobowe itp.) powinny być połączone między sobą dla użyskania ekwipotencjalizacji, a taki obszar uziomowy nie powinien się łączyć z żadnymi uziomami poza tym obszarem.

4.8.1. Wartość rezystancji uziomów naturalnych i/lub sztucznych różnego rodzaju konstrukcji i urządzeń czy też obszarów uziomowych i sekcji uszynienia grupowego nie ma praktycznie żadnego znaczenia na poprawne działanie ochrony ziemnozwarciowej. Nie ma potrzeby wykonywania z tego powodu jakichkolwiek uziomów sztucznych dla potrzeb poprawnego działania ochrony ziemnozwarciowej.

4.8.2. Dla poprawnego działania ochrony ziemnozwarciowej bardzo duże znaczenie ma ciągłość instalacji uziemiającej (przewodu wyrównawczego) oraz rezystancja wzdłużna tej instalacji. Na podstawie dopuszczonego do stosowania systemu uszynień grupowych rezystancja od najdalszego punktu, gdzie może pojawić się napięcie 3 kV, do miejsca przyłączenia do szyn nie powinna przekraczać 0,3  $\Omega$ .

4.8.3. Wartość rezystancji uziomów naturalnych i/lub sztucznych różnego rodzaju konstrukcji i urządzeń powinna spełniać wymagania dotyczące uziomów roboczych i ochronnych w instalacji elektrycznej, instalacji odgromowej oraz do rozkładu napięcia uziomowego wokół danej konstrukcji, zgodnie z ogólnymi przepisami w tym zakresie.

4.8.4. Na terenie obszarów uziomowych konstrukcje i urządzenia zlokalizowane są w różnych odległościach od torów, znajdują się w stożku potencjału szyn (mają różny potencjał w stosunku do lokalnego potencjału ziemi). Nie zaleca się izolowania takich konstrukcji od ziemi. Wystarczy uziom fundamentowy o wartości nawet do 100  $\Omega$ , aby zdecydowanie obniżyć potencjał konstrukcji w odniesieniu do lokalnego potencjału ziemi (stożek potencjału).

4.8.4. Konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej

nie mogą być izolowane od ziemi. W przypadku izolowania konstrukcji od fundamentu, konstrukcja wsporcza musi być uziemiona uziomem sztucznym (np. szpilkowym). Brak takiego uziomu może powodować, że konstrukcja ta będzie pod potencjałem sieci trakcyjnej po przebiciu izolatora i taki stan będzie niewidoczny i może być długotrwały.

4.8.5. Dopuszcza się izolowanie konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej od potencjału ziemi w tunelach pod warunkiem, że konstrukcja taka jest mocowana do ściany tunelu na wysokości minimum 2,5 m od poziomu szyn.

4.8.6. Hale obsługi i napraw powinny mieć swój obszar uziomowy na całym terenie. Wszystkie urządzenia i konstrukcja hali powinny być połączone przewodem wyrównawczym. Nie ma konkretnych wymagań odnośnie rezystancji doziemnej takiego obszaru uziomowego. Zaleca się aby rezystancja ta nie była większa od 2  $\Omega$ . Zasilanie hali po stronie wysokiego napięcia powinno zapewniać rozdział obszaru uziomowego hali od instalacji uziemiającej energetyki. Należy zastosować odpowiednie urządzenia VLD w żyłach powrotnych kabli. Połączenie wszystkich żył kabli wchodzących i wychodzących i połączenie ich z uziomem hali przez VLD zapewnia rozdział uziomów oraz nie wprowadza zakłóceń w zabezpieczeniach ziemnozwarciowych energetyki.

4.8.6.1. Zasilanie potrzeb na poziomie niskiego napięcia powinno być realizowane w układzie TT. Niskim napięciem nie można zasilać obiektów poza obszarem uziomowym hali.

4.8.6.2. Tory w hali powinny być izolowane od konstrukcji hali. Przy wjeździe do hali w torach powinny być wstawki izolacyjne.

4.8.6.3. Jeżeli tory w hali są zasilane z własnej stacji prostownikowej, nie powinna ona zasilać torów zewnętrznych.

4.8.6.4. Podczas prac wykonywanych w hali, tory powinny być uziemione.

4.8.7. Mosty, wiadukty, kładki dla pieszych itp. budowle powinny mieć swoje uziomy fundamentowe, przeważnie o małej rezystancji doziemnej niezależnie od technologii ich wykonania. Poprawne działanie ochrony ziemnozwarciowej nie wymaga określonej wartości rezystancji doziemnej. Jeżeli z innych względów wymagana jest konkretna wartość rezystancji (np. ochrona odgromowa, instalacja niskiego napięcia itp.), to przed wykonaniem takiego uziomu należy zmierzyć rezystancję doziemną takiego obiektu. Instalacja niskiego napięcia na takim obiekcie powinna być realizowana w układzie TT.

4.8.8. Stosowane powszechnie w PKP PLK

S.A. uziomy szpilkowe miedziowane mają następujące wady: miedź z żelazem tworzą ogniwo, które powoduje przepływ prądów powodujących zjawisko elektrokorozji niezależnej od czynników zewnętrznych i prądów błędnych. Podczas wbijania mogą wystąpić naturalne uszkodzenia powłoki miedzianej i szybka korozja pręta metalowego. Wskazane jest, aby rozważyć przejście na uziomy ze stali nierdzewnej.

4.8.9. Konstrukcje wsporcze wyposażone w odłączniki, odgromniki itp. powinny być uziemione podwójnie.

## 5. Pomiary kontrolne

Dla skutecznego działania systemu ochrony ziemnozwarciowej, porażeniowej, przepięciowej i odgromowej niezbędne jest wykonywanie okresowych badań kontrolnych. Z uwagi na duże zakłócenia związane z prądami błędymi oraz zmianami potencjału szyn względem ziemi, wywołane prądami obciążeniowymi oraz wpływami częstotliwości harmonicznych nie wszystkie dostępne na rynku przyrządy pomiarowe są do tego rodzaju pomiarów przystosowane.

Od wielu lat PKP oraz większość firm budujących drogi kolejowe wykorzystują mierniki do pomiarów rezystancji uziomów i pętli zwarcia typu IMR, a do pomiarów kontrolnych urządzeń ograniczających napięcie VLD (ograniczniki) mierniki typu TOZ, przystosowane do pomiarów w otoczeniu trakcji elektrycznej prądu stałego bez wyłączania napięcia w sieci trakcyjnej. Do właściwych i skutecznych pomiarów powinny być wykorzystywane oba te mierniki tzn. TOZ i IMR jednocześnie, co ułatwi

kontrolę jakości połączeń oraz pomiar rezystancji wypadkowej uziomu.

Zamiana odgromników rożkowych na bezskiernikowe ograniczniki przepięć na bazie warystorów ZnO, które mogą być wyposażone w odłącznik, eliminuje możliwość wystąpienia zwarcia w sieci trakcyjnej w przypadku uszkodzenia ogranicznika przepięć oraz sygnalizuje wizualnie konieczność jego wymiany.

## 6. Wnioski

Niniejszy raport może być wykorzystany przy opracowywaniu szczegółowych wytycznych a także aktualizacji branżowych instrukcji PKP PLK S.A., jak również na etapie projektowania budowy i eksploatacji drogi kolejowej.

Wszystkie przedstawione rozwiązania są zgodne z obowiązującymi europejskimi standardami interoperacyjności i zharmonizowanymi z nimi normami kolejowymi PN-EN.

Rozdzielenie uziomów związanych z trakcją prądu stałego z uziomami energetyki zawodowej i kolejowej spowoduje nawet kilkukrotne zmniejszenie prądów błędnych w warunkach zakłóceń oraz zmniejszenie awaryjności urządzeń automatyki kolejowej i innych instalacji nn.

Podstawowym warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa dla ludzi i urządzeń jest zachowanie ciągłości elektrycznej torów podczas ich budowy i eksploatacji.

Niniejszy dokument oraz inne materiały uzasadniające opisane rozwiązania są dostępne na stronie [izbakolei.pl](http://izbakolei.pl) w zakładce Komisje Techniczne.

# KOMISJA TECHNICZNA

AUTOMATYKA W SŁUŻBIE  
BEZPIECZEŃSTWA RUCHU KOLEJOWEGO



[izbakolei.pl](http://izbakolei.pl)