

Andrzej BIAŁOŃ<sup>1</sup>  
Paweł GRADOWSKI<sup>2</sup>  
Marta GRYGLAS<sup>3</sup>

### **STANDARDY TECHNICZNE DLA URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM W POLSCE,**

*W referacie omówiono wymagania i zalecenia dotyczące przystosowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym dla prowadzenia ruchu pociągów z różnymi prędkościami w zależności od rodzaju stosowanego taboru. Przedstawiono obowiązujące w Polsce dokumenty prawne i regulacje wewnętrzne w powiązaniu z obowiązującymi Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności dotyczącymi kolei konwencjonalnych jak i kolei dużych prędkości.*

### **TECHNICAL STANDARDS FOR SIGNALING DEVICES IN POLAND**

*The paper discusses the requirements and recommendations for the adaptation of the signaling devices for the conduct of the train at different speeds depending on the type of rolling stock. Presented in force in Poland, legal documents and internal regulations in conjunction with the Technical Specifications for Interoperability for conventional rail and high speed rail.*

#### **1. WSTĘP**

Każda nowobudowana lub modernizowana linia kolejowa powinna zostać sklasyfikowana pod względem prędkości jazdy i rodzaju przewozów oraz powinna odwoływać się do określonej listy dokumentów normatywnych i aktów prawnych, wymaganych dla danej kategorii linii.

---

<sup>1</sup> Instytut Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50  
tel. +48 22 47-31-453, fax. +48 22 47-31-036, e-mail [abialon@ikolej.pl](mailto:abialon@ikolej.pl)  
Politechnika Śląska, Zespół Automatyki w Transporcie, 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8,  
tel. +48 32 60-34-136, fax +48 32 60-34-365 e-mail [andrzej.bialon@polsl.pl](mailto:andrzej.bialon@polsl.pl)

<sup>2</sup> Instytut Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50  
tel. +48 22 47-31-050, fax. +48 22 47-31-036, e-mail [pgradowski@ikolej.pl](mailto:pgradowski@ikolej.pl)

<sup>3</sup> Instytut Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50  
tel. +48 22 47-31-416, fax. +48 22 47-31-036, e-mail [mgryglas@ikolej.pl](mailto:mgryglas@ikolej.pl)

## 2. PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH NA TYPY

### 2.1. Metodologia podziału linii kolejowych

Grupując linie kolejowe wg przyjmowanych kryteriów do określonych zbiorów, należy uwzględnić wielo podziałowość linii kolejowych stosowaną w różnych dziedzinach kolei. Różne parametry, które decydują na przypisanie linii kolejowej do określonego zbioru, mają inną wagę w poszczególnych dziedzinach, tj.: droga kolejowa, tabor, ruch kolejowy, sterowanie ruchem kolejowym, energetyka, ochrona środowiska.

Przeprowadzona analiza parametrów umożliwiła podział linii kolejowych z uwzględnieniem tych kryteriów, który zostały przedstawione poniżej i obejmowała:

1. Podział linii kolejowych w zależności od prędkości progowych, tj.: 40 km/h - wymagania dla peronów; 100 km/h - prędkość graniczna dla rozjazdów krzyżowych; 120 km/h - kategoryzacja linii; 140 km/h - wymagania dla peronów (szerokość); łuk pionowy; 160 km/h - szerokość międzytorza, odległość od słupów, wymiary przekroju poprzecznego, łuk pionowy, przyspieszenie niezrównoważone ( $a=0,6 \text{ m/s}^2$  i  $a=0,8 \text{ m/s}^2$ ).
2. Podział linii kolejowych ze względu na konstrukcję podtorza, tj.: maksymalne prędkości pociągów; typowe naciski osi taboru; natężenie przewozów brutto; rodzaj podtorza (nowobudowane, istniejące).
3. Podział linii kolejowych ze względu na prędkość i rodzaj taboru, tj.: 200 km/h - wagony pasażerskie, lokomotywy, zespoły trakcyjne; 160 km/h - wagony pasażerskie, zespoły trakcyjne; 120 km/h - autobusy szynowe, eksploatowane wagony pasażerskie i lokomotywy, wagony towarowe oznaczone „...SS”; 100 km/h - wagony towarowe oznaczone „...S”.
4. Podział linii kolejowych ze względu na preferencje ruchu (zgodnie z Master Planem), tj.: pasażerski; towarowy; mieszany.
5. Podział linii kolejowych ze względu na wyposażenie w urządzenia sterowania ruchem kolejowym, tj.: > 160 km/h - wyposażona w ERTMS; 160 km/h - przejazdy kategorii A, B; 140 km/h - przejazdy kategorii C; 120 km/h przejazdy kategorii D.
6. Podział linii kolejowych ze względu na zasilanie tj.: z uwzględnieniem prędkości taboru ( $\leq 190 \text{ km/h}$  - wymagania dla linii konwencjonalnej (CR);  $> 190 \text{ km/h}$  - wymagania dla linii dużych prędkości (HS)) z uwzględnieniem mocy pojazdów (ze względu na odległość między podstacjami trakcyjnymi i przekrój sieci jezdnej:  $\leq 4 \text{ MW}$ ;  $> 4 \text{ MW}$ ); ze względu na następstwo pociągów - liczba pociągów na odcinku zasilania.

### 2.2. Zbiorczy podział linii kolejowych

Przeprowadzona analiza umożliwiła określenie 12 rodzajów linii kolejowych, tj.: P250, P200, M200, P160, M160, M160, P120, M120, T120, P80, M80, T80, T40. Linie zostały oznaczone literą określającą rodzaj ruchu kolejowego (P - pasażerski, M - mieszany, T - towarowy) oraz liczbą oznaczającą maksymalną prędkość na linii. Każda z wymienionych linii uwzględnia rodzaj pociągów: pasażerskie oraz towarowe z określoną minimalną prędkością, nacisk na oś wagonów oraz lokomotywy (zespołu napędowego) oraz dopuszczalny próg graniczny dopuszczalnego udziału transportu towarowego.

### 2.3. Uzasadnienie podziału linii kolejowych

Zaproponowany podział linii wynika z uwzględnienia następujących założeń:

- Podstawowe parametry decydujące o zakresie modernizacji (lub budowy) linii kolejowej to: maksymalna prędkość oraz rodzaj ruchu (pasażerski, towarowy, mieszany).
- Uwzględnienie rodzaju ruchu pozwala racjonalnie określić schemat linii (rozміszczenie posterunków ruchu umożliwiających zmianę toru oraz wyprzedzanie pociągu), a także układy torowe stacji. Szczególnie dotyczy to tego, jak gęsto muszą być rozmieszczone stacje, ile mają mieć torów do wyprzedzania (i w jakiej konfiguracji), ile ma być krawędzi peronowych.
- Uwzględnienie przepustowości i dlatego zaproponowano przyjęcie kilku typowych poziomów natężenia ruchu na linii (w parach pociągów na dobę) równocześnie determinujących inne istotne parametry, którymi są: minimalny czas następstwa (ważne dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym) oraz roczne natężenie przewozów w Tg/rok (ważne z punktu widzenia konstrukcji drogi kolejowej, także obiektów).
- Analogie do innych kolei europejskich.
- Określenie minimalnej prędkości dla pociągów towarowych jest istotne z punktu widzenia projektowania geometrii linii (promienie łuków i przechyłki). Zawsze wyliczana jest przechyłka minimalna (ze względu na pociągi najszybsze - pasażerskie) oraz maksymalna (ze względu na pociągi najwolniejsze - towarowe). Minimalna prędkość pociągów towarowych jest istotna z uwagi na przepustowość linii – „spowolnienia” pociągów pasażerskich jadących za towarowymi.
- Konstrukcja i kształt podtorza gruntowego praktycznie nie zależą od znaczenia i warunków eksploatacji linii kolejowej, natomiast pewien wpływ na konstrukcję i kształt (np. pochylenia skarp) wywierają miejscowe warunki wodno-gruntowe oraz rodzaj podtorza (istniejące, nowobudowane).
- Szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne podtorza - zwłaszcza jego górnej części - zależą, podobnie jak w przypadku nawierzchni kolejowej, od: prędkości pociągów; nacisków osi taboru; przewozów brutto.

W zależności od wymienionych parametrów różnicuje się wymagane sztywności torowisk i właściwości materiałów górnych warstw podtorza.

Dla tak opracowanego zbioru umożliwiającego grupowanie linii kolejowych dla każdej z branż kolejowych opracowane są szczegółowe wymagania nazywane standardami technicznymi.

### 3. STANDARDY TECHNICZNE DLA URZĄDZEŃ SRK

Poniższe dane zawierają wymagania oraz zalecenia dotyczące przystosowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk) do prowadzenia ruchu pociągów z prędkościami do 200 km/h dla taboru konwencjonalnego lub 250 km/h dla taboru z wychylnym pudłem na liniach nowobudowanych bądź modernizowanych.

Linie zostały podzielone według kryteriów, które zostały omówione powyżej (patrz pkt 2). Linie rozpatrujemy jako całość czyli biorąc pod uwagę szlak i posterunki ruchu. Na poszczególnych odcinkach linii nie będzie możliwe dopuszczenie prędkości zgodnej z rozpatrywaną klasą linii. Sytuacja taka będzie dotyczyć stacji gdzie ze względu na małe promienie łuków w powiązaniu ze stacjami trudne będzie osiągnięcie odpowiedniego

wyprofilowania układu torowego, który umożliwiłby osiągnięcie odpowiedniej prędkości dla klasy linii. W takich przypadkach zarówno układy torowe i sygnalizację na stacji projektuje się do uzyskania maksymalnej możliwej prędkości dla danej kategorii linii.

Do podziału takiego przyjęto założenie, że po linii kursować będą pociągi o różnych długościach dróg hamowania, różnych maksymalnych prędkościach. Po liniach poruszać się będą zarówno pociągi wyposażone w pokładowe urządzenia systemu bezpiecznej kontroli jazdy pociągu ERTMS/ETCS oraz pociągi nieposiadające w/w urządzeń.

Wszystkie urządzenia srk, które będą stosowane na liniach a także urządzenia z nimi współpracujące muszą posiadać świadectwa dopuszczenia do eksploatacji wydane przez Urząd Transportu Kolejowego oraz spełniać obowiązujące wymagania bezpieczeństwa. Urządzenia srk modernizowane i nowobudowane powinny być przystosowane do współpracy z systemem ERTMS/ETCS. Współpraca tych urządzeń powinna być realizowana przy wykorzystaniu protokołu zgodnego z określonymi w technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych.

Dla modernizowanych linii kolejowych obowiązuje [9] oraz [2] pod warunkiem że zapisy w standardach nie mówią inaczej, określając czas bezusterkowej pracy (MTBF) instalowanych urządzeń srk, który powinien być większy niż 1,5 roku a czas życia urządzeń powinien przekroczyć 20 lat.

### 3.1. Sygnalizacja

Linie, po których będzie poruszał się zarówno tabor interoperacyjny jak i nieinteroperacyjny, powinny być wyposażone w sygnalizację przytorową (semafory świetlne) oraz w system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu z możliwych wszystkich poziomów ERTMS/ETCS, tj.: poziom 1, poziom 1 z uaktualnieniem, poziom 2 i 3. Jeśli po liniach będzie poruszał się wyłącznie tabor interoperacyjny linie te powinny być wyposażone w system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu (BKJP) ERTMS/ETCS dla poziomów 2 i 3. Według wskazań sygnalizatorów przytorowych jazda może odbywać się z prędkością do 160 km/h. Jazda z prędkością powyżej 160 km/h powinna odbywać się wyłącznie wg wskazań urządzeń pokładowych systemu kontroli prowadzenia pociągu. Pociągi wyposażone w system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu powinny być prowadzone zgodnie z wskazaniami tego systemu.

Ustawienie semaforów przytorowych na liniach o prędkości 250 i 200 km/h (opcjonalnie) a także dla prędkości nie większej niż 160 km/h ( $V \leq 160$  km/h) musi być zgodne z zasadami określonymi w wytycznych technicznych budowy urządzeń srk obowiązującymi u Zarządcy Infrastruktury [2]. W przypadkach, gdy parametr projektowy zależy od prędkości, powinno się zastosować, jako wartość maksymalną prędkość 160 km/h.

Obręb widoczności sygnałów świetlnych powinien być zgodny z wytycznymi technicznych budowy urządzeń srk [2]. W układach optycznych semaforów stacyjnych i odstępowych należy stosować żarówki lub układy świetlne wykonane w technologii diodowej. Powinno się zapewnić stabilne parametry prądowe lub napięciowe pracy żarówek sygnałowych lub układów świetlnych w technologii diodowej oraz stosowania układów optycznych, które zapewnią wymagany zasięg widoczności sygnału świetlnego.

Na rozjazdach należy stosować wskaźniki zgodne z wytycznymi technicznymi budowy urządzeń srk [2].

### 3.2. Napędy zwrotnicowe i układy nastawcze

Dla prędkości wyższej niż 130 km/h do przestawiania zwrotnic rozjazdów leżących w torach głównych zasadniczych powinno stosować się napędy zwrotnicowe nierozpruwalne. Dozwolone jest stosowanie konstrukcji, które zapewnią ryglowanie obu iglic - w tym przypadku możliwe jest zastosowanie wymagań dotyczących układu nastawczo-kontrolnego producenta rozjazdu.

Dla prędkości nie większej niż 130 km/h powinno się stosować napędy zwrotnicowe rozpruwalne jednak o sile trzymania nie mniejszej niż 7 kN.

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym powinny zapewniać kontrolę rozprucia zwrotnicy i ruchomego dzioba krzyżownicy. Wielkości siły trzymania i siły nastawczej napędów zwrotnicowych powinny uwzględniać konstrukcję rozjazdu i zamknięcia nastawczego. Zalecane jest stosowanie dodatkowych układów lub rozwiązań diagnostycznych informujących o tym, który z elementów stwierdzających końcowe położenie iglic wykazuje brak kontroli w rozjazdach z układami wielonapędowymi lub z zastosowanym kontrolerem położenia. Siła trzymania napędów nierozpruwalnych współpracujących z zamknięciami suwakowymi nie powinna być mniejsza niż 25 kN. Konstrukcja napędu powinna umożliwiać jego ręczne przestawianie. Wymagane jest by z Zarządcą Infrastruktury uzgadniać dla prędkości większej niż 130 km/h stosowanie napędów zwrotnicowych zawierających wewnętrzne zamknięcia nastawcze.

W przypadku układów wielonapędowych powiązania elektryczne powinny być realizowane w modułach logicznych sterujących pracą napędów jednak układ nastawczy musi przekazywać do urządzeń współpracujących połączoną informację o ich działaniu jako całości. Wskazane jest stosowanie obwodów sterująco-kontrolnych z włączonymi zestykami kontrolerów położenia iglic. Obligatoryjne jest przystosowanie obwodów w celu monitorowania oporów przestawiania każdego z napędów. Powinno się stosować napędy zwrotnicowe wyposażone w silniki trójfazowe 3x400 V. Wymaga się by napęd zwrotnicowy umożliwiał przestawianie zwrotnic posiadających sprzężone zamknięcia nastawcze. W kontrolery położenia iglic powinny być wyposażone zwrotnice rozjazdów o promieniu 500 m, 760 m, 1200 m i 2500 m, a także rozjazdy wyposażone w napędy nie rozpruwane nie zapewniające kontroli rozprucia. Korzystanie z kontrolerów iglic zależy również od konstrukcji rozjazdu (zamknięcia nastawcze i ich ilość) i powinno być uwzględnione z wymaganiami producenta rozjazdu.

### 3.3. Urządzenia do kontroli niezajętości torów i rozjazdów

Urządzenia do sprawdzenia niezajętości torów i rozjazdów powinny być odporne na zakłócenia wytwarzane przez pojazdy szynowe wyposażone w hamulce szynowe a także zakłócenia generowane przez tabor zgodnie z zaleceniami dopuszczalnych poziomów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych [7].

Zgodnie z wymaganiami TSI CCS (sterowanie) wskazane jest rozmieszczanie złączy torowych względem ukresu dla kolei konwencjonalnych - nie mniej niż 4200 mm, a dla kolei dużych prędkości 5000 mm - umożliwi to poruszanie się interoperacyjnego taboru

pasażerskiego np. pociągi zespolone. Kontrola niezajętości torów i rozjazdów powinna być realizowana przy wsparciu liczników osi lub bezzłączowych obwodów torowych.

Urządzenia do sprawdzenia niezajętości torów i rozjazdów powinny uwzględniać wymagania środowiskowe bezpieczeństwa dla urządzeń srk [6]. Urządzenia sprawdzające niezajętość torów i rozjazdów muszą być zgodne z następującymi wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej od strony zasilania - 4 kV, od strony toru - 5kV (1,2/50  $\mu$ s) i 10 kA (8/20  $\mu$ s), w torach sygnałowych 4 kV.

Urządzenia sprawdzające niezajętość torów i rozjazdów muszą być odporne na przepięcia atmosferyczne i łączeniowe, zgodnie z opracowaniem „Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwporażeniowa w urządzeniach srk z elementami elektronicznymi” [11], a także z opracowaniem „Analiza stanu i ocena ochrony przeciwprzepięciowej na sieci PKP” [12].

Zasilanie urządzenia do sprawdzenia niezajętości torów i rozjazdów powinno być bezprzerwowe - klasa A pewności zasilania. Dopuszczalne jest używanie zasilania klasy B lub C, wyposażonego dodatkowo w źródło awaryjne (UPS) zapewniające zasilanie przez minimum 15 minut zgodnie z opracowaniem kryteriów kwalifikowania oraz wykup grup odbiorów linii zasilających pod kątem pewności dostaw energii elektrycznej [8].

Wymagane napięcia zasilania dla urządzeń kontroli niezajętości toru są następujące:

- 3x230 V AC (+10%, -15%) – bezzłączowe obwody torowe, które współpracują z przekątnikiem fazoczułym,
- 230 V AC (+10%, -15%) – bezzłączowe obwody torowe, które współpracują z przekątnikiem neutralnym,
- 3x230 V AC (+10%, -15%) –obwody z licznikami osi.

#### 3.4. Stacyjne systemy sterowania ruchem

Na posterunkach ruchu urządzenia sterowania ruchem kolejowym powinny być wykonane w technologii urządzeń komputerowych. Na użytkowanie urządzeń przekątnikowych wymagana jest zgoda Zarządcy Infrastruktury. W miarę potrzeb urządzenia powinny być dostosowane do prędkości na stacji.

Doraźne zwolnienie przebiegu pociągowego powinno być zależne od stanu odcinka zbliżania (wolny/zajęty): jeśli odcinek zbliżania jest wolny, to doraźne zwolnienie przebiegu pociągowego może wynosić 0 sekund. W przypadku, gdy odcinek zbliżania jest zajęty, wartość opóźnienia doraźnego zwolnienia przebiegu pociągowego powinna być mniejsza niż czas niezbędny do całkowitego zatrzymania pociągu plus czas reakcji prowadzącego pociąg. Długość odcinka zbliżania powinna uwzględniać wyliczenie charakterystyk hamowania pociągów.

Zajęcie odcinka w drodze przebiegu pociągowego powinno wstrzymać odliczanie czasu opóźnienia zwolnienia przebiegu, ochrony bocznej i drogi ochronnej. Zajęcie odcinka zbliżania musi wykluczać natychmiastowe doraźne zwolnienie rejonu manewrowego. W tej sytuacji zwolnienie rejonu manewrowego powinno być wykonane z opóźnieniem czasowym obliczonym według zasad obowiązujących dla przebiegu pociągowego.

Droga ochronna przebiegu pociągowego powinna być zwalniana z opóźnieniem czasowym w stosunku do zwolnienia ostatniego elementu przebiegu, dla którego została ustanowiona. Opóźnienie czasowe powinno być wyznaczone indywidualnie przy uwzględnieniu warunków obowiązujących na stacji. System stacyjnych urządzeń srk

powinien być wyposażony w rejestrator zdarzeń ruchowych i stanu urządzeń srk oraz do współpracy z systemem diagnostyki zdalnej. Bezpośrednią ochronę boczną przebiegów pociągowych w stacyjnych urządzeniach sterowania ruchem powinny stanowić: zwrotnice ochronne, wykolejnice oraz sygnalizatory ochronne.

Bezprzerwowe powinno być zasilanie stacyjnych urządzeń srk – klasa pewności A. Dopuszczalne jest zastosowanie klasy B lub C, wyposażonego ponadto w UPS źródło awaryjne, które zapewni przez minimum 15 minut zasilanie zgodnie z [8] Dla obwodów nastawczych napędów zwrotnicowych dopuszczalne jest stosowanie zasilania w klasie pewności C zgodnie z powyżej wymienionym opracowaniem.

Przyłącze energetyczne sieci zasilającej stacyjne urządzenia srk musi mieć zabezpieczenie od przepięć atmosferycznych i łączeniowych na poziomie 6 kV zgodnie z [11] a także muszą być zgodne z wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej.

Instalacja wewnętrzna zasilania stacyjnych urządzeń srk musi mieć zabezpieczenie od przepięć atmosferycznych i łączeniowych na poziomie 1,5 kV dla sieci 3x400/230 V oraz 0,8 kV sieci jednofazowej 230 V zgodnie z [11] i z wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej.

Do zasilania urządzeń stacyjnych wymagane są następujące parametry zasilania

- Napięcie zasilania 3x400/230 V
- Wahania napięcia +10%, -15%
- Częstotliwość napięcia zasilania:  $50 \pm 0,5$  Hz,
- Dopuszczalna zawartość harmonicznych w sieci zasilającej: do 5%,
- Dopuszczalne zmiany kąta między fazami (przy zasilaniu trójfazowym) a także między siecią główną a rezerwową: do 5%,
- Rezystancja izolacji między częściami wiodącymi prąd a obudową, przy temperaturze  $293 \pm 5$  K i wilgotności względnej 70% ponad 10 M $\Omega$ ,
- Wytrzymałość izolacji przy temperaturze przy  $293 \pm 5$  K i wilgotności względnej 70% przy napięciu probierczym 2 kV 50 Hz między częściami wiodącymi prąd a obudowa, przez 20 sekund, oraz między obudową przyłącza energetycznego a uziemieniem, przez 60 sekund.

### 3.5. Samoczynna blokada liniowa

Do prowadzenia ruchu kolejowego na linii powinno stosować się urządzenia komputerowe. Na użytkowanie urządzeń przełącznikowych wymagana jest zgoda Zarządcy Infrastruktury. Należy stosować dwukierunkowe samoczynne blokady liniowe (sbl), Urządzenia powinny być dostosowane do prędkości na linii. System sbl powinien być wyposażony w podsystem diagnostyczny, transmitujący informacje o pracy urządzeń sbl do centrum utrzymania oraz w rejestrator zdarzeń ruchowych i stanu urządzeń sbl. Zasilanie samoczynnej blokady liniowej powinno być zasilanie - klasa pewności zasilania A. Dopuszczalne jest zastosowanie klasy B lub C, wyposażonego dodatkowo w UPS źródło awaryjne, które zapewni przez minimum 15 minut zasilanie - zgodnie z [8].

Do zasilania urządzeń sbl wymagane są następujące parametry zasilania:

1. Napięcie zasilania kontenera SAZ:

- 3x400/230 V, gdy sbl współpracuje z obwodami torowymi fazoczułymi,

- 230 V jednofazowe, jeśli urządzenia stwierdzania niezajętości toru nie wymagają zależności fazowych zasilania,
  - dopuszczalne wahania napięcia +10%, -15%
  - częstotliwość napięcia zasilania:  $50 \pm 0,5$  Hz,
  - dopuszczalna zawartość harmonicznych w sieci zasilającej do 5%,
  - dopuszczalne zmiany kąta między fazami (przy zasilaniu trójfazowym) a także między siecią główną a rezerwową do 5%,
2. Główna i rezerwowa sieć w sytuacji gdy sbl współpracuje z obwodami torowymi fazoczułymi, powinny być zsynchronizowane we wszystkich punktach zasilania na szlaku i przyległych stacjach, natomiast kolejność faz powinna zostać ustalona jednoznacznie i trwale oznaczona. W przypadku używania trójfazowych zasilaczy bezprzewodowych, muszą one zapewniać ciągłą synchronizację ich napięć wyjściowych z siecią energetyczną i innymi punktami zasilania na szlaku,
  3. Rezystancja izolacji między częściami wiodącymi prąd a obudową, przy temperaturze  $293 \pm 5$  K i wilgotności względnej 70% ponad  $10 \text{ M}\Omega$ ,
  4. Wytrzymałość izolacji przy temperaturze przy  $293 \pm 5$  K i wilgotności względnej 70% przy napięciu probierczym 2 kV 50 Hz: między częściami wiodącymi prąd a obudową, przez 10 sekund, oraz między obudową przyłącza energetycznego a kontenerem, przez 60 sekund.
  5. Przyłącze energetyczne sieci zasilającej sbl powinno mieć zabezpieczenie od przepięć atmosferycznych i łączeniowych na poziomie 6 kV dla sieci 3x400/230 V dla sieci jednofazowej 230 kV zgodnie z [11] a także muszą być zgodne z wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej.
  6. Instalacja wewnętrzna zasilania kontenera sbl powinna mieć zabezpieczenie od przepięć atmosferycznych i łączeniowych na poziomie 1,5 kV dla sieci 3x400/230 V oraz 0,8 kV dla sieci jednofazowej 230 kV zgodnie z [11] i z wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej.

### 3.6. Bezpieczna kontrola jazdy pociągu

Linie kolejowe powinny być wyposażone w urządzenia ERTMS/ETCS, zgodnie z [3]. Linie kolejowe leżące w międzynarodowych korytarzach transportowych i linie magistralne powinny być wyposażone w urządzenia ETCS poziom 2, zgodnie z Narodowym Planem wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce [5]. Pozostałe linie mogą być wyposażone w urządzenia ETCS poziomu 2 lub poziomu 1 z lub bez uaktualnienia informacji. Linie małoobciążone mogą być wyposażone w urządzenia ETCS poziomu 1 z lub bez uaktualnienia informacji lub z ERTMS Regional.

System kontroli prowadzenia pociągu powinien kontrolować prędkość jazdy i zatrzymanie przed sygnałem „Stój” a także interweniować w razie nieprzestrzegania ograniczeń przez maszynistę od chwili wdrożenia hamowania do zatrzymania. Aby uniemożliwić prowadzenie ruchu pojazdami niewyposażonymi w urządzenia systemu (do czasu wyposażenia całej sieci PKP i wszystkich pojazdów trakcyjnych), należy pozostawić na linii SHP i RADIOSTOP. Wszystkie pojazdy trakcyjne powinny być wyposażone w urządzenia czuwaka aktywnego.

Urządzenia przytorowe systemu kontroli pociągu powinny wykonywać następujące funkcje: pobierać w bezpieczny sposób właściwe informacje z urządzeń stacyjnych i

liniowych lub innych źródeł zewnętrznych, tworzyć ciągi kodowe, zapewniające pewność transmisji informacji, przysyłać utworzone ciągi tzw. telegramy do urządzeń pojazdowych, umożliwiać łatwe wprowadzanie (przez uprawnione osoby) dodatkowych informacji np. dotyczących ograniczeń prędkości a także tworzyć telegramy w przypadku wykrycia alarmu.

Urządzenia przytorowe poziomu 1 ERTMS/ETCS zgodnie z [3] muszą być wyposażone w: pasywne nieprzełączalne balisy, które będą stanowić punkty odniesienia dla pomiaru drogi przez urządzenia pokładowe. Pasywne przełączalne balisy, które będą stanowić punkty przekazywania informacji o stanie urządzeń srk dla urządzeń pokładowych, kodery LEU, w opcjonalne urządzenia uaktualniające informację w relacjach tor pojazd.

Urządzenia przytorowe poziomu 2 ERTMS/ETCS zgodnie z [3] muszą być wyposażone w: pasywne nieprzełączalne balisy, które będą stanowić punkty odniesienia dla pomiaru drogi przez urządzenia pokładowe, Centrum Sterowania Radiowego (RBC) w zakresie komunikacji zewnętrznej z pojazdami i innymi centrami RBC a także muszą obejmować system bezpiecznego zbierania danych z systemów stacyjnych i liniowych do RBC

Informacje przekazywane do pojazdu muszą zawierać następujące dane dotyczące: ograniczeń prędkości (stałych i czasowych), ograniczeń wynikających z robót torowych, rodzaju pociągu, którego dotyczą informacje, maksymalnej prędkości dopuszczalnej dla danego odcinka linii kolejowej, umiejscowienia i lokalizacji punktów odniesienia, maksymalnej prędkości dla określonych klas pociągów, miejsc specjalnego znaczenia takich jak tunele, wiadukty, mosty.

Łączność pomiędzy urządzeniami srk i pokładowymi urządzeniami ERTMS/ETCS musi być realizowana wg [3] pod względem struktury (język ETCS a także pod względem parametrów systemu GSM-R, który jest wykorzystywany przez konfigurację poziomu 1 jako medium transmisyjne dla informacji uaktualniających.

Dwukierunkowa łączność pomiędzy RBC oraz pokładowymi urządzeniami ERTMS/ETCS musi być realizowana zgodnie z [3] pod względem struktury (język ETCS a także pod względem parametrów systemu GSM-R, który jest wykorzystywany przez konfigurację poziomu 2 jako medium transmisyjne.

Urządzenia pokładowe systemu kontroli prowadzenia pociągu powinny kontrolować: prędkość rzeczywistą pociągu, prędkość dopuszczalną wynikającą z sytuacji ruchowej i ograniczeń na określonym odcinku toru, poprawność pracy jednostki pokładowej, poprawność odbieranych telegramów z urządzeń przytorowych poprawność pracy podstawowych urządzeń lokomotywowych, które mają wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia pociągu, prawidłową pracę interfejsu maszynisty a także test struktury logicznej i bloków funkcjonalnych.

Urządzenia pokładowe ERTMS /ETCS powinny obejmować:

- aparat główny zgodny z [3],
- pokładowe urządzenia transmisyjne GSM-R i do odbioru informacji z balis zgodnie z [4],
- bezpieczny interfejs pojazdowy obejmujący między innymi powiązanie pokładowych urządzeń ERTMS/ETCS z systemem hamulcowym zgodny z [3],
- interfejs maszynisty,
- urządzenia odometryczne oraz rejestrator prawny zgodnie z [3].

Jednostka pokładowa powinna umożliwiać prace w poniżej wymienionych trybach: pełny nadzór (FS), na widoczność (OS), odpowiedzialność personelu (SR), manewrowanie (SH), niewyposażony (UN), nieaktywny (SL), oczekiwanie (SB), wyłączenie awaryjne

(TR) po wyłączeniu awaryjnym (PT), awaria systemu (SF), odłączenie (IS), brak zasilania (NP.), nie prowadzący (NL), STM europejski (SE), STM krajowy (SN), jazda do tyłu (RV).

Interfejs maszynisty powinien zapewniać możliwość wprowadzenia informacji o pojeździe niezbędnych do poprawnej pracy systemu kontroli prowadzenia pociągu jak również informować maszynistę na bieżąco o rzeczywistych i wymaganych parametrach jazdy.

### **3.7. Systemy nadrzędne**

Struktura i funkcje podsystemów zdalnego sterowania i kierowania powinny być zgodne z wymaganiami Zarządcy Infrastruktury [10]. Docelowo linie powinny być wyposażone w zintegrowany system kierowania i sterowania ruchem.

Stacje linii powinny posiadać wyposażenie techniczne, które będzie umożliwiało lokalne sterowanie ruchem manewrowym.

Podział linii na obszary zdalnego sterowania, powinien wynikać z zasad prowadzenia ruchu. Stacje krańcowe i styczne obszarów zdalnego sterowania muszą być wyposażone w urządzenia awizacji numerów pociągów. Finalnie należy dążyć do wyposażenia tych stacji w urządzenia przekazywania informacji o pociągu (pip), o pełnym zakresie funkcji.

### **3.8. Systemy diagnostyczne**

W celu zapewnienia sprawnej pracy obsługiwanego odcinka centra utrzymania i diagnostyki powinny być umieszczone w lokalnych centrach sterowania lub w innych lokalizacjach, które zostaną wskazane podczas projektowania. System powinien diagnozować wszystkie urządzenia i systemy srk w obszarze objętym centrum sterowania. Musi charakteryzować się budową modułową, która będzie umożliwiać zmianę konfiguracji systemu diagnostyki. Musi umożliwiać współpracę z podsystemami diagnostycznymi poszczególnych systemów srk a także ze zintegrowanym systemem kierowania i sterowania ruchem. System docelowo powinien być oparty na monitoringu parametrów technicznych i systemów srk – przejściowo dopuszczalny jest monitoring zasadniczych parametrów uzupełnianych pomiarami przez zespół obsługi technicznej. Powinien umożliwiać archiwizację parametrów technicznych, stanów oraz wyników analiz i diagnoz dla zespołu obsługi technicznej.

## **3. WNIOSKI**

Opracowane dla każdej z branż standardy techniczne stanowią zbiór wymagań oraz zaleceń dotyczących przystosowania poszczególnych elementów infrastruktury kolejowej do prowadzenia ruchu pociągów z prędkościami do 200 km/h dla taboru konwencjonalnego lub 250 km/h dla taboru z wychylnym pudłem na liniach nowobudowanych bądź modernizowanych. Umożliwiają one także ujednoczenie parametrów eksploatacyjnych poszczególnych sklasyfikowanych kategorii linii kolejowych.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Standardy techniczne - szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości  $V_{max} \leq 200$  km/h (dla taboru konwencjonalnego) i 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)*, przyjęte do stosowania Uchwałą nr 263/2010 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 14 czerwca 2010
- [2] *Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym w przedsiębiorstwie Polskie Koleje Państwowe - WTB-E10*, Warszawa 1996
- [3] Decyzja Komisji 2006/679/WE z dnia 28 marca 2006 r. *dotycząca technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych* (notyfikowana jako dokument nr C(2006) 964)
- [4] Decyzja Komisji 2008/386/WE z dnia 23 kwietnia 2008 r. *zmieniająca załącznik A do decyzji 2006/679/WE dotyczącej technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych oraz załącznik A do decyzji 2006/860/WE dotyczącej specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Sterowanie” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości* (notyfikowana jako dokument nr C(2008)1565)
- [5] *Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce*, przyjęty przez Rząd Rzeczypospolitej Polskiej w dniu 6 marca 2007
- [6] *Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym*; praca CNTK nr 1060/23
- [7] *Opracowanie dopuszczalnych poziomów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych*; praca CNTK nr 6915/23
- [8] *Opracowanie kryteriów kwalifikowania oraz wykaz grup odbiorów linii zasilających pod kątem pewności dostaw energii elektrycznej*; praca CNTK nr 3030/21
- [9] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji*, Dz. U. Nr 172, poz. 1444
- [10] *Założenia Techniczno – Eksploatacyjne Kierowania i Sterowania Ruchem (ksr) dla PKP, uzgodnione z PKP DG KA – pismem nr KA2b-5458-05/97 z dnia 23.05.1997 r.*
- [11] *Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwporażeniowa w urządzeniach srk z elementami elektronicznymi*; praca CNTK nr 1002/24
- [12] *Analiza stanu i ocena ochrony przeciwprzepięciowej na sieci PKP*; praca CNTK nr 4036/20, maj 2003 r.