

ELEKTRYCZNE ASPEKTY 15-LETNIEGO FUNKCJONOWANIA SPÓŁKI PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.¹

Marek Kałas

mgr inż., PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Biuro Ener-
getyki, ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

Radosław Burak-Romanowski

mgr inż., PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Biuro Ener-
getyki, ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

Streszczenie. W referacie zwięźle i krótko przedstawiono opis wdrażania do eksploatacji w elektroenergetycznej infrastrukturze kolejowej nowych rozwiązań technicznych, technologii i urządzeń. Przedstawiono jak przez ostatnich 15 lat istnienia spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., będącej narodowym zarządcą infrastruktury kolejowej, zmieniała się kolejowa infrastruktura elektroenergetyczna. Staraliśmy się to zagadnienie przedstawić w sposób systematyczny, w związku z czym został uszeregowany wg charakterystycznych dla elektroenergetyki kolejowej typów urządzeń.

Słowa kluczowe: sieć trakcyjna; elektryczne ogrzewanie rozjazdów; oświetlenie zewnętrzne

1. Wprowadzenie

Piętnaście lat spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. to piętnaście lat zmian, jakie dokonały się w elektroenergetyce kolejowej. Jeżeli wziąć pod uwagę okres od rozpoczęcia zmian w przedsiębiorstwie państwowym Polskie Koleje Państwowe w 1998 roku, to można powiedzieć, że spółka osiągnęła pełnoletność. Te lata jakże ważne dla rozwoju spółki, nie pozostały bez wpływu na tę „elektryczną” część jej zasobów. A jest to część niemała. Na chwilę obecną obejmuje takie urządzenia, jak:

- sieć trakcyjna, której jest 24 744 tkm,
- urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów; obejmujące 29 673 komplety,
- oświetlenie zewnętrzne w ilości 195 262 szt.,
- instalacje elektryczne w obiektach kubaturowych 196 754 szt. (wielkość określa ilość takich elementów instalacji, jak: gniazda 1-fazowe, 3-fazowe, punkty oświetlenia wewnętrznego oraz punkty instalacji odgromowych).

Każde z tych urządzeń przez ostatnie 15 – 18 lat przeszło swój indywidualny rozwój i zostało zaadoptowane do eksploatacji w nowoczesnej formie. Niewątpliwie wpływ na taki przebieg wydarzeń miał rozwój przemysłu i wstąpienie do Unii Europejskiej. Te ostatnie lata to wynik również pracy setek ludzi, dla których

¹ Wkład autorów w publikację: Kałas M. 50%, Burak-Romanowski R. 50%

najważniejszym celem jest podniesienie poziomu technicznego infrastruktury kolejowej.

2. Sieć trakcyjna

Sieć trakcyjna jest infrastrukturą kolejową, która niewątpliwie odgrywa najbardziej istotną rolę w prowadzeniu ruchu pociągów. W punkcie początkowym w większości oparta była o betonowe konstrukcje wsporcze typu ŻK i STż oraz stalowe, posadowione w indywidualnych fundamentach prefabrykowanych. Izolatory ceramiczne, łańcuchowe urządzenia naprężające, duża ilość sieci o małym przekroju oparta na stopach krzemu i brązu.

W ciągu tych lat postęp techniczny dotknął niemalże każdego elementu sieci trakcyjnej. Pojawiły się nowe stopy i nowe technologie ich wytwarzania. Wielu wytwórców tych elementów, technologie odlewów zamieniło na technologię kucia.

W telegraficznym skrócie tak można opisać to, co zmieniło się w sieci trakcyjnej:

- Przewody jezdne i liny nośne – coraz powszechniej zaczęto stosować stopy miedzi CuETP i CuAg. Stopniowo wyeliminowywane są typy sieci ze stopami sKB i CuCd. Innym istotnym aspektem w tej dziedzinie jest zwiększenie ich przekrojów w związku z coraz większym zapotrzebowaniem na moc przez nowoczesne pojazdy trakcyjne i zwiększaniem prędkości pociągów do wielkości 200 km/h. W ramach obecnych inwestycji, preferowana jest budowa sieci trakcyjnej w oparciu o przewody jezdne i liny nośne o przekroju 150 mm² w miejsce przekrojów 100 mm² oraz 120 mm². Skutkiem tego zostały zaprojektowane i przyjęte do eksploatacji takie typy sieci trakcyjnej, jak: YC120 -2CS150 oraz YC150-2CS150. Mając na uwadze możliwość powstania kolei dużych prędkości w Polsce opracowane zostały prototypowe rozwiązania sieci trakcyjnej o prędkościach konstrukcyjnych do 350 km/h – są to dwa typy sieci trakcyjnej: YBz70-CS120 z odmianą YBz70-CSn120 oraz YBz95-CMg150 dla systemu zasilania 2x25kV AC.
- Konstrukcje wsporcze – w zakresie konstrukcji wsporczych nadal stosowane są konstrukcje stalowe i betonowe. W przypadku tych pierwszych postęp dotyczy nowych stopów stali oraz większej dbałości w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego opartego zasadniczo na cynkowaniu ogniowym. (można powiedzieć, że w ostatnim czasie rozpoczęły się rozmowy dotyczące testowania nowego rozwiązania technologicznego zwanego „zimnym cynkiem”, które można określić już mianem nanotechnologii). Jeżeli mówimy o konstrukcjach betonowych, należy wspomnieć o technologii słupów wirowanych, które znalazły szerokie zastosowanie nie tylko w sieci trakcyjnej, ale również w oświetleniu zewnętrznym. Modernizując linie kolejowe preferujemy obecnie fundamenty palowe zamiast prefabrykowanych. Technologia ich zabudowy jest znacznie szybsza i mniej uciążliwa dla bezpośredniego otoczenia. Łatwość i szybkość zabudowy tych konstrukcji jest niestety czę-

sto przyczyną wielu błędów wykonawczych. Należy jednak zaznaczyć, że nie jest to wina rozwiązania technicznego, a jedynie niewłaściwego wykonania zabudowy.

- Izolatory – postęp w tym zakresie związany jest ze stosowaniem nowych typów porcelany, bardziej wytrzymałych na udary mechaniczne i warunki środowiskowe oraz lepszych technologii ich osadzania w okuciach. Jednakże na pierwszy plan zaczynają wysuwać się izolatory kompozytowe wytwarzane w oparciu o włókna szklane, których wytrzymałość jest znacznie większa od tradycyjnych izolatorów. Zastosowanie tych włókien dotyczy wszystkich rodzajów izolatorów stosowanych w sieci trakcyjne.
- Osprzęt sieci trakcyjnej – w ramach eksploatacji i modernizacji odchodzimy od osprzętu teownikowego. Staramy się zastępować go osprzętem rurowym. Należy tutaj wspomnieć, że do prób eksploatacyjnych trafiają kolejne rozwiązania podwieszeń sieci trakcyjnej wykonanych ze stopu aluminium. Są to różne rozwiązania techniczne, które w przyszłości mają szansę na zastosowanie w naszej infrastrukturze. Na dzień dzisiejszy, dużą barierą w jego powszechnym stosowaniu wydaje się być cena oraz perturbacje związane z prawami autorskimi tychże rozwiązań.
- Urządzenia naprężające – w tym zakresie można wyróżnić dwa parametry, które są impulsem postępu w ich rozwoju. Są to – niezawodność i antykradzieżowość. Skutkiem tego, w pierwszym okresie skupiliśmy się bardziej na zmianie technologii wytwarzania ciężarów naprężających. Surowiec, jakim dotychczas było żeliwo, zastępować zaczęły różnego rodzaju mieszaniny betonu z różnymi domieszkami, np. związków siarki. Celem było osiągnięcie typowej masy tego elementu czyli 27 kg, bez znaczącego zwiększania jego wymiarów, co ma wpływ na kształtowanie wielkości stosów i ich pracę w zmiennych warunkach atmosferycznych. Kolejnym, późniejszym aspektem rozwoju tych urządzeń była metoda wytwarzania siły naciągu przez te urządzenia. O ile w pierwotnym rozwiązaniu polegaliśmy na sile grawitacji, o tyle w innych wytwarzanie siły naciągu powierzono sprężynom. Sprężyny, jakie znalazły zastosowanie przy konstruowaniu urządzeń naprężających, również były w dwóch wykonaniach: śrubowym i ślimakowym.

Ale na tym nie koniec. W ostatnim okresie podjęte zostały rozmowy dotyczące testowania na sieci trakcyjnej urządzeń naprężających, gdzie czynnikiem wytwarzającym siłę naciągu jest sprężony gaz. Oczywiście obszar zastosowania tych rozwiązań jest duży – prawie 24 tys. tkm sieci trakcyjnej i na to, aby został objęty w całości potrzeba wiele czasu i środków finansowych.

- Ochrona przeciwporażeniowa – opracowany został system ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym. Celem jego wprowadzenia było zwiększenie zdolności wyłączenia zwarć oraz zmniejszenie potencjałów międzytorowych i szyny do wartości bezpiecznych zwłaszcza przy utracie ciągłości sieci powrotnej.
- Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa sieci trakcyjnej oraz urządzeń znajdujących się w strefie oddziaływania trakcji – jest to najnowsze osią-

gnięciu 15-letniej spółki. W związku z coraz większą obecnością urządzeń komputerowych w sterowaniu ruchem kolejowym, zagadnienie to nabrało szczególnego znaczenia. Ich wrażliwość na przepięcia jest na tyle duża, że bez zastosowania silnej i niezawodnej ochrony, dochodzić może do rozległych uszkodzeń, a tym samym do utrudnień w prawidłowym prowadzeniu ruchu pociągów. Dlatego opracowane zostały wytyczne stosowania ochrony odgromowej i przepięciowej. Znajdują się one w ostatniej fazie redagowania i niebawem zostaną wprowadzone do stosowania. Można stwierdzić, że ten dokument może być przyczynkiem do rewolucji, jaka dotknie ogólnego spojrzenia na sieć trakcyjną i jej otoczenie w aspekcie wyładowań atmosferycznych i przepięć.

Postęp techniczny dokonał się w wielu innych aspektach dotyczących sieci trakcyjnej, takich jak: izolatory sekcyjne, odłączniki sieci trakcyjnej, sieć sztywna w tunelach, których nie sposób wszystkich wymienić.

3. Elektryczne ogrzewanie rozjazdów

Wydawać się może, że elektryczne ogrzewanie rozjazdów to urządzenie, w którym niewiele można zmienić czy ulepszyć. Na szczęście tak nie jest. Pierwszym aspektem, który został poddany ulepszeniom to sposób sterowania. Pierwotnym czynnikiem, który był motorem zmian, była dążność do zmniejszenia zużycia energii. Ponieważ najsłabszym ogniwem w procesie załączania do pracy i wyłączenia był człowiek, starano się go zastąpić automatem. W pierwszym okresie były to algorytmy czasowe, do których w kolejnych etapach rozwoju zaczęły przyłączać się czujniki temperatury, wilgoci czy obecności opadu. Z czasem system sterowania zaczął obejmować coraz większe obszary. Z okręgów nastawczych rozrósł się do całych stacji, a potem do większych obszarów obejmowanych przez LCS-y.

W miarę rozwoju technologii komputerowych i telekomunikacyjnych panele sterowania z analogowych przekształciły się w cyfrowe, a wachlarz oferowanych funkcji związanych z monitorowaniem ich pracy i sterowaniem znacznie się powiększył. Obecne rozwiązania pozwalają na obserwację i sterowanie urządzeń zabudowanych na poszczególnych rozjazdach. Biorąc pod uwagę ilość producentów tych urządzeń w systemie sterowania na obszarze okręgu nastawczego, powstał problem z kompatybilnością sterowników i ich oprogramowania. Dlatego też przy współpracy tych producentów dokonano standaryzacji i unifikacji systemu sterowania. Określono wspólny protokół transmisji, tak aby urządzenia różnych producentów współpracowały ze sobą bez zakłóceń. To z kolei umożliwia podgląd pracy urządzeń z poziomu Zakładu na jednym stanowisku w rozdzielczości do poszczególnych obwodów, a z poziomu Centrali spółki - podgląd stanu rozdzielnic zasilających. System w dalszym ciągu jest rozwijany, tak więc na kolejną rocznicę istnienia spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. tematów w tym zakresie nie zabraknie.

Wspomnieć należy tutaj o takich rozwiązaniach, jak kable grzejne o zmiennej rezystancji, czy usprawnienie procesu wytapiania śniegu, poprzez stosowanie otulin szyny w celu spowolnienia jej stygnięcia, czy zastosowaniu radiatorów na grzejnikach elektrycznych, aby efektywniej „sterować” rozsyłem ciepła w strefie rozjazdu i ogrzewać tylko te przestrzenie, które są newralgiczne dla pracy rozjazdu.

W ostatnim czasie do rozwiązań technicznych w tym zakresie dołączyło INDUKCYJNE ogrzewanie rozjazdów. Niebawem znacznie się proces prób i testów.

Ale dlaczego skrótu EOR, zamiast elektryczne ogrzewanie rozjazdów nie „rozszyfrować” jako **ekologiczne ogrzewanie rozjazdów**?

Pytanie nie jest nieologiczne. Na przestrzeni ostatnich lat testowano lub testuje się obecnie kilka innych rozwiązań technicznych w tym zakresie. Oto kilka z nich:

- Ogrzewanie wodne – system grzejników elektrycznych zastąpiony został instalacją czynnika ciekłego, który dostarcza ciepło do rozjazdu ze źródła energii cieplnej jakim może być lokalny węzeł cieplny, kocioł opalany olejem opałowym lub gazem. Jedną z tych instalacji jest zabudowana na terenie IZ Wałbrzych. Rozwiązanie to, jak każde inne ma swoje wady i zalety. Istotne jest to, że może być stosowane w lokalizacjach, gdzie są problemy z dostarczeniem stosunkowo dużej mocy elektrycznej na potrzeby ogrzewania nie tylko rozjazdów ale i obiektów kubaturowych (nastawnie).
- Ogrzewanie geotermalne – w jednym z testowanych rozwiązań jest zastosowana pompa ciepła. Do ogrzewania rozjazdów wykorzystywana jest energia cieplna gruntu, pozyskiwana przy pomocy instalacji wypełnionej glikolem. Technologia geotermalna w tym zakresie rozwija się bardzo prędko i znane są już rozwiązania dotyczące nie tylko ogrzewania rozjazdów, ale również podjazdów, ścieżek czy płaszczyzn peronów. W tym ostatnim przypadku pozwala na odstępianie od odśnieżania i stosowania soli do wytapiania lodu.

Mając na uwadze powyższe, należy sądzić, że dalszy rozwój niewątpliwie nastąpi, chociażby dlatego, że do zagospodarowania pozostała jeszcze kilka innych źródeł odnawialnych. Na chwilę obecną przeszkodą wydawać się może poziom mocy potrzebnej do osiągnięcia celu, ale w przyszłości przeszkody te można będzie usunąć lub obejść.

4. Oświetlenie zewnętrzne

W przypadku oświetlenia zewnętrznego również wiele się działo w czasie tych ostatnich 15 lat. W momencie przejęcia na stan majątkowy infrastruktury oświetlenia zewnętrznego było wiele miejsc, gdzie stosowane były jeszcze konstrukcje wsporcze drewniane. Oprawy oświetleniowe stosowane na terenach kolejowych wykorzystywały źródła żarowe, rtęciowe i sodowe o mocach 250 W, 400 W i większych. Konsumpcja energii elektrycznej na cele oświetlenia była bardzo duża. To stało się przyczyną podjęcia kroków do zmiany opraw oświetleniowych na bardziej nowoczesne, o mniejszych mocach elektrycznych, ale przy

zachowaniu tego samego lub zwiększeniu strumienia świetlnego. Pierwszym krokiem było zastosowanie opraw wykorzystujących wysokoprężne lampy sodowe. Największy efekt uzyskiwano redukując oprawy o mocach 400 W i zamieniając je na moce 150 W i 100 W. W skrajnych przypadkach były to nawet oprawy o mocy 70 W. Było to możliwe dzięki dynamicznemu rozwojowi techniki świetlnej. W dalszym okresie wdrażano kolejne rodzaje źródeł światła pozwalające na uzyskiwanie oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.

W pierwszej kolejności wymiany dokonywane były na przejazdach kolejowo-drogowych i w lokalizacjach, gdzie praca urządzeń oświetleniowych była intensywna, a nagromadzenie czynnych opraw bardzo duże. W celu minimalizacji zużycia energii elektrycznej, coraz powszechniej stosowane były elektroniczne zegary (programatory) i fotokomórki sterujące pracą oświetlenia zewnętrznego.

Następny krok milowy w tej dziedzinie możliwy był do zrobienia dzięki rozwojowi techniki opraw wykorzystujących diody LED. Zastosowanie paneli wysokowydajnych diod, umożliwia dokładne sterowanie strumieniem światła i uzyskiwaniem bardzo dobrych charakterystyk rozsyłu światła. Nie bez znaczenia jest kolejny spadek mocy opraw, co przekłada się na efektywność energetyczną. Dzięki tym oprawom w dziedzinie oświetlenia zewnętrznego głęboko wkroczyliśmy w technikę cyfrową. Jak w przypadku urządzeń oświetlenia zewnętrznego, możliwym stało się sterowanie i monitorowanie pracy poszczególnych opraw oświetleniowych. Zastosowanie modemów telefonii komórkowej, umożliwiło nam sterowanie oświetleniem w lokalizacjach, gdzie był trudny dostęp do infrastruktury transmisyjnej kablowej. Przy takich możliwościach eksploatacyjnych systemów sterowania oświetleniem zewnętrznym i elektrycznym ogrzewaniem rozjazdów musiał powstać system SMUE – System Monitorowania Urządzeń Energetycznych. Jego powstanie i eksploatacja ma umożliwić szybkie pozyskiwanie informacji o nieprawidłowościach w pracy tych urządzeń i optymalnym podejmowaniu działań naprawczych i zaradczych. Ten system ma podstawowo dwa cele. Pierwszym jest utrzymanie urządzeń w sprawności, a więc zapewnianiu bezpieczeństwa i płynności prowadzenia ruchu kolejowego, drugim natomiast nadzór nad prawidłową eksploatacją, a tym samym ekonomicznym, racjonalnym korzystaniu z energii elektrycznej.

Oświetlenie zewnętrzne to również konstrukcje wsporcze. W ciągu ostatnich lat eliminowane były konstrukcje wsporcze drewniane i zastępowane konstrukcjami wirobetonowymi. W ciągu tych lat był okres, kiedy niechętnie patrzyliśmy w stronę konstrukcji stalowych, ze względu na koszty utrzymania (zabezpieczenia antykorozyjne) oraz bliska obecność trakcji 3 kV DC. Konstrukcje wirobetonowe przebojem weszły w infrastrukturę kolejową, oferując niższe koszty zakupu i późniejszej eksploatacji, co nie pozostawało bez znaczenia. Jednakże w dziedzinie konstrukcji stalowych, podobnie jak w konstrukcjach wsporczych dla sieci trakcyjnej, także dokonywały się zmiany. To sprawiło, że preferencje konstrukcji betonowych w tym zakresie osłabły.

Jest jeszcze trzeci gracz w tym obszarze. W międzyczasie, na rynku pojawiły się konstrukcje wsporcze kompozytowe. Parametry takie, jak: wytrzymałość, ży-

wotność, odporność na agresywne czynniki zewnętrzne, okazywały się być takie same lub nawet lepsze. A problem korozji i zabezpieczeń antykorozyjnych w ich przypadku w ogóle nie istnieje. Nie było więc możliwości, aby i takie konstrukcje wsporcze nie zaczęły się pojawiać na obiektach związanych z prowadzeniem ruchu pociągów, peronach i przejazdach.

W tej dziedzinie również rozwój jest dynamiczny. Zwłaszcza w zakresie implementowania do opraw oświetleniowych czujników ruchu, identyfikujących rozmiar obiektów i umożliwiających wyraźne granice obserwacji. Takie rozwiązanie umożliwia pracę nad kolejnym etapem udoskonalenia systemu efektywnego oświetlenia terenu, uzależniając go od obecności ludzi lub pojazdów w strefie oświetlanego obszaru.

5. Instalacje elektryczne

Ostatnia gałąź infrastruktury energetycznej – instalacje elektryczne związane z obiektami kubaturowymi. Tutaj rozwój występował samoistnie. Wszystkie aspekty dotyczące oświetlenia zewnętrznego można z pełną premedytacją tutaj przypisać. Eliminacja opraw żarowych, wymiany wyeksploatowanych instalacji. Rozwój systemów ogrzewania i ich sterowanie. Zmiana wynika z eliminacji lokalnych kotłowni opalanych węglem. Istotną przesłanką w tym zakresie jest dokładna analiza ekonomiczna uwzględniająca wszystkie koszty związane z ogrzewaniem obiektu i zderzenie ich z kosztami eksploatacji ogrzewania w innych systemach (energia elektryczna, węzeł ciepły, gaz, olej opałowy).

Jest jednak jeden aspekt, który warto zaakcentować w tej materii. Są to źródła odnawialne, w szczególności panele fotowoltaiczne. Obecnie eksploatujemy instalacje, których łączna moc to prawie 110 kW. Jedne z nich umożliwiają zasilanie małych obiektów, o niewygórowanym zapotrzebowaniu na moc rzędu 3-5 kW, jak np. strażnica przejazdowa czy mała nastawnia, drugie z kolei umożliwiają zasilanie dużej nastawni lub hali napraw, których poziom zapotrzebowania sięga 30 kW.

Biorąc pod uwagę ciągły rozwój technologii wytwarzających ogniwa fotowoltaiczne oraz skokowy wzrost pojemności zasobników energii należy się spodziewać, że w niedalekiej przyszłości katalog rozwiązań technicznych, możliwych do zastosowania w obiektach narodowego zarządcy infrastruktury kolejowej będzie się powiększać.

Tak w dużym skrócie przebiegała 15-toletnia historia rozwoju i unowocześnienia energetycznej infrastruktury kolejowej, pod troskliwymi skrzydłami spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Mamy nadzieję na dalszy jej rozwój i postęp. A skoro transport kolejowy w Europie jest tym preferowanym, to sprawia, że nadzieje nie są płonne, a kolejne 15 lat przyniesie wiele nowych i ciekawych rozwiązań.

