

**ANOMALIE W POMIARACH KONDUKTANCJI TOROWISK NA PODLEWIE  
BETONOWEJ**

**CONDUCTANCE MEASUREMENTS ANOMALIES TRACKS ON WATERING  
CONCRETE**

Józef Dąbrowski

Zakład Trakcji Elektrycznej Instytutu Elektrotechniki

Słowa kluczowe: prądy błądzące, konduktancja przejścia szyny tunel

Keywords: stray current, conductance tunnel rail crossing, conductance transitions rail tunnel,

**Streszczenie**

Stosując rejestrację do pomiaru jednostkowej konduktancji przejścia szyny tunel w układzie pomiarowym zalecanym przez normę [1] można natrafić na przypadki podane w pracy. Wyniki większości z nich są łatwo wytłumaczalne i często powtarzalne, ale zdarzają się sytuacje gdy polaryzacja wymuszenia prądu pomiarowego ma znaczenie i dla tych przypadków podano w pracy dostrzeżone warunki wystąpienia oraz próbę ich wyjaśnienia

**Abstract**

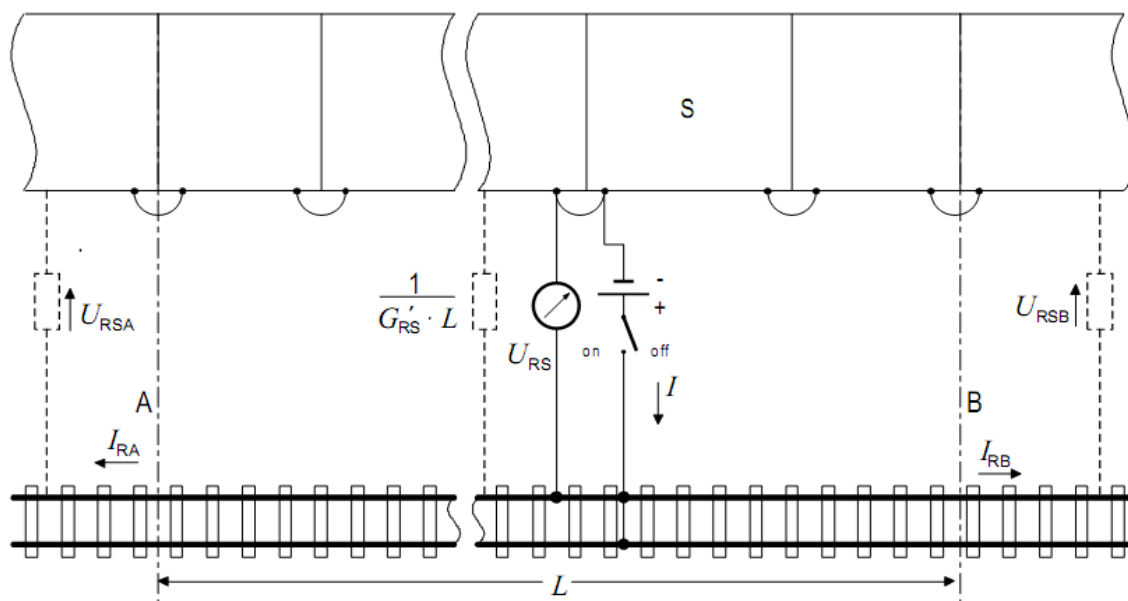
Registration using the measurement unit of the rail tunnel conductance transitions in the measurement system recommended by the standard [1] you can find on the cases presented in this work. The results of most of them are easily explainable and often repetitive, but there are situations when the polarity of the current force measurement is important and for those rare cases are given in terms of perceived job they occurred, and attempt to explain them.

## Wstęp

We współczesnych tunelach i halach transportu szynowego popularne jest stosowanie torowisk na podlewie betonowym, który tworzy się w czasie budowy obiektu. Szyny na podbudowie mogą być podparte punktowo (klasycznie jak na podkładach w tłuczniu) bądź podparte w sposób ciągły na materiałach tłumiących drgania mechaniczne. Czas kiedy pojawia się torowisko w postaci ułożonych szyn jest zależny od zastosowanej konstrukcji torowiska. Klasycznie ruszt torowy układa się na wylanym już betonie i po ustaleniu jego geometrii dokonuje się podlewów podpór punktowych pod stopkę szyny zaopatrzoną w odpowiednią podkładkę. Najnowsze konstrukcje polegają na układaniu rusztu torowego z reguły ze specjalnymi podkładami lub pół podkładami przytwierdzonymi do stopki szyny na zbrojeniu podtorza jeszcze przed wylaniem płyt betonowych. Pomiar konduktancji mogą dotyczyć każdej z faz procesu tworzenia torowiska, ale poniższe wyniki uzyskano na torowiskach tuż przed lub po ostatniej fazie procesu montażu jakim jest szlifowanie szyn, czyli w końcowej fazie ich budowy.

## Pomiar konduktancji przejścia szyny tunel i warunki jego wykonywania

Idea, zalecanego przez normę [1], układu pomiarowego konduktancji przejścia pomiędzy szynami a konstrukcją żelbetową w szczególności tunelem pokazana jest na rys. 1. Jest to przypadek ogólny możliwy do zastosowania również jeżeli torowisko zawiera w sobie złącza izolujące odcinki szyn. Systemy sterowania ruchem kolejowym (srk) wykorzystujące szyny torowiska do sygnalizacji zajętości odcinka toru w jednej z kilku spotykanych wersji wykorzystują dławiki torowe i złącza izolujące w szynach. Złącza i dławiki torowe służą do separacji sygnału prądu przemiennego nakładanego na prąd trakcyjny szynach jezdnych systemu DC. Z takim przypadkiem mamy do czynienia na początkowym (ursynowskim) odcinku I linii metra w Warszawie. Układ pokazany na rys. 1 można wtedy zmodyfikować do klasycznej metody technicznej (woltomierza i amperomierza), ale należy wtedy mierzyć odcinki o długości  $L$  wynikające z wydzielenia złączami. Pomimo, że na rys. 1 pokazana jest polaryzacja wymuszenia prądowego, to w praktyce pomiędzy szynami a tunelem będą występowały napięcia o różnych znakach zależnie od kierunku przepływu prądu trakcyjnego z pojazdu do podstacji i dlatego lepiej jest wykonać pomiary dla obu polaryzacji wymuszenia prądu pomiarowego i podać wartość średnią pomierzonej konduktancji. Prąd pomiarowy wymuszany przez źródło zamyka się w obszarze wydzielonym złączami izolującymi. Ich ewentualna upływność zwiększa pomierzoną konduktancję badanego odcinka w porównaniu do faktycznie tam występującej. Ten problem dotyczy zwłaszcza pomiarów w eksploatacji, gdy pojawia się zbrudzenie na stopce szyn, a w nim opiłki żelaza z kół i szyn, które zwierają przekładki izolacyjne w szynach. Złącza w systemie dławikowym występują co kilkaset metrów (od 120 do 400). Norma [1] dopuszcza pomiar pojedynczego odcinka o długości  $L$  maksimum 4 km pojedynczego toru. System dławikowy przy odpowiednim odłączeniu połączeń dławika od szyn badanego odcinka umożliwia pomiary konduktancji poszczególnych szyn oraz całego toru (obu razem) jak również rezystancji pomiędzy szynami tego odcinka. Ten ostatni parametr jest istotną wielkością dla torowych obwodów srk.



Rys. 1 Układ pomiarowy jednostkowej konduktancji przejścia  $G'_{TR}$  między szynami jezdnyimi a tunelem

Fig. 1 The measuring system unit conductance transition  $G'_{TR}$  between running rails and the tunnel

W przypadku ogólnym konieczny jest pomiar prądu upływającego z badanego odcinka w przekrojach A i B oraz napięcie jakie występują pomiędzy szynami a konstrukcją na krańcach odcinka w punktach A i B. Istotnym zatem jest zapewnienie ciągłości metalicznej konstrukcji stąd na rys. 1 pokazane są zwory pomiędzy segmentami konstrukcji tunelu. Technicznie w tunelach realizowane jest to na dwa sposoby

- szeregowego łączenie linkami marek, stalowych płytek na powierzchni segmentu połączonych trwale metalicznie ze zbrojeniem samego segmentu, przy czym segment powinien mieć minimum dwie marki ułożone wzdłuż konstrukcji tunelu,
- równoległe łączenie marek segmentów linkami poprzez magistralę uziemiającą czyli bednarkę ułożoną wzdłuż tunelu.

Każde z tych rozwiązań umożliwia stworzenie dylatacji z elektryczną izolacją, dzięki czemu istnieje techniczna możliwość zmiany wypadkowej rezystancji wzdłużnej konstrukcji. W budynkach typu hale stosuje się magistralę uziemiającą (bednarkę) połączoną do konstrukcji oraz uziomu fundamentowego zapewniając w ten sposób ciągłość i ekwipotencjalizację dla ochrony porażeniowej w obiekcie.

Na centralnym i bielańskim odcinku I linii zastosowano częstotliwościowe obwody srk, a dławiki torowe wraz ze złączami izolującymi występują już tylko przed zwrotnicami. Oznacza to znaczne wydłużenie wydzielonych odcinków toru zdalnych do zmodyfikowanego pomiaru konduktancji przejścia szyny – tunel. Fakt ten był i jest wykorzystywany do oceny zmian upływności torowiska w czasie uruchamiania każdego nowo zbudowanego fragmentu jak już w eksploatacji metra [2].

Na II linii metra srk nie wykorzystuje szyn do identyfikacji zajętości toru. Z tego punktu widzenia nie ma zatem podstaw do wydzielania odcinków pojedynczego toru. W

takim przypadku do wyznaczenia konduktancji torowiska należy zastosować układ z rys. 1 bez żadnych modyfikacji. Wpływ braku metalicznej ciągłości segmentów tunelu szczególnie przy istniejącej izolacji elektrycznej tych segmentów tunelu od ziemi zewnętrznej wykazały badania torowiska w łączniku pomiędzy I i II linią metra [3]. Badania metodą techniczną zależnie od fragmentu magistrali uziemiającej wykazały widoczne różnice w uzyskiwanej konduktancji tego samego odcinka szyn o długości  $L$ .

### Zarejestrowane przypadki – torowisko ze zwarcie szyny - tunel

Zgodnie z wymaganiami normy [1] szyny torowiska w tunelu (lub innej konstrukcji) powinny być wydzielone od jego zbrojenia. Na rys. 2 pokazano wyniki rejestracji wielkości mierzonych w układzie z rys. 1 w przypadku pomiaru wykonywanego na odcinku  $L$  wydzielonym z całości jedynie układem pomiarowym. Metalicznie ciągłe torowisko w całości było o długości ponad 12 km. W torowisku występuje metaliczne połączenie z konstrukcją. Świadczy o tym między innymi niska wartość napięcia jaka jest wystarczająca do wymuszenia prądu pomiarowego np. ok. 1 V przy 20 A. Na zarejestrowanych przebiegach czasowych napięcia w przekrojach A i B oraz w miejscu wymuszanie prądu pomiarowego, tu przy dobraniu skali na wykresie, wyraźnie widoczne są zmiany na poziomie napięcia wymuszenia źródła prądu pomiarowego spowodowane oddziaływaniem zewnętrznych źródeł prądów błędzących. Oddziaływania te powodują, że wyniki obliczenia konduktancji odcinka wzorem (1) dla tych wymuszeń są wręcz przypadkowe.

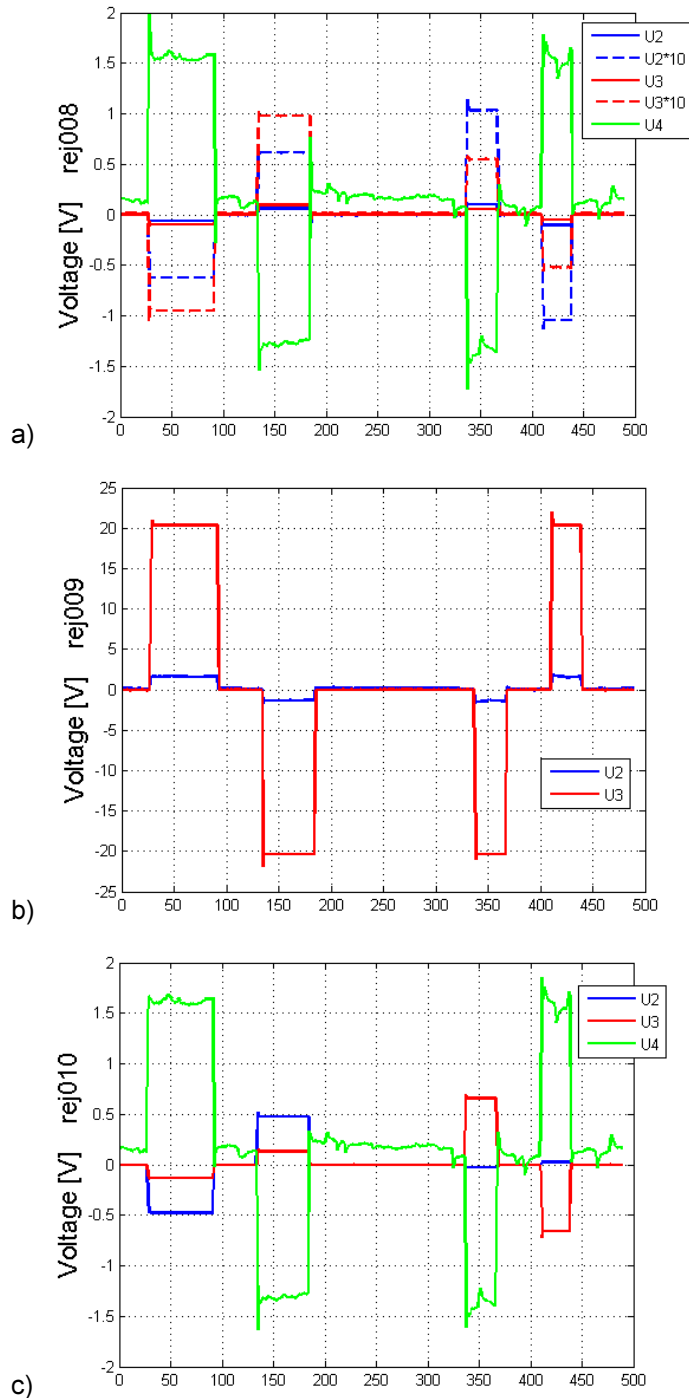
$$G'_{RT} = \frac{3}{L} \times \frac{I - I_{RA} - I_{RB}}{\Delta U_{RT} + \Delta U_{RTA} + \Delta U_{RTB}} \quad \Delta U = U_{zał} - U_{wył} \quad (1)$$

gdzie:

- $I$  jest prądem pomiarowym, w amperach;
- $I_{RA}, I_{RB}$  jest prądem w szynach w punktach A i B mierzonego odcinka, w amperach;
- $U_{RT}$  jest napięciem pomiędzy szyną jezdnią a tunelem w punkcie zasilania, w woltach;
- $U_{RTA}, U_{RTB}$  jest napięciem pomiędzy szyną jezdnią a tunelem w punktach A i B, w woltach
- $L$  jest długością badanego odcinka, w kilometrach;
- $G'_{RT}$  jest jednostkową konduktancją przejścia między szynami jezdniowymi a tunelem, w siemensach na kilometr

W pewnym zakresie środkiem zaradczym na oddziaływania prądów zewnętrznych źródeł może okazać się pora dnia wykonywania tych pomiarów. W eksploatacji badania te można realizować jedynie podczas nocnej przerwy w ruchu. W warunkach miejskich oznacza to wyłączenia z ruchu metra i tramwajów oraz kolei podmiejskiej, ale nie wyłączenie ruchu dalekobieżnego i towarowego zelektryfikowanych pociągów.

Na marginesie tego przypadku należy stwierdzić, że niewątpliwą zaletą torowiska ze złączami izolacyjnymi jest możliwość wydzielenia obszarów torowiska w celu ustalenia lokalizacji miejsca zwarcia. To znakomicie upraszcza procedurę poszukiwania. Przy krótkich nocnych przerwach w ruchu metra jest to istotna zaleta.



Rys. 2. Zarejestrowane podczas pomiarów jednostkowej konduktancji przejścia szyny – tunel przebiegi zmian napięcia szyny względem tunelu w trzech przekrojach na badanym odcinku oraz spadków napięć w szynach w dwóch przekrojach i wymuszenia prądowego..

Rys. a - przekrój A kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

Rys. b – dotyczy przekroju wymuszenia prądowego linia czerwona U3 (wartość widoczna na wykresie odpowiada prądowi w amperach). Linia czerwona U2 to zmiany napięcia szyny tunel w okolicy 1,2 m od wymuszenia prądowego;

Rys. c - przekrój B kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

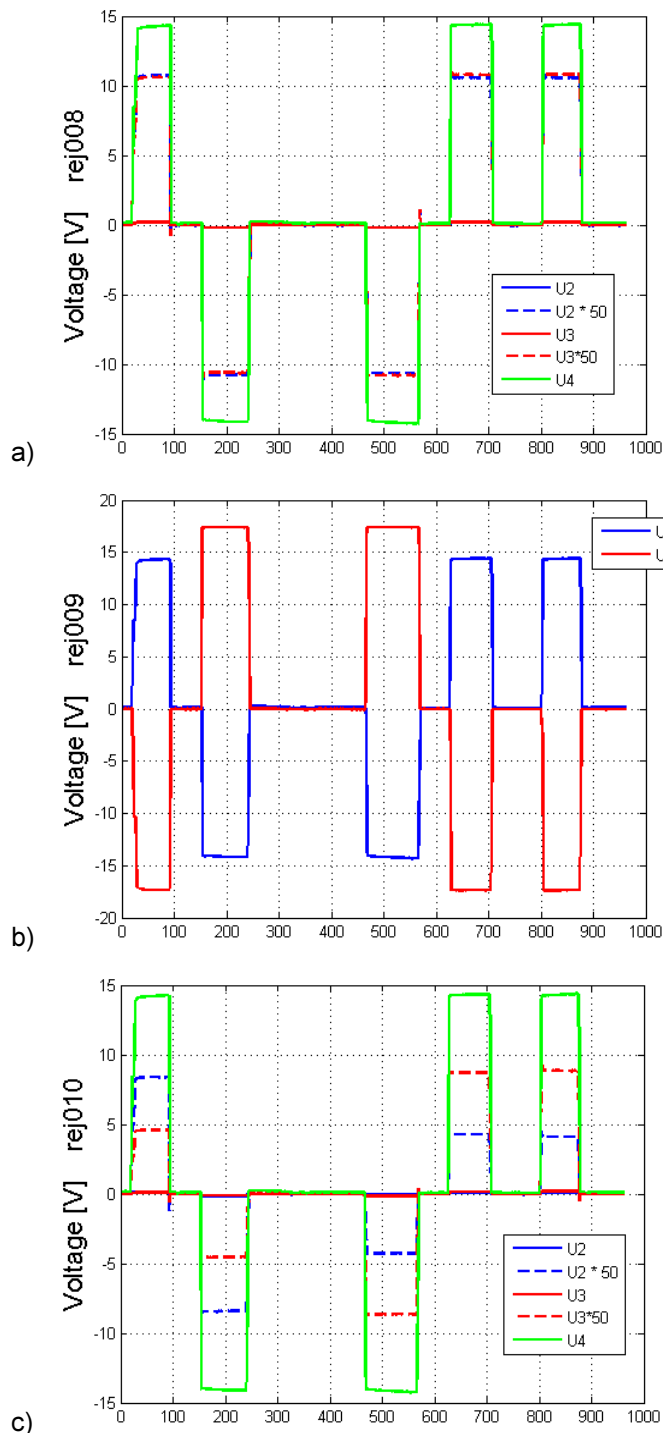
Fig. 2. The recorded during the measurement unit conductance of the rail crossing - the tunnel bus voltage waveform changes with respect to the tunnel in three sections on the test section and the voltage drops on the rails in two sections and enforce current ..

Fig. a - a cross-section A blue U2 and U3 shown the red voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

Fig. b - refers to the section of the current force red line U3 (the value shown on the graph corresponds to the current in amperes). The red line is the change in voltage U2 rail tunnel in the area of 1.2 m from the force of the current;

Fig. c - a cross-section B blue and red U2 U3 shown voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

## Zarejestrowane przypadki – torowisko bez zwarcia pomiędzy szynami a tunelem



Rys. 3. Zarejestrowane podczas pomiarów jednostkowej konduktancji przejścia szyny – tunel przebiegi zmian napięcia szyny względem tunełu w trzech przekrojach na badanym odcinku oraz spadków napięć w szynach w dwóch przekrojach i wymuszenia prądowego..

Rys. a - przekrój A kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

Rys. b – dotyczy przekroju wymuszenia prądowego linia czerwona U3 (wartość widoczna na wykresie odpowiada prądowi w amperach). Linia czerwona U2 to zmiany napięcia szyny tunel w okolicy 1,2 m od wymuszenia prądowego;

Rys. c - przekrój B kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

Fig. 3. The recorded during the measurement unit conductance of the rail crossing - the tunnel bus voltage waveform changes with respect to the tunnel in three sections on the test section and the voltage drops in the rails in two sections and enforce current ..

Fig. a - a cross-section A blue U2 and U3 shown the red voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

Fig. b - refers to the section of the current force red line U3 (the value shown on the graph corresponds to the current in amperes). The red line is the change in voltage U2 rail tunnel in the area of 1.2 m from the force of the current;

Fig. c - a cross-section B blue and red U2 U3 shown voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

Jeżeli nie ma zwarcia pomiędzy torowiskiem a konstrukcją, to należy oczekiwać, że napięcie jakim powinno dysponować stosowane do pomiaru źródło wymuszenia prądowego jest wprost proporcjonalne do wartości prądu wymuszenia i odwrotnie proporcjonalne do wypadkowej konduktancji całego torowiska. Do określenia wartości konduktancji torowiska niezbędna jest znajomość długości całego torowiska i typ konstrukcji toru: otwarte, czy zamknięte (widoczna cała szyna czy tylko jej powierzchnia toczna). W przypadku, gdy występują oba typy konstrukcji toru konieczna jest znajomość wypadkowej długości każdego z typów konstrukcji torowiska. Przy założeniu, że niezależnie od typu konstrukcji torowisko spełnia wymagania normy [1] to z dopuszczalnych jednostkowych konduktancji przejścia i długości odcinków wylicza się wypadkową konduktancję. Proporcja zakładanej wartości wymuszanego prądu pomiarowego do wypadkowej konduktancji daje wartość napięcia poniżej którego najprawdopodobniej badane torowisko jako całość nie będzie spełniało wymagań normy, ale wydzielony przekrojami A i B fragment może być porządku. Jeżeli faktycznie przykładowe napięcie będzie większe od wyliczonej wartości napięcia przy wymuszeniu prądu pomiarowego, to całe torowisko spełnia wymagania normy, chociaż istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że badany odcinek pomiędzy przekrojami A i B nie spełni wymagań normy.

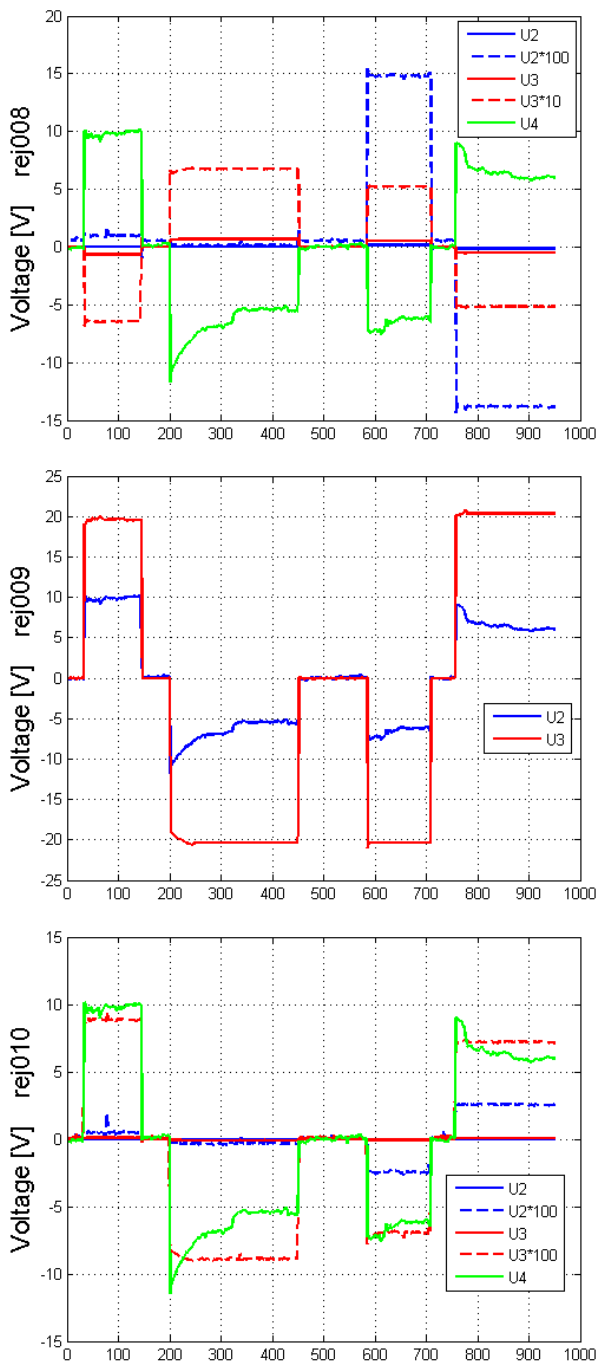
Na rys. 3 pokazano wyniki rejestracji zrealizowane na torowisku z poprzedniego rysunku, podczas badania konduktancji przejścia, gdy nie występowało metaliczne połączenie torowiska z konstrukcją. Napięcie wymuszające jest niemalże 10-cio krotnie większe niż poprzednio, a prąd jest nieznacznie mniejszy od zakładanych 20 A wynosi ok. 17 A. Z tego przypadku widać miękkość zastosowanego źródła w postaci zasilacza stabilizowanego. Oprócz wymaganych parametrów wartości wyjściowych prądu i napięcia niezbędna jest moc po stronie prądu przemiennego uwzględniająca sprawność jej przetwarzania na DC. Przy kilku lub kilkunastu woltach napięcia nie widać już tak wyraźnie oddziaływania źródeł zewnętrznych na badany obwód, a powtarzalność wyliczanej wzorem (1) konduktancji dla każdego z impulsów wynosi kilka procent.

Ograniczenia techniczne jakie wynikają z uzyskanych i przedstawionych powyżej doświadczeń dla zaproponowanego w normie [1] układu pomiarowego będą przedmiotem oddzielnego opracowania. Przeliczenia prądu w przekrojach A i B ze spadku napięcia w szynach opisane jest w normie [1], ale wyniki rejestracji mogą wymagać pewnego komentarza – każdorazowo zależne będą od występowania łączników międzyszynowych na odcinkach pomiędzy wymuszeniem, a przekrojem pomiarowym.

### **Zarejestrowane przypadki – torowisko bez zwarcia pomiędzy szynami a tunelem, ale ...**

Na rysunku 4 pokazano wyniki rejestracji zrealizowane podczas badania fragmentu odcinka toru z torowiska o długości 12 km z tym, że na przekrojach A i B zostały otwarte zwory na dylatacjach. Czy to powoduje że zależnie od polaryzacji impulsu wymuszającego w wszystkich trzech rejestrowanych przekrojach w jednym przypadku następuje stabilizacja parametrów napięcia i prądu znana z podanego wcześniej przykładu zaś po zmianie znaku impulsu wymuszającego następuje osiągnięciu wartości maksymalnych i nieoczekiwane

zanikanie wartości napięcia pomiędzy szynami a tunelem tak jakby następował proces depolaryzacji lub rozładowywania kondensatora.



Rys. 4. Zarejestrowane podczas pomiarów jednostkowej konduktancji przejścia szyny – tunel przebiegi zmian napięcia szyny względem tunelem w trzech przekrojach na badanym odcinku oraz spadków napięć w szynach w dwóch przekrojach i wymuszenia prądowego..

Rys. a - przekrój A kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

Rys. b – dotyczy przekroju wymuszenia prądowego linia czerwona U3 (wartość widoczna na wykresie odpowiada prądowi w amperach. Linia czerwona U2 to zmiany napięcia szyny tunel w okolicy 1,2 m od wymuszenia prądowego);

Rys. c - przekrój B kolorem niebieskim U2 i czerwonym U3 pokazano spadki napięć na 1 m szyn tworzących tor i zielonym U4 napięcie pomiędzy szynami a magistralą;

Fig. 4. The recorded during the measurement unit conductance of the rail crossing - the tunnel bus voltage waveform changes with respect to the tunnel in three sections on the test section and the voltage drops in the rails in two sections and enforce current ..

Fig. a - a cross-section A blue U2 and U3 shown the red voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

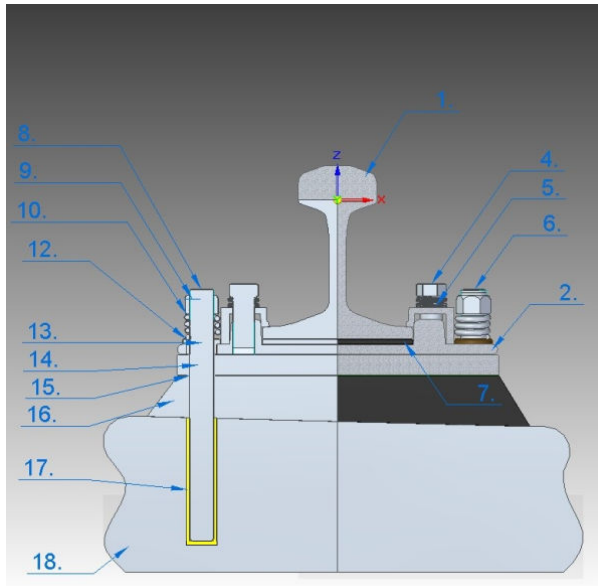
Fig. b - refers to the section of the current force red line U3 (the value shown on the graph corresponds to the current in amperes. The red line is the change in voltage U2 rail tunnel in the area of 1.2 m from the force of the current;

Fig. c - a cross-section B blue and red U2 U3 shown voltage drops at 1 m of rails forming the track and green U4 tension between the rails and the bus;

Jak widać na rys. 4 efekt ten występuje najsilniej przy pierwszej serii pomiarów. Przy kolejnej serii pomiarowej, gdy wymuszenie prądowe przyłączono do drugiej szyny zjawisko to dotyczy obu polaryzacji, ale występuje w mniejszym stopniu. W czasie pomiarów konduktancji przejścia szyn tunel na ursynowskim odcinku pierwszej linii metra w Warszawie odnotowano sporadycznie zdarzające się podobne zjawisko. Do wymuszania

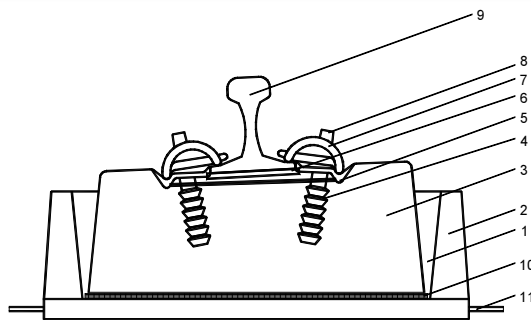


prądu pomiarowego w obu przypadkach wykorzystywano zasilanie prądu przemiennego, z tym że na I linii stosowano układ prostownika bez stabilizacji parametrów wyjściowych, zaś na II linii zasilacz stabilizujący prąd co widać na przebiegach prądu pokazanych na rys 4. Na I linii przy niestabilizowanym zasilaczu wartość napięcia nieznacznie malała przy wzrastającym prądzie utrudniając odczyty stosowanych wtedy przyrządów wskazówkowych.



Rys. 5 Przekrój poprzeczny punkowego posadowienia szyny (1) na płycie betonowej (18) z poduszką z plast betonu (16) pod podkładką żebrową (2)

Fig. 5 Cross-section of a rail support (1) on a concrete slab (18) with plasticized concrete cushion (16) and ribbed plate (2)



Wariant z blokiem betonowym osadzonym sprężystości w korytku betonowym

1. Otulina podpory - żywiczna masa zalewowa Edilon Corkelast
2. Prefabrykowane korytko podpory szynowej
3. Betonowa podpora blokowa
4. Osłonki izolacyjne na wkręty kolejowe
5. Prowadnica kątowna
6. Przekładka podszywna
7. Łapka sprężysta
8. Wkręt kolejowy
9. Szyna
10. Sprężysta podkładka Edilon Resileient Strip
11. Pręt zbrojeniowy

Rys. 6 Przekrój poprzeczny punkowego podparcia szyny typu EBS

Fig. 6 Cross-section of rail fastening support type EBS.

W przypadku I linii zjawisko takie bywało wyraźnie widoczne na jednej z szyn i to nie koniecznie mierzonej jako pierwsza w serii pomiarów dla tego odcinka toru, a po podłączeniu obu szyn do pomiaru słabło lub wręcz zanikało. W czasie pomiarów na I linii temu zjawisku nie poświęcono szczególnej uwagi, a notatki są zbyt lakoniczne i odczuwalny jest brak rejestracji. Proces dołączania drugiej szyny do pomiaru konduktancji przejścia toru ze względu na organizację i przygotowania przed samymi pomiarami nie wymagał zbyt dużo czasu. Nie można zatem nic powiedzieć czy odnotowane na rejestracji zjawisko osłabiania „depolaryzacji” miało wpływ na obserwacje i wyniki z I linii metra? Odcinki szyn na których odnotowano opisywane zjawisko nie przekraczały 400 m zaś na II linii wynosił ponad 600 m.

W obu przypadkach torowisko jest budowy otwartej z punktowym podparciem szyn pokazanym na rys.5 i 6.

Opisane zjawisko (anomalia) ma niestety wpływ na rozrzut wyników obliczanej wg wzoru (1) konduktancji przejścia z poszczególnych impulsów prądowych.

Konstrukcja torowiska EBS została zabudowana na bielańskim odcinku metra, ale w czasie pomiarów konduktancji przejścia szyny tunel nie wystąpił w żadnym z pomiarów wspomniany wyżej wpływ polaryzacji na wynik badań [3]. Konstrukcja tunelu na bielańskim odcinku jest podobna do konstrukcji na odcinku ursynowskim, z tym że na Bielanych ekwipotencjalizując konstrukcję i tworząc podbudowę torowiska zwarto dylatacje z izolacją elektryczną pomiędzy wytypowanymi segmentami żelbetowymi [4].

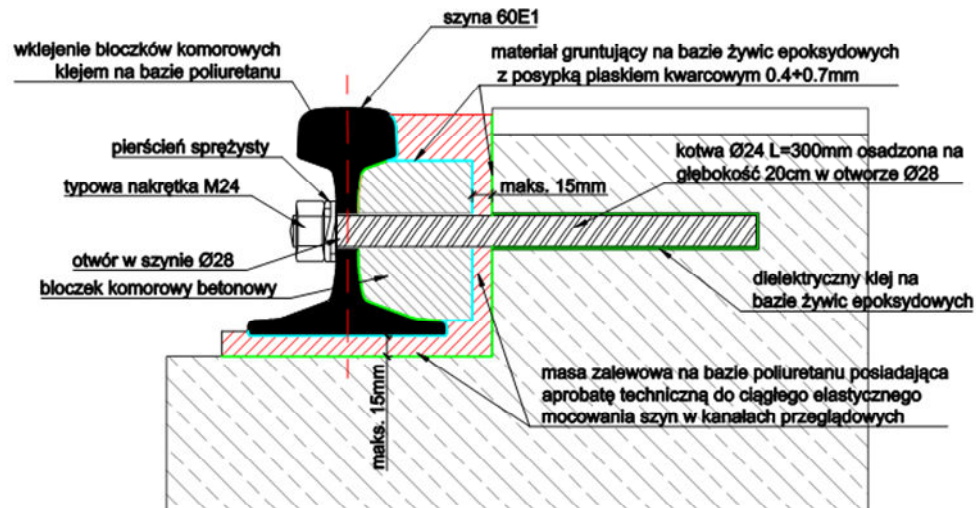
### **Przypadek torowiska na zajezdni tramwajowej**

Wykonując pomiary konduktancji przejścia na terenie hali technicznej zajezdni tramwajowej na jednej z szyn kilku odcinków toru w tej samej konstrukcji pokazanej na rys 7 wywołano podobne zjawisko, ale w nieco odmiennych okolicznościach. W tym przypadku długość toru nie przekraczała 60 m, a sam tor początkowo wykazywał zwarcie z konstrukcją. Jak ustalono zwarcie to można usunąć rozwiercając otwory w szyjce szyny, aby umieścić tuleje izolacyjne pomiędzy kotwą a szyną. Z zapisów konstrukcyjnych oraz rys. 7 wynikało, że kotwa wzorem posadowienia szyn na I linii metra – rys. 5 miała być zanurzona w epidianie przed umieszczeniem w otworze szyny i żelbetonu. Na metrze zalecano pomiar rezystancji izolacji megaomierzem każdej osadzonej kotwy względem magistrali uziemiającej. Dla kotew na hali zapisu takiego wymagania nie znaleziono, ale byłby on kłopotliwy dla wykonawcy zwłaszcza środkowych torów na hali ze względu na znaczne odległości punktów pomiarowych od magistrali odniesienia lub zwodów i konfigurację terenu – kanały. Dodatkowo pewność izolacji zwiększy wprowadzenie przekładki izolującej pomiędzy szyjkę szyny a podkładkę ze śrubą dociskającą szynę do ściany. Zabiegi te na pięciu odcinkach toru dały pozytywny wynik – tory te spełniły wymagania normy [1] w zakresie jednostkowej konduktancji. Na ostatnim odcinku jedna z szyn toru pomimo wykonania ustalonych zabiegów nadal wykazywała zwarcie.

Po spolaryzowaniu tej szyny względem magistrali uziemiającej zasilaczem o stabilizowanej i nastawionej wartości prądu wykonano pomiary napięcia pomiędzy poszczególnymi kotwami, a szyną. Wytypowano do ponownego przewiercenia szyny kotwy o najmniejszych wartościach pomierzonych napięć i co istotne nie znajdowały się one na końcu przeciwnym do wymuszenia prądowego. Zabieg rozwiercania wymaga chłodzenia używanej do tego celu koronki (wiertła). Chłodziwem tym jest woda. W dwóch z pięciu poprawianych otworów stwierdzono po rozwierceniu zmianę polaryzacji napięcia występującego pomiędzy kotwą a szyną. Po wykonaniu rozwierć poziom wymuszenia prądowego pozostał bez zmian, natomiast nieznacznie wzrosło napięcie. Powolny proces schnięcia wody powodował wzrost mierzonych napięć pomiędzy kotwami a szyną i powrót polaryzacji na dwóch nietypowo zachowujących się kotwach.

## SZCZEGÓŁ MOCOWANIA SZYNY 60E1 NA PÓŁCE ŻELBETOWEJ KONSTRUKCJI KANAŁU

skala 1:5 [mm]



Rys. 7 Przekrój poprzeczny posadowienia szyny w hali technicznej zajezdni tramwajowej  
Fig. 7 Cross-section of rail support In tram maintenance depo

Ostatecznie uzyskano wynik jednostkowej konduktancji przejścia szyny – magistrala uziemiająca na poziomie zbliżonym do wymaganego dla toru budowy zamkniętej.

### Zamiast podsumowania

W dokumentacji [6] analizowany był przypadek pompy pracującej w żelbetowym zbiorniku wody, która dopływała do niego przy okazji spłukiwania (czyszczenia) urządzeń klimatyzacji. Wymagania bezpieczeństwa porażeniowego narzucały uziemianie punktu zerowego elektrycznego trójfazowego silnika napędowego pompy do magistrali uziemiającej, która ma metaliczny styk ze zbrojeniem zbiornika. Jak udowodniono w tym przypadku z podłączeniem punktu zerowego następowało przesunięcie potencjału konstrukcji pompy względem wody w kierunku elektrododatnim co powodowało korozję obudowy pompy. Eksploatacja jest zainteresowana usunięciem negatywnego oddziaływania zastosowania środka ochrony przed porażeniem, ale tu rodzi się też pytanie: dlaczego w innych tego samego typu przepompowniach na terenie tego samego obiektu zjawisko korozji nie chronionych protektorowo pomp było tylko w tym pojedynczym przypadku? Czyżby zastosowana do utworzenia zbiornika zaprawa betonowa będzie miała wpływ na zjawiska korozyjne?

W przypadku hali zajezdni tramwajowej ustalono, że szyna na której wystąpiły podane wyżej zjawiska stykała się z wylaną warstwą ostatniej dostawy betonu, która była zamawiana już dodatkowo. Czy przywieziony beton miał takie same parametry jak poprzednie dostawy, tego autorowi nie udało się ustalić.

Sporadyczność występowania zjawiska wpływu polaryzacji wymuszenia prądowego na wyniki rejestracji i wyznaczenia konduktancji szyny – tunel może być również spowodowana własnościami zastosowanego lokalnie betonu, najprawdopodobniej na podtorzu.

## Literatura

- 1 PN-EN 50122-2 *Zastosowania kolejowe. Urządzenia stacjonarne część 2 Środki ochrony przed oddziaływaniem prądów błędnych wywołanych przez trakcję elektryczną prądu stałego*
- 2 Magdalińska A., Dąbrowski J.: *Jednostkowa konduktancja szyny-tunel w okresie siedmioletniej eksploatacji Metra Warszawskiego SEMTRAK 2002 T 1 s. 437-442*
- 3 Dąbrowski J., Szostak P., Szyszko R.: *Pomiar konduktancji przejścia szyny-tunel w łączniku I i II linii metra zgodnie z wymaganiami normy. DOK IEL NTE/6/2013*
- 4 Dąbrowski J.: *Badanie posadowienia torów w systemie EBS pod kątem upływu prądów błędnych na odcinku metra B21 – A22 Dok. IEL nr arch.: NTE/3/2008*
- 5 Dąbrowski J.: *Uruchomienie bielańskiego odcinka linii metra warszawskiego, a zmiany potencjału konstrukcji podziemnej XI Krajowa Konferencja Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej Jurata 2010*
- 6 Dziuba W., Dąbrowski J.: *Ustalenie przyczyn korozji i opracowanie zasad wykonania ochrony przeciwkorozyjnej pomp w przepompowni tranzytowej na stacji A02 metra Dok. IEL nr arch.: NTE/42/2003*

Autor tą drogą pragnie wyrazić podziękowanie współpracownikom oraz pracownikom firm z którymi współpracował przy pomiarach konduktancji szyn zarówno względem tuneli, ścian hal jak i ziemi.