

# Testy kompatybilności ETCS (ESC) i GSM-R (RSC) w warunkach polskich

## ETCS (ESC) and GSM-R (RSC) compatibility tests in polish conditions

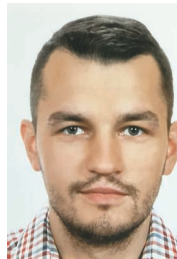


**Magdalena Kycko**

Mgr inż.

Institut Kolejnictwa, Warszawa

mkycko@ikolej.pl



**Dominik Adamski**

Mgr inż.

Institut Kolejnictwa, Warszawa

dadamski@ikolej.pl



**Łukasz Zawadka**

Mgr inż.

Institut Kolejnictwa, Warszawa

lzawadka@ikolej.pl

**Streszczenie:** Proces weryfikacji instalacji podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe” jest złożony i wymaga przeprowadzenia licznych oraz czasochłonnych sprawdzeń zarówno całościowej dokumentacji technicznej dla danej instalacji systemu ETCS na konkretnym pojeździe, jak również sprawdzeń wykonywanych w trakcie badań eksploatacyjnych. Doświadczenia pokazały, że badania przeprowadzane w laboratoriach w symulowanych warunkach oraz testy uruchomieniowe podsystemów pokładowych i przytorowych, nie dają wystarczającej pewności w aspekcie poprawnej integracji urządzeń pokładowych podsystemu sterowanie z urządzeniami przytorowymi i innymi podsystemami. W związku z tym wprowadzono dodatkowe testy zgodności konfiguracji pokładowych ETCS (European Train Control System) i GSM-R (GSM for Railways) z przytorowymi instalacjami ETCS i GSM-R na liniach kolejowych (dalej testy kompatybilności ESC/RSC). Założeniem testów kompatybilności ESC i RSC jest ułatwienie eksploatacji nowych podsystemów, ponieważ ich prawidłowe funkcjonowanie w danym środowisku zostaje w pełni zweryfikowane na etapie wykazania zgodności ESC i RSC. Zgodnie z polskimi wymaganiami od 1 lipca 2021 r. testy ESC/RSC są obowiązkowe dla wszystkich nowych oraz odnawianych i modernizowanych projektów w zakresie podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”. Obowiązek ten stanowi duże wyzwanie dla producentów i użytkowników pojazdów, ponieważ na tą porę testy te nie były jeszcze realizowane na sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A. W związku z powyższym niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie zagadnień związanych z testami ESC i RSC, jak również opisanie roli oraz zakresu odpowiedzialności różnych stron zaangażowanych w realizację przedmiotowych testów.

**Słowa kluczowe:** Testy ESC/RSC; Kompatybilność; ERTMS, ETCS

**Abstract:** The process of verification of the installation of the ‘on-board control-command and signalling’ subsystem is complex and requires numerous and time-consuming checks of both the overall technical documentation for a given ETCS installation on a specific vehicle, as well as checks performed during in-service tests. The experience has shown that the tests carried out in laboratories in simulated conditions and the commissioning tests of the on-board and trackside subsystems do not provide sufficient certainty in terms of the correct integration of the ‘on-board control-command and signalling’ subsystem with ‘trackside control-command and signalling’ subsystem and other subsystems. Therefore, additional tests of ETCS (European Train Control System) and GSM-R (GSM for Railways) on-board configurations with trackside ETCS and GSM-R installations on railway lines were introduced (hereinafter ESC / RSC compatibility tests). The premise of the ESC compatibility tests and RSC is to facilitate the operation of new subsystems, because their correct functioning in a given environment is fully verified at the stage of demonstrating compliance of ESC and RSC. In accordance with Polish requirements, from 1 July 2021, ESC / RSC tests are obligatory for all new, renewed and modernized projects in the field of the ‘on-board control-command and signalling’ subsystem. This obligation is a big challenge for vehicle manufacturers and users, because at that time these tests had not yet been carried out on the network managed by PKP PLK S.A. Accordingly, this article aims to introduce the issues related to the ESC and RSC tests, as well as to describe the roles and responsibilities of the various parties involved in the implementation of the tests.

**Keywords:** ESC / RSC tests; Compatibility; ERTMS, ETCS

### Wprowadzenie

Obecnie w Polsce realizowanych jest wiele inwestycji kolejowych zarówno w obszarze infrastruktury kolejowej jak i taboru polegających między innymi na wdrażaniu nowoczesnego i interoperacyjnego systemu ERTMS (European Rail Traffic Management

System) w skład, którego wchodzi system ETCS (European Train Control System) i GSM-R (GSM for Railways) [5]. W celu zapewnienia interoperacyjności tych systemów niezbędne było opracowanie szczegółowych wymagań technicznych i jednolitych procedur, które umożliwią ocenę oraz weryfikację zgodności z tymi wymaganiami

na szczeblu europejskim. Jednak doświadczenia praktyczne uwidocznily występowanie różnego rodzaju niezgodności, przy integracji i współpracy różnych podsystemów, pomimo ich opracowania zgodnie z obowiązującymi zuniifikowanymi wymaganiami. Zdarzają się sytuacje, w których interoperacyjny tabor nie może swobod-

nie poruszać się po interoperacyjnej linii kolejowej z powodu pewnych niezgodności i różnic w wersjach zainstalowanego oprogramowania sprzętowego w komponentach systemu ETCS. W związku powyższym zapewnienie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej determinuje osiągnięcie pełnej kompatybilności technicznej infrastruktury i pojazdów. Zgodnie z zapisami Rozporządzenia wykonawczego Komisji UE 2016/919 z późn. zm. [16], [18], [17] (TSI „Sterowanie”) kompatybilność techniczna obejmuje funkcje, interfejsy i parametry eksploatacyjne. W specyfikacji TSI dla podsystemu „Sterowanie” określono potrzebę wzajemnej weryfikacji zgodności podsystemów „Sterowanie – urządzenia pokładowe” i „Sterowanie – urządzenia przytorowe”. W zależności od konkretnego projektu, zarówno urządzenia pokładowe, jak również przytorowe, najczęściej są dostarczane przez różnych producentów. Dodatkowo poszczególne konfiguracje sprzętowe mogą się od siebie różnić wersjami oprogramowania, wersją składnika interoperacyjności lub zastosowanymi podzespołami, ponieważ dany producent może dopuszczać np. zastosowanie 4 typów modemów czy też 5 typów czujników do urządzeń odometrycznych. Istotnym aspektem jest także współpraca producenta danego typu taboru z dostawcami urządzeń pokładowych w szczególności przy pracach nad dostosowaniem parametrów konfiguracyjnych systemu ETCS, które będą optymalne dla konkretnego typu pojazdu (np. charakterystyki hamowania i zmienne czasowe dot. realizacji odpowiednich poleceń generowanych przez system ETCS) i umiejscowieniem danych komponentów na pojeździe. Doświadczenia pokazały, że badania przeprowadzane w symulowanych warunkach laboratoryjnych oraz testy uruchomieniowe podsystemów pokładowych i przytorowych wykonywane na etapie odbiorów technicznych, nie są wystarczające w aspekcie oceny poprawnej integracji urządzeń pokładowych podsystemu sterowanie z urządzeniami przytorowymi i innymi

podsystemami. Zaistniała więc potrzeba wprowadzenia dodatkowych sprawdzeń, mających na celu potwierdzenie technicznej zgodności podsystemów (przytorowych i pokładowych) oraz bezpiecznego i niezawodnego działania systemu ERTMS.

W związku z tym wraz z wejściem IV pakietu kolejowego wprowadzono między innymi zmiany do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) [6]. W TSI poświęconej podsystemowi sterowanie ujednoczono zostały procedury weryfikacji kompatybilności części przytorowej podsystemu z częścią pokładową. Testy kompatybilności są dodatkowym sprawdzaniem systemów ETCS i GSM-R, niezbędnym dla osiągnięcia zgodności technicznej urządzeń pokładowych z poszczególnymi wdrożeniami przytorowymi systemu. Dla systemu ETCS są to testy ESC mające na celu wykazanie zgodności kompatybilności urządzeń pokładowych z częścią przytorową systemu ETCS. Dla systemu GSM-R są to testy RSC, które mają wykazać kompatybilności radia kabinowego oraz EDOR (ETCS Data Only Radio) z urządzeniami przytorowymi GSM-R. Od 1 lipca 2021 r. w ramach wniosku o wydanie zezwolenia dla typu pojazdu wymagane jest wykazanie zgodności, z co najmniej jednym, wybranym przez wnioskodawcę typem ESC/RSC. W przypadku, gdy nie zostanie potwierdzony żaden typ ESC/RSC, w zezwoleniu zostanie wprowadzone stosowne ograniczenie, mówiące o tym, że pojazd nie może być eksploatowany na liniach kolejowych wyposażonych w ETCS.

## **Dokumenty prawne dotyczące testów kompatybilności ESC i RSC**

Wraz z wejściem IV pakietu kolejowego pojawiły się pierwsze dokumenty, które wprowadzają pojęcie testów kompatybilności ESC i RSC. Dyrektywa o interoperacyjności [1] wprowadziła zmiany do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) dla podsystemu Sterowanie [16] zamieszczone w Rozporządzeniu 2020/387 [18] oraz 2020/776 [17]. Wymaganie przepro-

wadzenia testów ESC/RSC zdefiniowane jest w rozporządzeniu 2020/776 w pkt 6.1.2.4 oraz 6.1.2.5. W punkcie 4.2.17 niniejszego dokumentu zdefiniowano nowy parametr podstawowy charakteryzujący podsystemy „sterowanie”, jako: kompatybilność systemu ETCS – ESC (ang. ETCS System Compatibility) i systemu radiowego – RSC (ang. Radio System Compatibility).

Przez kompatybilność systemu ESC należy rozumieć weryfikację kompatybilności technicznej między pokładowym ETCS a przytorowymi częściami ETCS podsystemów „sterowanie” w obrębie danego obszaru użytkowania. Natomiast przez pojęcie typu ESC definiuje się wartość przypisywaną w celu zarejestrowania kompatybilności technicznej między pokładowymi urządzeniami ETCS a danym odcinkiem w obrębie obszaru użytkowania.

Kompatybilność systemu radiowego RSC to kontrola zgodności technicznej pomiędzy pokładowymi systemami głosowej łączności radiowej lub radiowej wymiany danych a przytorowymi częściami systemu GSM-R. Typ RSC oznacza, zatem wartość przypisywaną w celu wykazania tej zgodności dla określonego odcinka obszaru użytkowania.

Każdy typ ESC i RSC charakteryzuje się przypisanymi do niego testami, opracowanymi specjalnie na jego potrzeby przez danego zarządcę infrastruktury.

Zarządcy infrastruktury z różnych państw zostali zobligowani do opracowania scenariuszy testowych i przesłania ich do Agencji Kolejowej Unii Europejskiej, która opublikowała je w tzw. dokumencie technicznym [3]. Dokument ten przedstawia aktualne scenariusze testowe oddzielnie dla testów ESC oraz RSC dla łączności głosowej i oddzielnie dla RSC- transmisji danych.

Kolejnym dokumentem, który opisuje podstawowe założenia, które należy przyjąć przy realizacji testów kompatybilności oraz opisuje role i zakres odpowiedzialności poszczególnych interesariuszy, jest przewodnik dla TSI Sterowanie wydany przez Agencję Kolejową UE [2]. Niniejszy

przewodnik definiuje pojęcie testów kompatybilności, opisuje ich przebieg oraz wskazuje, co powinien zawierać raport z testów.

## Charakterystyka testów ESC i RSC

Polski zarządca infrastruktury zdefiniował typy ESC wraz z zestawami przynależnymi zestawami testów i w konsekwencji 2 grudnia 2020 r. zaktualizowano dokument techniczny ERA dotyczący testów ESC/RSC o wykaz sprawdzeń niezbędnych do przeprowadzenia na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Aktualnie dla Polski obowiązują następujące zestawy testów:

- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 1 ESC-PL-01-L1 [7];
- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 1 Limited Supervision ESC-PL-02-L1LS [8];
- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E30, odcinek Legnica-Węglińiec ESC-PL-03-L2 [10];
- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E30, odcinek Legnica-Opole ESC-PL-04-L2 [9];
- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E65, odcinek Warszawa Praga Tranzytowa – Prabuty (Szlak Prabuty – Susz) ESC-PL-05-L2 [12];
- Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E65, odcinek Prabuty – Gdynia Chylonia ESC-PL-06-L2 [11].

Natomiast w ramach testów RSC obowiązują dokument:

- Scenariusze testowe kompatybilności systemu radiowego GSM-R w części: głosowa łączność radiowa i radiowa wymiana danych dla potrzeb ETCS2 [15].

Jak wcześniej wspomniano na sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A. występują różne konfiguracje systemu ETCS, do których przypisane są typy

ESC. Niemniej jednak przyjmuje się, że niektóre z testów można uznać za tożsame (wspólne) dla różnych typów ESC, a ich pozytywny wynik może być uznany dla innego typu ESC. Te informacje są podane w poszczególnych scenariuszach testowych. Jako przykład w tabeli 1 przedstawiono zestawienie testów, z których pozytywny wynik sprawdzenia przypadku testowego może być uznany dla typu ESC: ESC-PL-05-L2 – Linia kolejowa E65, odcinek Warszawa Praga Tranzytowa – Prabuty (Szlak Prabuty – Susz).

Poza zestawami testów zarządca infrastruktury opublikował instrukcje mówiące o zasadach przeprowadzenia testów ECS oraz RSC:

- le-128 Procedura przeprowadzenia kontroli kompatybilności systemu ETCS (ESC) [13];
- le-129 Procedura przeprowadzenia testów kompatybilności systemu radiowego GSM-R (RSC) [14].

Zgodnie z przewodnikiem dot. TSI Sterowanie [2] w celu wykazania zgodności technicznej z każdą siecią wyposażoną w systemy CCS klasy A (ETCS i/

kompatybilności systemu ETCS jest przeprowadzana dla certyfikowanych urządzeń pokładowych lub dla pojazdów, na których zainstalowano urządzenia pokładowe posiadające certyfikat weryfikacji WE. W związku z tym podstawowym kryterium kwalifikującym dany tabor do testów kompatybilności z typem ESC jest posiadanie przez niego właściwych certyfikatów weryfikacji WE, a same testy przeprowadzane są najczęściej bezpośrednio przed wprowadzaniem go do obrotu.

Zgodnie z zapisami powyższych instrukcji jak i przewodnika [2] testy kompatybilności systemu ERTMS powinny być przeprowadzone przez Koordynatora Testów przy wsparciu dostawcy urządzeń przytorowych oraz dostawcy urządzeń pokładowych systemu ETCS/GSM-R oraz ewentualnym udziale Zarządcy Infrastruktury. Koordynatorem Testów ESC/RSC musi być podmiot posiadający Autoryzację Prezesa UTK dla jednostki oceniającej zgodność w zakresie interoperacyjności systemu kolei w UE obejmującą podsystem Sterowanie. Wykaz podmiotów wraz ich zakresem autoryzacji

**Tab. 1.** Zestawienie testów, z których pozytywny wynik sprawdzenia przypadku testowego może być uznany dla typu ESC: ESC-PL-05-L2 [12].

Nr testu	Typy ESC, z których pozytywny wynik sprawdzenia przypadku testowego może być uznany dla typu ESC będącego przedmiotem niniejszej specyfikacji:
3.1	ESC-PL-03-L2, ESC-PL-04-L2
3.2.2	ESC-PL-03-L2, ESC-PL-04-L2
3.3.2	ESC-PL-03-L2, ESC-PL-04-L2
3.6.1	ESC-PL-03-L2, ESC-PL-04-L2
3.7.1	ESC-PL-04-L2

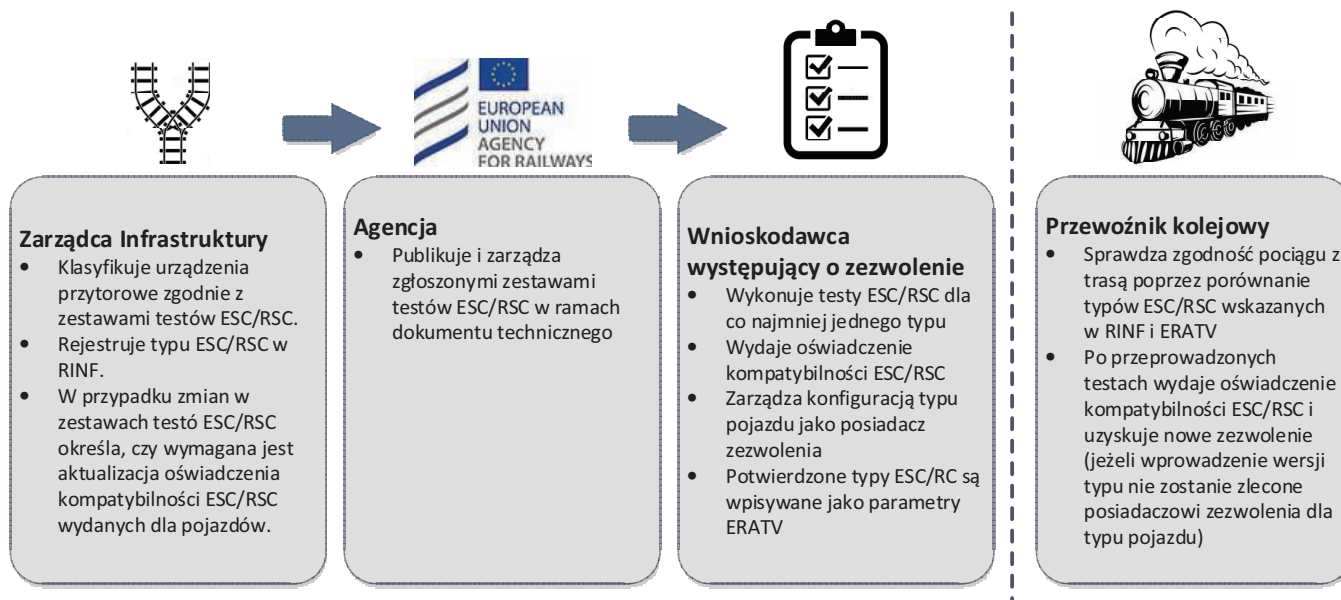
lub GSM-R) na obszarze użytkowania należy dostarczyć co najmniej jedno oświadczenie ESC i RSC (voice i data) aby uzyskać autoryzację pojazdu z systemami klasy A. Dodatkowo ESC/RSC można wykonać na późniejszym etapie dla już autoryzowanego obszaru użytkowania. Nie przewiduje się żadnych innych kontroli w celu wykazania technicznej zgodności pojazdu z trasą. Na rysunku 1 przedstawiono ogólny kontekst testów ESC/RSC w autoryzacji pojazdu i kontroli zgodności trasy.

Należy mieć na uwadze, że w przeciwieństwie do testów poprawnej integracji, które wykonuje się w trakcie procesu homologacji, kontrola

umieszczony jest na stronie internetowej Urzędu Transportu Kolejowego.

Wyniki kontroli kompatybilności systemu ETCS należy opisać w raporcie z kontroli kompatybilności systemu ETCS, który powinien zawierać:

- informacje o autorze raportu i podmiotach zaangażowanych w testy ESC,
- wskazanie typu ESC, dla którego zostały przeprowadzone testy,
- opis pojazdu kolejowego (m.in. rodzaj pojazdu, typ pojazdu, typ urządzeń pokładowych systemu ETCS), których dotyczy raport,
- opis sprawdzanej konfiguracji systemu ETCS,
- wynik kontroli (w oparciu o prze-



1. Ogólny proces realizacji testów ESC/RSC  
(źródło: opracowanie własne na podstawie [2])

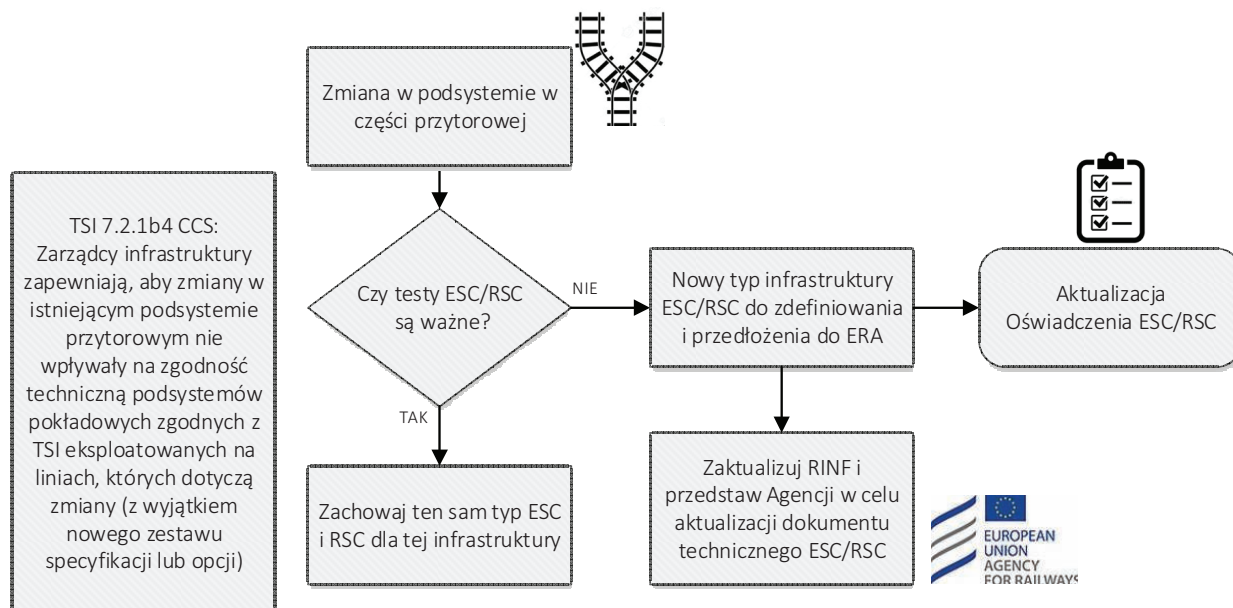
- prowadzone analizy i testy), warunki użytkowania wynikające z kontroli kompatybilności (ze wskazaniem ograniczeń, jeżeli takie występują), które powinny być zaakceptowane przez Zarządcę Infrastruktury.

Rezultaty przeprowadzonych testów ESC/RSC każdorazowo podlegają kontroli przez jednostkę notyfikowaną. Wnioskodawca na podstawie wyników testów ESC/RSC oraz kontroli jednostki notyfikowanej wydaje oświadczenie kompatybilności ESC/RSC, które stanowi część deklaracji weryfikacji WE podsystemu. Uzyska-

nie zezwolenia dla typu pojazdu bez przeprowadzonych badań będzie wciąż możliwe, jednak będzie to implikować dodatkowe ograniczenia, które zostaną wprowadzone do bazy ERATV (ang. European Register of Authorised Types of Vehicles). Brak przeprowadzonych testów ESC (przypadek ESC-EU-0 z ograniczeniem niekodowanym) wiąże się z brakiem możliwości potwierdzenia zgodności z trasą, na której wdrożony jest przytorowy system ETCS. W takim przypadku nie będzie możliwa realizacja przewozów pojazdem wyposażonym w ETCS bez przeprowadzonych testów kompatybilności ESC dla tej trasy pomimo po-

tencjalnej możliwości jazdy z wykorzystaniem urządzeń klasy B.

Oświadczenia ESC/RSC i powiązany raport z testów ESC/RSC sporządzony przez Koordynatora Testów, który jest weryfikowany przez NoBo (Notified Body), powinny być włączone do dokumentacji technicznej towarzyszącej Deklaracji Weryfikacji WE przez podmiot ubiegający się (wnioskodawcę) o wprowadzenie pojazdu do obrotu. Za każdym razem, gdy deklaracje ESC/RSC w typie pojazdu są aktualizowane, powinno to znaleźć odzwierciedlenie w dokumentacji technicznej dołączonej do deklaracji weryfikacji WE, a zatem należy wydać nową deklarację



2. Zmiany przytorowe wpływające na ESC/RSC  
(źródło: opracowanie własne na podstawie [2] [4])

weryfikacji WE. Na rysunku 2 przedstawiono podstawowe kroki, jakie powinien wykonać zarządca infrastruktury w przypadku wprowadzenia zmian, które mają wpływ na zgodność techniczną.

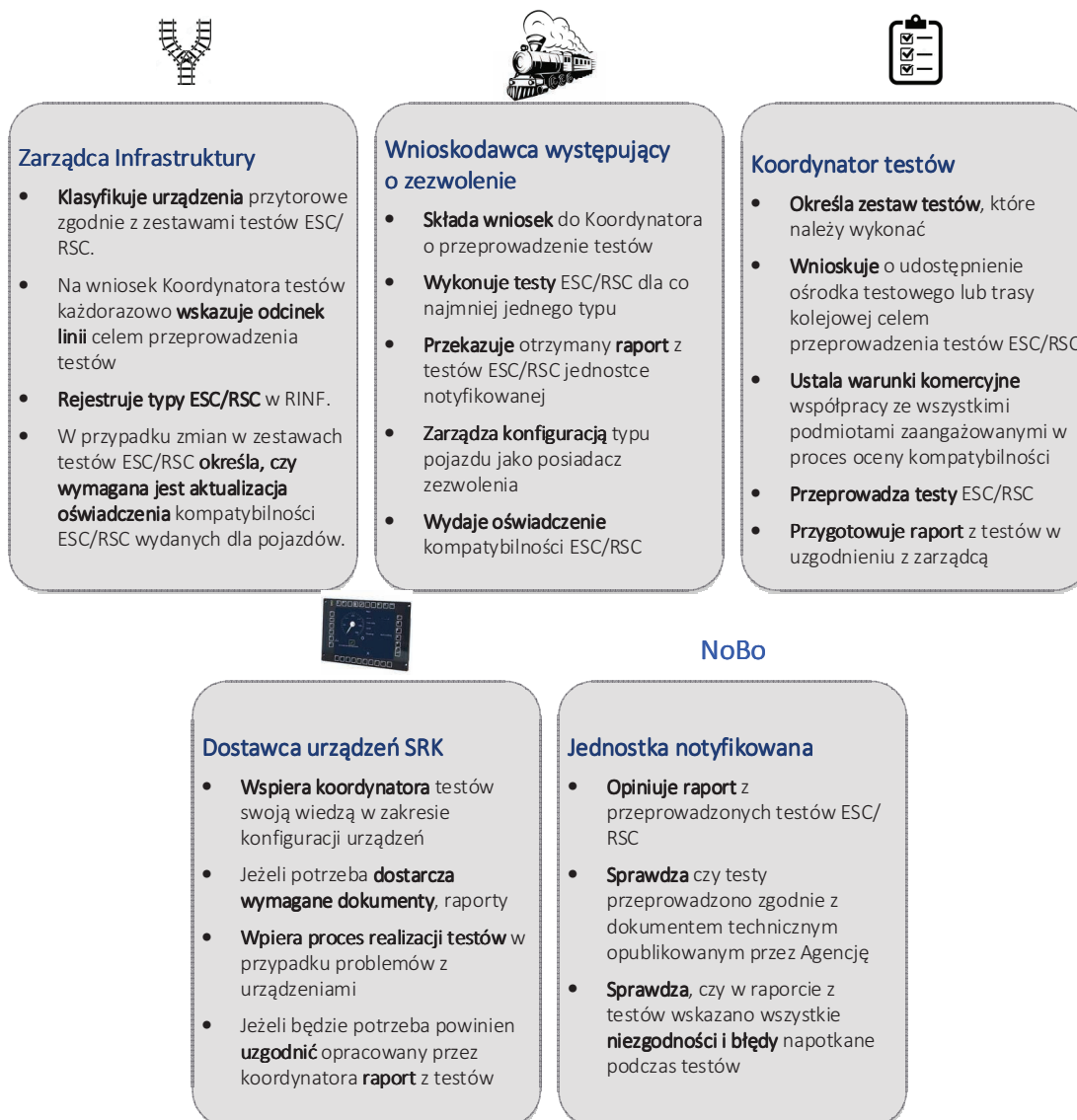
## Testy ESC i RSC w Polsce

W Polsce testy kompatybilności muszą być realizowane zgodnie z zapisami procedur zarządcy infrastruktury PKP PLK S.A.[13], [14] oraz scenariuszami testów, które zostały opublikowane w dokumencie technicznym Agencji Kolejowej Unii Europejskiej [3]. Procedury PKP PLK zawierają między innymi zapisy dotyczące odpowiedzialności podmiotów biorących udział w testach kompatybilności, co zostało przedstawione na rysunku 3. Ważną rolę pełni Koordynator Testów,

który głównie odpowiada za realizację testów, jak również za przygotowanie raportu z testów. Dodatkowo Koordynator Testów, w przypadku, gdy wynik przeprowadzonego testu jest niejednoznaczny lub negatywny odpowiada za poinformowanie wnioskodawcy oraz zarządcy infrastruktury o niepowodzeniu testów, wskazując przypadki testowe ESC, których przeprowadzenie zakończyło się niepowodzeniem. Obecnie istniejące procedury nie opisują trybu postępowania w przypadku występowania problemów/niezgodności po stronie urządzeń przytorowych, które miały wpływ na wynik testów. W razie konieczności powtórzenia kampanii testowej nie uregulowano wciąż kwestii, która z zaangażowanych stron poniesie dodatkowe koszty realizacji testów oraz opóźnień w uzyskaniu zezwolenia dla

badanego pojazdu, skutkujących karami umownymi, którymi obciążany jest zazwyczaj producent pojazdu.

Zgodnie z wymaganiami od 1 lipca 2021 r. testy ESC/RSC mają zastosowanie dla wszystkich nowych oraz odnawianych i modernizowanych projektów w zakresie podsystemu „Sterowanie – urządzenia pokładowe”. Natomiast od 1 lipca 2022 r. typy ESC/RSC, które będą wprowadzone do RINF przez zarządcę infrastruktury będą obowiązujące dla wykazania zgodności z daną trasą. Przewoźnicy, którzy nie eksploatowali pojazdów pod nadzorem ETCS przed 16 stycznia 2020 r. również muszą wykazać zgodność z odpowiednimi typami ESC/RSC do tego dnia. Wobec tego w najbliższym czasie wiele pojazdów musi zostać przetestowanych, co stanowi bardzo duże wyzwanie organizacyjne



3. Role i odpowiedzialności w procesie realizacji testów ESC/RSC (źródło: opracowanie własne na podstawie [13], [14])

i techniczne. Testy będą wykonywane na intensywnie eksploatowanych liniach kolejowych, do których dostęp będzie ograniczony, co w znaczący sposób wpłynie na prowadzone prace i czas ich wykonywania. W związku z powyższym w przypadku testów ESC dla poziomu 1 dużą zaletą staje się wysoka dostępność poligonu na Okręgu Doświadczalnym Instytut Kolejnictwa, który w myśl procedury Ie-128 będzie klasyfikowany, jako ośrodek testowy ESC. Oznacza to, że Okrąg Doświadczalny będzie odzwierciedlać rzeczywistą konfigurację systemu ETCS (sprzętowa i programowa) zastosowaną na odcinku linii określonej przez dany typ ESC (aktualnie ESC-PL-01-L1).

Na dzisiejszy dzień w Polsce istnieje możliwość wykonania tylko testów ESC, ponieważ testy RSC w zakresie łączności głosowej nie mogą zostać zrealizowane ze względu na nieprzystosowaną infrastrukturę. Z tego powodu PKP PLK S.A. wycofała opublikowane scenariusze testowe w zakresie łączności głosowej GSM-R.

## Podsumowanie

Z założenia testy kompatybilności systemu ETCS (ESC) i systemu radiowego (RSC) mają być skutecznym środkiem do osiągnięcia pełnej ogólnoeuropejskiej interoperacyjności systemów sterowania pociągami. Ich wykonywanie z całą pewnością będzie ważnym elementem w procesie homologacji pojazdów szynowych, a w konsekwencji wpłynie na wyeliminowanie zakłóceń w ruchu pociągów, spowodowanych błędami systemowymi, powstałymi na styku części pojazdowej z częścią przytorową systemu ETCS. Wprowadzone wymagania realizacji testów kompatybilności stanowią wyzwanie dla producentów, użytkowników pojazdów, ale również dla zarządcy infrastruktury, który będzie musiał udostępnić linie kolejowe do celów badawczych. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Directive (EU) 2016/797 Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union.
- [2] ERA 2021. Guide for the application of the CCS TSI. In accordance with Article 19(3) of Regulation (EU) 2016/796 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016. European Union Agency For Railways.
- [3] European Union Agency For Railways 2022. ESC/RSC technical document TD/011REC1028, version 16.0.
- [4] Kycko, M. and Kukulski, J. 2021. Wyzwania związane z wprowadzeniem testów kompatybilności RSC i ESC. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej, Oddział w Krakowie. Materiały Konferencyjne Nr 2(123)/2021.
- [5] Pawlik, M. 2015. Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym, Przegląd Funkcji i Rozwiązań Technicznych – od idei do wdrożeń i eksploatacji. Wydawnictwo KOW Sp. z o.o.
- [6] Pawlik M. 2017. Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej. Kurier Kolejowy.
- [7] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 1 ESC-PL-01-L1, wersja 1.1.
- [8] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 1 Limited Supervision ESC-PL-02-L1LS, wersja 1.1.
- [9] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E30, odcinek Legnica-Opole ESC-PL-04-L2, wersja 1.1.
- [10] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E30, odcinek Legnica-Węgliniec ESC-PL-03-L2, wersja 1.1.
- [11] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i za-

kres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E65, odcinek Prabuty – Gdynia Chylonia ESC-PL-06-L2, wersja 1.0.

- [12] PKP PLK S.A. 2021. Definicja i zakres testów ESC dla systemu ERTMS/ETCS poziom 2, Linia kolejowa E65, odcinek Warszawa Praga Tranzytowa – Prabuty (Szlak Prabuty –Susz) ESC-PL-05-L2, wersja 1.0.
- [13] PKP PLK S.A. 2021. Ie-128 Procedura przeprowadzenia kontroli kompatybilności systemu ETCS (ESC).
- [14] PKP PLK S.A. 2021. Ie-129 Procedura przeprowadzenia testów kompatybilności systemu radiowego GSM-R (RSC).
- [15] PKP PLK S.A. 2021. Scenariusze testowe kompatybilności systemu radiowego GSM-R w części głosowa łączność radiowa i radiowa wymiana danych dla potrzeb ETCS2, wersja 2.0.
- [16] 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.
- [17] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/776 z dnia 16 maja 2019 r. zmieniające rozporządzenia Komisji (UE) nr 321/2013, (UE) nr 1299/2014, (UE) nr 1301/2014, (UE) nr 1302/2014 i (UE) nr 1303/2014, rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 oraz decyzję wykonawczą Komisji 2011/665/UE w odniesieniu do dostosowania do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 oraz realizacji celów szczegółowych określonych w decyzji delegowanej Komisji (UE) 2017/1474.
- [18] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2020/387 z dnia 9 marca 2020 r. zmieniające rozporządzenia (UE) nr 321/2013, (UE) nr 1302/2014 i (UE) 2016/919 w odniesieniu do rozszerzenia obszaru użytkowania i etapów przejściowych.