

Rozdzielenie uziomów związanych z trakcją elektryczną prądu stałego i przemienneego od uziomów energetyki publicznej

Autorzy:

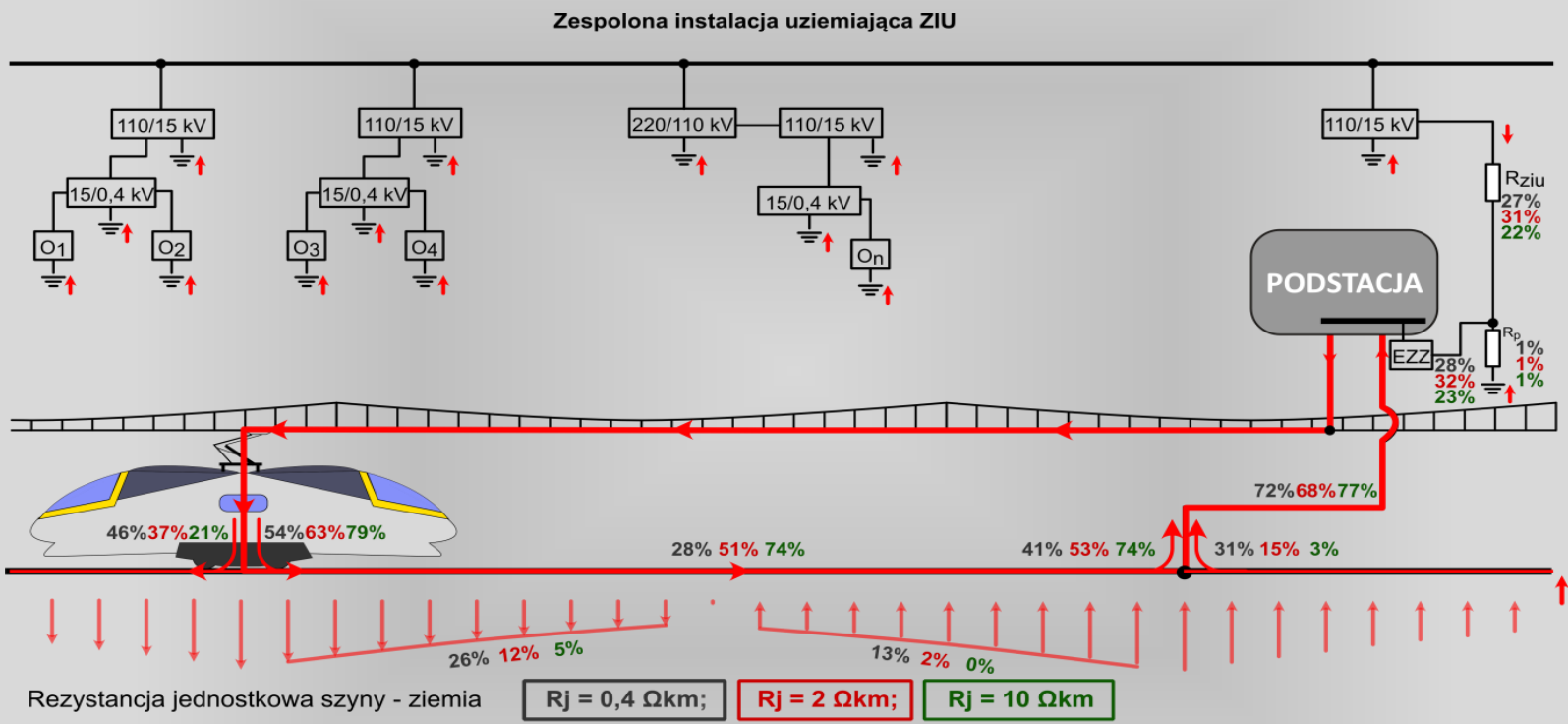
Mgr inż. Zygmunt Kulhawik

Dr inż. Dariusz Pieńkowski

Wstęp

- Jednym z ważniejszych czynników mających wpływ na prądy błędzące jest brak rozdziału zespolonej rezystancji uziemiającej energetyki od uziomów podstacji trakcyjnych i innych urządzeń i budowli związanych z torami, co jest wymagane przez normę PN-EN 50122-1:2011
- Drugim z ważniejszych czynników jest zachowanie ciągłości sieci powrotnej (torów) oraz izolacji torów od ziemi o czym mówi norma PN-EN 50122-2:2011

Którędy płynie prąd powrotny



Rys. 5. Pojazd w odległości 10 km od podstacji.

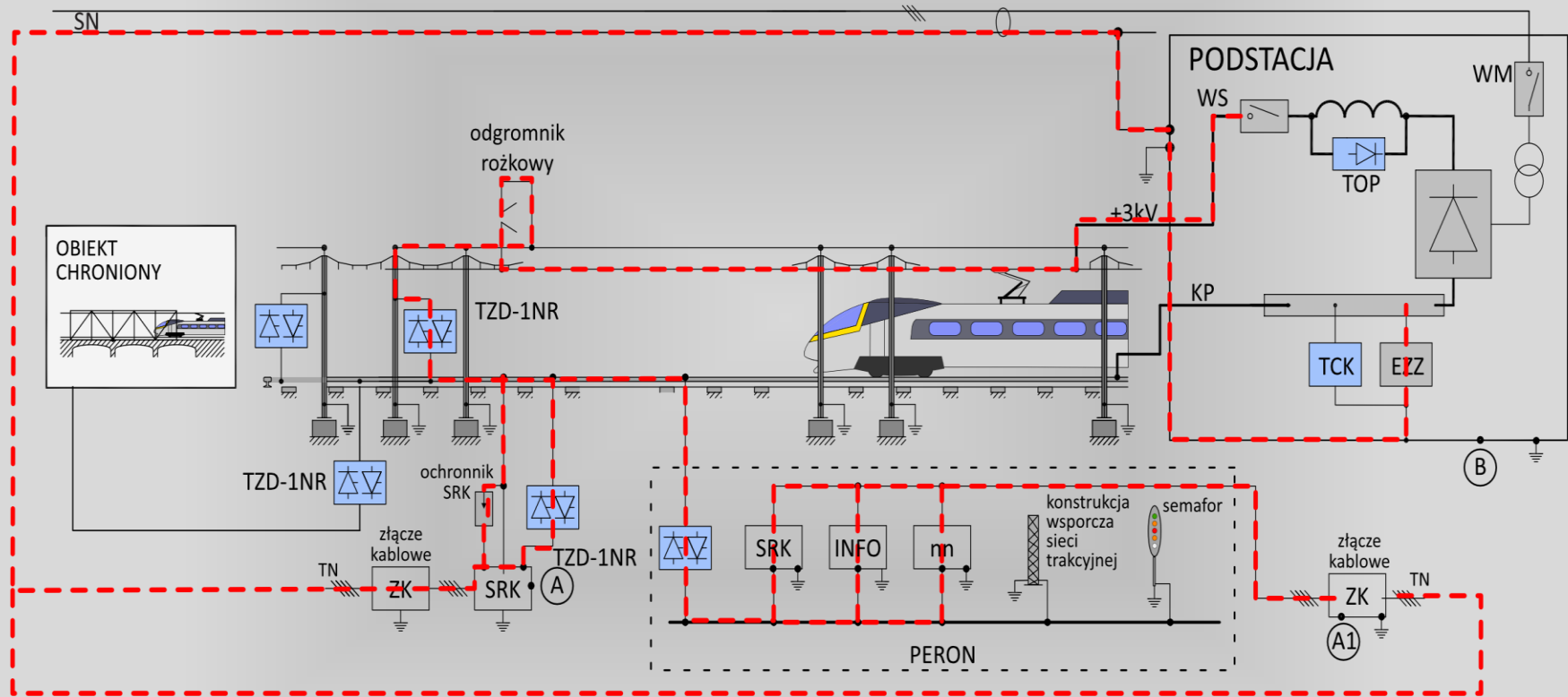
Którędy płynie prąd powrotny

Prąd powrotny podstawo wraca do podstacji szynami. Część prądu wypływa z szyn do ziemi w rejonie pociągu i wraca do szyn w rejonie podstacji ale część prądu wraca do podstacji poprzez instalacje uziemiające Energetyki.

Jeżeli brak jest rozdziału uziomów związanych z trakcją elektryczną z uziomami Energetyki to rezystancja ta między pociągiem a uziomem podstacji wynosić $0,2 \div 0,5 \Omega$.

Prąd błędzący jest częścią prądu powrotnego płynącego ziemią i instalacje przewodzące.

Aktualny układ bez rozdzielania uziomów



Aktualny układ bez rozdziału uziomów

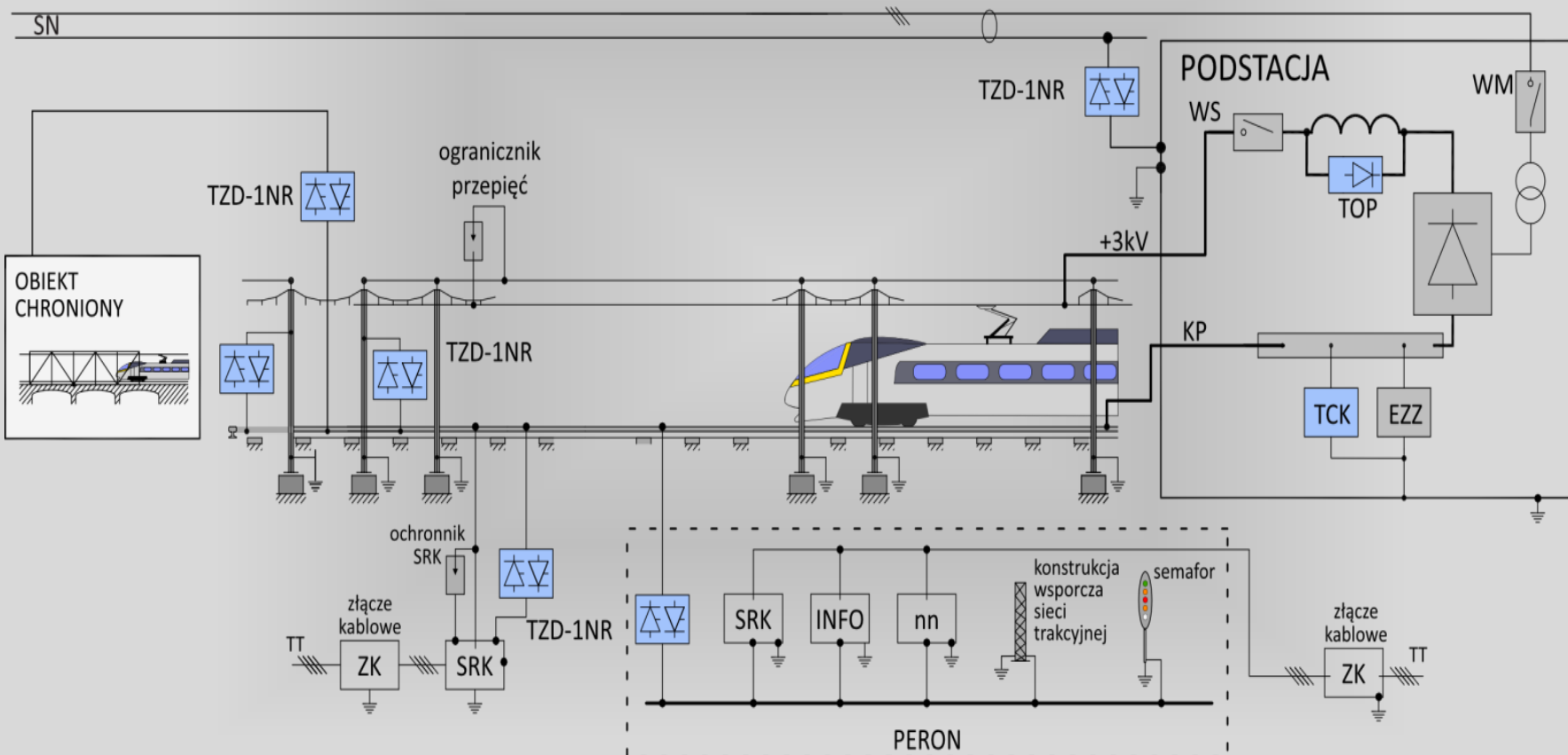
Aktualnie urządzenia znajdujące się w strefie sieci trakcyjnej są zasilane w układzie TN.

Urządzenia te dla ochrony przeciwporażeniowej są uszyniane przez VLD.

Po zadziałaniu VLD od napięć zakłócających jest metaliczne połączenie szyn z podstacją trakcyjną, gdyż żyła powrotna kabla WN jest uziemiona w podstacji i stacji energetycznej.

W takim przypadku prąd powrotny wzrasta kilkukrotnie a po zadziałaniu EZZ w podstacji nawet kilkunastokrotnie, co może być przyczyną uszkodzeń instalacji nn na przystankach, urządzeń srk itp.

Układ po rozdzieleniu uziomów



Układ po rozdzieleniu uziomów

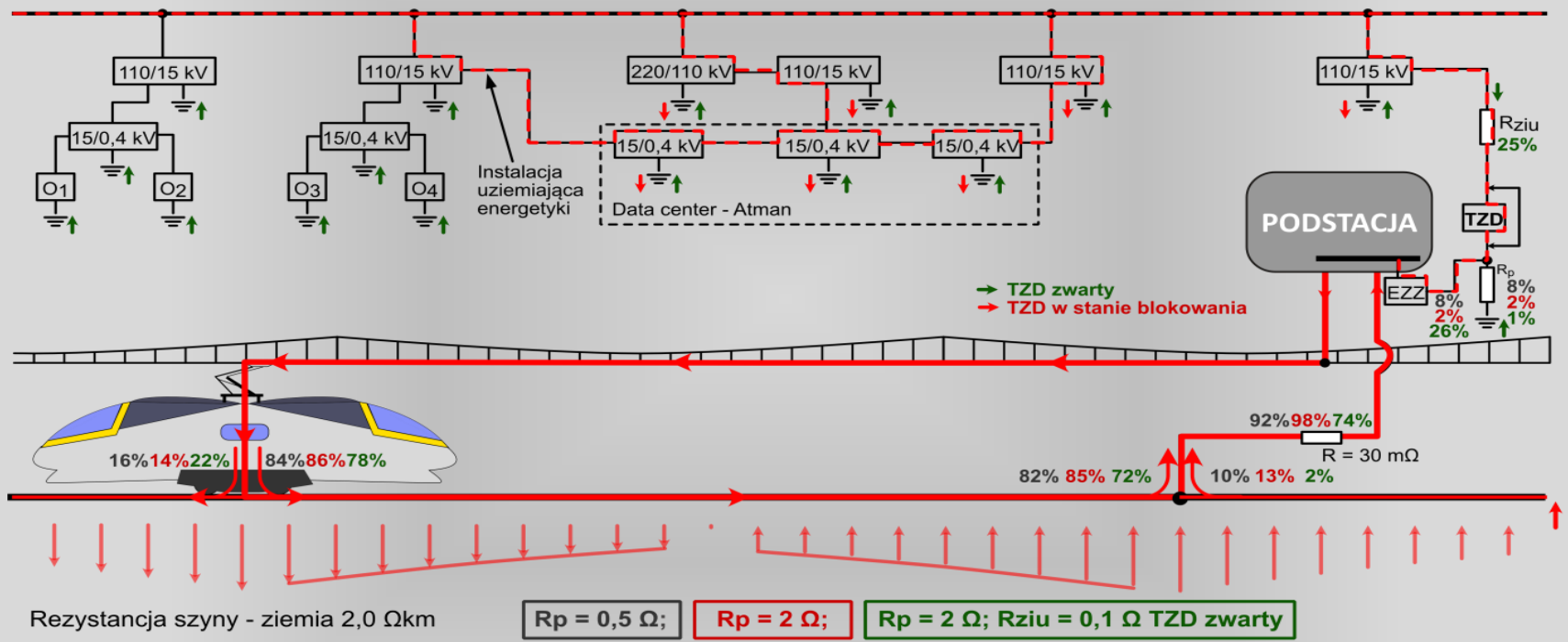
Wg PN-EN 50122-1 rozdzielenie uziomów w instalacji nn polega na zasilaniu w układzie TT lub stosowaniu transformatora separacyjnego.

W instalacji WN należy żyły powrotne kabli w podstacji trakcyjnej uziemiać przez odpowiedni VLD, co zapewni rozdzielenie uziomu podstacji od instalacji uziemiającej energetyki.

Rozdzielenie uziomów związanych z trakcją elektryczną od instalacji uziemiającej energetyki na poziomie nn i WN spowoduje nawet kilkudziesięciokrotne zmniejszenie prądów płynących przez instalacje uziemiające.

Wydzielenie dowolnego obiektu ze strefy prądów powrotnych (błądzących)

Zespolona instalacja uziemiająca ZIU - układ normalny



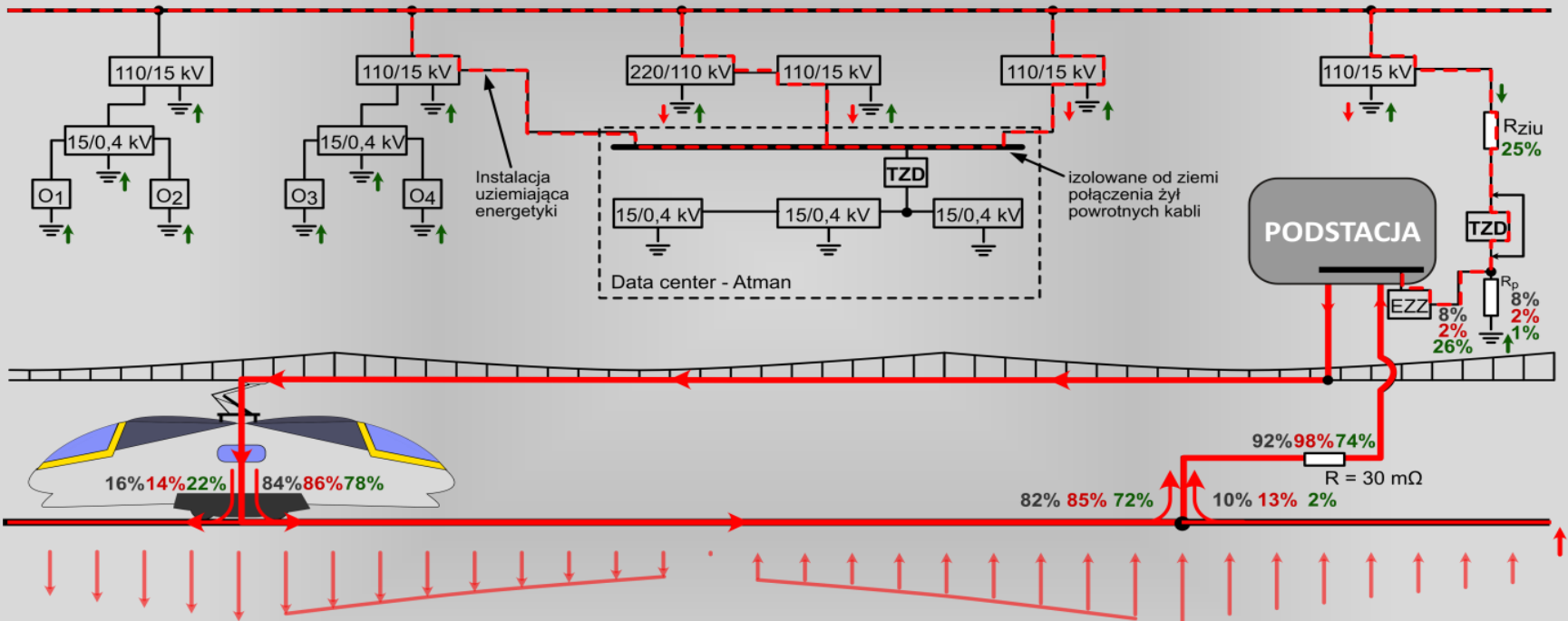
Rezystancja szyny - ziemia 2,0 Ω km

$R_p = 0,5 \Omega$; $R_p = 2 \Omega$; $R_p = 2 \Omega$; $R_{ziu} = 0,1 \Omega$ TZD zwarty

Rozpływ prądu błędącego na odcinku 10 km

Wydzielenie dowolnego obiektu ze strefy prądów powrotnych (błądzących)

Zespólna instalacja uziemiająca ZIU - odizolowanie uziomu Atman



Rezystancja szyny - ziemia $2,0 \Omega/\text{km}$

$R_p = 0,5 \Omega$;

$R_p = 2 \Omega$;

$R_p = 2 \Omega$; $R_{ziu} = 0,1 \Omega$ TZD zwarty

Rozptył prądu błądzącego na odcinku 10 km

Wydzielenie dowolnego obiektu ze strefy prądów powrotnych (błądzących)

Na slajdzie 9 pokazane jest jak (którędy) przepływają prądy błądzące przez instalację uziemiającą danego obiektu.

Na slajdzie 10 jak odseparować (wydzielić) instalację uziemiającą „wrażliwego” obiektu (szpitale, centra komputerowe itp.) od prądów błądzących.

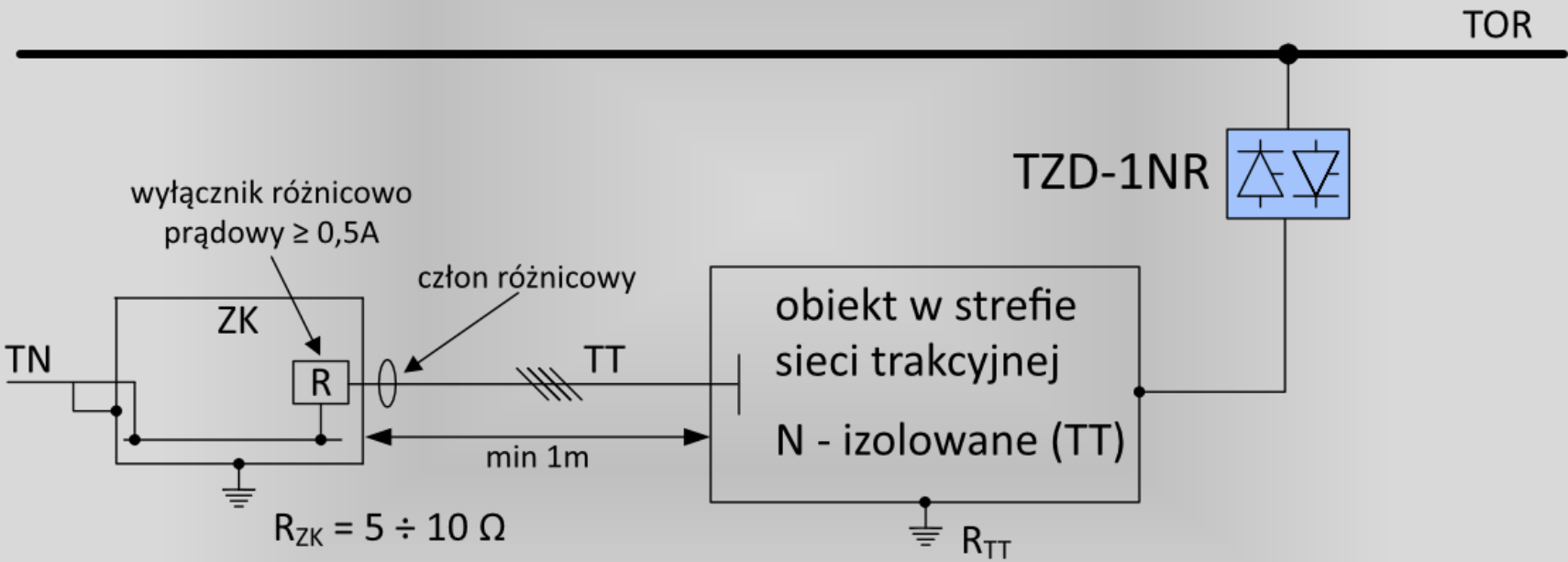
Wszystkie żyły powrotne kabli WN należy połączyć między sobą przez łącze izolowane na poziomie 1 kV od ziemi a następnie przez VLD połączyć z uziomem obiektu.

Jeżeli dany obiekt ma dodatkowe zasilanie na poziomie nn, zasilanie to musi być wykonane w układzie TT lub przez transformator separacyjny.

Na slajdzie pokazane są założenia dla dużego Centrum Komputerowego w odległości ok. 100 m od torów.

Instalacje uziemiające Energetyki nawet w odległości kilku lub więcej kilometrów stanowią praktycznie takie samo zagrożenie

Zmiana TN na TT

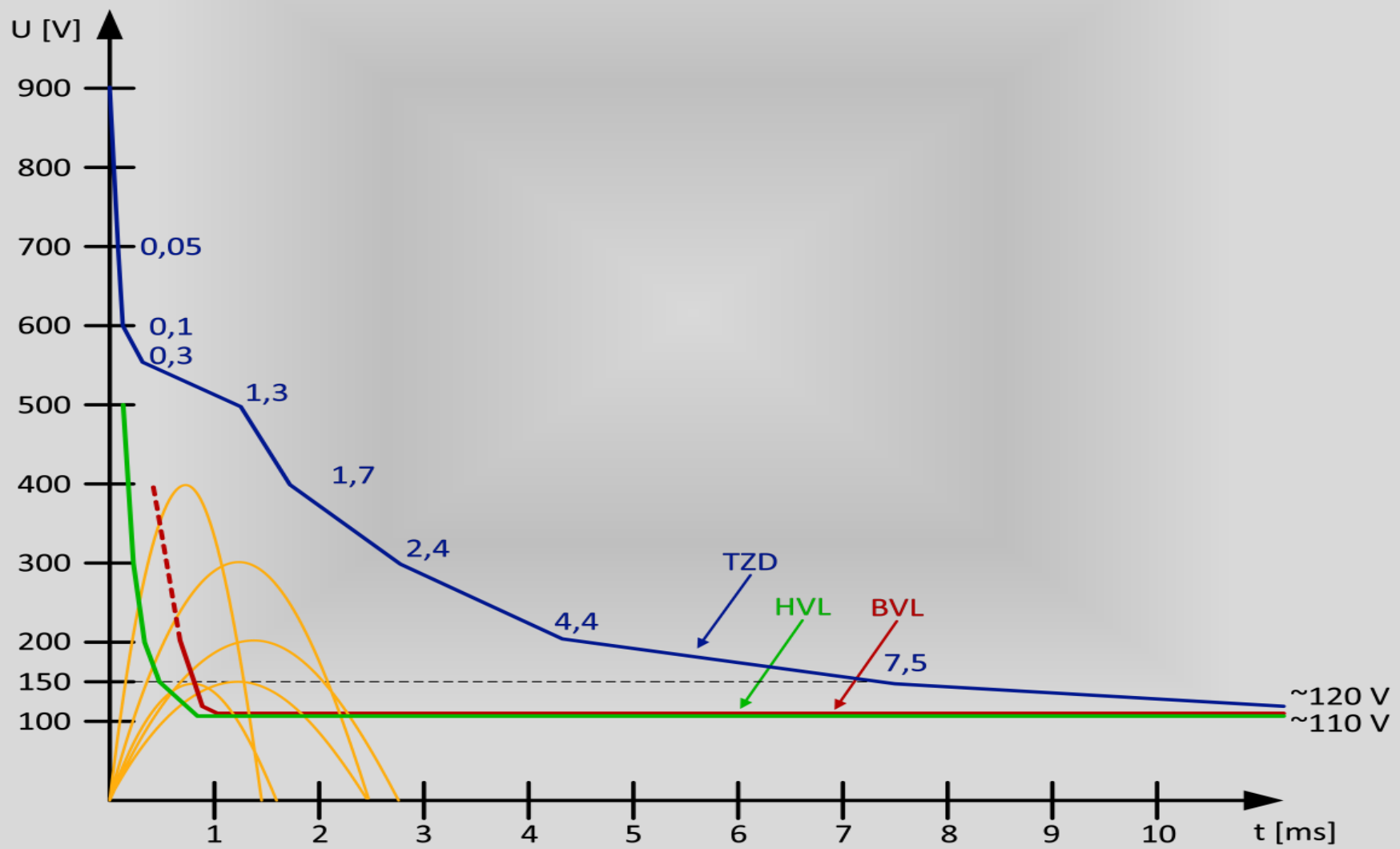


Zmiana TN na TT

Wykonanie przejścia z układu TN na układ zasilania TT polega na wykonaniu następujących czynności:

1. Złącze kablowe (ZK) należy zlokalizować poza strefą oddziaływania sieci trakcyjnej, gdzie wszystkie chronione urządzenia są połączone do wspólnej instalacji uziemiającej na peronie. ZK powinno być zlokalizowane min kilka metrów od tej instalacji i posiadać swój uziom o wartości $5 \div 10 \Omega$.
2. Uziom ten nie może być połączony z instalacją uziemiającą na peronie (zasilanie dwu lub czteroprzewodowe bez przewodu ochronnego PE).
3. Przewód N zasilający urządzenia na peronie nie może być uziemiony (układ TT)
4. Przewód zasilający urządzenia na peronie powinien być zabezpieczony wyłącznikiem różnicowoprądowym o prądzie różnicowym nie mniejszym niż 0,5 A.
5. Jeżeli obudowa ZK jest metalowa i znajduje się w strefie sieci (5 m) podlega uszynieniu przez VLD, jeżeli jest nieprzewodząca nie ma takiej potrzeby.
6. Rezystancja doziemna instalacji uziemiającej na peronie powinna wynikać z potrzeb chronionych urządzeń.
7. Rozwiązanie może być stosowana dla dowolnych obiektów znajdujących się w strefie sieci podlegających uszynieniu przez VLD.

Porównanie urządzeń ograniczających napięcie VLD



Porównanie urządzeń ograniczających napięcie VLD

Na slajdzie pokazane są charakterystyki napięciowo-czasowe trzech urządzeń VLD. Tylko urządzenie TZD ma charakterystykę zależną.

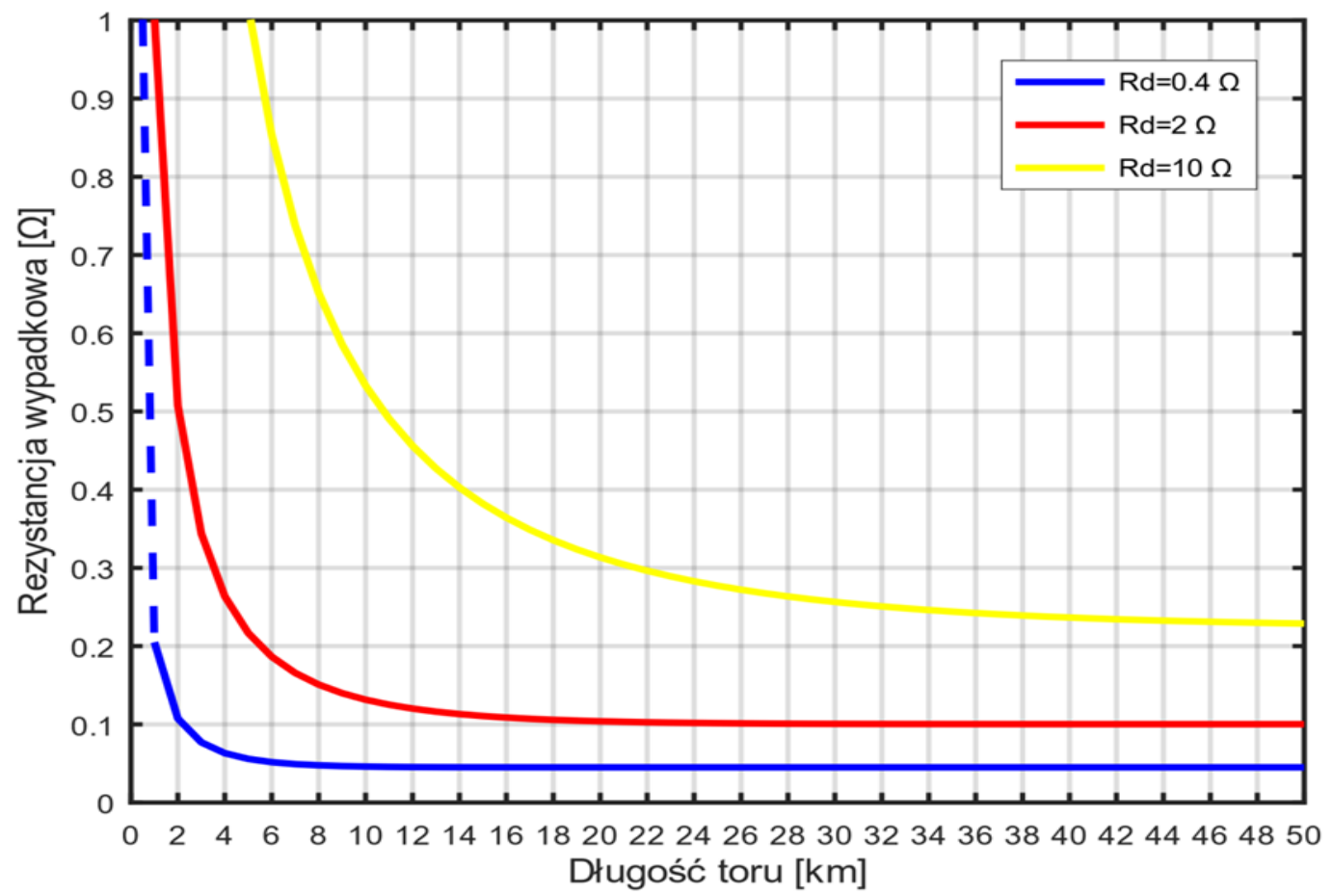
Kolorem pomarańczowym pokazane jest spektrum napięć łączeniowych występujących na zaciskach VLD. Jak widać praktycznie wszystkie przepięcia powyżej 120 V spowodują zadziaływanie BVL i HVL. Oznacza to, że urządzenia te mogą działać nawet kilkadziesiąt razy na dobę, powodując połączenie uziomów kolejowych z instalacją uziemiającą Energetyki. Każde z połączeń może trwać od kilku do kilkunastu minut do czasu zmiany położenia pociągów i przejścia prądu przez zero.

Porównanie urządzeń ograniczających napięcie VLD

Urządzenie TZD wytrzymuje przepięcia na poziomie 500 V i czasie trwania nawet powyżej 2 ms. Taki poziom przepięć występuje sporadycznie np. raz na miesiąc a nawet zdecydowanie dłużej. Mimo tak rzadkiego działania VLD (zwarcie uziomów) występują uszkodzenia instalacji nn na przystankach, obwodach srk, itp. przy powszechnym zasilaniu instalacji nn w układzie TN i braku rozdziału uziomów na poziomie WN.

Zastosowanie urządzeń BVL czy też HVL spowoduje co najmniej kilkukrotny wzrost uszkodzeń w instalacji nn czy też srk a w obszarach zurbanizowanych może to być wzrost nawet kilkudziesięciokrotny.

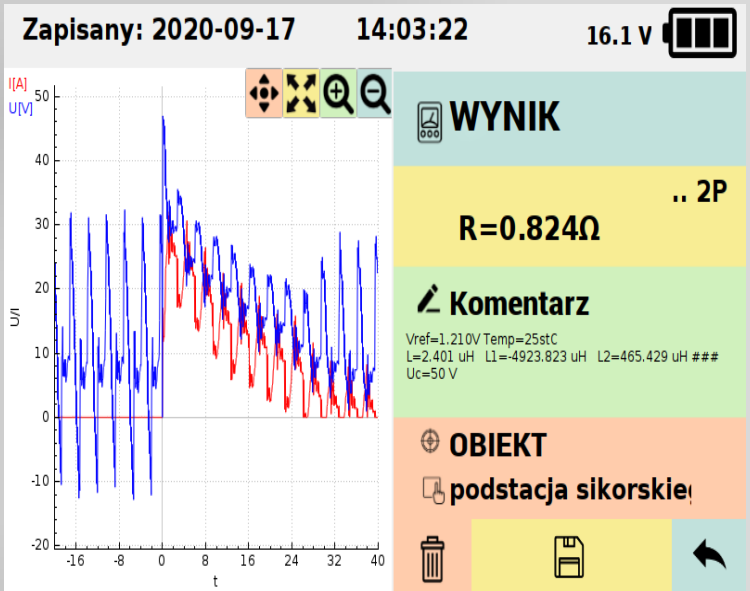
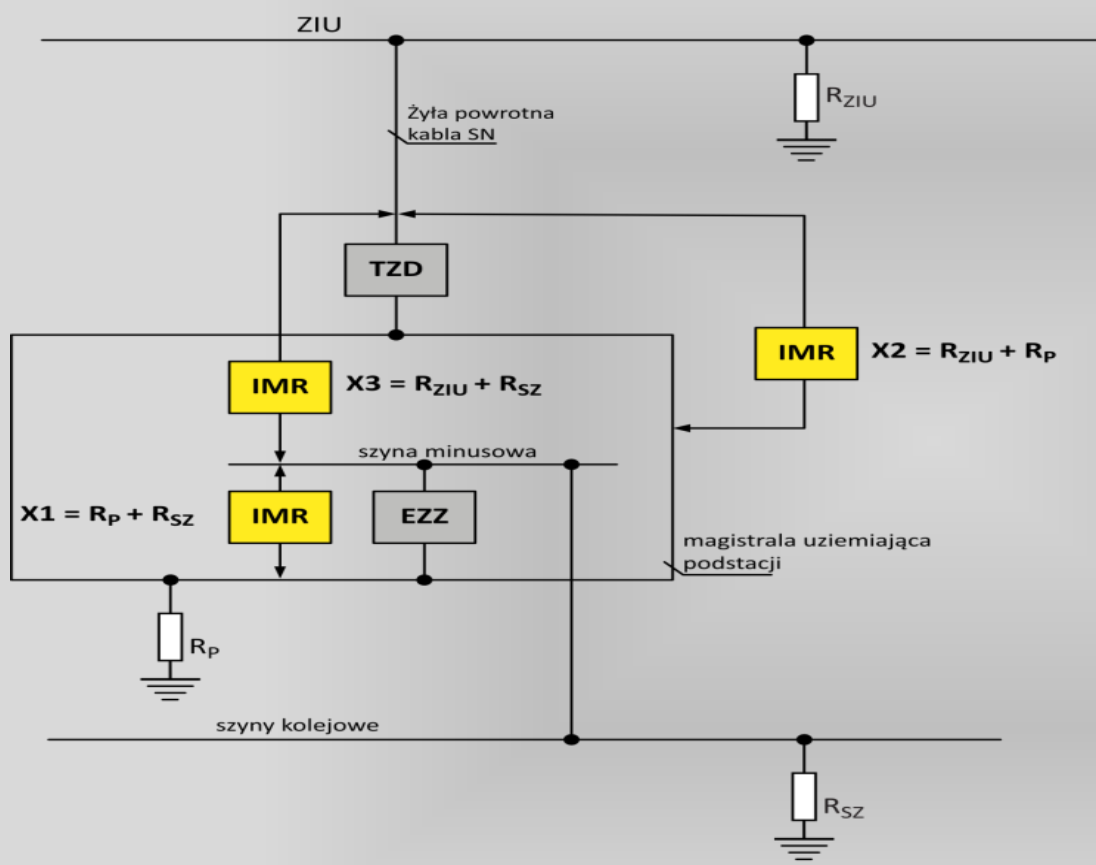
Obliczenia i pomiary potwierdzające założenia



Obliczenia i pomiary potwierdzające założenia

- Jak widać z wykresu, dla jednostkowej rezystancji toru na poziomie $0,4 \Omega\text{km}$, już w odległości 5 km od punktu pomiarowego wypadkowa rezystancja doziemna ma praktycznie wartość ustaloną.
- Dla jednostkowej rezystancji toru na poziomie $2 \Omega\text{km}$, odległość ta wynosi już ok. 15 km a dla $10 \Omega\text{km}$ jest to odległość ok. 50 km.
- W zależności od jednostkowej rezystancji doziemnej znaczący prąd wypływa szyn do ziemi od kilku do kilkudziesięciu kilometrów za pojazdem a to oznacza, że w takiej odległości może wpływać do instalacji uziemiającej Energetyki.

Obliczenia i pomiary potwierdzające założenia



Obliczenia i pomiary potwierdzające założenia

Na powyższym slajdzie pokazane jest rozdzielenie uziomu podstacji trakcyjnej od instalacji uziemiającej Energetyki (TZD) i od szyn (EZZ).

Miernikiem IMR-5 wykonano pomiary w punktach X1, X2 i X3 przy czynnej podstacji. Pokazano też przebiegi pomiaru między uziomem a szynami przy czynnej podstacji, są praktycznie takie same przy podstacji wyłączonej.

Uzyskano następujące wyniki: $R_p + R_{SZ} = 0,824 \Omega$, $R_p + R_{ZIU} = 0,853 \Omega$, $R_{SZ} + R_{ZIU} = 0,137 \Omega$

Po obliczeniach rezystancje te wynoszą: $R_p = 0,77 \Omega$, $R_{SZ} = 0,054 \Omega$ i $R_{ZIU} = 0,083 \Omega$.

Wynik $R_{SZ} = 0,054 \Omega$ jest porównywalny z wynikiem obliczonym (slajd 15) dla jednostkowej rezystancji $0,4 \Omega\text{km}$

Proponowane rozwiązania są zgodne z niżej wymienionymi normami

PN-EN 50122-1:2011 Zastosowanie Kolejowe.

Urządzenia stacjonarne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemienia i sieć powrotna – Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym.

PN-EN 50122-2:2011 Zastosowanie Kolejowe.

Urządzenia stacjonarne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemienia i sieć powrotna – Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego

Uwagi i wnioski

1. PN-EN 50526-2:2014E - Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacjonarne. Ograniczniki przepięć prądu stałego i urządzenia ograniczające napięcie. Część 2: Urządzenia ograniczające napięcie.
2. Norma ta nie odnosi się do warunków istniejących w danym Zarządzie Kolejowym, co w szczególności dotyczy wydzielenia uziomów związanych z trakcją elektryczną, przerw w sieci powrotnej, przepięć łączeniowych itp.
3. W warunkach PKP uziomy związane z trakcją elektryczną mają powszechnie połączenia z instalacją uziemiającą Energetyki na poziomie instalacji nn (układ zasilania TN) jak też na poziomie instalacji WN (uziemione żyły powrotne). Warunki takie praktycznie uniemożliwiają stosowanie urządzeń ograniczających napięcie posiadających niezależną charakterystykę napięciowo-czasową.

Dziękuję za uwagę