

Andrzej Białoń, Juliusz Furman, Andrzej Kazimierczak

Doświadczenia z eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej

Badania eksploatacyjne systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym ze zwiernikami typu TZD zostały wykonane przez CNTK na zlecenie PKP Polskie Linie Kolejowe SA Biuro Energetyki. W ramach pracy, na wytypowanych przez zleceniodawcę poligonach, dokonano przeglądu instalacji uszynień grupowych ze zwiernikami TZD, sprawdzenia poprawności działania systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej, sprawdzenie zwierników testerem typu TOZ-1 oraz sprawdzenie uzemień.

Badania eksploatacyjne rozpoczęto zaleceniem uzupełnienia na poligonach skradzionych odcinków lin uszynienia grupowego oraz doprowadzenie instalacji uszynień do zgodności zabudowy z wytycznymi. Ustalono również lokalizację i rozległość poligonów do badań eksploatacyjnych: stacja Psary wraz z częścią przyległych szlaków, stacja Chybie i szlak Pruchna – Chybie, szlaki przyległe do stacji Dąbie.

Przedmiot badań

Przedmiotem badań eksploatacyjnych były uszynienia grupowe pracujące w układzie otwartym. Są one integralną częścią systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej. Schemat sekcji uszynienia grupowego przedstawiono na rysunku 1.

System ochrony ziemnozwarciowej z uszynieniami grupowymi pracującymi w układzie otwartym jest rozwiązaniem nowym. System zastosowany w kilku miejscach na ponad 600 km linii kolejowych.

W sekcji uszynienia grupowego konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej połączone są elektrycznie liną. Lina łącząca konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej podzielona jest na sekcje. Końce liny w każdej sekcji poprzez zwierniki wielokrotnego działania przewodem w izolacji przyłączone są do szyny. Konstrukcje wsporcze w sekcji uszynienia grupowego są indywidualnie uziemione. W normalnym układzie zasilania sieci trakcyjnej zwierniki stanowią izolację między liną uszynienia grupowego a szynami toru kolejowego.



Rys. 1. Schemat ideowy sekcji uszynienia grupowego w układzie otwartym

W przypadku uszkodzenia izolacji sieci jezdnej, następuje zwarcie doziemne i wzrost napięcia szyna – ziemia. Wzrost napięcia szyna – ziemia powyżej 120 V powoduje, że zwierniki przechodzą w stan przewodzenia. Zwierniki szybko przekształcają zwarcie doziemne (ok. 1 ms) w zwarcie międzybiegunowe o dużym prądzie zwarcia, czego efektem jest wyłączenie prądu zwarcia przez wyłącznik szybki w podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej. Po wyłączeniu zwarcia zwierniki przechodzą w stan nieprzewodzenia. Podstawowe parametry elementy sekcji uszynienia grupowego są następujące:

- długość sekcji uszynienia wynosi 3000 ± 500 m;
- wypadkowa rezystancja uziomu sekcji uszynienia $\leq 2 \Omega$;
- lina uszynienia AlFe o przekroju 120 mm²;
- zwierniki typu TZD-1N/1T-15 i TZD-1R/1T-1.

System uszynień grupowych w układzie otwartym w powiązaniu z urządzeniami automatyki podstacji trakcyjnej pełni następujące funkcje:

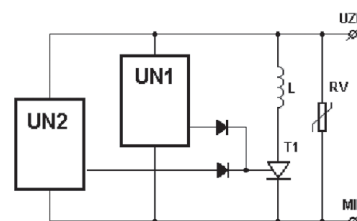
- wyłączenie zwarć spowodowanych uszkodzeniem izolacji głównej sieci trakcyjnej;
- ograniczenie napięcia rażeniowego (konstrukcja wsporcza – ziemia, szyna – ziemia) do wartości bezpiecznych, w momencie wystąpienia zwarcia izolacji głównej sieci trakcyjnej;
- zmniejszania potencjałów międzytorowych i szyny – ziemia do wartości bezpiecznych, ograniczenia upływu powrotnych prądów trakcyjnych do ziemi (prądy błędzące).

Funkcje te są spełniane, gdy:

- uszynienia grupowe zostały zaprojektowane i zainstalowane zgodnie z „Wytycznymi...” [7],
- przestrzegane są terminy przeglądów konserwacyjnych,
- usuwane są natychmiast usterki w powrotnej sieci trakcyjnej powstałe na skutek zużycia elementów, jak również po kradzieży i dewastacji elementów.

Budowa i działanie zwiernika typu TZD

Zwiernik TZD (tyrystorowy zwiernik doziemniący) jest to urządzenie elektroniczne, którego zadaniem jest połączenie liny uszynienia grupowego z torem w momencie uszkodzenia izolacji głównej sieci trakcyjnej. Schemat ideowy zwiernika TZD przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat ideowy zwiernika TZD

W normalnym stanie zasilania zwiernik stanowi izolację między linią uszynienia grupowego a szynami toru kolejowego. W przypadku uszkodzenia izolacji sieci jezdnej nastąpi zwiększenie napięcia szyna–ziemia powyżej napięcia progowego (120 ± 5 V). Spowoduje to przejście zwiernika w stan przewodzenia i zamknięcie pętli zwarciowej. Po wyłączeniu prądu zwarcia zwiernik przechodzi w stan nieprzewodzenia stanowiąc izolację między torem a linią uszynienia.

Obwód główny zwiernika składa się: z tyrystora T1 i dławika L, ograniczającego stromość narastania prądu, oraz warystora RV. Tyrystor sterowany jest przez dwa identyczne i niezależne układy UN1 i UN2 nadzorujące napięcie między szynami toru a ziemią. Zacisk UZM łączy się z uziemioną konstrukcją wsporczą, a zacisk MIN z szynami. Jeśli napięcie między szynami toru (–) a ziemią (+) przekroczy wielkość progową (120 ± 5 V) w określonym czasie, nastąpi wysterowanie tyrystora. Spowoduje to zwarcie (połączenie) uziemionych konstrukcji z szynami. Włączony równolegle do obwodu głównego warystor zabezpiecza tyrystor przed uszkodzeniem ograniczając napięcie między szyną a ziemią do wielkości mniejszej od dopuszczalnej dla użytego typu tyrystora oraz eliminuje załączenie tyrystora od napięć zakłócających.

Podstawowe parametry zwiernika są następujące:

- napięcie progowe 120 ± 5 V,
- prąd zwarcia 15 kA w czasie 250 ms,
- rezystancja między zaciskami wejściowymi > 10 k Ω , gdy zwiernik jest w stanie nieprzewodzenia.

Cel badań eksploatacyjnych

Celem badań eksploatacyjnych było:

- ustalenie czynników eksploatacyjnych wpływających na stan zwierników (gotowość zwiernika do przelączenia się w stan

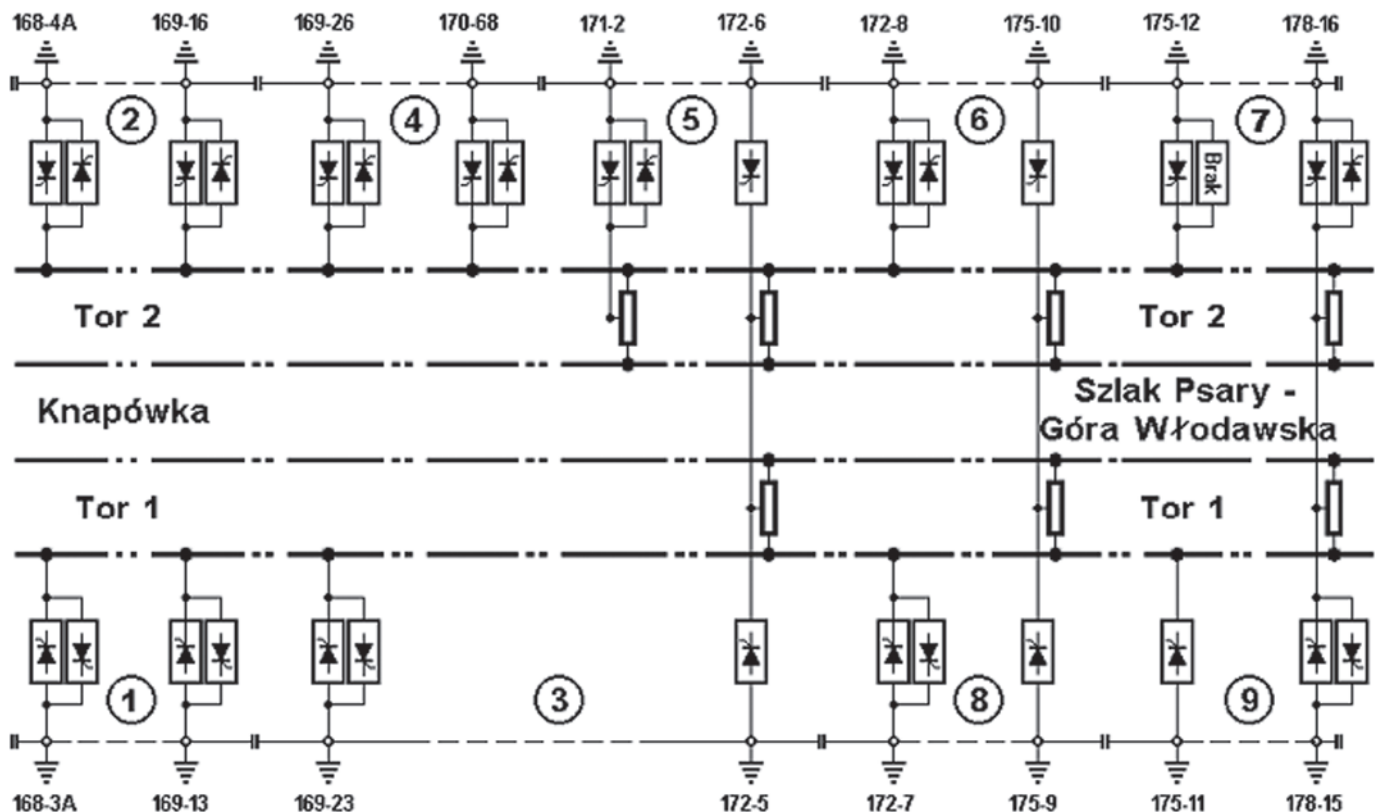
przewodzenia, gdyby nastąpiło uszkodzenie izolacji głównej sieci trakcyjnej w obrębie sekcji uszynienia grupowego);

- ustalenie wpływu zmian zachodzących w instalacji uszyńnięć wskutek naturalnego zużycia elementów na stan zwierników;
- sprawdzenie skuteczności zabiegów konserwacyjnych i naprawczych wykonywanych w ramach przeglądów i ich wpływu na stan zwierników;
- sprawdzenie skuteczności zabiegów naprawczych przy wystąpieniu usterek między okresami przeglądów na stan zwierników;
- sprawdzenie eksploatacyjne testera TOZ-1 i impulsowego miernika rezystancji IMR-4;
- przeprowadzenie szkolenia pracowników eksploatacji w zakresie budowy, projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi;
- uzupełnienie *Wytycznych projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych* [7] w zapisy wynikające z badań eksploatacyjnych.

Charakterystyka poligonów badawczych

Poligon na stacji Psary

Na stacji Psary sieć trakcyjna zawieszona jest na bramkowych konstrukcjach wsporczych obejmujących wszystkie tory stacyjne, na bramkowych konstrukcjach wsporczych obejmujących tylko część torów stacyjnych, oraz pojedynczych konstrukcjach wsporczych (schemat uszyńnięć grupowych na stacji i przyległym szlaku przedstawiono na rys. 3). Na skrajnych torach stacyjnych nr 3 i 6 pozostawiono uszynienia indywidualne. Zastosowanie różnych typów konstrukcji wsporczych i rozległość stacji ponad 3 km spo-



Rys. 3. Plan schematyczny połączeń uszyńnięć grupowych na stacji Psary

wodowała, że na stacji Psary zaprojektowano 5 sekcji stacyjnych uszynień grupowych. Do badań eksploatacyjnych włączono również 4 sekcje uszynień grupowych na szlaku Psary – Góra Włodowska w torze nr 1 i 2 bezpośrednio przyległe do st. Psary. Sekcje uszynień grupowych nr 8 i 9 zainstalowane w torze nr 1 zostały przekazane do eksploatacji dopiero 14.05.2004 r. Trzy sekcje stacyjne przyłączone są do toru nr 2 i dwie sekcje do toru nr 1. Końce liny sekcji stacyjnych połączone są z torem poprzez dwa zwierniki typu TZD-1N/1T-15 i TZD-1R/1T-15. Lina sekcji uszynień zainstalowanych na szlaku połączona jest z torem poprzez trzy zwierniki: z jednego końca dwa zwierniki typu TZD-1N/1T-15 i TZD-1R/1T-15, z drugiego końca jeden zwiernik typu TZD-1N/1T-15. W torze na szlaku zainstalowane są połączenia międzytorowe wykonane za pomocą dławików PMT. Zajętość toru w obrębie poligonu kontrolowana jest bezzłączowymi obwodami torowymi.

Poligon na odcinku Pruchna – Chybie

Poligon badawczy Pruchna – Chybie składa się z trzech części. Pierwsza część to szlak od stacji Pruchna – do stacji Chybie, na którym zlokalizowane jest 5 sekcji uszynienia grupowego, z czego dwie przy torze nr 1 i trzy przy torze nr 2. Druga część to stacja Chybie objęta jedną sekcją, w obrębie której lina uszynienia zawieszona jest na konstrukcjach bramkowych. Trzecia część to sekcja szlakowa od stacji Chybie w kierunku Czechowic. W obrębie tej sekcji lina uszynienia zawieszona jest również na konstrukcjach bramkowych. Sekcje uszynienia grupowego zlokalizowane na szlaku wyposażone są w trzy zwierniki. Lina uszynienia grupowego sekcji z jednego końca połączona jest z torem poprzez dwa zwierniki typu TZD-1N/1T-15 i TZD-1R/1T-15 oraz z drugiego końca poprzez jeden zwiernik typu TZD-1N/1T-15. Lina sekcji uszynienia grupowego na stacji Chybie połączona jest z torem na obydwu końcach poprzez dwa zwierniki TZD-1N/1T-15 i TZD-

-1R/1T-15. Zwierniki połączone są z torem na szlaku i na stacji poprzez dławiki wyrównawcze PMT lub bezpośrednio do szyny. Zajętość toru w obrębie poligonu na szlaku kontrolowana jest bezzłączowymi obwodami torowymi, natomiast na stacji obwodami torowymi ze złączami izolowanymi. Plan schematyczny połączeń uszynień grupowych na poligonie Pruchna – Chybie przedstawiono na rysunku 4.

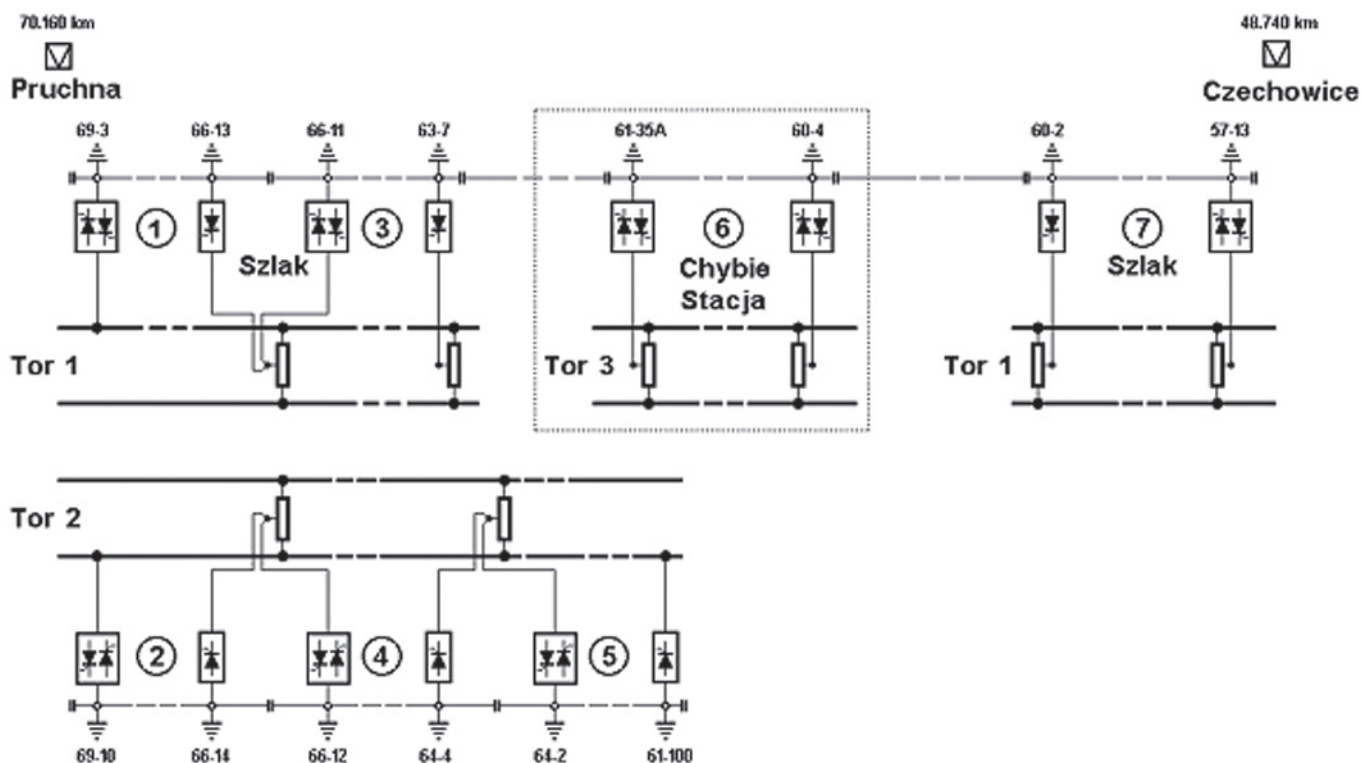
Poligon na odcinku Ponętów – Kraski

Poligon badawczy Ponętów – Kraski w momencie przystąpienia do badań eksploatacyjnych (05.03.2004) nie był kompletny i wymagał uzupełnień. Prace uzupełniające zostały zrealizowane do 18.05.2004 r. Poligon po wykonaniu prac uzupełniających składa się z siedmiu sekcji uszynienia grupowego. Sekcje uszynienia zlokalizowane są na dwóch szlakach Ponętów – Dąbie i Dąbie – Kraski przy torze nr 1. Lina uszynienia każdej sekcji połączona jest z torem z jednej strony sekcji poprzez dwa zwierniki TZD-1N/1T-15 i TZD-1R/1T-15, a z drugiej strony poprzez jeden zwiernik TZD-1N/1T-15. Zwierniki z torem połączone są poprzez dławiki torowe ZLB-240 oraz w dwóch miejscach w głowicach stacji bezpośrednio do szyny. W miejscach połączeń zwierników z torem wykonane są połączenia międzytorowe. Zajętość toru w obrębie poligonu badawczego kontrolowana jest obwodami torowymi ze złączami izolowanymi. Plan schematyczny połączeń uszynień grupowych na odcinku Ponętów – Kraski przedstawiono na rysunku 5.

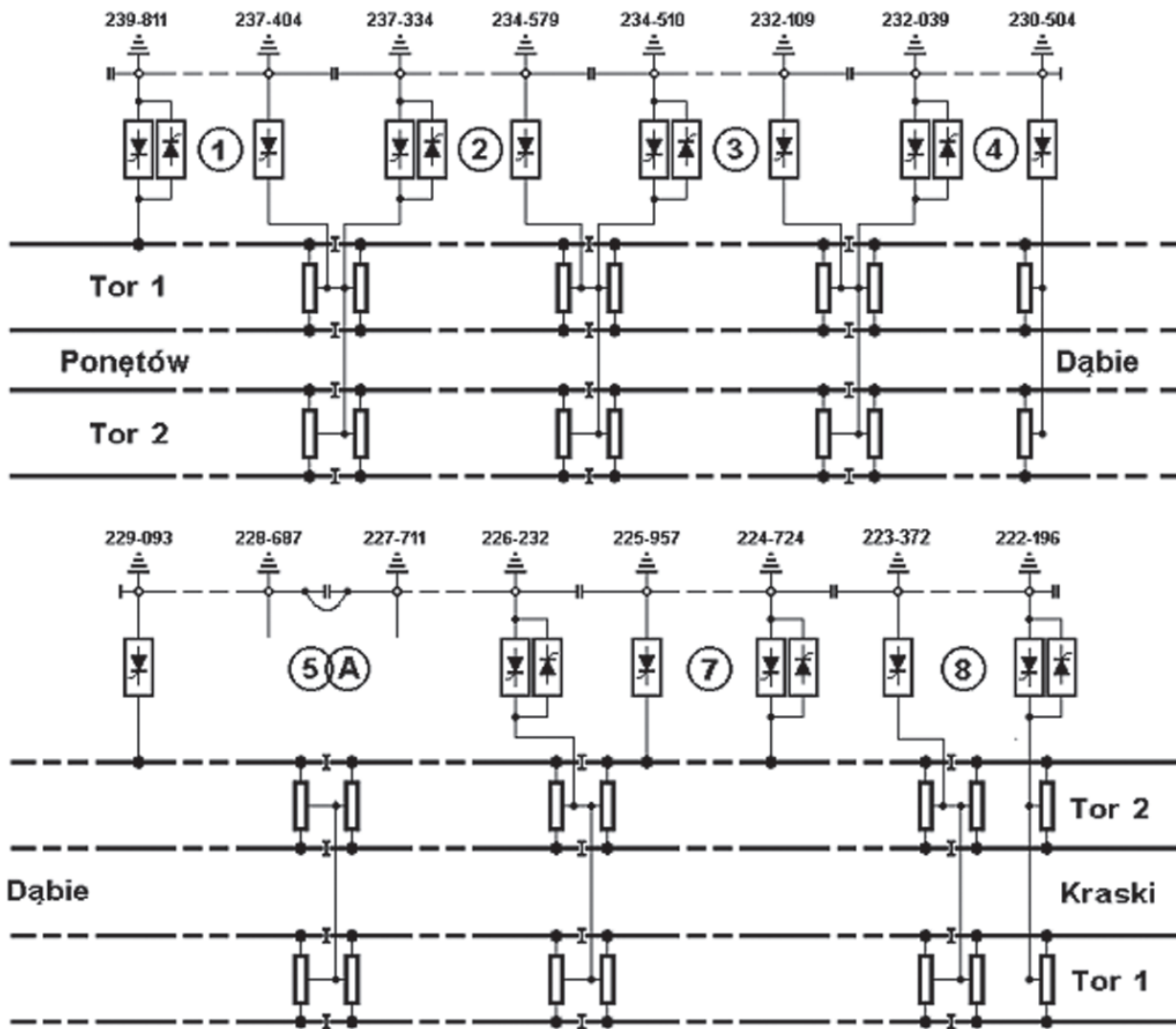
Metodyka i zakres badań eksploatacyjnych

Badania eksploatacyjne uszynień grupowych prowadzono w następującym zakresie:

- badanie stanu zwierników (sprawdzenie gotowości zwiernika do przetaczania się w stan przewodzenia gdyby nastąpiło uszkodzenie izolacji głównej sieci trakcyjnej),



Rys. 4. Plan schematyczny połączeń uszynień grupowych na poligonie Pruchna – Chybie



Rys. 5. Plan schematyczny połączeń uszynień grupowych na odcinku Ponętów – Kraski

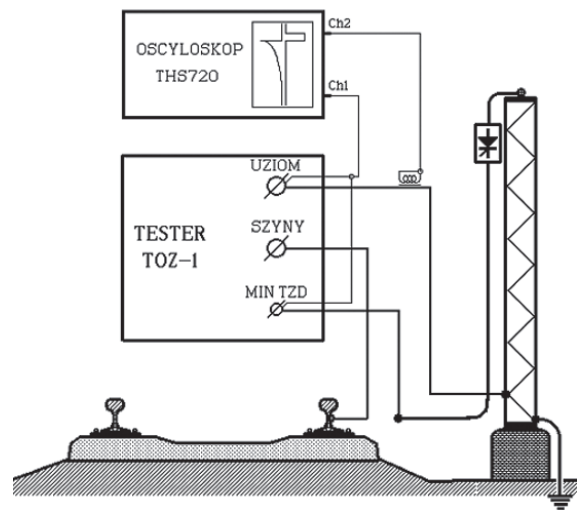
- pomiary wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynień,
- rejestrowanie usterek jakie stwierdzono podczas badań,
- sprawdzenie eksploatacyjne testera TOZ-1 i miernika rezystancji IMR-4.

Badania stanu zwierników TZD

Badanie stanu zwierników polegało na okresowym (co 3 miesiące) sprawdzeniu gotowości zwierników do przełączania się w stan przewodzenia od impulsu napięcia probierczego 150 V. Badanie zwierników TZD wykonano testerem typu TOZ-1 oraz dodatkowo za pomocą oscyloskopu THS720 zarejestrowano prąd i napięcie podczas testu zwiernika. Pozwoliło to ustalić czas zwłoki przejścia zwiernika w stan zwarcia i maksymalny prąd próby. Pomiary wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku 6, a na rysunku 7 przedstawiono układ pomiarowy w rzeczywistych warunkach terenowych. Wyniki prób zamieszczono w postaci oscylogramów oraz zestawiono w tablicach.

Pomiary wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynień

Pomiary wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynień grupowych wykonano impulsowym miernikiem rezystancji typu IMR-4. Pomiar rezystancji wykonywano na obydwu końcach każdej sek-



Rys. 6. Układ pomiarowy do badania zwierników TZD

cji, włączając miernik między szynę a konstrukcję wsporczą. Taki sposób pomiaru wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynień jest możliwy dzięki małej rezystancji szyn względem ziemi, która wynosi 0,1–0,2 Ω . Układ pomiarowy przedstawiono na ry-

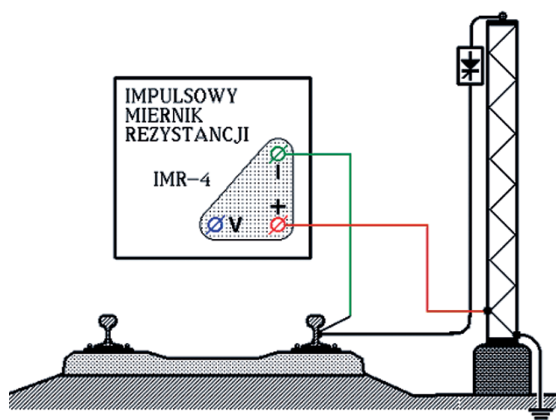


Rys. 7. Układ pomiarowy do badania zwierników TZD w terenie

sunku 8, a na rysunku 9 przedstawiono układ pomiarowy w rzeczywistych warunkach terenowych.

Utrzymanie oraz montaż połączeń uszynie grupowych i sieci powrotnej

W tej części badań zwracano uwagę na kompletność i zgodność z projektem wyposażenia obwodów uszynie grupowych i sieci powrotnej oraz jakość utrzymanych połączeń elektrycznych. Infor-



Rys. 8. Układ do pomiaru wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynie grupowych



Rys. 9. Układ do pomiaru wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynie grupowych w terenie

macje o zaobserwowanych usterkach i nieprawidłowościach zbierane były w postaci odręcznych notatek.

Wyniki badań eksploatacyjnych

Wyniki badań eksploatacyjnych przedstawiono w pracy [1]. Przykład prezentacji wyników pomiarów zwierników TZD zainstalowanych w sekcji nr 4 na poligonie Psary przedstawiono w tablicy 1. W tablicy tej, oprócz danych identyfikacyjnych zwiernika, przedstawiono wyniki próby (czas zwłoki przejścia zwiernika w stan przewodzenia, maksymalny prąd próby, wypadkową rezystancję uziomu sekcji) oraz numery rysunków zawierających oscylogramy rejestracji impulsu napięcia probierczego. Przykład prezentacji wyników pomiarów zwierników TZD zainstalowanych w sekcji za pomocą oscylogramów przedstawiono na rysunku 10.

W celu łatwej identyfikacji, oscylogramy testów poszczególnych zwierników oznaczano numerem lokaty konstrukcji wsporczej na której są zamontowane. Dodatkowo w pracy [1] zamieszczono informacje o stwierdzonych usterkach i nieprawidłowościach w instalacji i utrzymaniu uszynie grupowych.

Tablica 1

Przykład prezentacji wyników pomiarów zwierników TZD; zwierniki zainstalowane w sekcji nr 4 na poligonie Psary

Numer sekcji	Lokalizacja zwiernika [km]	Numer pliku rejestracji	Typ przewodnictwa zwiernika
4	169-26	169_26n.nbk	N
		169_26 r.nbk	R
	170-68	170_68n.nbk	N
		170_68 r.nbk	R

Rezystancja uziomu sekcji pocz. – kon. [Ω]	Czas zadziałania zwiernika [ms]	Maksymalny prąd próby [A]	Numer rysunku
1,12	9,40	23,00	169-26n
—	9,60	28,20	169-26r
—	9,20	25,80	170-68n
1,24	9,44	26,60	170-68r

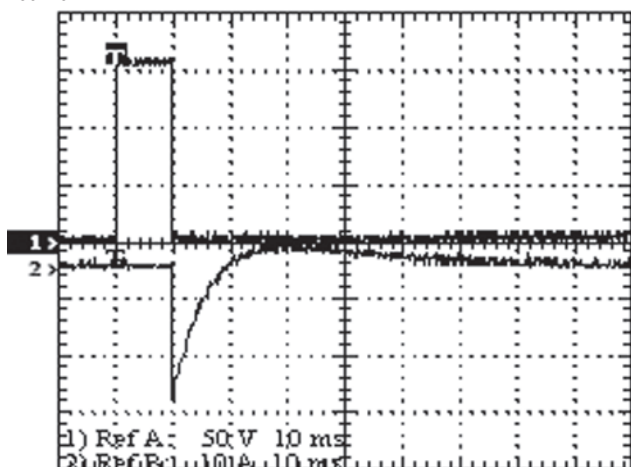
Podsumowanie wyników badań eksploatacyjnych Podsumowanie i analiza wyników badań zwierników na poligonach badawczych

Na wytypowanych poligonach badawczych sprawdzano stan zwierników (gotowość zwierników do przejścia w stan przewodzenia). Sprawdzenia dokonywano testerem TOZ-1. Sprawdzeniu poddano 70 zwierników zainstalowanych w 23 sekcjach uszynie grupowego. Sprawdzano stan zwierników czterokrotnie w ciągu roku w okresie zimowym, wiosną, w lecie i późną jesienią. W okresie prowadzenia badań eksploatacyjnych na poligonach nie wystąpiło zwarcie izolacji sieci trakcyjnej. W celu ułatwienia analizy i oceny wyników badań zwierników, wyniki zestawiono w tablicach w taki sposób, aby można było prześledzić zmienność mierzonych parametrów w czasie dla każdego testowanego zwiernika.

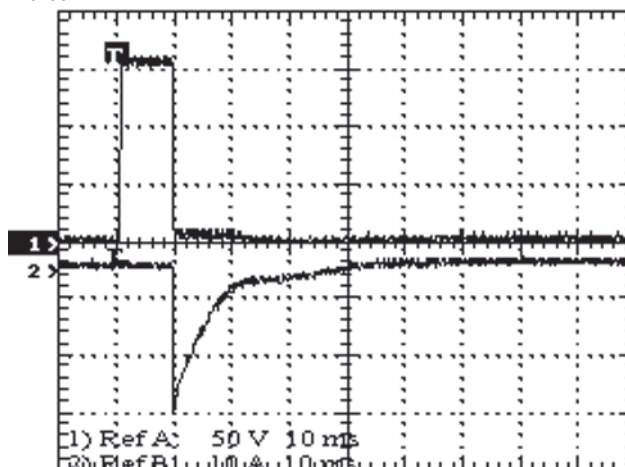
Podsumowanie i analiza wyników pomiarów wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynie grupowych

Pomiary wypadkowej rezystancji sekcji uszynie grupowych przeprowadzono w 23 sekcjach uszynie grupowych na trzech poligonach badawczych. Otrzymane wyniki pomiarów wypadkowej rezystancji sekcji uszynie grupowych na poligonie badawczym stacji Psary zawierają się w granicach 0,5 – 2,0 Ω . Na poligonie

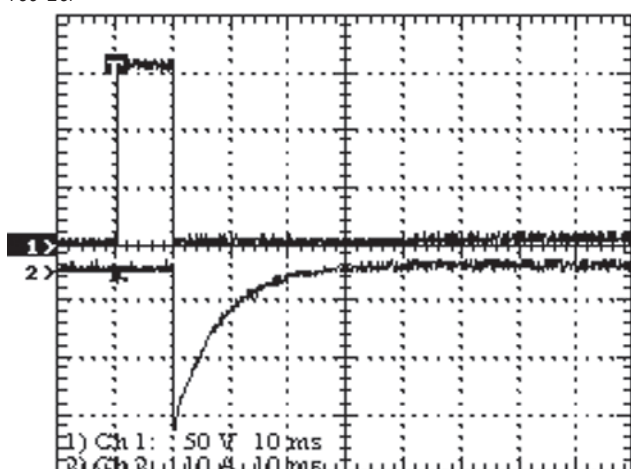
169-26n



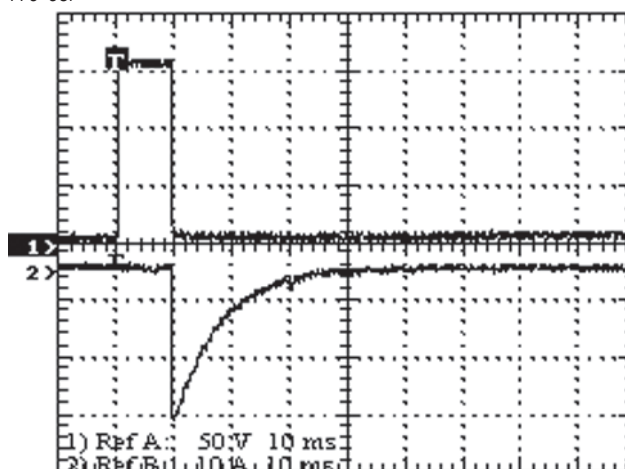
170-68n



169-26r



170-68r



Rys. 10. Przykład prezentacji wyników pomiarów zwierników TZD zainstalowanych w sekcji nr 4 na poligonie Psary – oscylogramy

badawczym Pruchna – Chybie wypadkowa rezystancja uziomów sekcji zawiera się w granicach 0,34 – 0,89 Ω . Na poligonie badawczym Ponętów – Kraski wypadkowa rezystancja uziomów sekcji zawiera się w granicach 0,45 – 1,18 Ω .

Porównując wyniki pomiarów wypadkowej rezystancji uziomów tych samych sekcji w okresie zimowym, wiosną, w lecie i późną jesienią stwierdzono, że wartości różnią się między sobą nieznacznie. W okresie badań eksploatacyjnych wypadkowa rezystancja uziomów sekcji uszynień grupowych na poligonach badawczych utrzymywała się poniżej dopuszczalnej wielkości 2 Ω . Jest to zgodne z wymaganiami.

Ocena utrzymania instalacji uszynień grupowych i powrotnej sieci trakcyjnej na poligonach badawczych

Przystępując do badań eksploatacyjnych uszynień grupowych na wytypowanych poligonach badawczych dokonano sprawdzenia, czy instalacja uszynień grupowych i sieć powrotna utrzymywana jest w stanie zgodnym z wymaganiami zawartymi w wytycznych. O nieprawidłowościach i brakach poinformowano Sekcję Eksploatacji PLK i Sekcję Energetyki Kolejowej w celu doprowadzenia instalacji uszynień grupowych i sieci powrotnej do wymagań zawartych w wytycznych. Najczęściej stwierdzane usterki w instalacji uszynień grupowych i sieci powrotnej były następujące:

- skradzione odcinki liny uszyniecia,
- zdewastowane (odcięta linka) połączenia zwierników z torem,

- połączenia zwiernika z torem wykonane za pomocą zacisku Rambachera zamiast zlecanego połączenia kołkowego,
- brak połączeń międzytorowych na szlaku,
- zamontowanie niewłaściwych zwierników (np. dwa zwierniki o przewodności R zamiast dwóch zwierników o przewodności N i R),
- zwarcie w instalacji zwierników.

Sieć powrotna na poligonach badawczych w czasie badań była utrzymywana dobrze. Zdarzały się kradzieże lin uszyniecia grupowego. Nie stwierdzono uszkodzeń spowodowanych naturalnym zużyciem elementów. Należałoby jedynie zwrócić uwagę, by połączenia linii instalacji uszynień z szynami konserwować smarem grafitowym szczególnie wówczas, gdy jest to połączenie aluminium ze stalą. Przykład braku konserwacji takiego połączenia widoczny jest na rysunku 11.

Stwierdzono również brak zabezpieczenia smarem grafitowym połączeń przy instalacji nowych połączeń.

Na jednym z poligonów, niektóre połączenia eksploatowane od około roku były zakonserwowane smarem grafitowym. Po ich rozkręceniu nie stwierdzono korozji na powierzchniach styku elementów połączenia.

Połączenia kołkowe praktycznie wszędzie wykonywane są niezgodnie z zaleceniami „Wytycznych...”. Kołki stożkowe wbijane są w cylindryczne otwory wywiercone w szyjce szyny. Powoduje to, że jest mała powierzchnia styku kołka z szyjką szyny i połą-



Rys. 11. Połączenie zwiernika z szyną

czenie to łatwo ulega korozji, powodując wzrost rezystancji połączenia.

Ocena przydatności eksploatacyjnej testera TOZ-1 i miernika rezystancji IMR-4

Zgodnie z „Wytycznymi...” w procesie eksploatacji uszynień grupowych ze zwiernikami TZD należy sprawdzać stan zwierników oraz mierzyć wypadkową rezystancję uziomu sekcji uszynień grupowych w następujących przypadkach:

- podczas odbioru i przekazywania do eksploatacji,
- podczas kontroli rocznej,
- w przypadku wystąpienia zwarcia niewytłaczalnego lub stwierdzenia widocznego uszkodzenia i deformacji obudowy zwiernika.

Z zapisu w wytycznych wynika, że tester i miernik rezystancji są podstawowymi przyrządami niezbędnymi w utrzymaniu uszynień grupowych. W przyrządy te powinny być wyposażone jednostki zajmujące się utrzymaniem uszynień grupowych ze zwiernikami TZD.

Podczas badań eksploatacyjnych uszynień grupowych sprawdzano stan zwierników testerem typu TOZ-1. Testerem TOZ-1 wykonano podczas badań eksploatacyjnych około 300 prób. Bateria testera dostarczała energii przez osiem godzin pracy, w czasie których najczęściej dokonywano sprawdzenia około 15 zwierników i w wielu przypadkach próby były powtarzane. Wyniki testów są jednoznaczne i powtarzalne umożliwiające ocenę stanu zwiernika. Podczas prób w lipcu na poligonie Ponętów – Kraski doszło do dwukrotnego uszkodzenia testera. Analizując warunki podczas prób i spowodowane uszkodzenia testera można jednoznacznie stwierdzić, że przyczyną uszkodzenia był duży potencjał szyna–ziemia (max 60 V utrzymujący się podczas przejazdu pociągów). Aby podczas dalszych prób uniknąć uszkodzeń testera monitorowano potencjał szyna–ziemia. Sprawdzenie zwiernika testerem TOZ-1 dokonywano, gdy potencjał szyna–ziemia nie przekraczał 5 V. Powyżej tego napięcia tester nie daje się uruchomić, a pozostawiony włączony w oczekiwaniu na obniżenie się potencjału dochodzi do jego uszkodzenia. Producent testera powinien znaleźć sposób by wadę tą wyeliminować. Mimo tej wady tester TOZ-1 potwierdza swoją przydatność w eksploatacji.

Pomiary wypadkowej rezystancji uziomu sekcji uszynień grupowego wykonywano impulsowym miernikiem rezystancji IMR-4. Podczas badań eksploatacyjnych miernikiem tym wykonano około 150 pomiarów. Miernik charakteryzuje się prostym sposobem podłączenia, krótkim czasem trwania pomiaru, dobrą powtarzalnością wyników pomiarów oraz umożliwia sprawdzenie czy pomiar nie został zakłócony napięciem zewnętrznym. Miernik będzie przydatny podczas odbioru i przekazywaniu do eksploatacji uszynień grupowych oraz podczas kontroli rocznej stanu uszynień grupowych.

Wnioski z badań

1. Podczas badań eksploatacyjnych w okresie jednego roku, przy zachowaniu podstawowych zasad utrzymania, nie stwierdzono uszkodzenia zwierników, a obserwowany czas zwłoki zadziałania zwiernika od impulsu probierczego 150 V utrzymywał się w granicach $9 \pm 3,5$ ms.
2. Pomiary wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynień grupowych wykazały że, rezystancja tych uziomów na poligonach badawczych zgodnie z wymaganiami nie przekroczyła 2Ω , a jej zmiany w okresie całego roku dla poszczególnych sekcji są minimalne.
3. Przy budowie nowych uszynień grupowych należy stosować rozwiązania konstrukcyjne utrudniające kradzież elementów instalacji i materiały nieatrakcyjne dla złodziei.



Literatura

- [1] *Badania eksploatacyjne systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym ze zwiernikami typu TZD*. Etap 2, praca CNTK nr 3095/10, grudzień 2004 r.
- [2] *Dokumentacja Techniczno-Ruchowa testera zwierników typu TOZ-1*. KOLEN, wrzesień 2004 r.
- [3] *Dokumentacja Techniczno-Ruchowa impulsowego miernika rezystancji typu IMR-4*. KOLEN, sierpień 2003 r.
- [4] *Nowy system ochrony przeciwporażeniowej i ziemnozwarciowej dla sieci trakcyjnej – badania w warunkach eksploatacyjnych*. Praca CNTK nr 3016/23, wrzesień 1996 r.
- [5] *Opracowanie i badania nowych konstrukcji elementów trakcyjnej sieci powrotnej dla linii kolejowych wyposażonych w samoczynną blokadę liniową*. Praca CNTK nr 3017/23, wrzesień 1997 r.
- [6] PN-EN 050122-2 *Zastosowania kolejowe, Urządzenia stacyjne*. Część 2: Środki ochrony przed oddziaływaniem prądów błądzących wywołanych przez trakcję elektryczną prądu stałego.
- [7] *Wytyczne projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych*. Warszawa, marzec 2001.

Autorzy

dr inż. Andrzej Białoń, abialon@cntk.pl
mgr inż. Juliusz Furman, jfurman@cntk.pl
inż. Andrzej Kazimierczak, akazimierczak@cntk.pl
Centrum Naukowo Techniczne Kolejnictwa