

## Wybrane aspekty weryfikacji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”

Łukasz ZAWADKA<sup>1</sup>, Dominik ADAMSKI<sup>2</sup>

### Streszczenie

W artykule scharakteryzowano procedury, parametry podstawowe i wymagania w zakresie kontroli, które należy sprawdzić w celu weryfikacji WE podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”. Przedstawiono analizę zagadnień związanych z oceną podsystemu pokładowego w ujęciu niezbędnych sprawdzeń, które musi wykonać jednostka notyfikowana oraz problematykę testów współpracy pokładowego systemu ERTMS z infrastrukturą przytorową.

**Słowa kluczowe:** TSI, CCO, ERTMS, ocena zgodności, interoperacyjność

### 1. Wprowadzenie

Zapewnienie interoperacyjności kolei jest ściśle związane z wprowadzeniem jednolitych zasad oceny i weryfikacji podsystemów ETCS i GSM-R, wchodzących w skład Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). Zgodnie z dyrektywą 2008/57/WE [3], podsystemy „Sterowanie” to „wszelkie urządzenia niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa oraz sterowania ruchem pociągów na sieci”. Podsystemy te można scharakteryzować również przez funkcje niezbędne do bezpiecznego sterowania ruchem kolejowym i konieczne do jego funkcjonowania interfejsy oraz poziom wartości parametrów eksploatacyjnych wymagany do spełnienia wymagań zasadniczych (bezpieczeństwo, niezawodność i dostępność, zdrowie, ochrona środowiska naturalnego, zgodność techniczna) [6]. Podsystemy „Sterowanie” dzieli się na „Sterowanie – urządzenia pokładowe” i „Sterowanie – urządzenia przytorowe”. Taki podział jest konieczny ze względu na transparentność specyfikacji funkcjonalnych i technicznych, jakim muszą odpowiadać te podsystemy oraz ich interfejsy.

### 2. Moduły weryfikacji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”

Wspomniane na wstępie podsystemy podlegają procedurom sprawdzeń zgodności z wymaganiami euro-

pejskimi, zdefiniowanymi w dyrektywie o interoperacyjności systemu kolei w UE, stosownych TSI oraz innych przepisach wywodzących się z Traktatu. Realizacja tych procedur spoczywa na jednostkach notyfikowanych, które po pozytywnym zakończeniu procesu weryfikacji zgodności podsystemów wydają odpowiednie certyfikaty weryfikacji WE. Należy zaznaczyć, iż weryfikacja zgodności podsystemu nie musi obejmować całego podsystemu, ale może być przeprowadzona dla części podsystemu lub dla określonego etapu oceny, np.: całościowego projektu, zabudowy lub testów końcowych.

Producent podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe” lub podmiot zamawiający ma prawo wyboru następujących trybów weryfikacji zgodności:

- procedury badania typu (moduł SB), dotyczącej fazy projektowania i rozwoju w połączeniu z procedurą systemu zarządzania jakością produkcji (moduł SD) dla fazy produkcyjnej,
- procedury badania typu (moduł SB), dotyczącej fazy projektowania i rozwoju w połączeniu z procedurą weryfikacji produktu (moduł SF),
- pełnego systemu zarządzania jakością oraz badania projektu (moduł SH1).

Każdy z wymienionych modułów szczegółowo opisano w decyzji Komisji 2010/713/UE [2]. Zgodnie z zapisami TSI „Sterowanie”, w odniesieniu do modułu SB, wymagany jest przegląd projektu, natomiast w odniesieniu do modułu SH1 – wymagane jest wykonanie badania typu.

<sup>1</sup> Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki; e-mail: lzawadka@ikolej.pl.

<sup>2</sup> Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki; e-mail: dadamski@ikolej.pl.

### 3. Weryfikacja podsystemu „sterowanie” zainstalowanego na pojeździe

Jak wcześniej przedstawiono, w celu weryfikacji wnioskodawca może wybrać jeden z trzech modułów dotyczących procedur oceny. Niezależnie od wybranego modułu, weryfikacja musi wykazać, że podsystem „Sterowanie – urządzenia pokładowe” po zintegrowaniu z pojazdem spełnia parametry podstawowe. Jednocześnie uznaje się, iż nie jest wymagana dodatkowa weryfikacja funkcji i parametrów eksploatacyjnych dla składników interoperacyjności wchodzących w skład podsystemu, które objęto deklaracją zgodności WE. W dalszej części artykułu opisano parametry podstawowe oraz szczegółowe wymagania dotyczące oceny podsystemu pokładowego.

#### 3.1. Parametry podstawowe podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”

Wszystkie podsystemy tworzące system kolei w UE muszą spełniać wymagania zasadnicze, których specyficzne aspekty oraz wymagania szczegółowe opisano w odpowiedniej TSI. Rozdział czwarty TSI „Sterowanie” (2016/919) [7] definiuje parametry podstawowe dla systemów klasy A (ETCS i GSM-R) zarówno po stronie wyposażenia przytorowego, jak i pokładowego, z uwzględnieniem podziału na części. Dla urządzeń pokładowych przyjęto następujące parametry:

- 1) część kontrolna pociągu:
  - właściwości podsystemów „Sterowanie” związane z bezpieczeństwem i mające znaczenie dla interoperacyjności,
  - funkcje pokładowego systemu ETCS,
  - interfejsy transmisji bezprzewodowej ETCS i GSM-R,
  - interfejsy urządzeń pokładowych wewnątrz podsystemu „Sterowanie”,
  - zarządzanie kluczami,
  - zarządzanie ETCS-ID,
  - interfejs maszynista / pojazd ETCS (DMI – *Driver Machine Interface*),
  - interfejs do rejestracji danych do celów prawnych,
  - budowa urządzeń stosowanych w podsystemach „Sterowanie”;
- 2) część głosowa – łączność radiowa:
  - niezawodność / dostępność,
  - funkcja łączności podstawowej,
  - łączność głosowa i eksploatacyjna,
  - łączność radiowa z pociągiem,
  - interfejs maszynista / pojazd GSM-R (DMI),
  - budowa urządzeń stosowanych w podsystemach „Sterowanie”;

- 3) część radiowa – wymiana danych:
  - niezawodność / dostępność,
  - funkcja łączności podstawowej,
  - przesyłanie danych na potrzeby ETCS,
  - łączność radiowa z pociągiem,
  - interfejs między radiową wymianą danych GSM-R a ETCS,
  - budowa urządzeń stosowanych w podsystemach „Sterowanie”.

Każdy z wymienionych parametrów podstawowych jest scharakteryzowany i przywołuje określone wymagania, które należy spełnić w celu zapewnienia interoperacyjności.

#### 3.2. Wymagania dotyczące oceny podsystemu pokładowego

Jednostka notyfikowana w ramach weryfikacji podsystemu musi przeprowadzić określone w punkcie 6.3.3 TSI „Sterowanie” sprawdzenia, które dotyczą następujących aspektów:

- 1) wykorzystanie składników interoperacyjności,
- 2) integracja składników interoperacyjności z podsystemem,
- 3) integracja z taborem,
- 4) integracja z urządzeniami klasy B,
- 5) integracja z podsystemami „Sterowanie – urządzenia przytorowe”,
- 6) niezawodność, dostępność, podatność utrzymaniowa, bezpieczeństwo (RAMS – *Reliability, Availability, Maintainability and Safety*),
- 7) integracja z podsystemami „Sterowanie – urządzenia przytorowe” i innymi podsystemami – próby w warunkach eksploatacji.

Dla aspektu z punktu 1) należy skontrolować, czy wszystkie składniki interoperacyjności, które mają wejść w skład podsystemu są objęte deklaracją zgodności WE i odpowiednim certyfikatem. Należy także przeanalizować ograniczenia dotyczące użytkowania tych składników oraz w przypadku, gdy składniki te mają certyfikat wydany na podstawie poprzednich wersji TSI „Sterowanie” sprawdzić, czy jest zapewniona zgodność z obecnie obowiązującą TSI.

Weryfikacja zagadnienia z punktu 2) polega na sprawdzeniach: prawidłowości instalacji i funkcjonowania wewnętrznych interfejsów podsystemu zgodnie z parametrami podstawowymi (interfejsy urządzeń pokładowych wewnątrz podsystemu „Sterowanie”), wpływu funkcji dodatkowych (jeżeli takie są realizowane) nieokreślonych w TSI na funkcje obowiązkowe, wartości parametrów ETCS-ID.

Przedmiotem oceny w aspekcie integracji z taborem są badania prawidłowości instalacji urządzeń na

zgodność z warunkami określonymi w parametrach podstawowych (funkcje pokładowego systemu ETCS, funkcje kolejowej łączności ruchomej GSM-R, interfejs do rejestracji danych do celów prawnych) i warunkach instalacji urządzeń, określonych przez producenta. Należy również sprawdzić, czy podsystem „Sterowanie – urządzenia pokładowe” jest zgodny z taborem, w którym ma być eksploatowany (zgodność z parametrem podstawowym – budowa urządzeń stosowanych w podsystemach „Sterowanie”) oraz czy parametry, np. hamowania są prawidłowo skonfigurowane i zawierają się w dozwolonym zakresie.

Analiza w ujęciu integracji z urządzeniami klasy B opiera się na sprawdzeniu: zgodności interfejsów zewnętrznego STM (jeżeli jest zastosowany) z pokładowym ETCS, stwierdzeniu czy funkcje urządzeń klasy B, wdrożone w urządzeniach pokładowych ETCS i osobne urządzenia klasy B niepołączone z pokładowym ETCS, nie tworzą dodatkowych wymagań dla podsystemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe”. Jeżeli w podsystemie zastosowano połączenie osobnych urządzeń klasy B z pokładowymi urządzeniami ETCS, przy częściowym użyciu interfejsów niezgodnych z TSI, należy także skontrolować, czy te urządzenia nie stwarzają dodatkowych wymagań dla podsystemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” oraz czy urządzenia ETCS funkcjonują bez zakłóceń.

W zakresie oceny punktu 5) głównie sprawdza się prawidłowość zainstalowania pokładowej anteny do odczytu telegramów z eurobalis oraz (o ile mają zastosowanie) poprawność odczytu telegramów z europętli i obsługi połączeń GSM-R w zakresie głosu i danych (potwierdzenie spełnienia wymagań dla parametru podstawowego – interfejsy transmisji bezprzewodowej ETCS i GSM-R).

Aspekty związane z niezawodnością, dostępnością, podatnością utrzymaniową i bezpieczeństwem (RAMS) ocenia się przez sprawdzenie spełnienia wymagań zawartych w pkt. 4.2.1. i 4.5.2 TSI „Sterowanie”.

Istotnym zadaniem w procesie weryfikacji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe” jest przeprowadzenie prób w różnych warunkach eksploatacyjnych, które muszą wykazać prawidłowość realizacji funkcji odometrycznych (kompatybilność z pojazdem), w którym podsystem jest zainstalowany i niewystępowanie błędów systematycznych.

#### 4. Testy współpracy pokładowego systemu ERTMS z infrastrukturą przytorową

Jak wspomniano, w specyfikacji TSI dla podsystemu „Sterowanie” określono potrzebę wzajemnej weryfikacji zgodności podsystemów „Sterowanie – urządzenia pokładowe” i „Sterowanie – urządzenia przytoro-

we”. Na tej podstawie, w trakcie procesu homologacji, pojazdy wyposażone w urządzenia pokładowe ETCS i GSM-R powinny być poddane testom zgodności z instalacjami przytorowymi ETCS i GSM-R [1].

Testy pojazdów przeprowadza się według tzw. scenariuszy operacyjnych, na wybranych odcinkach sieci kolejowej [5]. W związku z tym, realizacja przedmiotowych sprawdzeń jest w dużym stopniu uwarunkowana przepisami oraz wewnętrznymi procedurami zarządcy infrastruktury, które należy dopełnić przed przystąpieniem do badań. Procedurę rozpoczyna się od wyspecyfikowania konkretnego odcinka testowego spełniającego odpowiednie kryteria, następnie przeprowadza się ocenę ryzyka technicznego oraz operacyjnego dla badanego pojazdu na wskazanym odcinku, w której uwzględnia się wszystkie parametry mające wpływ na przebieg testów. W dalszej kolejności, w porozumieniu ze wszystkimi stronami zaangażowanymi w badanie konkretnego taboru, tworzony jest tymczasowy regulamin prowadzenia jazd, na podstawie którego wprowadza się sprecyzowane zamknięcia torowe.

Wykonanie wymienionych etapów umożliwia rozpoczęcie testów weryfikujących poprawność integracji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe” z podsystemem „Sterowanie – urządzenia przytorowe”. Sprawdzenia opierają się na wygenerowaniu sekwencji zdarzeń, które mają doprowadzić do oczekiwanych skutków. Zespół badawczy, we współpracy z maszynistą, dyżurnymi ruchu, monterami i personelem technicznym, aranżuje poszczególne sytuacje ruchowe. Rezultaty przeprowadzonych sprawdzeń zamieszcza się w raporcie z badań.

#### 5. Podsumowanie

Proces weryfikacji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe” jest złożony i wymaga przeprowadzenia licznych oraz czasochłonnych sprawdzeń. W wielu aspektach związanych z tym zadaniem napotyka się trudności w interpretowaniu zapisów europejskich wymagań. Dlatego publikowane są odpowiednie przewodniki i rekomendacje związane z procesami oceny WE. W tym względzie bardzo istotne są również kwalifikacje pracowników notyfikowanych jednostek oceniających zgodność, które zostały określone dopiero w dyrektywie o interoperacyjności systemu kolei 2016/797 [4]. Analizując wymagania dotyczące oceny podsystemu pokładowego przedstawione w niniejszym artykule, należy zwrócić uwagę na konieczność przeprowadzenia badań w warunkach eksploatacyjnych, które potwierdzą prawidłową integrację z podsystemem „Sterowanie – urządzenia przytorowe” i innymi podsystemami. Te badania powinny uwzględniać przypadki testowe z tzw. scenariuszy testów operacyjnych, które są udostępniane Europejskiej Agencji Kolejowej przez poszczególne państwa członkowskie.

## Literatura

1. Adamski D., Ortel K.: *Problematyka współpracy pokładowego systemu ERTMS/ETCS z polską infrastrukturą*, Instytut Naukowo-Wydawniczy „SPATIUM”, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2018, nr 6, s. 334–338.
2. Gradowski P.: *Scenariusz operacyjny – nowa forma dokumentacji technicznej dla systemów zapewniających interoperacyjność*, Problemy Kolejnictwa, 2013, z. 161, s. 21–41.
3. Pawlik M. et.al.: *Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej. Infrastruktura, sterowanie, energia, tabor*, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2015, s. 11–32.
4. Decyzja Komisji 2010/713/UE z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie modułów procedur oceny zgodności, przydatności do stosowania i weryfikacji WE stosowanych w technicznych specyfikacjach interoperacyjności przyjętych na mocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE, Dz.Urz. UE L 319 z 4.12.2010.
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (przekształcenie), Dz.Urz. UE L 191 z 18.7.2008.
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej, Dz.Urz. UE L 138 z 26.5.2016.
7. Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” systemu kolei w Unii Europejskiej, Dz.Urz. UE L 158 z 15.6.2016.