

Bolesław Stokowy

Doświadczenia eksploatacyjne z dwusystemową lokomotywą elektryczną serii 1822

Lokomotywa 1822 jest czteroosiową dwusystemową lokomotywą elektryczną o mocy 4,4 MW, przystosowaną do zasilania napięciem przemiennym 15 kV 16,7 Hz oraz napięciem stałym 3 kV. Prędkość maksymalna lokomotywy wynosi 140 km/h, a jej masa 83 t. Na dachu lokomotywy umieszczono trzy odbieraki prądu, dwa skrajne przystosowane są do zasilania napięciem stałym 3 kV, trzeci odbierak, nad kabiną drugą, przystosowany jest do napięcia 15 kV.



Lokomotywa ta, zgodnie z założeniami projektowymi, miała służyć do prowadzenia pociągów towarowych między Monachium i Veroną poprzez przełęcz Brennerską [1], tj. prowadzenia pociągów o masie 1100 t w trakcji podwójnej z prędkością 70 km/h na pchyleniu 26%, a z prędkością 120 km/h – na odcinkach poziomych.

W ramach zmian technicznych, adaptujących byłą lokomotywę kolei ÖBB do aktualnych wymagań krajowych, dokonano wymiany ślizgu na obydwu odbierakach prądu 3 kV, zabudowy systemu czuwaka aktywnego, samoczynnego hamowania pociągu i radiostopu, zabudowy systemu radiolączności w oparciu o radiotelefon pociągowy, zabudowy elektronicznego rejestratora zdarzeń oraz stosownych zmian w części elektrycznej i pneumatycznej lokomotywy.

Po dokonanych zmianach na przełomie sierpnia i września 2005 r. przeprowadzono pierwsze jazdy próbne oraz stosowne pomiary sprawdzające, głównie w zakresie zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej w wyniku działania zainstalowanych na lokomotywie urządzeń impulsowych, jak i zakłóceń radioelektrycznych oraz elektromagnetycznych, emitowanych wewnątrz i na zewnątrz lokomotywy.

Nakładki ślizgowe

Na obydwu odbierakach prądu przystosowanych do napięcia 3 kV wymieniono dotychczasowy ślizg, długości 1450 mm, na ślizg długości 1950 mm, spełniający wymagania karty UIC 608 oraz normy PN-K-91001.

Nowy ślizg, wykonany z miedzi, ma tę samą masę co ślizg pierwotny, co zapewnia uzyskanie dotychczasowej statycznej siły docisku ślizgacza do przewodu jezdnygo równą 90 N oraz wymagane czasy podnoszenia i opuszczania odbieraka.

Nakładki stykowe na ślizgu wykonano z profili miedzianych, zgodnie z normą BN-82/3086-16, a korpus ślizgacza wykonano

ze stopu aluminium. Jako środek smarny, zmniejszający skutki tarcia mechanicznego między nakładką a przewodem jezdny, zastosowano smar grafitowy, uzupełniany po przejechaniu przez lokomotywę ok. 6000 km. Podczas dotychczasowej eksploatacji nie stwierdzono uszkodzeń mechanicznych, skutków przegrzania, czy też innych uszkodzeń ślizgacza. Odnotowano stosunkowo duże zużycie cierne nakładek na odcinku współpracy z przewodem jezdny. Pomiarów grubości nakładek dokonywano w ośmiu punktach, symetrycznie oddalonych od środka nakładki.

Zużycie nakładek, rozumiane jako zmniejszenie ich grubości w stosunku do grubości nakładek nowych, przedstawiono w tabeli 1 w funkcji przejechanych kilometrów dla odbieraka znajdującego się nad kabiną 1, zaś w tabeli 2 przedstawiono zużycie nakładek odbieraka nad kabiną 2.

Dotychczasowa eksploatacja nowych ślizgów potwierdza prawidłowość ich zaprojektowania, wykonania, zamocowania i utrzymania. Na pozostałych lokomotywach będą zastosowane takie same nakładki, jak na pierwszej lokomotywie.

Tabela 1

Średnie zużycie nakładek ślizgowych w funkcji przebiegu lokomotywy dla odbieraka nad kabiną 1

Przebieg [km]	Punkt pomiaru						
	4	3	2	1	2	3	4
	[%]						
18 000	5	5	6	6	6	5	4
35 000	10	12	14	16	14	13	10
42 000	16	17	18	20	19	17	15
75 000	20	28	35	41	34	25	20

Punkt pomiarowy 1 jest środkowym punktem ślizgacza, pozostałe punkty są równomiernie oddalone w obydwie strony od punktu środkowego.

Tabela 2

Średnie zużycie nakładek ślizgowych w funkcji przebiegu lokomotywy dla odbieraka nad kabiną 2

Przebieg [km]	Punkt pomiaru						
	4	3	2	1	2	3	4
18 000	5	5	6	7	6	5	4
35 000	10	13	14	17	15	13	10
42 000	19	23	25	25	23	22	19
75 000	23	30	37	44	35	26	20

Zestawy kołowe

Obserwacje i pomiary zestawów kołowych wykazują niewielkie zużycie powierzchni tocznej.

Zestawy wyposażone są w koła monoblokowe zaciskane na osi na warstwie kleju, mają w stanie nowym średnicę 1100 mm, zaś najmniejsza dopuszczalna średnica okręgu tocznego wynosi 1020 mm. Konstrukcja ramy wózka oraz zawieszenie silnika trakcyjnego umożliwiają promieniowe ustawienie się zestawów kołowych podczas jazdy po tuku.

Po przejechaniu przez lokomotywę 80 000 km, średnica okręgu tocznego każdego zestawu uległa zmniejszeniu o 4 mm, wysokość obrzeża zwiększyła się o 2 mm, grubość oraz stromość obrzeża o 1 mm.

Urządzenia bezpieczeństwa ruchu

W zakresie urządzeń bezpieczeństwa ruchu lokomotywę wyposażono w jednopunktowe urządzenia samoczynnego hamowania pociągu, bazujące na generatorach napięcia EDA-3, z których jeden spełnia funkcję czuwaka aktywnego, a drugi generatora SHP, zasilającego elektromagnes lokomotywowe napięciem o częstotliwości 1000 Hz.

W początkowym okresie eksploatacji lokomotywy odnotowano dwie awarie generatora SHP. Uszkodzenia wystąpiły w czasie postoju lokomotywy z opuszczonym pantografem i wyłączonym wyłącznikiem głównym. W pewnej chwili na pulpicie zaświeciły się lampy kontrolne, sygnalizujące najazd na elektromagnes torowy, wystąpił brak możliwości skasowania tego sygnału, po chwili zaś nastąpił upust powietrza z przewodu głównego do atmosfery. Generatory te zostały w ramach gwarancji naprawione przez producenta i od tej chwili pracują prawidłowo.

Dotychczasowe urządzenia bezpieczeństwa ruchu, tzn. czuwak aktywny typu droga–droga oraz urządzenie indukcyjnego oddziaływania na tor typu Indusi I 60, jak i urządzenia powtarzania sygnałów Sasibnie zostały zdemontowane, są jednak nieaktywne.

W celu zapewnienia łączności radiowej pomiędzy obsługą lokomotywy a obsługą innych lokomotyw, bądź wybranymi radiotelefonami stacjonarnymi, zastosowano radiotelefon przewoźny typu F-747 firmy Pyrylandia oraz antenę firmy Kathrein. Od chwili zamontowania, wszystkie podzespoły wchodzące w skład radiotelefonu działają prawidłowo. Dotychczasowe urządzenia łączności radiowej tj. radiotelefon pociągowy typu ZMF firmy Kapsch oraz system łączności radiowej firmy Telettra pozostawiono na lokomotywie. Obydwa systemy są jednak nieaktywne.

Zamontowany dodatkowo na jednym z zestawów kołowych nadajnik obrotów oraz rejestrator zdarzeń działają od chwili ich zamontowania bez żadnych problemów.

System sterowania

Lokomotywa jest sterowana, regulowana i nadzorowana przez cyfrowy system sterowania Micas-S2 o strukturze sieci Modbus z arbitralnie przydzielonym dostępem do magistrali.

Funkcję nadrzędną spełnia główny sterownik lokomotywy, który poprzez magistralę światłowodową komunikuje się i kontroluje wszystkie sterowniki podrzędne. Sterowniki podrzędne wyposażone są w osprzęt i oprogramowanie przeznaczone dokładnie do potrzeb lokalnych urządzeń peryferyjnych, którymi one sterują. Transmisja danych jest koordynowana przez administratora magistrali, a właściwie ze względów bezpieczeństwa przez dwóch administratorów, którzy co jedną sekundę przejmują na przemian funkcję sterowniczą.

Administrator magistrali dysponuje listą wszystkich adresów w systemie i odpowiadającym im czasem cyklu. Odpowiednio do czasu cyklu wzywa on każdy sterownik podrzędny do nadania stosownych danych procesowych i potwierdzenia swej sprawności technicznej.

Bardzo pomocny w lokalizacji uszkodzeń i usterek w podzespołach istniejących na lokomotywie okazuje się zabudowany na lokomotywie system diagnostyczny. Służy on do wytworzenia i przedstawienia na ekranie monitora przydatnych dla użytkownika informacji o aktualnym stanie lokomotywy oraz o powstałych usterekach i uszkodzeniach. Dwa komputery diagnostyczne kontrolują i ciągle porównują dostarczane przez sterowniki podrzędne sygnały, proporcjonalne do wartości rzeczywistych, z wartościami wymaganymi, względnie dopuszczalnym

W przypadku wystąpienia odstępstw wartości rzeczywistych od wartości zadanych, lub w przypadku zakłóceń w transmisji sygnału wartości rzeczywistej, odpowiedni sterownik rejestruje usterkę i przekazuje rekord diagnostyczny, tzn. dane o usterce i jej otoczeniu oraz czas jej wystąpienia, między innymi do komputera diagnostycznego, poprzez który dane te są prezentowane na monitorze na pulpicie maszynisty, odpowiednio w wybranym języku: obecnie w języku polskim lub niemieckim. Zrezygnowano z języka włoskiego.

Każde zdarzenie, rozumiane jako stan awaryjny, numerowane jest numerem bieżącym oraz oznaczane datą i godziną wystąpienia.

Do urządzeń diagnostycznych należą, umieszczone na obydwu stanowiskach maszynisty, monitory diagnostyczne z klawiaturą, lampa kontrolna usterki zbiorczej oraz przycisk potwierdzenia usterki czyli przycisk akceptujący wyłączenie uszkodzonego podzespołu lub grupy podzespołów przez główny sterownik lokomotywy.

Informacje przedstawiane na ekranie monitora prezentowane są, w zależności od wyboru wersji, w trzech poziomach zaawansowania i przeznaczone są dla trzech kategorii odbiorców:

- diagnostyka dla maszynisty
- informacje dla służb naprawczych i przeglądowych
- informacje dla serwisu.

Dla poziomu maszynisty, w przypadku wystąpienia usterki, na monitorze pojawiają się zwięzłe i przejrzyste komunikaty opisujące powstałą usterkę oraz instrukcje dalszego postępowania. Jednocześnie pojawia się migotanie lampy sygnalizującej powstanie usterki. Po naciśnięciu przycisku potwierdzenia usterki maszynista akceptuje wyłączenie uszkodzonych aparatów lub podzespołów przez sterownik główny i przejęcie ich roli przez układ rezerwowowy.

Dodatkowo na lokomotywie zastosowano tryb symulacji, który umożliwia symulowaną pracę trakcyjną i hamowanie, bez konieczności korzystania z rzeczywistej sieci trakcyjnej. Ten tryb pracy uruchamiany jest poprzez właściwe ustawienie przełącznika rodzaju pracy lokomotywy. Uzbrojenie, jazda, hamowanie i wyłączenie lokomotywy odbywa się analogicznie, jak do normalnej pracy. Dla trybu symulacji wytwarzane są wewnętrznie na poziomie sterowania lokomotywy konieczne napięcia i natężenia, co umożliwia zbliżoną do praktyki pracę trakcyjną. Tryb symulacji służy głównie do sprawdzenia prawidłowości:

- uruchomienia lokomotywy;
- sprawdzenia układu sterowania lokomotywy;
- sprawdzenia prawidłowości pracy modułów przekształtnikowych, układów zapłonowych i innych elementów obwodu pośredniczącego np. po ich wymianie, sprawdzenia urządzeń peryferyjnych, czy szkolenia maszynistów lokomotywy.

Podczas dotychczasowej eksploatacji możliwość symulacji pewnych stanów pracy okazała się bardzo pomocna. Bardzo korzystną i trafną z punktu widzenia właściwości ruchowych lokomotywy jest urzeczywistniona na niej wielostopniowa koncepcja redundancji.

Stopień pierwszy dopuszcza możliwość odłączenia pewnych sterowników podrzędnych, bez wpływu na właściwości trakcyjne lokomotywy, gdyż funkcję uszkodzonego sterownika przejmuje automatycznie sterownik rezerwowi. Dodatkowo nie każde uszkodzenie musi prowadzić do natychmiastowego odłączenia danego sterownika. I tak awaria w komputerze diagnostycznym prowadzi do awarii diagnostyki, jednakże sterownik główny, w skład którego wchodzi komputer diagnostyczny, nie musi być z tego powodu odłączony. Decyzja o odłączeniu, pozostaje zastrzeżona do głównego sterownika lokomotywy.

Drugi stopień dopuszcza możliwość odłączenia uszkodzonego sterownika związanego z przeniesieniem mocy, czyli złożonego układu sterowania zapłonem i wygaszaniem tyrystorów GTO przekształtnika sieciowego, jak i przekształtnika napędu. Główny sterownik lokomotywy blokuje wówczas cały tor przesyłu mocy do jednego wózka, umożliwiając dalszą jazdę lokomotywy ze zredukowaną mocą.

W przypadku awarii urządzenia przekształtnikowego, będącego źródłem zasilania napędów pomocniczych, przypisanych do danego wózka, jak i innych napędów pomocniczych ogólnego przeznaczenia, główny sterownik lokomotywy przełączając odpowiednie styczniki wykonawcze umożliwia zasilanie tych napędów z drugiego sprawnego źródła zasilania, jednak ze zredukowaną mocą ogrzewania kabiny bądź klimatyzacji, przy pracującej sprężarce głównej, która traktowana priorytetowo zawsze ma zapewnione właściwe zasilanie.

Układy przekształtnikowe

Jednym z ważniejszych elementów, zapewniających prawidłowy przepływ energii elektrycznej od linii zasilającej do silników trakcyjnych, są moduły tyrystorowe zawierające tyrystory GTO, diody wysokonapięciowe oraz kondensatory i rezystory. Tyrystory GTO, ze względu na bardzo odpowiedzialną rolę jaką pełnią w torze przesyłu mocy oraz wysoką cenę, są elementami najbardziej chronionymi. Koncepcja ich ochrony bazuje na zasadzie odłączenia zabezpieczającego.

Aktualny stan każdego tyrystora kontrolowany jest w zespołach bramek i komunikowany zwrotnie magistralą światłowodową

do sterowników napędu. Zapobiega to między innymi temu, że tyrystory włączone między dodatni i ujemny biegun obwodu pośredniczącego otrzymają jednoczesny sygnał wyzwalający. Koncepcja ochrony z odłączeniem zabezpieczającym ma podział hierarchiczny i dzieli się na pięć stopni ochronnych.

Najniższy, pierwszy stopień ochronny, związany jest z ciągłą kontrolą procesów komutacyjnych, czyli kontrolą minimalnych czasów załączenia i wyłączenia oraz wzajemnej blokady impulsów wyzwalających dla zestawu dwóch tyrystorów włączonych między dodatni i ujemny biegun obwodu pośredniczącego. Uaktywnienie tego stopnia ochronnego może być wywołane przez zbyt szybkie kolejne rozkazy załączania i wyłączania tyrystorów. W tym przypadku sterownik napędu koryguje rozkazy sterowania, nie jest generowany komunikat błędu, parametry trakcyjne, tj. zadana prędkość jazdy i siła pociągowa pozostają bez zmian.

Drugi stopień ochronny związany jest z kontrolą i ewentualnym ograniczeniem mocy lub natężenia prądu w celu niedopuszczenia do przeciążenia tyrystorów. Jego uaktywnienie nastąpi w przypadku obniżenia się napięcia zasilania poniżej 2,9 kV i może być związane z redukcją mocy i pojawieniem się komunikatu o powstałym ograniczeniu.

Trzeci stopień ochronny związany jest z ciągłą kontrolą wielkości napięcia obwodu pośredniczącego i jego symetrii oraz ewentualnym uruchomieniem układu ograniczenia chwilowego napięcia. Tym samym zapobiega się przekroczeniu przez napięcie obwodu pośredniczącego dopuszczalnych wielkości dla podzespołów w tym obwodzie. Jego uaktywnienie może wystąpić w wyniku odskoków pantografu od przewodu jezdniowego, nagłego zmniejszenia obciążenia, poślizgu zestawu kołowego. Zadziałanie układu chwilowego ograniczenia napięcia nie jest związane z ograniczeniem parametrów trakcyjnych, nie jest generowany żaden komunikat.

Czwarty stopień ochronny uaktywnia się wówczas, jeżeli temperatura transformatora, silnika trakcyjnego, grupy tyrystorów, oporów hamowania przekroczy dopuszczalną wielkość graniczną. W tej sytuacji zadana siła pociągowa zredukowana jest do zera, następuje blokada impulsów sterujących, wyłączenie wyłącznika głównego i opuszczenie pantografu, generowany jest stosowny komunikat błędu.

Piąty stopień ochronny zostaje uaktywniony przez następujące przyczyny:

- przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego napięcia obwodu pośredniczącego;
- przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego prądu fazowego silnika trakcyjnego, maksymalnej częstotliwości taktowania, uszkodzenia zasilacza sterowników napędu lub samego sterownika, komunikat zwrotny z dowolnego tyrystora zmienia swój stan bez wcześniejszego rozkazu, wydanie rozkazu zmiany stanu nie jest potwierdzane zmianą komunikatu zwrotnego.

W tej sytuacji blokowane są impulsy sterujące wszystkich tyrystorów, załączany jest ogranicznik napięcia chwilowego, następuje wyłączenie wyłącznika głównego, opuszczenie pantografu, rozlega się dźwiękowy sygnał ostrzegawczy, generowany jest stosowny komunikat błędu.

Podczas dotychczasowej eksploatacji doszło do dwukrotnego zadziałania piątego stopnia ochronnego. Komunikaty błędu wygenerowane przez układ diagnostyczny z przeznaczeniem dla serwisu informowały, że sterownik przekształtnika, z którego zasilany jest pierwszy wózek lokomotywy, zgłasza nieprawidłowy przebieg

sygnału sprzężenia zwrotnego, określającego aktualny stan jednego z tyrystorów, oznaczonego w dokumentacji elektrycznej jako V1. Dodatkowo komunikat informuje, że sterownik nie otrzymał potwierdzenia, że tyrystor V1 przeszedł w stan przewodzenia po podaniu impulsu zapłonowego.

Nieprawidłowość ta może być wywołana uszkodzeniem:

- jednego z elementów systemu transmisji światłowodowej, między układem wyzwalania i gaszenia tyrystorów a sterownikiem przekształtnika,
- układu wyzwalania i gaszenia tego tyrystora,
- jednej z kart nadawczo-odbiorczych sterownika,
- tyrystora.

Lokalizację uszkodzenia rozpoczęto od kontroli linii światłowodowej, a konkretnie od przygotowania do pośredniego pomiaru zdolności emisyjnej diody, odpowiedzialnej za nadanie sygnału zwrotnego do sterownika przekształtnika. Pomiar ten był możliwy przy użyciu specjalnej karty pomiarowej, umieszczonej w sterowniku, oraz dodatkowych przyrządów kontrolno-pomiarowych, umożliwiających pomiar charakterystycznych parametrów elektrycznych sygnału. Pomiar potwierdził, że prawidłowy sygnał sterujący diodą nadawczą sygnału sprzężenia zwrotnego nie wywołał określonej emisji sygnału świetlnego, który jest analizowany przez czułą fotodiodę odbiorczą, umieszczoną na karcie wejściowej sterownika. Wymiana zespołu diod w omawianym torze transmisyjnym pozwoliła na usunięcie powstałej niesprawności. Oczywiście sprawdzono również wszystkie elementy półprzewodnikowe, wchodzące w skład tej części przekształtnika

Diagnostyka

Z przedstawionych przykładów i nabytych doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że system diagnostyczny przedstawia i opisuje pojawiające się nieprawidłowości w działaniu poszczególnych podzespołów lokomotywy, nie precyzuje jednak dokładnie co jest przyczyną powstałej niesprawności, jednak zdecydowanie pomaga i przyspiesza proces lokalizacji uszkodzenia. Szczegółowa lokalizacja powstałego uszkodzenia czy niesprawności spoczywa na pracownikach, odpowiedzialnych za utrzymanie lokomotywy.

Zastosowany na lokomotywie system diagnostyczny umożliwia również statystyczną analizę zaistniałych usterek. System ten dzieli lokomotywę na 25 podsystemów, umożliwia w wybranym dowolnie odstępnie ustalić liczbę usterek, które wystąpiły w danym systemie. Analizując okres tygodniowy, dwutygodniowy czy dowolnie inny, pojawia się w tej analizie pewna prawidłowość – najczęściej usterek pojawia się w podsystemie T05 i T06, czyli w systemie odpowiedzialnym za prawidłowe przeniesienie mocy z obwodu pośredniczącego do silników trakcyjnych pierwszego i drugiego wózka. W systemach tych znajduje się między innymi wiele urządzeń generujących, wzmacniających i kontrolujących poprzez magistralę światłowodową prawidłowy przebieg impulsów zapłonowych i gaszących wszystkich tyrystorów GTO, wchodzących w skład przekształtników sieciowych i przekształtników napędów. Liczba usterek, występujących w tych dwóch podsystemach, stanowi prawie 81% wszystkich usterek w analizowanym okresie. Drugim podsystemem, w którym liczba usterek stanowi prawie 11% wszystkich usterek, jest system sterowania lokomotywą, w skład którego wchodzi manipulatory na pulpitych sterujących, współpracujące z nimi sterowniki podrzędne oraz przełączniki, styczniki oraz elektrozawory, uruchamiające pantografy, wyłącznik główny, rozdzielacz systemu, silniki elektryczne napę-

dów pomocniczych. Uszkodzenia w pozostałych systemach stanowią łącznie 8% wszystkich zarejestrowanych przez układ usterek. Na podstawie analizy tych uszkodzeń poczyniono stosowne kroki w celu zamówienia i sprowadzenia pewnej liczby części zamiennych, głównie elementów nadawczych sygnałów świetlnych, czyli miniaturowych diod świetlnych, o odpowiednio dużej stromości narastania i zaniku sygnału świetlnego określonej długości fali, oraz kart WE-WY sterowników programowalnych.

W międzyczasie przeprowadzono wyprzedzająco pomiary wybranych parametrów torów światłowodowych, którymi przesyłane są sygnały sterujące od głównego sterownika lokomotywy do układów zapłonowych i sygnały sprzężenia zwrotnego od układów zapłonowych do głównego sterownika. Pomiary te pozwoliły wykryć te tory magistrali światłowodowej, które wymagały maksymalnych wartości sygnałów sterujących i odpowiednio wcześniej dokonać czynności zapobiegawczych i naprawczych. Po półrocznej eksploatacji lokomotywy, wspólnie z firmą Bombardier Transportation (Switzerland) AG, dokonano stosownych zmian w oprogramowaniu [2] komputera diagnostycznego tak, aby informacje i meldunki o zaistniałych usterekach, zakłóceniach oraz ich otoczeniu pojawiały się na ekranie monitora w języku polskim. Obecnie na lokomotywie można wybać język komunikacji, oprócz języka polskiego – niemiecki.

Dotychczasowa eksploatacja

Przez pierwszy rok eksploatacji lokomotywa, realizując przewozy na różnych trasach krajowych, przejechała prawie 80 000 km, wykonała pracę przewozową równą 3985 mln brtkm.

Lokomotywa w trakcji pojedynczej prowadzi pociągi o masie do 2200 t, zachowując na wszystkich szlakach narzucone prędkości jazdy. Pociągi o masie 3200–3400 t prowadzi w trakcji wielokrotnej z lokomotywą spalinową. W okresie zimowym lub podczas opadów deszczu, druga lokomotywa jest szczególnie pomocna podczas ruszania z ciężkim składem pociągu.

Do chwili obecnej nie odnotowano żadnych przypadków negatywnego oddziaływania pracujących na lokomotywie urządzeń przekształtnikowych na obwody zabezpieczające i sterownicze infrastruktury kolejowej. Nie odnotowano też przypadków zadziałania własnych zabezpieczeń lokomotywy, reagujących na poziom harmonicznej 50 Hz w prądzie pobieranym z sieci trakcyjnej.

Mimo początkowych problemów eksploatacyjnych, związanych z analizą i usuwaniem powstałych usterek, opanowania obsługi lokomotywy czy wreszcie pokonania bariery językowej, decyzję o nabyciu lokomotywy należy uznać za właściwą i opłacalną. □

Literatura

- [1] *Dokumentacja techniczna – Reihe 1822*. Technische Beschreibung der Elektrischen Ausrüstung ABB Verkehrstechnik GmbH.
- [2] *Fahrzeugleittechnik Software Release 1.20-Diagnose Uebersetzung*.

Autor

Bolesław Stokowy

Przedsiębiorstwo Napraw Taboru Kolejowego PTK TABKOL S.A.
Rybnik