

**mł. bryg. mgr inż. Grzegorz Kotulek**

**kpt. mgr inż. Łukasz Kuziora**

*Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego*

*Szkoła Główna Służby Pożarniczej*

## **Analiza przyczyny powstania pożaru pociągu Inspiro nr 52 Metra Warszawskiego**

### **Abstrakt**

W artykule przedstawiono analizę przyczyn powstania pożaru pociągu Inspiro nr 52 eksploatowanego przez Metro Warszawskie. Zdarzenie miało miejsce 17 listopada 2013 r. w tunelu pomiędzy stacjami Centrum a Politechnika. Było to dotychczas najpoważniejsze zdarzenie o charakterze pożarowym w historii Metra Warszawskiego. Po zdarzeniu wprowadzono zmiany konstrukcyjne w kluczowym elemencie, jakim jest mocowanie ślizgu odbieraka prądu.

Z analizowanego zdarzenia wynika, że poprawne zaprojektowanie oraz dostosowanie rodzaju rozwiązań technicznych do zmiennych warunków pracy poszczególnych elementów pełni kluczową rolę w zapewnieniu bezpiecznej eksploatacji każdego urządzenia technicznego. Szczególnie ważne jest to w przypadku transportu publicznego, gdzie znajdują się ludzie w dużych grupach. Powstanie niekorzystnego zdarzenia podczas eksploatacji taboru metra może doprowadzić do bardzo poważnych konsekwencji dla użytkowników.

**Słowa kluczowe:** zagrożenia pożarowe, metro, pożary środków transportu

## **Analysis of The Cause of the Warsaw's Subway No. 52 Inspiro Train Fire**

### **Abstract**

The study presents an analysis of the cause of the fire of the nr 52 Inspiro train operated by the Warsaw Metro. The incident took place on November 17, 2013 in the tunnel between the Center station and the Politechnika stops. It has been, until now, the most serious fire in the history of the Warsaw Metro. After the incident, the structural changes were introduced in the key element, which is the clamping of the

current collector. The analyzed incident shows that correct design and adaptation of the type of technical solutions to the variable working conditions of individual components play a key role in ensuring the safe operation of any technical device. This is particularly important in the case of public transport where there are people gathered in large groups.. The occurrence of an adverse incident during the operation of the rolling stock of a subway can lead to very serious consequences for users.

**Keywords:** fire hazards, metro, fires of transport means

## Wprowadzenie

Pierwszą uchwałę o opracowaniu projektu kolei podziemnej władze Warszawy podjęły w 1925 r. Projekt zakładał budowę dwóch krzyżujących się linii. Prace znacznie utrudnił kryzys światowy lat 30. XX w. Prace projektowe podjęto w 1938 r. Zaprojektowano 46 km tras, które miały zostać wybudowane w ciągu 35 lat. Większość wypracowanej dokumentacji została utracona podczas wojny. Po drugiej wojnie światowej podjęto prace projektowe, które kontynuowano do końca lat 40. XX w. W 1950 r. podjęto decyzję o budowie metra głębokiego, ale prace wstrzymano w 1953 r. Przełomem był 15 kwietnia 1983 r., wówczas miało miejsce symboliczne wbicie pierwszego pała obudowy wykopu. Ostatecznie uruchomienie pierwszego odcinka liczącego 11 km od stacji Kabaty do stacji Politechnika miało miejsce 7 kwietnia 1995 r. Kolejne odcinki oddawano w następującej kolejności [1]:

- 26 maja 1998 r. oddano do użytku odcinek do stacji Centrum,
- 11 maja 2001 r. oddano do użytku odcinek do stacji Ratusz,
- 20 grudnia 2003 r. oddano do użytku odcinek do stacji Dworzec Gdański,
- 8 kwietnia 2005 r. oddano do użytku odcinek do stacji Plac Wilsona,
- 29 grudnia 2006 r. oddano do użytku odcinek do stacji Marymont,
- 23 kwietnia 2008 r. oddano do użytku odcinek do stacji Słodowiec,
- 25 października 2008 r. oddano do użytku odcinek do stacji Młociny i tym samym ukończono pierwszą linię metra.

Zgodnie z umową pomiędzy rządami PRL a ZSRR, niezbędne do obsługi pierwszej linii metra 90 szt. wagonów miało być darem dla Warszawy. Z tej liczby dostarczono jedynie 10 szt. na przełomie 1989 i 1990 r. Pozostałe wagony, w związku z rozpadem ZSRR, nie zostały dostarczone. Podjęto decyzję

o zakupie 32 sztuk wagonów z Sankt Petersburga. Zostały dostarczone w 1994 r. i różniły się od wagonów seryjnych wyposażeniem z materiałów niepalnych i nietoksycznych (spełniały polskie wymagania). 2 lutego 2011 r. doszło do podpisania umowy na dostawę 35 pociągów sześciowagonowych wyprodukowanych przez konsorcjum Siemens – Newag, czyli ogółem 210 wagonów [2]. Pierwszy skład dostarczono do Warszawy 21 grudnia 2012 r. Dwa pierwsze z nich włączono do eksploatacji 6 października 2013 r., a 21 października 2013 r. dołączono do nich jeszcze jeden skład.

Celem artykułu jest zaprezentowanie procesu ustalania okoliczności i przyczyn powstania pożaru, a także wskazanie podjętych działań prewencyjnych mających na celu zapobieganie podobnym sytuacjom w przyszłości.

## **1. Dane techniczne i zasilanie składu Inspiro**

Dostarczone dla Metra Warszawskiego pociągi Inspiro składały się z sześciu wagonów. Układ poszczególnych wagonów to Mc-T-M-M-T-Mc, gdzie Mc to wagon silnikowy z kabiną, T to wagon toczny, a M to wagon silnikowy. Wnętrze składu jest jednoprzestrzenne, co oznacza, że pasażerowie mogą przemieszczać się wzdłuż całego składu. Dane techniczne składu zaprezentowano w tabeli 1 [3].

**Tabela 1. Wybrane dane techniczne składu Inspiro – wyciąg**

	<b>INSPIRO</b>
<b>Liczba i rodzaj wagonów</b>	4 wagony napędowe (czołowe i pośrednie), 2 wagony doczepne (pośrednie)
<b>Układ wagonów</b>	Mc-T1-M=M-T1-Mc
<b>Długość pojazdu</b>	117 766 mm
<b>Liczba miejsc siedzących w pociągu</b>	232
<b>Liczba miejsc stojących w pociągu</b>	1268

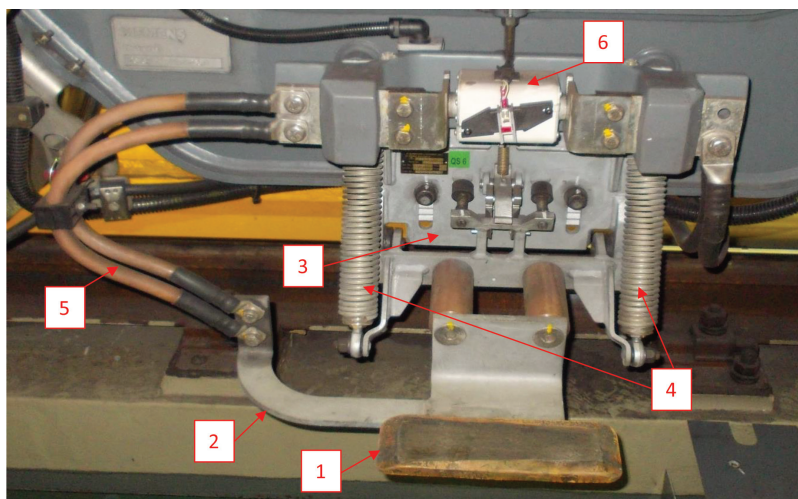
cd. Tabeli 1.

	<b>INSPIRO</b>
<b>Silniki napędowe</b>	Silniki asynchroniczne
<b>Moc</b>	16 × 140 kW
<b>Rodzaj rozruchu</b>	Falownik
<b>Konstrukcja pudła wagonu</b>	Aluminiowa
<b>Masa wagonu Czołowego</b>	29,2 Mg
<b>Masa wagonu pośredniego</b>	27,1 Mg
<b>Masa wagonu pośredniego tocznego</b>	22,8 Mg
<b>Masa pociągu</b>	158,2 Mg
<b>Wentylacja przedziału pasażerskiego</b>	Wymuszona
<b>Zawieszenie II stopnia</b>	Pneumatyczne (poduszka powietrzna)
<b>Zawieszenie I stopnia</b>	Sprężyny metalowo-gumowe
<b>Dedykowane miejsce dla niepełnosprawnych (z możliwością zaparkowania wózka)</b>	Tak – dwa na pojazd w wagonie czołowym
<b>Rampa dla wózków inwalidzkich</b>	Tak – dwie na pojazd w wagonie czołowym
<b>Monitoring przestrzeni pasażerskiej</b>	Tak – cztery kamery na wagon

Źródło: opracowanie własne

Każdy wagon wyposażono w dwa wózki jezdne. Zastosowano podwójną amortyzację. Pierwszy stopień amortyzacji wagonu stanowiły sprężyny metalowo-gumowe, a drugi – gumowa poduszka powietrzna.

Wagon silnikowy wyposażony został w dwa odbieraki prądu (po jednym z każdej strony – rys. 1) oraz dwa silniki asynchroniczne o mocy 140 kW każdy.

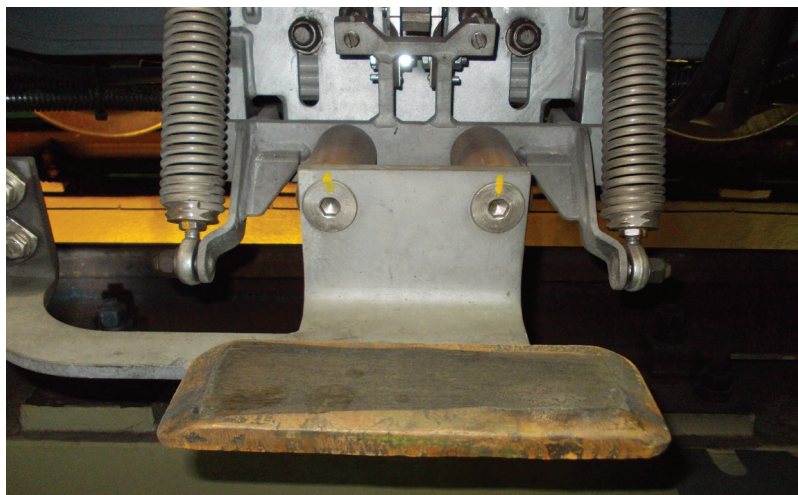


**Rys. 1. Odbierak prądu**

1 – ślizg odbieraka prądu, 2 – ramię odbieraka, 3 – podstawa odbieraka,  
4 – sprężyny naciągowe, 5 – połączenie główne, 6 – bezpiecznik

Źródło: opracowanie własne

Elementem mającym bezpośredni kontakt z szyną zasilającą jest metalowy ślizg mocowany za pomocą dwóch wkrętów do metalowego ramienia odbieraka (rys. 2).



**Rys. 2. Ślizg odbieraka**

Źródło: opracowanie własne

Rolą odbieraka z jednej strony jest przekazanie zasilania do silnika, a z drugiej – zapewnienie odpowiedniego docisku ślizgu do trzeciej szyny zabezpieczającego przed powstaniem łuku elektrycznego. W warszawskim metrze zastosowano szynę zasilającą z odbiorem po stronie dolnej.

## **2. Działanie składu przed pożarem**

Pierwsze składy Inspiro wprowadzono do eksploatacji w Metrze Warszawskim 6 października 2013 r. W październiku w tych składach nie stwierdzono usterek. W listopadzie 2013 r. w pociągu nr 52 stwierdzono usterki, tj. duże łuki prądowe, przekrzywiony odbierak prądu, urwaną śrubę mocującą ślizg, iskrzenie z odbieraków, mocne wypalenie ślizgów odbieraka.

17 listopada 2013 r. pociąg Inspiro o nr 52 rozpoczął kurs o godzinie 5:18:05 z STP Kabaty. W czasie siódmego obiegu torem nr 1 w stronę stacji Młociny, skład spowodował zadziałanie wyłączników szybkich zasilaczy podstacji A15 – zasilacz nr 3 zasilający jednostronnie tor 1 na odcinku Centrum – Ratusz i łącznika sekcyjnego oraz zasilacza podstacji A15 i podstacji A17 zasilających odcinek Ratusz – Dworzec Gdański. Po próbie linii zasilanie zostało przywrócone. Doszło również do zakłócenia pracy przetwornic w wagonach tocznych oraz działania wyłącznika szybkiego wagonu o numerze bocznym 4012. Skład zatrzymał się na stacji Ratusz i następnie kontynuował jazdę w kierunku stacji A23 (Młociny). Maszynista dokonał oględzin pociągu na torach odstawczych stacji Młociny i nie odnalazł uszkodzeń. Pociąg o nr 52 został skierowany na tor 2 i odjechał z pasażerami w stronę Kabat.

## **3. Miejsce powstania pożaru i ewakuacja pasażerów**

O godzinie 15:16:04 pociąg odjechał ze stacji A13 (Centrum) w kierunku stacji A11 (Politechnika). Po około 12 s od startu, po przejechaniu 63 metrów, doszło do iskrzenia po lewej stronie wagonu 4012. Miejsce to pokrywa się z końcem szyny zasilającej po stronie lewej i początkiem szyny zasilającej po stronie prawej. Maszynista zgłosił zanik zasilania na odcinku A13 – A11, skład poruszał się z wybiegu. Maszynista, zgodnie z przyjętą procedurą, usiłował doprowadzić skład do stacji A11 (Politechnika). O godzinie 15:21:14 skład

zatrzymał się w tunelu po przejechaniu 1239 metrów od stacji A13 (Centrum) i 84 metry przed początkiem peronu stacji A11 (Politechnika). Po próbach włączenia zasilania pojawił się dym, a maszynista przekazał informację pasażerom o konieczności ewakuacji przez kabinę w przedniej części składu. O godzinie 15:24:37 maszynista potwierdził pojawienie się napięcia na trzeciej szynie i ruszył w kierunku stacji A11 (Politechnika), po czym zatrzymał skład na stacji i nadzorował ewakuację pasażerów. Otrzymał również informację, że kilka osób opuściło skład w tunelu. Po wjeździe na stację A11 (Politechnika) widoczny był ogień oraz dym. Jedna z osób podróżująca składem, pomimo komunikatów maszynisty, otworzyła drzwi w tunelu, opuściła skład i tunelem udała się do stacji A13 (Centrum).

#### **4. Oględziny uszkodzonego składu**

Oględziny zostały podzielone na kilka etapów:

- stacji A11 (Politechnika),
- stacji A13 (Centrum),
- na terenie STP Kabaty,
- oględziny dowodów rzeczowych.

##### *4.1. Oględziny na stacji A11 (Politechnika)*

Z uwagi na konieczność przywrócenia ruchu, na stacji Politechnika dokonano pobieżnych oględzin uszkodzonych elementów odbieraka. Na miejscu zdarzenia wystąpił problem z dostępem do uszkodzonego miejsca. Nie było możliwości bezpośredniego zejścia w ten obszar z poziomu peronu (rys. 4), w związku z czym konieczne było przejście przestrzenią pod peronem (rys. 5).

Podczas oględzin stwierdzono, że bardzo silnemu uszkodzeniu termicznemu uległ odbierak prądu, w chwili oględzin widoczny był brak elementów zespołu odbieraka (rys. 5).

Nad odbierakiem widoczna była również uszkodzona termicznie poduszka pneumatyczna zawieszenia II stopnia (rys. 6).

Po zakończeniu oględzin skład nr 52 został skierowany do Stacji Techniczno-Postojowej Kabaty.

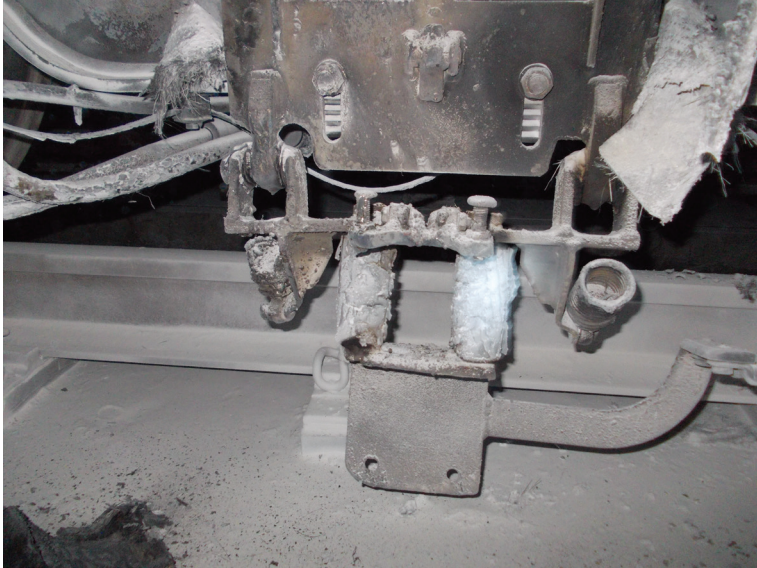


**Rys. 3. Wypalona osłona odbieraka prądu – widok od strony peronu stacji**  
Źródło: opracowanie własne



**Rys. 4. Droga dojścia do uszkodzonego obszaru**  
Źródło: opracowanie własne





**Rys. 5. Stan odbieraka prądu podczas oględzin**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 6. Nadpalona poduszka powietrza układu zawieszenia II stopnia**

Źródło: opracowanie własne

#### 4.2. Oględziny na stacji A13 (Centrum)

Po wyłączeniu napięcia w metrze, dokonano oględzin torowiska na stacji A13 (Centrum) pod kątem występowania śladów związanych ze zdarzeniem. Przed wjazdem na stację widoczna była przerwa sekcyjna oraz zmiana położenia szyny zasilającej ze strony prawej na lewą (rys. 7).

Na spodniej części szyny zasilającej widoczne były liczne ślady działania łuku elektrycznego (rys. 8).

W obrębie zasilacza trakcyjnego nr 4 toru 2 podstacji A13 (Centrum) widoczne były ślady działania łuku elektrycznego (rys. 9).



**Rys. 7. Wjazd na stację A13 (Centrum) od strony stacji A14 (Świętokrzyska)**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 8. Spodnia część szyny zasilającej**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 9. Ślady działania łuku elektrycznego na elemencie zasilacza trakcyjnego nr 4**

Źródło: opracowanie własne

### 4.3. Oględziny na terenie STP Kabaty

W obrębie odbieraka wagonu o numerze bocznym 4012 widoczne były duże uszkodzenia termiczne włącznie z wytopieniami metalu. Uszkodzenia te zaprezentowano na rys. 10 i 11.



**Rys. 10. Rozległe uszkodzenia termiczne odbieraka**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 11. Fragmenty sprężyn naciągowych**

Źródło: opracowanie własne

#### 4.4. Oględziny dowodów rzeczowych

Podczas obchodu torowiska w nocy z 18 na 19 listopada 2013 r. przed stacją A15 (Ratusz), odnaleziono ślizg z pociągu nr 52. Ślizg posiadał ślady działania łuku elektrycznego oraz uszkodzenia mechaniczne wskazujące na jego kontakt z elementami infrastruktury torowiska. Dodatkowo na spodniej części ślizgu, w obrębie jednego z otworów montażowych, widoczne były uszkodzenia mechaniczne, które wskazują na obecność śruby mocującej. Drugi otwór pozbawiony był takich uszkodzeń. Stan spodniej części ślizgu przedstawiono na rys. 12.



**Rys. 12. Stan spodniej części ślizgu**

Źródło: opracowanie własne

### **Wnioski**

Zaobserwowane uszkodzenia oraz okoliczności powstania zdarzenia pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dotyczących przebiegu zdarzenia. 17 listopada 2013 r. pociąg Inspiro o nr 52 przed wjazdem na stację A15 (Ratusz) spowodował zadziałanie zabezpieczeń stacyjnych, co wynikało z oderwania ślizgu odbieraka i braku poprawnego docisku ramienia odbieraka do szyny zasilającej. Wykonane oględziny na stacji A23 (Młociny)

nie mogły ujawnić braku ślizgu, ponieważ ramię odbieraka znajdowało się pod szyną zasilającą. Przerwa na tej stacji oddaliła w czasie powstanie awarii z uwagi na schłodzenie elementów. Skład następnie został skierowany do ruchu z uszkodzonym odbierakiem po lewej stronie (zgodnie z kierunkiem jazdy). W kierunku Kabat szyna zasilająca znajduje się głównie po prawej stronie (stacje A22 Wawrzyszew, A21 Stare Bielany, A19 Marymont, A18 Plac Wilsona, A17 Dworzec Gdański, A15 Ratusz, A14 Świętokrzyska). W przypadku jedynie trzech stacji szyna zasilająca znajduje się po lewej stronie szlaku (A23 Młociny, A20 Słodowiec, A13 Centrum). Brak odpowiedniej siły docisku ramienia odbieraka pozbawionego ślizgu do szyny zasilającej powodował powstawanie zjawiska łuku elektrycznego pomiędzy elementami odbieraka, co doprowadziło do wytopienia konstrukcji odbieraka, przyległych elementów oraz urządzeń. W konsekwencji doszło do zwarcia elektrycznego uszynowanego poprzez koła jezdne pudła wagonu. Zwiększony prąd podczas zwarcia spowodował zadziałanie wyłączników trakcyjnych zabezpieczających odcinek, gdzie doszło do zwarcia (zasilacz nr 2 podstacji A11 oraz zasilacz nr 4 podstacji A13). Następnie zasilacz na stacji A11 po próbie linii pozostał w pozycji otwartej, natomiast zasilacz na stacji A13 załączył się kilka razy na 1 do 2 s, co powodowało dalsze zwarcia łukowe na elementach odbieraka wagonu 4012. Zjawisko zwarcia niszczyło elementy odbieraka i spowodowało zapalenie poduszki zawieszenia II stopnia.

## **Podsumowanie**

Poprawne zaprojektowanie i wykonanie urządzeń wpływa na bezpieczeństwo użytkownika danego urządzenia. W analizowanym przypadku wykonanie łączenia ślizgu z ramieniem odbieraka nie spełniało podstawowej funkcji, jaką jest wytrzymałość połączenia. Jest to o tyle istotne, że ślizg podczas pracy poddawany jest zmiennym obciążeniom, co powoduje poluzowanie połączenia. Doprowadziło to do powstania łuku elektrycznego, który spowodował dodatkowe uszkodzenia i w konsekwencji oderwanie ślizgu od odbieraka, co doprowadziło do dalszych uszkodzeń skutkujących zapaleniem gumowej poduszki zawieszenia II stopnia. Z drugiej strony zastosowanie w konstrukcji pudła wagonu materiałów nierozprzestrzeniających ognia zapobiegło dalszej propagacji płomienia do miejsc przeby-

wania pasażerów. Jednocześnie właściwe postępowanie obsługi, zarówno samego pociągu, jak i służb Metra Warszawskiego doprowadziło do wjazdu składu nr 52 na peron stacji A11 (Politechnika) i umożliwiło bezpieczne opuszczenie wagonu przez pasażerów.

### **Literatura**

- [1] Raport roczny 2015 metro.waw.pl (dostęp: 20.10.2017).
- [2] Podpisanie umowy na dostawę 35 pociągów, metro.waw.pl (dostęp: 23.10.2017).
- [3] <http://www.metro.waw.pl> (dostęp: 23.10.2017).