

Marek Kaniewski, Małgorzata Kucińska

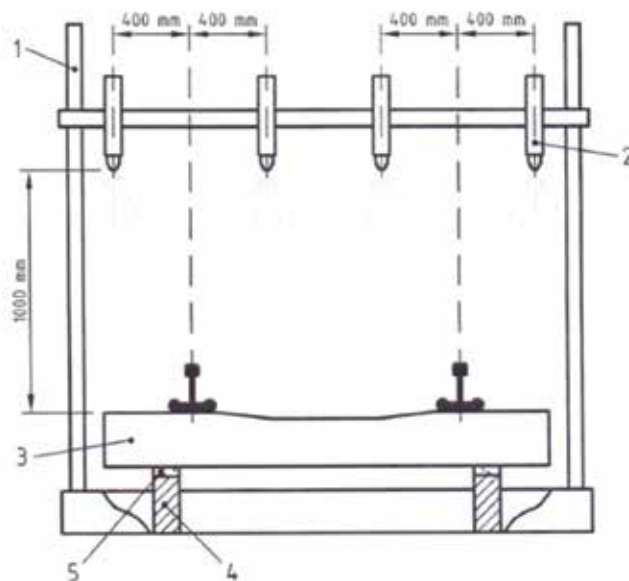
## Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym

Podstawowym dokumentem dla procesu systemu zasilania trakcyjnego jest Rozporządzenie 1301/2014 UE dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia”. Rozporządzenie weszło w życie w UE z dniem 1 stycznia 2015 r. Od dnia 1 stycznia 2016 r. nowo wyprodukowane odcinki sieci trakcyjnej powinny być objęte deklaracją UE o zgodności z wymaganiami lub przydatności do stosowania. Nowy dokument dotyczy zasadniczo sieci trakcyjnej, jednak są w nim odniesienia do Rozporządzenia 1302/2014 UE – stosowane w przypadku badania nowego typu pantografu lub nowego typu pojazdu szynowego. Jednostki oceniające (NoBo) mają prawie trzyletnie doświadczenia w posługiwaniu się tym dokumentem w interpretacji zapisów, w ocenie jasności sformułowań. W artykule opisano doświadczenia autorów w ocenie środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz zaprezentowano nowatorskie badania stanowiskowe konduktancji (rezystancji) sieci powrotnej.

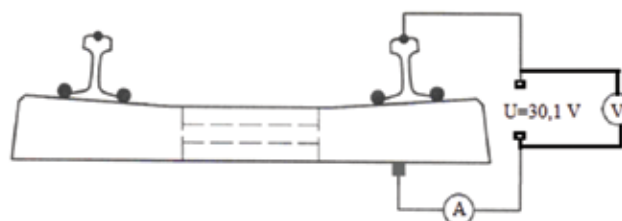
**Słowa kluczowe:** napięcie dotykowe, rezystancja podkładu, mocowanie, szyn do podkładów, system przytwierdzeń szyn.

Do obliczeń napięć dotykowych w przypadkach jazdy pojazdów szynowych w normalnych warunkach pracy – po sieci trakcyjnej, jak i w warunkach zwarć, potrzebna jest znajomość parametrów obwodu elektrycznego, w którym płynie prąd w sieci powrotnej. Prąd od podstacji płynie w górnej sieci jezdnej przez silniki napędzające pojazd szynowy i jego zasadnicza część powraca do podstacji szynami. Część prądu płynie również przez ziemię. Pomiar oporności sieci powrotnej w warunkach rzeczywistych, ze względu na rozległość obiektu badań (długość toru) i dużą zmienność rezystancji w funkcji warunków pogodowych, są trudne. Podjęto próbę pomiaru wartości rezystancji przejścia na drodze główka szyny–spód podkładu, wykorzystując stanowisko pomiarowe wybudowane w Instytucie Kolejnictwa (rys. 1). Stanowisko to powstało do pomiaru rezystancji przejścia szyna–szyna dla dokonania oceny podkładów i mocowań szyn do podkładów.

Badanie zostało wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13146-5:2012 [4], zmodyfikowano jedynie punkty, pomiędzy którymi mierzona była rezystancja (dla obecnych potrzeb wykonano badania rezystancji pomiędzy główką szyny a dolną częścią podkładu). Podczas próby używane były nowe podkłady kolejowe. Pomiar rezystancji rozpoczyna się w momencie uruchomienia „deszczownicy”, co sekundę szczytowane są parametry układu pomiarowego oraz dokonywane są obliczenia pozostałych wielkości (napięcia, prądu, rezystancji oraz przepływu wody przez każdą dyszę). Pełny cykl pomiaru trwa 12 minut. Przez pierwsze 2 minuty podkład wraz z przytwierdzonymi fragmentami szyn jest poddawany zraszaniu. Po 2 minutach cyklu zraszania następuje automatyczne zamknięcie dopływu wody i przez następne 10 minut cały układ jest dalej badany – szczytowane są parametry i dokonywane obliczenia. W wyniku tych badań otrzymujemy tabelaryczne zestawienie napięcia i rezystancji w funkcji



Rys. 1. Stanowisko do pomiaru rezystancji podkładu wraz z systemem przytwierdzeń: 1 – rama spryskiwaczy, 2 – dysze natryskowe, 3 – podkłady kolejowe, 4 – bloczki drewniane, 5 – plastikowe podkładki [4]



Rys. 2. Elektryczny układ pomiarowy  
Źródło: oprac. własne: M. Kaniewski.

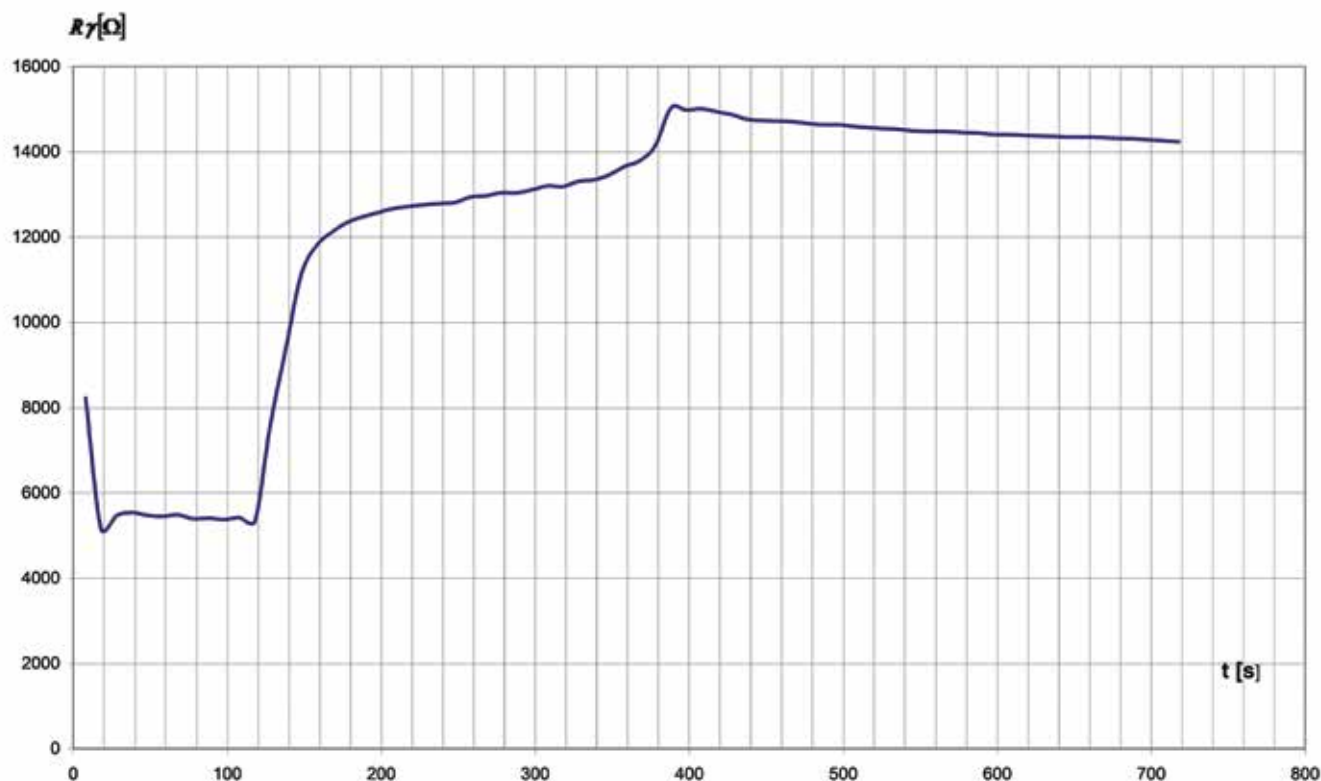
czasu. Na rys. 3, w formie wykresu, pokazano zależność rezystancji w funkcji czasu.

Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13146-5:2012 [4], użyta woda do spryskiwania była o przewodności 53,1 mS/m w temperaturze 25°C i spełniała wymagania normy PN-EN 27888:1999 [5].

Badania wykonano w elektrycznym układzie pomiarowym pokazanym na rys. 2. Płytką podłożoną pod podkład kolejowy była wykonana ze stali i miała pole powierzchni równe 400 mm<sup>2</sup>. W celu uzyskania lepszego przewodnictwa była pokryta mokrą tkaniną.

Otrzymane wartości rezystancji przejścia pokazano na rys. 3. Odczytana z wykresu minimalna rezystancja przejścia wynosi  $R_y=5155,2\pm 132 \Omega$  (niepewność pomiaru wyznaczona została dla  $k=2$ ). W obliczeniach sieci powrotnej używana jest wielkość konduktancji liczona na 1 km sieci powrotnej.

Zależnie od typu toru odległość między podkładami może wynosić 0,60 m. W torze o długości 1 km na dwóch szynach będzie



**Rys. 3.** Zależność rezystancji przejścia od czasu pomiaru. Po 120 s wyłączono spryskiwanie  
 Źródło: Świadectwo pomiaru Laboratorium Metrologii nr IK.LM-4500-013/025-18/18.

istniało  $1\ 000/0,6 \cdot 2 = 3\ 333$  połączeń szyna-podkład. Przyjmując, że są to równoległe połączone rezystancje, otrzymujemy wynik równy  $1,5467\ \Omega/\text{km}$ . Konduktancja wynosi  $0,646596\ \text{S}/\text{km}$ . Otrzymana wielkość jest tego samego rzędu co podana w opracowaniu [2], większa o  $0,146596\ \text{S}/\text{km}$ . Dla odległości między podkładami  $0,7\ 0,75$  i  $0,8$  m konduktancje wynoszą odpowiednio  $0,554$ ,  $0,517$  i  $0,485\ \text{S}/\text{km}$ . Wartość średnia obliczona z czterech pomiarów wynosi  $0,550649$  i jest o 10% większa od wartości normatywnej konduktancji jednostkowej kilometra toru w dobrym stanie.

### Bibliografia

1. Kaniewski M., *Certyfikacja sieci trakcyjnej i pantografów według wymogów Rozporządzenia Komisji UE nr 1301/2014*, „Technika Transportu Szynowego” 2018, nr 1-2.
2. Kruczek W., *Problemy dotyczące skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obiektach systemu zasilania trakcyjnego 3 kV DC*, Politechnika Krakowska, „Semtrak”, Zakopane, październik 2016.
3. Pawlik M., *Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2016, nr 1-2.
4. PN-EN 13146-5:2012 – wersja angielska *Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 5: Określenie rezystancji elektrycznej*.
5. PN-EN 27888:1999 – wersja polska – *Jakość wody – oznaczenie przewodności elektrycznej właściwej*.
6. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii.

7. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej.

### Autorzy:

mgr inż. **Marek Kaniewski** – Instytut Kolejnictwa  
 mgr inż. **Małgorzata Kucińska** – Instytut Kolejnictwa

### The protect against electric shock

The basic document for the traction power supply system process is Commission Regulation (EU) No 1301/2014 concerning technical specifications for interoperability of the energy subsystem. The regulation came into force in the EU on January 1, 2015. Starting from January 1, 2016, newly produced sections of the overhead contact line should be covered by the EU declaration on compliance with the requirements or suitability for use. The new document mainly concerns the OHL, however, it refers to Commission Regulation (EU) No 1302/2014 applicable to testing a new pantograph type or a new type of rail vehicle. Evaluation units (NoBo) have almost three years of experience in using this document, in the interpretation of entries, in assessing the clarity of formulations. The article describes the experiences of authors in the evaluation of measures to protect against electric shock and presents innovative research on the position of conductivity (resistance) of the return network.

**Key words:** touch voltage, sleeper resistance, fixing the rails to the sleeper, rail fastening system.