

Certyfikacja i badania sygnalizatorów świetlnych

Barbara KABACIŃSKA¹, Krzysztof OLSZEWSKI²

Streszczenie

W artykule przedstawiono parametry sygnalizatorów, charakterystykę obwodów świateł sygnałowych stosowanych na sieci PKP PLK S.A. i wymagania stawiane tym obwodom. Podano zakres i metodykę badań oraz kryteria oceny wyników. Opisano procedurę badawczą PB-LA-27 Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa oraz sposób przeprowadzania certyfikacji sygnalizatorów.

Słowa kluczowe: sygnalizator świetlny, urządzenia sterowania ruchem kolejowym, przekładnik kontrolny, obwód świateł sygnalizatora

1. Wstęp

Bezpieczeństwo ruchu pociągów na szlakach i stacjach kolejowych jest oparte na zasadzie bezwzględnego przestrzegania przez maszynistów zaleceń dotyczących sposobu jazdy pociągu, wynikających z sygnałów podawanych za pomocą przytorowych urządzeń sygnalizacyjnych. Funkcję urządzeń sygnalizacyjnych najczęściej spełniają sygnalizatory świetlne.

W nowych konstrukcjach sygnalizatorów stosowane dotychczas ciężkie elementy żeliwne zastępuje się elementami z blachy stalowej lub z tworzyw sztucznych, dlatego konstrukcje te muszą spełniać wymagania środowiskowe panujące przy torze. Zastosowane w tych konstrukcjach transformatory sygnałowe powinny zapewniać płynną regulację napięcia na żarówce sygnałowej oraz odpowiedni zasięg sterowania.

W artykule przedstawiono ogólną charakterystykę sygnalizatorów oraz obwodów świateł sygnałowych. Podano podstawowe parametry transformatora sygnałowego, jak również kryteria poprawności działania obwodów świateł. Przedstawiono także opracowaną przez Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa procedurę regulacji obwodów zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i eksploatacyjnych.

2. Budowa i parametry sygnalizatorów

Sygnalizatory przytorowe są przeznaczone do podawania odpowiednich sygnałów świetlnych do prowadzenia

ruchu kolejowego na liniach, po których mogą poruszać się pojazdy kolejowe z prędkością do 160 km/h. Zgodnie z przepisami zawartymi w Instrukcji sygnalizacji le-1 (E-1) [5], sygnały są przekazywane odpowiednią barwą światła.

Sygnalizator kolejowy składa się z głowicy sygnałowej, słupa rurowego, podstawy oraz fundamentu betonowego lub stalowego (rys. 1).



Rys. 1. Sygnalizator przytorowy świetlny pięciokomorowy
[fot. K. Olszewski]

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; bkabacinska@ikolej.pl.

² Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; kolszewski@ikolej.pl.

Podstawowym elementem głowicy sygnałowej jest komora sygnałowa (światła). Liczba i rodzaj komór sygnałowych zależy od rodzaju i przeznaczenia sygnalizatora. Głowice sygnałowe składają się z kilku komór i są połączone ze sobą i z podstawą latarni w jedną całość.

Każda komora sygnałowa ma układ optyczny z soczewek Fresnella oraz sygnałową żarówkę kolejową i transformator sygnałowy. W komorach światła czerwonego, w komorach podstawowego światła pomarańczowego i w komorach światła niebieskiego są dodatkowo umieszczone żarówki rezerwowe, które są połączone szeregowo z rezystorem. W tylnej ścianie każdej komory sygnałowej znajdują się zamykane drzwiczki, w celu uniemożliwienia dostępu do komory osobom nieupoważnionym [3].

Do zapewnienia lepszej widoczności sygnałów na sygnalizatorach, do latarni sygnałowych są przymocowane tarcze tłowe. Nad soczewką każdej komory sygnałowej jest umieszczony daszek osłonowy zabezpieczający przed działaniem promieni słonecznych i opadami atmosferycznymi. Tarcze tłowe są wykonane z blachy, a daszki osłonowe mogą być wykonane z blachy lub tworzywa sztucznego. Zarówno tarcze tłowe, jak i daszki osłonowe są koloru czarnego.

Głowice sygnałowe są montowane na masztach ze stalowymi lub betonowymi podstawami, stosowanymi na linach kolejowych. Słup jest przyspawany do podstawy uźebrowanej, w której znajdują się otwory na śruby do przytwierdzenia podstawy do fundamentu. Połączenie podstawy z żebrami jest wykonane jako konstrukcja spawana. Sygnalizatory są dodatkowo wyposażone w drabinę i kosz, aby umożliwić monterom obsługę w czasie eksploatacji i usuwania usterek. Głowice sygnalizatorów karzełkowych mogą być również montowane na fundamencie. Podstawowe parametry techniczne semaforów przytorowych przedstawiono w tablicy 1 [3].

3. Charakterystyka stosowanych obwodów świateł sygnałowych

Do zasilania obwodów świateł sygnałowych stosuje się transformatory oddzielające. Napięcie pierwotne tych transformatorów wynosi 230 V, a napięcie wtórne 115 V, 130 V i 145 V. Wartość napięcia zasilania dobiera się w zależności od odległości ustawienia semafora od nastawni. Obwody świateł zezwalających są zasilane ze wspólnego transformatora REJ1301, obwody światła czerwonego zaś są zasilane z oddzielnych transformatorów REJ1005, charakteryzujących się odpornością na zwarcia.

W każdej głowicy sygnałowej sygnalizatora znajduje się transformator sygnałowy REJ1001, z niskim prądem biegu jałowego, obniżający napięcie 110 V lub 127 V na napięcie AC 11 V, 13 V, 15 V. Może on być obciążony jedną lub dwiema żarówkami sygnałowymi. W komorach świateł zezwalających znajduje się jedna żarówka sygnałowa 12 V, 24 W, w komorach światła czerwonego zaś znajdują się dwie żarówki: żarówka główna 12 V, 24 W oraz żarówka rezerwowa 12 V, 12 W, która jest połączona szeregowo z opornikiem o wartości rezystancji 2 Ω i mocy 10 W, w celu zapewnienia ciągłości pracy obwodu światła czerwonego. W obwodach świateł zezwalających mogą występować światła ciągle i migowe, w obwodach świateł do kontroli jego poprawnej pracy stosuje się przekaźniki kontrolne. W urządzeniach niezablokowanych, np. typu E lub PB można wyodrębnić obwody świateł zezwalających:

- 1) pojedynczych,
- 2) sprzężonych:
 - z indywidualnymi przekaźnikami,
 - ze wspólnym przekaźnikiem kontrolnym.

Tablica 1

Podstawowe parametry techniczne sygnalizatorów świetlnych [3]

Parametr	Wielkość
Źródło światła	Żarówka sygnałowa kolejowa 12V/24W (trzonek B-22d/25×26)
	Żarówka sygnałowa kolejowa rezerwowa – 12V/12W (trzonek B-22d/25×26)
Barwa sygnału świetlnego	Czerwona, zielona, pomarańczowa, niebieska, biała, matowobiała
Światłość na osi optycznej każdej komory	Min. 1118 cd
Kąt użyteczny wiązki światła w pionie	max 3°
Kąt użyteczny wiązki światła w poziomie	max 4°
Rezystancja izolacji	Min. 100 [M Ω]
Wytrzymałość elektryczna izolacji	3000 V AC, 50 Hz
Zasilanie	110 V AC, 127 V AC
Zakres temperatur pracy	–40°C do +80°C
Wilgotność względna	95%
Stopień ochrony zapewniany przez obudowę	IP 44

W obwodach świateł zezwalających pojedynczych, jako przekaźniki kontrolne najczęściej są stosowane następujące typy przekaźników:

- JRG1602 i JRG1702 z rezystorem zewnętrznym 32,5 Ω ,
- JRB27902, JRB27908 i JRB27910 z rezystorem zewnętrznym 66 Ω oraz
- JRK10410 i JRK10414 włączone do obwodu za pośrednictwem zestawu ERL1001 [4].

W obwodach świateł zezwalających, sprzężonych z górnym światłem przystosowanym do migania i z indywidualnymi przekąźnikami kontrolnymi (rys. 2), w celu uniknięcia wygaszenia świateł w czasie przerwy w świeceniu światła migowego, w obwodzie światła górnego są stosowane przekąźniki JRB27908 lub JRB27910, które zwalniają kowtlicę z opóźnieniem około 2 s. W obwodzie światła dolnego występują przekąźniki JRK10410 i JRK 10414. W obwodach świateł sprzężonych ze wspólnym przekąźnikiem kontrolnym JRG1602 i JRG1702, kontrolę jednoczesności świecenia dwóch świateł realizuje się przez włączenie do ich obwodu dławika wyrównawczego REJ1003. Dławiki powodują odwzbudzenie przekąźników kontrolnych Kp i Kz w przypadku przepalenia się żarówki i w konsekwencji zmianę sygnału zezwalającego na zabraniający.

Kontrola światła czerwonego jest dokonywana na pulpicie nastawczym za pomocą żarówki powtarzacza, zasilanej za pośrednictwem opornika włączonego potencjometrycznie do obwodu. Przekaznik kontroli światła czerwonego stosuje się głównie wtedy, gdy występuje konieczność wykonania uzależnienia, np. przy półsamoczynnej blokadzie liniowej. Przyjęto zasadę, że przepalenie głównej żarówki światła czerwonego nie powinno spowodować wzbudzenia tego przekaznika w następnym cyklu pracy. Najczęściej

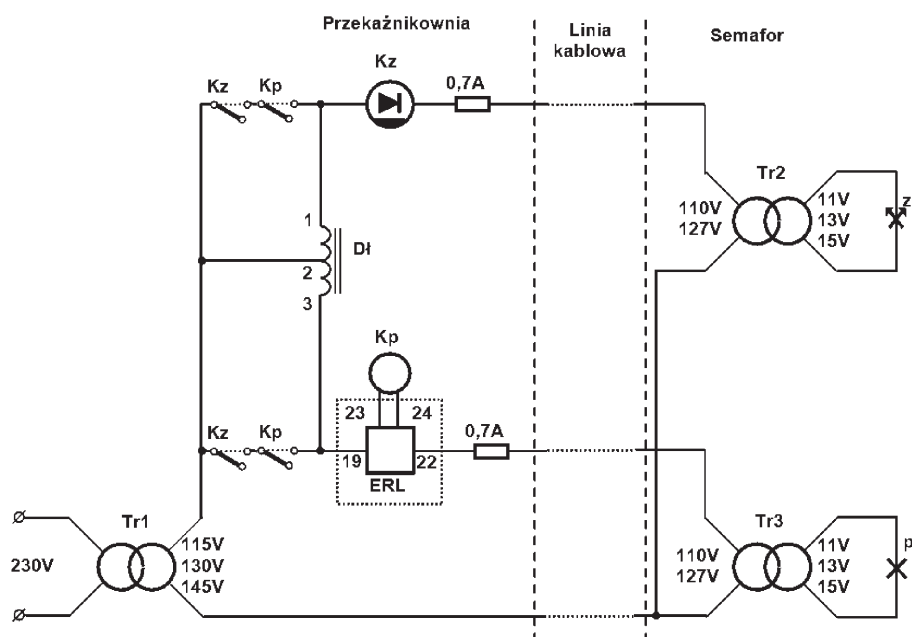
stosuje się przekąźniki JRG1602 i JRG1702, z dołączonymi równolegle do ich cewek rezystorami REL60114. Kontrola światła na pulpicie nastawczym realizowana jest za pomocą powtarzacza, sterowanego zestykami przekąźnika kontrolnego.

W obwodach świateł urządzeń zblokowanych (np.: IZH 111, SUP) żarówki są zasilane jak w systemach niezblokowanych, tj. przez układ transformatorów: oddzielającego i sygnałowego. Każde światło jest kontrolowane za pomocą indywidualnego przekaźnika JRF, który jest zasilany przez przekładnik napięciowy MFV z układem prostownikowym, przy czym przekaźniki przeznaczone do kontroli świateł migających mają opóźnione zwalnianie kotwicy [1, 10, 25, 27]. Dławików wyrównawczych nie ma w obwodach świateł urządzeń zblokowanych, gdyż nie stosuje się w nich układowego sprzęgania żarówek sygnałowych. W urządzeniach samoczynnych blokad liniowych typu Eac i Eac95, podobnie jak w urządzeniach zblokowanych, stosowane są obwody świateł z indywidualnymi przekaźnikami kontrolnymi [28].

4. Transformator sygnałowy – parametry elektryczne

Zakres badań podstawowych parametrów elektrycznych transformatora sygnałowego obejmuje sprawdzenie:

- 1) tolerancji znamionowych napięć wtórnych,
- 2) współczynnika zmienności napięć wtórnych,
- 3) prądu stanu jałowego,
- 4) znamionowej sprawności,
- 5) stopnia nagrzewania elementów.



Rys. 2. Schemat obwodu świateł sprzężonych z górnym światłem przystosowanym do migania z przekaźnikami kontrolnymi JRK i JRB [25]

W dalszej części rozdziału będą omówione sposoby sprawdzenia podstawowych parametrów transformatorów sygnałowych zgodnie z [7].

4.1. Sprawdzenie tolerancji znamionowych napięć wtórnych

Sprawdzenie tolerancji znamionowych napięć wtórnych na zgodność z wymaganiami według punktu 3.10.10 w [7], wykonuje się przez pomiar napięcia na uzwojeniu wtórnym 0–15, przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym o wartości 3 A oraz zasilaniu uzwojenia pierwotnego 0–127 napięciem znamionowym 127 V. Tolerancję oblicza się ze wzoru (1):

$$\Delta U = \frac{U_2 - U_{zn}}{U_{zn}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

U_2 – napięcie wtórne zmierzone,
 U_{zn} – napięcie wtórne znamionowe.

Obliczone tolerancje znamionowych napięć wtórnych transformatora sygnałowego muszą spełniać warunek $\Delta U = 5\%$, co jest zgodne z wymaganiami [7].

4.2. Sprawdzenie współczynnika zmienności napięć wtórnych

Sprawdzenia współczynnika zmienności napięć wtórnych na zgodność z wymaganiami według punktu 3.10.9 [7] wykonuje się przez pomiar napięcia na uzwojeniu wtórnym 0–15 w stanie jałowym i przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym o wartości 3 A oraz zasilaniu uzwojenia pierwotnego 0–127 napięciem znamionowym 127 V. Współczynnik oblicza się ze wzoru (2):

$$\delta_u = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} \cdot 100\% \quad (2)$$

gdzie:

U_{20} – napięcie wtórne stanu jałowego,
 U_2 – napięcie wtórne zmierzone.

Obliczony współczynnik zmienności napięć wtórnych transformatora sygnałowego musi spełnić warunek $\delta_u = 25\%$, co jest zgodne z wymaganiami [7].

4.3. Sprawdzenie prądu stanu jałowego

Sprawdzenia prądu stanu jałowego na zgodność z wymaganiami według punktu 3.10.11.2 [7], dokonuje się przez pomiar prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego przy zasilaniu tego uzwojenia napięciem znamionowym 127 V i rozwartym uzwojeniu wtórnym. Zmierzony prąd pierwotny stanu jałowego transformatora sygnałowego musi być $I_{10} = 8,5$ mA, co jest zgodne z wymaganiami [7].

4.4. Sprawdzenie znamionowej sprawności

Sprawdzenia znamionowej sprawności na zgodność z wymaganiami [7], wykonuje się za pomocą watomierzy włączonych w obwody: pierwotny i wtórny, przy rezystancyjnym obciążeniu uzwojenia wtórnego, przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym o wartości 3 A oraz zasilaniu uzwojenia pierwotnego 0–127 napięciem znamionowym 127 V. Sprawność oblicza się ze wzoru (3):

$$\eta = \frac{P_w}{P_p} \quad (3)$$

gdzie:

P_w – moc czynna oddawana,
 P_p – moc czynna pobierana.

Obliczona sprawność znamionowa transformatora sygnałowego musi spełniać warunek $\eta = 80\%$, co jest zgodne z wymaganiami w [7].

4.5. Sprawdzenie nagrzewania elementów

Próbę nagrzewania elementów na zgodność z punktem 3.9 w Instrukcji le-110 [7] przeprowadza się przy pracy znamionowej; przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym o wartości 3 A i zasilaniu uzwojenia pierwotnego 0–127 napięciem znamionowym 127 V. Pomiar przyrostu temperatury dokonuje się po ustaleniu temperatury. Za temperaturę ustaloną uznaje się temperaturę, której przyrost był mniejszy od 2°C na godzinę.

Sprawdzenia nagrzewania elementów należy wykonać przez pomiar rezystancji uzwojeń pierwotnych transformatora, przed przystąpieniem do próby grzania oraz po zakończeniu tej próby. Przyrost temperatury oblicza się ze wzoru (4):

$$\Delta t = \frac{R_g - R_z}{R_z} \cdot (235 + t_z) \quad (4)$$

gdzie:

R_g – rezystancja uzwojenia gorącego,
 R_z – rezystancja uzwojenia zimnego,
 t_z – temperatura uzwojenia zimnego,
 t_g – temperatura uzwojenia gorącego $t_g = \Delta t + t_z$.

Obliczony przyrost temperatury uzwojeń transformatora musi spełnić warunek $\Delta t = 50^\circ\text{C}$, co jest zgodne z wymaganiami [6].

5. Kryteria poprawności działania obwodów świateł

Niezależnie od stosowanego systemu urządzeń sterowania ruchem kolejowym, obwody świateł semaforów

i tarcz świetlnych powinny charakteryzować się cechą *fail-safe*. Oznacza to, że potencjalne uszkodzenie nie może powodować sytuacji niebezpiecznej dla bezpieczeństwa ruchu. Prawidłowo działający obwód powinien spełniać następujące kryteria [1, 2, 25]:

1. Minimalnego prądu (napięcia) w obwodzie cewki przekaźnika kontroli światła.

Prąd (napięcie) płynący przez cewkę przekaźnika musi być większy od prądu (napięcia) przyciągania, również przy napięciu obniżonym o 15% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest maksymalna dla danej kombinacji odczepów na transformatorach.

2. Maksymalnego prądu (napięcia) w obwodzie cewki przekaźnika.

Prąd (napięcie) w obwodzie cewki przekaźnika musi być mniejszy od prądu (napięcia) nasycenia (o ile jest określony), również przy napięciu podwyższonym o 10% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest minimalna dla danej kombinacji odczepów.

3. Maksymalnego prądu płynącego w obwodzie głównym.

Prądy płynące w obwodzie głównym nie mogą przekraczać wartości, przy których w wyniku wystąpienia usterki typu przerwa, prąd w obwodzie cewki obniża się do wartości prądu (napięcia) odwzbudzenia, również przy napięciu podwyższonym o 10% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest równa 0Ω .

4. Minimalnego prądu płynącego w obwodzie głównym.

Prądy płynące w obwodzie głównym nie mogą być mniejsze od wartości, przy których w wyniku wystąpienia usterki typu zwarcie, wzrastałyby do wartości większej od prądu bezpiecznika, również przy napięciu obniżonym o 15% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest maksymalna. Maksymalna dopuszczalna rezystancja jednej żyły kablowej wynosi 37Ω .

5. Asymetrii prądów płynących w obwodach głównych.

Asymetria prądów płynących w obwodach sprzężonych może być jedynie tak duża, aby w chwili włączenia obwodu (brak bocznikowania dławika wyrównawczego) prądy (napięcia) w obwodach przekaźników były wyższe od prądów (napięć) przyciągania, również przy napięciu obniżonym o 15% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest maksymalna dla danej kombinacji odczepów na transformatorach.

6. Kontroli sygnału zabraniającego.

W obwodach światła zabraniającego, prąd w obwodzie głównym może być jedynie tak duży, aby w sytuacji gdy nastąpi przepalenie żarówki głównej, prąd w obwodzie cewki przekaźnika był mniejszy od prądu przyciągania dla napięcia podwyższonego o 10% w stosunku

do znamionowego napięcia zasilania i rezystancji żyły kablowej równej 0Ω oraz może być tak mały, aby dla ww. przypadku prąd przekaźnika był większy od prądu zwalniania dla napięcia obniżonego o 15% w stosunku do znamionowego napięcia zasilania a rezystancja żyły kablowej jest maksymalna dla danej kombinacji odczepów na transformatorach.

6. Procedura badawcza sprawdzania i regulacji obwodów światła

Badania obwodów światła sygnałowych sygnalizatora torowego mają na celu sprawdzenie poprawności wyświetlania wskazań sygnałowych przewidzianych na danym sygnalizatorze i określenie wpływu potencjalnych uszkodzeń elementów składowych obwodów na bezpieczeństwo ruchu. Pomiary wykonuje się przy założeniu wartości napięcia po stronie wtórnej transformatora sygnałowego w granicach od 11,3 V do 12,3 V przy znamionowym napięciu zasilania 230 V.

Reakcje obwodu na przepalenie żarówki sygnałowej sprawdza się przy napięciu zasilania podwyższonym o 10% w stosunku do napięcia znamionowego, natomiast sprawdzenia reakcji obwodu na zwarcie żarówki sygnałowej wykonuje się przy napięciu obniżonym o 15%.

W Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa opracowano procedurę badawczą PB-LA-27 [21], której celem jest ujednolicenie sposobu wykonania badań obwodów światła sygnalizatorów torowych zgodnie z wymaganiami spółki PKP PLK S.A. Procedura ta uzyskała akredytację Polskiego Centrum Akredytacji po audycie przeprowadzonym w lipcu 2012 r.

Procedurę stosuje się do badania nowo opracowanych lub będących w eksploatacji obwodów światła, w przypadku zastosowania nowych elementów składowych w obwodach, badania wpływu na ich funkcjonalność i bezpieczeństwo włączenia interfejsu do innych urządzeń srk. Może ona być stosowana w badaniach obwodów światła zezwalających pojedynczych i sprzężonych oraz obwodu światła zabraniającego, prowadzonych w warunkach laboratoryjnych i eksploatacyjnych (stacja, szlak). Zakres badań obejmuje sprawdzenie poprawności działania:

- obwodu światła sygnalizatora,
- światła zezwalających w przypadku wystąpienia uszkodzeń typu przerwa żyły kablowej, zwarcie żył kablowych, przepalenie żarówki sygnałowej, zwarcie żarówki sygnałowej, przepalenie bezpiecznika,
- światła zabraniającego po wystąpieniu uszkodzeń takich jak: przerwa żyły kablowej, zwarcie żył kablowych, przepalenie żarówki głównej, przepalenie żarówki rezerwowej,
- światła sygnalizatora po włączeniu do obwodu interfejsu do innych urządzeń, np. urządzeń przytorowych systemu ETCS poziom 1,

- sprawdzenie poprawności identyfikacji przez koder systemu ETCS poziom 1 sygnałów wyświetlanych na sygnalizatorze po włączeniu do obwodów świateł interfejsu do urządzeń przytorowych systemu ETCS poziom 1.

Badania obwodów świateł polegają na wykonaniu pomiarów prądów i napięć w określonych miejscach badanego obwodu. Oprócz pracowników Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji, w badaniach mogą brać udział także pracownicy zarządcy infrastruktury:

- monter sekcji automatyki, który udostępnia pomieszczenia przekaźnikowni i urządzeń zasilających, identyfikuje punkty pomiarowe i badany układ oraz symuluje niektóre stany pracy urządzeń srk (np. zajętość odcinka toru),
- dyżurny ruchu, który jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo ruchu, wyraża zgodę na prowadzenie prób w trakcie ruchu pojazdów kolejowych i obsługuje urządzenia zgodnie z opisem próby zawartym w „Programie prób eksploatacyjnych”.

Badania są prowadzone podczas pracy stacji. W celu zapewnienia bezpieczeństwa personelu oraz bezpieczeństwa ruchu, na czas wykonywania badań opracowuje się tymczasowy regulamin prowadzenia ruchu. Regulamin ten określa m.in., które warunki bezpieczeństwa realizowane przez urządzenia srk przejmuje dyżurny ruchu. W przypadkach koniecznych, obsłudze pociągów przejeżdżających przez stację, są wydawane rozkazy szczególne, nakazujące zwiększenie bezpieczeństwa jazdy oraz ewentualne ograniczenie prędkości. W czasie badań, urządzenia srk są obsługiwane w sposób podany w ich dokumentacji techniczno-ruchowej. Metoda badania obwodów świateł sygnalizatora torowego spełnia następujące warunki:

- umożliwia sprawdzenie obwodów na zgodność z wymaganiami zarządcy infrastruktury,
- umożliwia identyfikację odstępstw od przyjętych założeń i wymagań,
- wynik prób funkcjonalnych mających na celu wyświetlenie sygnałów na sygnalizatorze powinien być zgodny z Instrukcją sygnalizacji le-1 (E-1) [5],
- wynik prób bezpieczeństwa powinien być zgodny z dokumentem normatywnym „Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym” [26],
- umożliwia wykonanie badań w uzgodnionych warunkach zasilania.

7. Badania środowiskowe – laboratoryjne

Badania laboratoryjne wykonuje się w celu sprawdzenia, czy latarnie sygnałowe i semafore karzełkowe spełniają wymagania środowiskowe, dotyczące: użytkowania w niskiej temperaturze, wysokiej temperaturze, w warunkach

wysokiej wilgotności w połączeniu z cyklicznymi zmianami temperatury, oceny odporności na udary mechaniczne i wibracje wynikające ze środowiska eksploatacji urządzeń, a także sprawdzenia zgodności z dokumentacją techniczną producenta. Zakres badań laboratoryjnych obejmuje:

- 1) sprawdzenie poprawności działania,
- 2) sprawdzenie rezystancji izolacji,
- 3) sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- 4) sprawdzenie parametrów fotometrycznych,
- 5) badania klimatyczne,
- 6) sprawdzenie stopnia ochrony zapewnianej przez obudowę IP 44,
- 7) sprawdzenie odporności na korozję atmosferyczną (próba Ke),
- 8) badania mechaniczne według PN-EN 50125-3:2003 [11] oraz Instrukcji le-100a PKP PLK S.A. [6].

Badania są prowadzone w normalnych warunkach atmosferycznych pomiarów i prób według PN-EN 60068-1 [12] przy założonych parametrach:

- temperatura otoczenia $15^{\circ}\text{C} \div 35^{\circ}\text{C}$,
- wilgotność względna $25\% \div 75\%$,
- ciśnienie atmosferyczne $860 \text{ hPa} \div 1060 \text{ hPa}$.

Sposób i warunki przeprowadzenia laboratoryjnych badań środowiskowych jest następujący:

Sprawdzenie rezystancji izolacji

Sprawdzenie rezystancji izolacji latarni sygnałowej w Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa przeprowadza się zgodnie z procedurą badawczą PB-LA-12, wersja 7 z dnia 30.05.2012 r. [20]. Pomiary rezystancji wykonuje się między:

- częściami czynnymi każdego obwodu oraz połączonymi ze sobą częściami przewodzącymi dostępnymi i jednocześnie połączonymi z zaciskiem ochronnym,
- każdym obwodem pierwotnym i wszystkimi pozostałymi obwodami połączonymi z częściami przewodzącymi dostępnymi i z zaciskiem ochronnym.

W latarni sygnałowej, której obudowa jest wykonana z tworzywa sztucznego, należy dodatkowo zbadać rezystancję izolacji zapewnionej przez tę obudowę. Pomiary rezystancji izolacji wykonuje się kolejno: podczas badań wstępnych, po badaniach klimatycznych, po próbie Db, po próbach mechanicznych, po sprawdzeniu stopnia ochrony obudowy IP 44 oraz po sprawdzeniu odporności na korozję atmosferyczną po próbie Ke. Pomiary rezystancji przeprowadza się w następujących warunkach:

- napięcie pomiarowe 500 V DC ,
- czas pomiaru 60 s .

Rezystancja izolacji powinna wynosić nie mniej niż $100 \text{ M}\Omega$. Po sprawdzeniu rezystancji izolacji, badana latarnia sygnałowa powinna działać prawidłowo.

Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej latarni sygnałowych przeprowadza się zgodnie z normą PN IEC 61180 [13]. Sprawdzenie wykonuje się między:

- częściami czynnymi każdego obwodu oraz połączonymi ze sobą częściami przewodzącymi dostępnymi i jednocześnie połączonymi z zaciskiem ochronnym,
- każdym obwodem pierwotnym oraz wszystkimi pozostałymi obwodami połączonymi z częściami przewodzącymi dostępnymi i z zaciskiem ochronnym.

Warunki przeprowadzenia badań wytrzymałości izolacji są następujące:

- napięcie probiercze 3000 V AC,
- czas trwania próby 60 s.

Sprawdzenia wytrzymałości elektrycznej izolacji wykonuje się w tych samych przypadkach, co pomiary rezystancji izolacji. Podczas wszystkich sprawdzeń nie może wystąpić przeskok iskry i przebicie izolacji w latarni sygnałowej. W latarni sygnałowej, której obudowa jest wykonana z tworzywa sztucznego, należy dodatkowo zbadać wytrzymałość elektryczną izolacji obudowy. Po sprawdzeniu wytrzymałości elektrycznej izolacji, badana latarnia sygnałowa powinna działać prawidłowo.

Sprawdzenie parametrów fotometrycznych

Sprawdzenie parametrów fotometrycznych latarni sygnałowej wykonuje się w ciemni fotometrycznej zgodnie z normą PN-E-04040-01 [14].

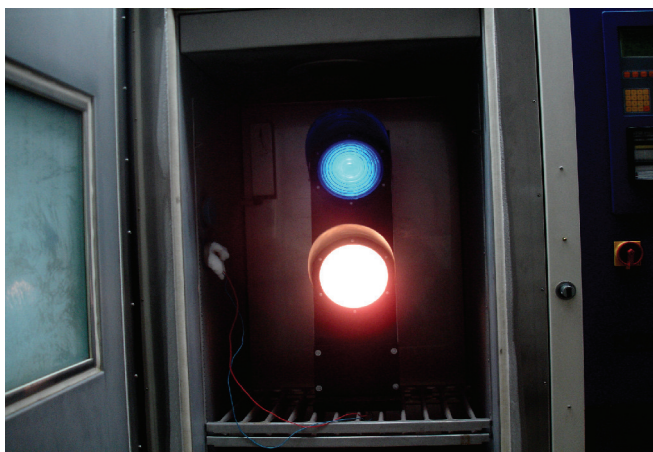
Badania klimatyczne

Podczas badań klimatycznych, wykonuje się kolejno następujące próby: Ab – zimno, Bd – suche gorąco i Db – wilgotne gorąco cykliczne.

1) Próba Ab – zimno (-40°C) (rys. 3):

Latarnie sygnałowe są poddawane próbie Ab – zimno według PN-EN 60068-2-1 [16] z następującą ostrością:

- temperatura narażania $-40 \pm 3^{\circ}\text{C}$,
- czas narażania 16 h.

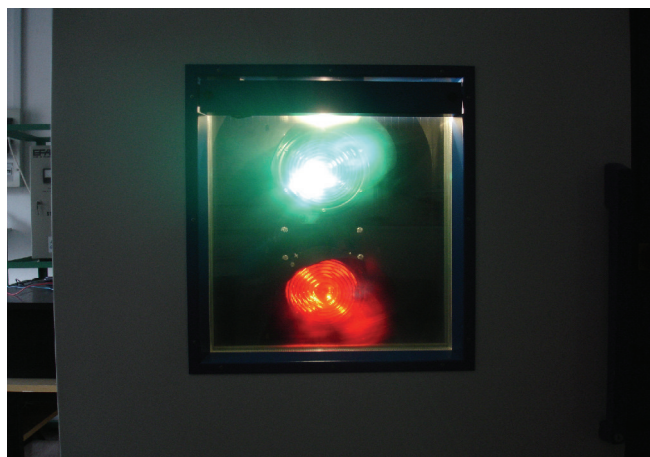


Rys. 3. Sprawdzenie działania semafora karzełkowego bezpośrednio po zakończeniu próby Ab (-40°C , 16 h) [fot. K. Olszewski]

2) Próba Bd – suche gorąco (80°C), rysunek 4:

Latarnie sygnałowe są poddawane próbie Be – suche gorąco według PN-EN 60068-2-2 [17] z następującą ostrością:

- temperatura narażania $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- czas narażania 16 h.



Rys. 4. Sprawdzenie działania latarni sygnałowej podczas próby Bd (80°C , 16 h) [fot. K. Olszewski]

3) Próba Db – wilgotne gorąco cykliczne

Latarnie sygnałowe poddawane są próbie Db – wilgotne gorąco cykliczne według PN-EN 60068-2-30 [18] z następującą ostrością:

- górna temperatura narażania $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- dolna temperatura narażania $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- wilgotność $93 \div 97\% \pm 3\%$,
- czas narażania 2 cykle (2 doby).

Latarnie sygnałowe podczas badań klimatycznych są umieszczane w komorze klimatycznej z włączonym zasilaniem przez cały czas trwania próby – próba Bd lub z wyłączonym zasilaniem – próba Ab i Db. W trakcie trwania prób oraz bezpośrednio po zakończeniu narażenia, przeprowadza się sprawdzenie działania bez wyjmowania obiektów z komory.

Podczas sprawdzeń końcowych, na podstawie oględzin i sprawdzenia działania, stwierdza się czy latarnie sygnałowe wytrzymały zadane narażenie na działanie niskiej i wysokiej temperatury, dużej wilgotności w połączeniu z cyklicznymi zmianami temperatury oraz czy nie mają uszkodzeń, widocznych odkształceń i śladów korozji. Po zakończeniu badań klimatycznych, po próbie Db wykonywane są sprawdzenia izolacji, tj. rezystancji izolacji oraz wytrzymałości elektrycznej izolacji.

Sprawdzenie stopnia ochrony zapewnianego przez obudowę

Sprawdzeniu poddawane są semafony karzełkowe i przytorowe. Sprawdzenie stopnia ochrony oznaczonej pierwszą cyfrą charakterystyczną 4 (IP 4X) wykonuje się zgodnie z normą PN-EN 60529 [19] za pomocą drutu pro-

bierczego o średnicy 1 mm. Obudowy semaforów karzełkowych zapewniają ochronę przed dostępem do części niebezpiecznych oraz chronią wyposażenie wewnątrz obudowy przed obcymi ciałami stałymi, jak dla stopnia ochrony IP 4X. Badanie stopnia ochrony oznaczonej drugą cyfrą charakterystyczną 4 (IP X4) przed wnikaniem wody jest przeprowadzone według punktu 14.2.4 [19]. Semafony zostają poddane natryskowi z końcówki natryskowej przez 10 minut z każdego kierunku (rys. 5). Po zakończeniu badania dokonuje się oględzin badanych semaforów oraz sprawdza się, czy bezpośrednio po próbie stwierdza się obecność wody we wnętrzu obudowy. Po zakończeniu badania, semafony podlegają sprawdzeniu rezystancji izolacji, wytrzymałości elektrycznej izolacji oraz prawidłowości działania.



Rys. 5. Semafor karzełkowy typu ELK-221 podczas próby IPX4
[fot. B. Kabacińska]

8. Próby eksploatacyjne

Próby eksploatacyjne sygnalizatorów kolejowych są przeprowadzone w rzeczywistych warunkach zastosowania urządzeń. Są one głównym elementem procesu ubiegania się producenta o wydanie przez Urząd Transportu Kolejowego świadectwa dopuszczenia sygnalizatorów kolejowych do eksploatacji na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Próby są wykonywane na kilku egzemplarzach sygnalizatorów zainstalowanych na sieci linii kolejowych zarządzanych przez spółkę PKP PLK S.A. na podstawie trójstronnego porozumienia w sprawie wykonania prób eksploatacyjnych, którego wzór określa załącznik nr 2 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych [23].

Jednostką wykonującą badania jest Jednostka Upoważniona, np. Instytut Kolejnictwa w Warszawie. W trakcie

trwania prób eksploatacyjnych, producent urządzeń jest zobowiązany zapewnić na własny koszt zespół obsługi technicznej z odpowiednimi uprawnieniami, który będzie współpracował z Jednostką Upoważnioną. Poligon do przeprowadzenia prób eksploatacyjnych powinien być udostępniony przez odpowiedni Zakład Linii Kolejowych. W trakcie prób eksploatacyjnych, które powinny trwać od 9 do 12 miesięcy, Jednostka Upoważniona dokonuje sprawdzenia stanu i prawidłowości działania sygnalizatorów. Kontrole są dokonywane trzy razy (pierwsza bezpośrednio po ich zainstalowaniu, następnie w okresie zimowym oraz na zakończenie okresu próbnej eksploatacji). W czasie prowadzonych kontroli są wykonywane sprawdzenia i pomiary zgodnie z przygotowanym Programem prób eksploatacyjnych [22].

Oględziny zewnętrzne

Oględziny zewnętrzne polegają na sprawdzeniu:

- masztów i latarni sygnałowych badanych sygnalizatorów pod względem zgodności z zaleceniami le-117 [8] i dokumentacji technicznej,
- posadowienia sygnalizatorów pod względem zgodności z le-117 i Dokumentacji technicznej,
- zamocowania masztu do fundamentu,
- zamocowania latarni sygnałowej i wskaźników na masztach,
- zamocowania płyty tłowej,
- zamocowania daszków ochronnych,
- wykonania pokryć malarskich,
- podłączenia kabla zasilającego,
- wykonania uziemienia / uszynienia,
- wnętrza komór sygnałowych,
- układu optycznego,
- wykonania połączeń elektrycznych wewnątrz latarni.

Pomiary podstawowych parametrów techniczno-eksploatacyjnych

Pomiary podstawowych parametrów techniczno-eksploatacyjnych obejmują:

- pomiar napięcia na uzwojeniach transformatora sygnałowego,
- pomiar napięcia na żarówkach sygnałowych,
- pomiar prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego transformatora sygnałowego,
- sprawdzenie widoczności wskazań sygnałowych w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. podczas słonecznej pogody).

Próby funkcjonalne

Próby funkcjonalne powinny obejmować:

- sprawdzenie prawidłowości wyświetlania wszystkich możliwych wskazań sygnałowych,
- sprawdzenie prawidłowości działania latarni w przypadku zmiany sygnału zabraniającego na zezwalający,
- sprawdzenie prawidłowości działania latarni w przypadku zmiany sygnału zezwalającego na zabraniający.

Próby bezpieczeństwa

Próby polegają na symulacji potencjalnych usterek żarówki sygnałowej, takich jak przepalenie i zwarcie włókna żarówki w obwodach świateł pojedynczych i sprzężonych.

W czasie trwania prób eksploatacyjnych, personel utrzymania powinien utrzymywać badane sygnalizatory zgodnie z Dokumentacją Techniczną oraz zwrócić szczególną uwagę na pracę urządzeń srk. Użytkownik powinien odnotować w Księżce E-1758 uwagi dotyczące nieprawidłowego działania sygnalizatorów oraz poinformować o nich producenta.

9. Certyfikacja sygnalizatorów świetlnych

Certyfikacja jest ściśle określonym postępowaniem, w którym strona trzecia przyznaje pisemne zaświadczenie (certyfikat) o tym, że produkt spełnia określone wymagania. Głównym zadaniem systemu certyfikacji wyrobów jest ochrona rynku przed wyrobami stwarzającymi zagrożenie dla życia, zdrowia i środowiska oraz podnoszenie bezpieczeństwa użytkowania wyrobu. Bezpieczeństwo ma szczególne znaczenie w przypadku wyrobów przeznaczonych dla transportu, a zwłaszcza dla kolejnictwa.

Na mocy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych [23], Instytut Kolejnictwa jako jednostka akredytowana przez PCA oraz posiadająca zgodę Prezesa UTK, jest uprawniony do wykonywania badań technicznych koniecznych do uzyskania świadectw dopuszczenia do eksploatacji typu, stwierdzania zgodności z typem oraz wydawania certyfikatów zgodności typu i certyfikatów zgodności z typem budowli, urządzeń oraz pojazdów kolejowych wymienionych w 3 rozdziale tego Rozporządzenia [23].

Proces wydawania certyfikatów typu i zgodności z typem rozpoczyna się od złożenia w Ośrodku Jakości i Certyfikacji Instytutu Kolejnictwa wypełnionego wniosku zgłoszeniowego o przeprowadzenie oceny do wydania certyfikatu zgodności typu / zgodności z typem [28]. Wniosek powinien zawierać [23]:

- nazwę i adres podmiotu, który składa wniosek,
- pisemną deklarację, że ten sam wniosek nie został złożony w żadnej innej jednostce organizacyjnej,
- określenie rodzaju i typu budowli,
- dokumentację techniczną umożliwiającą ocenę urządzenia, budowli albo pojazdu kolejowego, pod względem ich zgodności z wymaganiami określonymi we właściwych, dla danego typu, specyfikacjach technicznych i dokumentach normalizacyjnych,
- datę i miejsce sporządzenia wniosku,
- imię, nazwisko i podpis osoby upoważnionej do reprezentowania tego podmiotu.

Na podstawie dokumentacji, a także po przeprowadzeniu badań technicznych, jednostka organizacyjna sporządza opinię techniczną, obejmującą ocenę zgodności z wymaganiami określonymi we właściwych dla danego typu specyfikacjach technicznych i dokumentach normalizacyjnych.

Sygnalizator kolejowy jest urządzeniem wymienionym w Rozporządzeniu [23] w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych. Wchodzi on w skład podsystemu strukturalnego sterowania, dla którego wymagane jest świadectwo dopuszczenia do eksploatacji typu. Sygnalizatory świetlne powinny spełniać wymagania specyfikacji technicznych, mających zastosowanie przy ocenie budowli, urządzeń oraz pojazdów trakcyjnych według Listy Prezesa UTK z 19.01.2017 na zgodność z normami³ wymienionymi w [9].

Wymienione w [9] normy obejmują szeroką tematykę, jednak w niektórych przypadkach dotyczących nowo opracowanych sygnalizatorów, nie będzie możliwe odniesienie się do wszystkich wymagań, np. do norm dotyczących EMC.

Jeżeli sygnalizator spełnia wymagania określone we właściwych dla danego typu specyfikacjach technicznych i dokumentach normalizacyjnych, jednostka organizacyjna, wydaje:

- certyfikat zgodności typu, niezbędny do uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji na czas określony;
- dokumentację przebiegu oceny zgodności typu obejmującą:
 - opinię techniczną,
 - raporty z badań technicznych.

Po wydaniu świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu na czas określony, przeprowadzone zostają próby eksploatacyjne zgodnie z wcześniej przygotowanym programem [22]. Po przeprowadzeniu prób eksploatacyjnych, jednostka organizacyjna sporządza opinię techniczną, obejmującą cały proces dopuszczenia do eksploatacji, w tym raporty z badań technicznych, opinię eksploatacyjną wydaną przez podmiot, który eksploatował urządzenie podczas prób eksploatacyjnych oraz ocenę przeprowadzonych prób eksploatacyjnych [23].

Na podstawie opinii technicznej, sporządzany jest certyfikat zgodności typu, niezbędny do uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji na czas nieokreślony.

10. Podsumowanie

Sygnalizatory przytorowe są podstawowym elementem infrastruktury kolejowej, na podstawie której maszyniści prowadzą pojazdy trakcyjne i dlatego prawidłowe wyświetlanie sygnałów wpływa na sprawność i bezpieczeństwo ruchu.

³ Wykaz norm powołanych w [9] umieszczono po bibliografii załącznikowej.

Na producentach nowych konstrukcji sygnalizatorów i ich elementów składowych spoczywa więc obowiązek udokumentowania, że spełniają one wymagania podane w Rozporządzeniu [23], przed dopuszczeniem ich do eksploatacji na liniach kolejowych. Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa ma możliwość wykonania akredytowanych przez PCA badań środowiskowych (akredytacja AB 310), badań funkcjonalnych, a także prób eksploatacyjnych nowych rozwiązań sygnalizatorów świetlnych oraz ich elementów składowych. Proces certyfikacji może być przeprowadzony przez Ośrodek Jakości i Certyfikacji Instytutu Kolejnictwa.

Bibliografia

1. Bartczak M., Olszewski K.: *Ocena bezpieczeństwa obwodów świateł sygnałowych stosowanych na PKP*. Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Transport XXI wieku”, Politechnika Warszawska, Warszawa 2004.
2. Bartochowski E.: *Weryfikacja układu optycznego i modernizacja obwodów elektrycznych semafora*. Temat 3230/20, Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa, Warszawa, 1983.
3. DTR-2014/ELS-1R: Dokumentacja Techniczno-Ruchowa – Latarnie sygnałowe typu ELS-1R, KOLBUD, Kielce, 15.09.2014 r.
4. Góras S., Kempy J.: *Analiza możliwości szerszego stosowania przekaźników wtykowych w obwodach świateł sygnałowych*. Automatyka Kolejowa 1988, nr 11.
5. le-1 (E-1) Instrukcja sygnalizacji. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2007.
6. le-100a Warunki bezpiecznej instalacji i eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2015.
7. le-110 (WTO-REJ) Warunki techniczne odbioru transformatorów i dławików wyrównawczych typu REJ i ich odpowiedników, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2009.
8. le-117 Wymagania techniczne dla sygnalizatorów stosowanych na liniach kolejowych oraz ich konstrukcji wsporczych, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2016.
9. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei, Warszawa, 19 stycznia 2017 r.
10. Miksza E., Olendrzyński W., Zubkow A.: *Zblokowany system sterowania ruchem kolejowym na stacjach typu IZH111*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1979.
11. Plewka A., Kempy J.: *Przystosowanie samoczynnej blokady liniowej Ea do czterostawności*. Temat 3307/20, Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa, Warszawa, kwiecień 1986 r.
12. PN-EN 60068-1:2014: Badania środowiskowe – Część 1: Postanowienia ogólne i wytyczne.
13. PN-IEC 61180:2016-12: Wysokonapięciowa technika probiercza dla urządzeń niskiego napięcia – Definicje, wymagania dotyczące prób i procedur, urządzenia probiercze.
14. PN-E-04040-01:1991: Pomiary promieniowania optycznego – Pomiary fotometryczne – Pomiar i wyznaczanie strumienia świetlnego.
15. PN-EN 50125-3:2003: Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji.
16. PN-EN 60068-2-1:2009: Badania środowiskowe – Część 2-1: Próby – Próba A: Zimno.
17. PN-EN 60068-2-2: 2009: Badania środowiskowe – Część 2-2: Próby – Próba B: Suche gorąco.
18. PN-EN 60068-2-30:2008: Badania środowiskowe – Część 2-30: Próby – Próba Db: Wilgotne gorąco cykliczne (cykl 12h+12h).
19. PN-EN 60529:2003: Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
20. Procedura nr PB-LA-12: Procedura PB-LA-12 Badanie rezystancji izolacji; wersja 7 z dnia 30.05.2012 r.
21. Procedura nr PB-LA-27 Badania obwody świateł sygnalizatora torowego wersja 2 z dnia 30-05-2012 r., Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa.
22. Program prób eksploatacyjnych. Latarnie sygnałowe typu ELS i semafor karzełkowe typu ELK, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa, Praca Nr LA/11.4/16, Warszawa grudzień 2016 r.
23. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz.U. 2014 poz. 720).
24. Sprawozdanie Nr LA/11.1/16 z badań środowiskowych latarni sygnałowej typu ELS i semafora karzełkowego typu ELK, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa, Warszawa, grudzień 2016 r.
25. Weryfikacja eksploatowanych na sieci PKP PLK S.A. obwodów świateł, Etapy 1, 2 i 3. Zadanie 4037/20, Centrum Naukowo – Techniczne Kolejnictwa, Warszawa, 2004 r.
26. Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym – DG PKP nr KA2b-5400-01/98 z dnia 06.02.1998 r.
27. Zajączkowski A., Kalicińska K., Olendrzyński W.: *Elektryczne urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego, Urządzenia stacyjne*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1976.
28. <http://www.ikolej.pl/oferta/certyfikacja/>.

Normy powołane w [9]

1. PN-EN 50121-1:2015-10: Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna – Część 1: Postanowienia ogólne.
2. PN-EN 50121-4:2015-10: Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna – Część 4: Emisja i od-

- porność urządzeń Sterowania ruchem kolejowym oraz telekomunikacji.
3. PN-EN 50122-1:2011: Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne – Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna – Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym.
 4. PN-EN 50122-2:2011: Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne – Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna – Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego.
 5. PN-EN 50122-3:2011: Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne – Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna – Część 3: Oddziaływanie wzajemne systemów trakcji prądu przemiennego i stałego.
 6. PN-EN 50124-2:2007: Zastosowania kolejowe – Koordynacja izolacji – Część 1: Wymagania podstawowe – Odstępstwa izolacyjne powietrzne i powierzchniowe dla całego wyposażenia elektrycznego i elektronicznego.
 7. PN-EN 50124-2:2007: Zastosowania kolejowe – Koordynacja izolacji – Część 2: Przepięcia i ochrona przeciwprzepięciowa.
 8. PN-EN 50125-3:2003: zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji.
 9. PN-EN 55011:2016-05: Urządzenia przemysłowe, naukowe i medyczne – Charakterystyki zaburzeń o częstotliwości radiowej – Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru.
 10. PN-EN 55024:2011: Urządzenia informatyczne – Charakterystyki odporności – Poziomy wymagane i metody pomiarów.
 11. PN-EN 60950-1:2007: Urządzenia techniki informatycznej – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania podstawowe.
 12. PN-EN 61000-4-2:2011: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-2: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne.
 13. PN-EN 61000-4-3:2007: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-3: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej.
 14. PN-EN 61000-4-4:2013-05: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-4: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
 15. PN-EN 61000-4-5:2014-10: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-5: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na udary.
 16. PN-EN 61000-4-6:2014-04: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-6: Metody badań i pomiarów – Odporność na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej.
 17. PN-EN 61000-4-8:2010: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-8: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na pole magnetyczne o częstotliwości sieci elektroenergetycznej.
 18. PN-EN 61000-4-9:1998: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na impulsowe pole magnetyczne.
 19. PN-EN 61000-4-11:2007: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-11: Metody badań i pomiarów – Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia.
 20. PN-EN 61000-4-29:2004: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-29: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia występujące w przyłączy zasilającym prądu stałego.
 21. PN-EN 61000-6-2:2008: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-2: Normy ogólne – Odporność w środowiskach przemysłowych.
 22. PN-EN 61000-6-4:2008/A1:2012: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-4: Normy ogólne – Norma emisji w środowiskach przemysłowych.
 23. PN-HD 60364-4-442:2012: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia.
 24. PN-HD 60364-4-443:2016-03: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
 25. PN-HD 60364-4-444:2012: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi.
 26. PN-HD 60364-5-54:2011: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne.
 27. PN-EN 62305-1:2011: Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne.
 28. PN-EN 62305-2:2012: Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
 29. PN-EN 62305-3:2011: Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
 30. PN-EN 62305-4:2011: Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach radiofonicznych i usług interaktywnych – Część 11: Wymagania bezpieczeństwa.
 31. PN-79-B-13065: Szkło sygnalizacyjne – Soczewki Fresnela.
 32. BN-89-3506-32: Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego – Latarnie sygnałowe i semafony świetlne karzelkowe EHA-1 – Wymagania i badania.