

Weryfikacja parametrów systemu GSM-R

Krzysztof TCHÓRZEWSKI¹

Streszczenie

Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa ma możliwości techniczne i opracowaną metodologię wykonywania pomiarów parametrów jakościowych pokrycia radiowego oraz wskaźników jakości usług. Artykuł zawiera informacje dotyczące roli i zadań tego Laboratorium jako jednostki notyfikowanej w ocenie systemu GSM-R. Opisano zasady wyboru modułów oceny systemu radiołączności kolejowej GSM-R i konsekwencji przyjęcia przez wnioskodawcę wybranego modułu. Artykuł przedstawia wymagane parametry jakości pokrycia linii kolejowej oraz wskaźniki jakości usług systemu GSM-R podlegające badaniu i ocenie weryfikacji WE. Kładzie duży nacisk i podkreśla znaczenie pomiarów i weryfikacji systemu w celu zapewnienia niezawodności i poprawności świadczenia wymaganych usług dla kolei.

Słowa kluczowe: certyfikacja, system GSM-R, sygnał radiowy, jakość usług

1. Wstęp

System ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) składa się z dwóch podsystemów – ETCS (*European Train Control System*) oraz GSM-R (*Global System for Mobile Communications – Railway*). Wdrożenie tego systemu w Polsce obejmuje implementację radiołączności cyfrowej na 15 000 km linii kolejowych i budowę 5 000 km linii Europejskim Systemem Sterowania Ruchem Pociągu. Plan implementacji systemu wynika z Decyzji Komisji Europejskiej 2006/679/WE z dnia 28 marca 2006 r., zgodnie z którą opracowano Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce, zatwierdzony w 2007 r. przez ówczesną Radę Ministrów. Głównym celem wdrożenia systemu GSM-R jako platformy do transmisji danych i głosu na potrzeby kolei, jest podniesienie standardów radiołączności kolejowej przez zapewnienie wysokiej jakości transmisji głosu i danych oraz przez wdrożenie wielu nowoczesnych usług gwarantujących interoperacyjność.

Na liniach z zaimplementowanym systemem ETCS poziomu 2 lub wyższego, system GSM-R stanowi medium transmisyjne, niezbędne do wymiany informacji pomiędzy urządzeniami pokładowymi a RBC (*Radio Block Center*). Funkcje systemu GSM-R jako elementu systemu ERTMS odpowiadają za zapewnienie bezpieczeństwa i ciągłości operacyjnej w ruchu kolejowym. Aby to było możliwe, konieczne jest uzyskanie wymaganej dostępności i niezawodności systemu. W celu spełnienia wymagania interoperacyjności, system musi być zgodny ze Specyfikacją Techniczną Systemu SRS

15.4.0 [6] i Specyfikacją Funkcjonalną Systemu FRS 7.4.0 [4]. Poprawność działania systemu zależy od zachowania wymaganych parametrów teletransmisyjnych oraz gwarancji spełnienia usług QoS (*Quality of Service*) odpowiedniej jakości. W Polsce system GSM-R implementowany na liniach kolejowych, zgodnie z „Dyrektywą 2008/57/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 czerwca 2008 r. o interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie” [3] musi być poddany procesowi Weryfikacji WE, do którego przeprowadzenia jest uprawniony Instytut Kolejnictwa. Proces certyfikacji ma być gwarantem uzyskania interoperacyjności systemu GSM-R implementowanego przez zarządy kolejowe poszczególnych państw należących do Unii Europejskiej.

2. Rola Instytutu Kolejnictwa w procesie certyfikacji WE systemu GSM-R

Przed dopuszczeniem do eksploatacji, implementowany na poszczególnych liniach kolejowych system GSM-R wymaga uzyskania certyfikatu Weryfikacji WE, udzielanego przez dowolną jednostkę notyfikowaną do tego celu w Komisji Europejskiej. Obecnie w Polsce Instytut Kolejnictwa jest jedyną jednostką notyfikowaną prowadzącą certyfikację systemu GSM-R. Zadaniem jednostki notyfikowanej, odpowiedzialnej za proces weryfikacji WE, jest weryfikacja systemu pod względem spełnienia wymagań odpowiednich Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, dla poszczególnych podsystemów zawartych w decyzjach Komisji Europejskiej. Proces

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; e-mail: ktchorzewski@ikolej.pl.

certyfikacji powinien opierać się na Dyrektywie 2008/57/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, zmienionej Dyrektywami Komisji: 2009/131/WE z 16.10.2009 r., 2011/18/UE z 1.03.2011 r., 2013/9/UE z dnia 11.03.2013 r., 2014/38/UE z dnia 10.03.2014 r. i 2014/106/UE z dnia 5.12.2014 r. [3].

Jednostka notyfikowana jest organem odpowiedzialnym za przeprowadzenie weryfikacji projektu i jego realizacji. W przypadku spełnienia wymagań przez wykonawcę, jednostka notyfikowana jest uprawniona do wydania Certyfikatu Weryfikacji WE. Polską jednostką notyfikowaną o numerze 1467 uprawnioną do oceny zasadniczych wymagań interoperacyjności europejskiego systemu kolei jest Instytut Kolejnictwa. Zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej 2010/713/UE z dnia 9 listopada 2010 r. [1], jednostka notyfikowana wraz z wykonawcą podsystemu ma możliwość przeprowadzenia procesu weryfikacji według dostępnych modułów. Wybór procedury oceny zgodności zależy od kryteriów, tj. zastosowanego, wybranego modułu do konkretnego podsystemu, poziomu i charakteru zagrożeń, umożliwienia producentowi użycia modułu badania systemu zarządzania jakością lub badania produktu.

W celu uzyskania poprawności procedury weryfikacji konieczne jest wybranie właściwego modułu. W zakresie weryfikacji WE podsystemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe”, do którego należy system GSM-R jako część łączności radiowej, dopuszcza się wykorzystanie modułu SG, modułu SB w połączeniu z modułem SD, modułu SB z SF lub modułu SH1 wraz z modułem SB.

Badanie typu WE według modułu SG polega na badaniu, weryfikacji i poświadczeniu, że zastosowane rozwiązania techniczne podsystemu spełniają odpowiednie wymagania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) oraz pozostałych wymagań zawartych w przepisach przy zapewnieniu i deklaracji ze strony wnioskodawcy o spełnieniu wszelkich wymagań. Badania polegają na sprawdzeniu projektu technicznego podsystemu, weryfikacji podsystemu po zabudowie oraz końcowych sprawdzeń i testów systemowo-funkcjonalnych.

W przypadku modułu SH1 przeprowadzana jest weryfikacja WE oparta na pełnym systemie zarządzania jakością oraz badaniu projektu. Istotą oceny według tego modułu jest to, że jednostka notyfikowana realizuje ją przez ocenę systemu zarządzania jakością odniesioną kolejno do zakresu projektu, produkcji i testowania danego podsystemu. Wymaga się, aby system zarządzania jakością zapewniał zgodność podsystemu z wymaganiami stosownych TSI, które mają zastosowanie do tego podsystemu. Należy zaznaczyć, że w przypadku certyfikacji WE według modułu SH1, wymagane jest przeprowadzenie badania typu (moduł SB) [1].

Zadaniem Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji jest przeprowadzanie stosownych badań terenowych oraz ocena i weryfikacja dokumentacji technicznej implementowanego systemu przeznaczonego dla określonej linii kolejowej. Na podstawie m.in. sprawozdań z badań i raportów

(np. raport z wizji lokalnej przeprowadzony po zabudowie podsystemu) dostarczonych przez Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji, jednostka notyfikowana podejmuje decyzję o wydaniu Certyfikatu Weryfikacji WE dla konkretnego podsystemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” w części „łączność radiowa”, zaimplementowanego na wybranej linii kolejowej.

3. Weryfikacja systemu GSM-R

Zapewnienie przez system ERTMS odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa jest priorytetem dla projektantów, gdyż interoperacyjność wymaga niezawodnego i zunifikowanego systemu. Standaryzowany system GSM-R jest rozwiązaniem, który z sukcesem zaimplementowano m.in. na kolejach niemieckich i w wielu innych państwach. Obecnie rozpoczęty w Polsce proces wdrożenia systemu GSM-R wymaga właściwej weryfikacji na etapie projektowania, zabudowy i końcowych testów funkcjonalno-systemowych.

Rozdział ten dotyczy pomiarów wybranych parametrów systemu i wskaźników jakości usług GSM-R, zapewniających dostarczenie niezawodnych usług i pełnienie roli platformy dla transmisji głosu i danych w systemie ERTMS. Konieczna jest analiza raportów z badań oraz wykonanie pomiarów wybranych parametrów systemu GSM-R. W celu weryfikacji WE podsystemu GSM-R w części dotyczącej infrastruktury przytorowej, jest konieczna weryfikacja wyników tych badań przez jednostkę notyfikowaną, co umożliwi wystawienie certyfikatu weryfikacji WE podsystemu GSM-R. Analiza raportów z badań i wykonywanie pomiarów wybranych parametrów systemu GSM-R jest koniecznością i do celów weryfikacji WE podsystemu GSM-R w części infrastruktury przytorowej, musi być zweryfikowana przez każdą jednostkę notyfikowaną, aby było możliwe wystawienie Certyfikatu Weryfikacji WE podsystemu GSM-R. Wykonane analizy i badania skutkują przyjęciem odpowiedzialności za zaimplementowany system na danej linii kolejowej w konfiguracji hardwareowo-softwarej mającej miejsce w momencie wystawienia certyfikatu. Weryfikację poprawności zaimplementowanego systemu GSM-R po zabudowie należy podzielić na:

- sprawdzenie zgodności zabudowanego systemu z projektem,
- sprawdzenie realizacji wymaganych usług – testy funkcjonalne,
- sprawdzenie parametrów systemowych – testy systemowe.

Zakres testów wykonywanych przez jednostkę notyfikowaną, prowadzącą proces weryfikacji WE systemu GSM-R w części przytorowej, jest zróżnicowany. Zależy przede wszystkim od wyboru modułu oceny zgodnie z TSI, opisanego w [1] oraz od umowy zawartej pomiędzy zleceniodawcą i jednostką notyfikowaną.

3.1. Wykaz podstawowych parametrów systemowych

Testy systemowe zaimplementowanego systemu GSM-R związane z badaniem pokrycia radiowego dzieli się na sprawdzenie poziomu pokrycia sygnałem radiowym linii kolejowej oraz na badanie jego jakości. Pomiar siły sygnału radiowego należy wykonać w celu weryfikacji zgodności z EIRENE SRS 15.4 [6]. Badanie jakości pokrycia radiowego powinno być wykonane zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumencie opublikowanym przez UIC w 2009 roku – *Procurement & Implementation Guide V.1.0* [8] oraz EIRENE SRS 15.4 [6]. Badanie jakości pokrycia linii kolejowej sygnałem radiowym należy przeprowadzić według rozdziału 10.2 dokumentu UIC [8]. Sprawdzenie powinno obejmować następujące parametry:

- jakość sygnału odbieranego (RXQual),
- czas reSelekcji komórki,
- czas *handoverów* (proces przełączenia trwającego połączenia radiowego terminala ruchomego między obszarami zasięgu dwóch stacji bazowych),
- współczynnik udanych *handoverów*,
- poziom sygnału odbieranego (RXLev).

Ponadto w testach systemu GSM-R należy zbadać jakość usług zgodnie z opublikowanym przez UIC ERTMS/GSM-R dokumentem *Operators Group* oraz *GSM-R Industry Group* (numer dokumentu O-2475 3.0) [11]. Dokument ten był opracowany na potrzeby testowania systemu zaimplementowanego na Kolejach Dużych Prędkości, niemniej został przyjęty do zastosowania dla kolei konwencjonalnych wobec braku jego odpowiednika przeznaczonego dla tych kolei. Badania obejmują:

- czas zestawiania połączeń,
- współczynnik nieudanych połączeń,
- współczynnik połączeń utraconych,
- czas transmisji ramki danych,
- zakłócenia transmisji,
- czas rejestracji w sieci.

3.2. Charakterystyka pomiarów parametrów jakości łącza radiowego oraz jakości usług

Gwarancja spełnienia wymagań wskaźników jakości usług (QoS) zależy przede wszystkim od niezawodności i dostępności systemu. Jednym z podstawowych parametrów decydujących o spełnieniu tych wymagań jest zapewnienie sygnału o odpowiednio wysokim poziomie mocy. Obecnie w Polsce przewiduje się wdrażanie systemu GSM-R na liniach kolejowych dostosowanych do prędkości mniejszych lub równych 220 km/h, co oznacza że wartość natężenia sygnału zgodnie z SRS 15.4.0 musi być większa od 41,5 dB μ V/m (-95 dBm) z prawdopodobieństwem 95% dla linii z ETCS poziomu 2 lub 3. Dla linii niewyposażonych lub wyposażonych w ETCS poziomu 1, poziom sygnału musi być wyższy od 38,5 dB μ V/m (-98 dBm) z prawdopodobieństwem 95%. W przypadku realizowania w Polsce projektów budowy linii kolejowych przewidzianych dla prędkości większych od 220 km/h, wymaga

się aby poziom sygnału GSM-R był odpowiednio wyższy – zgodnie z SRS 15.4.0 [6].

W praktyce pomiarowej oznacza to, że prawdopodobieństwo pokrycia sygnałem wyższym niż wymagany musi wynosić nie mniej niż 95% na każdy odcinek pomiarowy o długości 100 m wzdłuż linii kolejowej, a więc łącznie tylko odcinek 5 m na każde 100 m linii kolejowej może być pokryty sygnałem niższym niż wymagany, nawet w najgorszych warunkach propagacyjnych, np. gęsty śnieg, mgła i tym podobne. Spadek poniżej wymaganego poziomu jest jednym z czynników decydujących o dostępności usług. W przypadku przerwy czasowej określonej przez specyfikację systemu ERTMS, w dostępności do systemu nastąpi zgodnie z założeniami systemowymi rozpoczęcie procedury hamowania pociągu znajdującego się na linii wyposażonej w system ETCS poziomu 2 lub 3.

Zgodnie z zaleceniem ITU-R SM.1708-1 [9] weryfikacja pokrycia sygnałem radiowym systemu GSM-R wymaga wyzwalania impulsów pomiarowych w funkcji drogi. Sygnał generowany przez oprzyrządowanie zainstalowane na jednym z nienapędowych układów jezdnych pojazdu pomiarowego ma za zadanie wyzwać z odpowiednią rozdzielczością impulsy pomiarowe. Jest to wymaganie wynikające z potrzeby dokładności pomiaru stumetrowych odcinków pomiarowych. Oprzyrządowanie umożliwia wykonywanie pomiarów w tunelach, pod wiaduktami lub w niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Wszystkie te czynniki miałyby negatywny wpływ na ciągłość pomiaru podczas wykorzystania układu wyzwalania sygnału opartego na GPS, którego dokładność również nie jest wystarczająca do wyznaczania wymaganych stumetrowych odcinków pomiarowych.

W pomiarowej praktyce, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa wykorzystuje wyzwalanie impulsów pomiarowych przez enkoder zainstalowany na układzie jezdnych pojazdu. Znając parametry jak częstotliwość pracy skanera i średnice koła pojazdu, można wyznaczyć rozdzielczość pomiarową w funkcji drogi. Na podstawie analiz i doświadczeń państw, które wdrożyły lub są w zaawansowanej fazie wdrażania systemu GSM-R, Instytut Kolejnictwa podjął decyzję o wykonywaniu pomiarów – zbierania próbek danych o mocy sygnału GSM-R co 10 cm. Takie założenie pomiarowe umożliwi badanie pokrycia pola zgodnie z wymaganiami EIRENE [5, 6]. Rozdzielczość pomiarową o wartości nie większej niż 10 cm przyjęły również środowiska kolejowe, w takich państwach jak Niemcy, Holandia lub Szwajcaria.

W strategii rozwoju badań systemu GSM-R Instytut Kolejnictwa wszedł w posiadanie aparatury do pomiaru wybranych parametrów systemowych oraz wskaźników jakości usług gwarantowanych przez standard GSM-R (rys. 1).



Rys. 1. System pomiarowy pokrycia radiowego [fot. K. Tchórzewski]

Do głównych elementów systemu należą skanery radiowe TSML-CW zestawione kaskadowo i pracujące w konfiguracji *master-slave*. Układ wyzwalania i dystrybucji sygnału zapewnia wykonanie pomiarów w funkcji drogi z pożądaną rozdzielczością pomiaru. Dzięki takiemu rozwiązaniu, aparatura Instytutu Kolejnictwa spełnia wymagania zawarte w *Procurement & Implementation Guide V. 1.0* [8] dotyczące dokładności i wymagań przeprowadzenia pomiarów z normalną prędkością eksploatacyjną testowanego odcinka linii kolejowej podczas pomiarów *Quality of Service* [8]. Obowiązek wykonywania tego typu pomiarów z maksymalną dopuszczalną prędkością eksploatacyjną wynika również z indywidualnych postanowień zawartych w wymaganiach zamawiającego – PFU. Dzięki posiadanemu systemowi do pomiarów pokrycia pola radiowego sygnałem GSM-R, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa ma możliwość wykonywania pomiaru maksymalnie co 6,1 cm dla prędkości 220 km/h oraz do 10 cm dla prędkości 360 km/h. Zastosowanie układu wyzwalania wymaga fizycznej instalacji na jednej z osi pojazdu kolejowego (rys. 2). Laboratorium ma doświadczenie w pomiarach parametrów systemowych i wskaźników jakości usług, ponieważ przeprowadziło badania na linii PKM oraz linii E-30. Operacje instalacyjne i pomiary potwierdziły zgodność rozwiązań technicznych i systemowych aparatury pomiarowej wraz z oprzyrządowaniem z wymaganiami *Procurement & Implementation Guide V.1.0*, co umożliwiła weryfikację wymagań poziomu sygnału GSM-R, zawartych w EIRENE FRS 15.4.0 oraz EIRENE FRS 7.4.0 [4, 6].



Rys. 2. Przykładowy montaż enkodera na osi jezdnej lokomotywy pomiarowej [fot. K. Tchórzewski]

Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji IK ma możliwość weryfikacji jakości usług zapewnianych przez system GSM-R. Do tego celu wykorzystuje dwa testowe terminale: radiotelefon mobilny klasy 4-TTS-S75 i radiotelefon kabinowy klasy 2-TTS-TRC-3 z funkcjonalnością ASCII (*Advanced Speech Call Items*).

Stopa poprawnych *handoverów*

Jednym z parametrów weryfikacji poprawności działania systemu jest pomiar stopy i czasu realizacji poprawnych przełączeń pomiędzy komórkami (*handover*). Stopa poprawnych *handoverów* jest to stosunek wszystkich zakończonych pomyślnie do sumy wszystkich zainicjowanych przełączeń, przy czym przełączenie zakończone pomyślnie jest definiowane jako czas pomiędzy potwierdzeniem realizacji *handoveru* a czasem inicjacji tego *handoveru*.

Przełączenie jest zakończone pomyślnie tylko wtedy, gdy czas jego realizacji jest niższy od 300 ms. Stopa poprawnych przełączeń jest więc stosunkiem wszystkich przełączeń zakończonych pomyślnie w wymaganym czasie do wszystkich zainicjowanych połączeń. Oznacza to, że przełączenie zakończone w czasie dłuższym niż 300 ms nie może być zakwalifikowane jako pomyślne, mimo że zostało zrealizowane.

Czas zestawiania połączeń

Czasy zestawiania połączeń są zależne od priorytetu z jakim inicjowane jest połączenie i ostatecznie od przydzielonego przez system priorytetu. Podstawową cechą, która decyduje o pewności i skuteczności wywołania alarmowego jest zapewnienie, że połączenia alarmowe mają najwyższy priorytet ważności w ramach usługi eMLPP (*Multi-Level Precedence and Pre-emption Service*), przez co nie zostaną zablokowane przez połączenia o niższym priorytecie, które jednocześnie wykorzystują wspólne kanały ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*). Zapewniając usługę wywołania alarmowego, system GSM-R musi gwarantować wymagane czasy zestawiania połączeń, gdyż ma to zasadnicze znaczenie dla efektywnego rozwiązania sytuacji zagrożenia ruchu kolejowego. Konieczny jest zatem pomiar czasu realizacji wywołania funkcji REC. Podobnie jak w pozostałych połączeniach o niższym priorytecie, ten czas jest określany jako różnica czasu pomiędzy wiadomością informującą o nawiązaniu połączenia (*Connect*) w sygnalizacji SS7 a wiadomością dotyczącą zapytania o dostępny kanał, która została skierowana do stacji bazowej. Czas zestawiania połączeń powinien być mniejszy niż 8,5 s dla 95% oraz nie może przekroczyć 10 s dla 100% prób zestawiania połączeń.

Pomiar zakłóceń transmisji danych

Pomiar zakłóceń transmisji danych jest istotny dla celów późniejszego wykorzystania systemu GSM-R jako platformy transmisyjnej w aplikacjach systemu ETCS. Z wyników pomiaru tego wskaźnika należy wziąć pod uwagę zwłaszcza czas zakłóceń transmisji danych oraz czas wolny od zakłóceń transmisji danych. Dane transmitowane są w 30-bitowych ramkach. Ramka danych jest błędna, jeżeli w odebranej

30-bitowej ramce będzie wykryty co najmniej 1 bit niezgodny z wysłanym w pierwotnej ramce. Okres bezbłędnej transmisji danych jest liczony od momentu wykrycia 5 bezbłędnych ramek transmitowanych kolejno po sobie.

Czas błędnej transmisji nie powinien przekraczać 0,8 s dla 95% i 1 s dla 99% czasu trwania transmisji. Wartość czasu transmisji wolnej od błędów powinna być większa od 20 s dla 95% i większa od 7 s dla 99%.

Współczynnik połączeń utraconych

Wskaźnik stopy utraconych połączeń danych, określa liczbę połączeń zakończonych w niezamierzony sposób w łącznym czasie trwania wszystkich połączeń. Współczynnik połączeń utraconych jest ściśle powiązany z parametrem współczynnika nieudanych połączeń, którego wartość powinna być mniejsza od 10^{-2} . Wymaganie na współczynnik połączeń utraconych jest spełnione, jeżeli parametr nie przekracza wartości $10^{-2}/h$.

Przedstawione parametry sieci oraz wskaźniki jakości usług są przykładowym zbiorem jaki może zostać poddany procesowi weryfikacji w trakcie testów po zabudowie do celów Weryfikacji WE systemu GSM-R. Spełnienie wymagań decyduje o zdolności do świadczenia usług przez system, definiowanej jako „możliwość zrealizowania wymaganej przez użytkownika usługi oraz jej kontynuacji bez zmniejszenia poziomu jakości w wymaganym czasie” [10].

4. Akredytacja pomiarów pokrycia radiowego i wskaźników jakości usług

Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji podjęło działania mające na celu uzyskanie akredytacji w Polskim Centrum Akredytacji na pomiar poziomu sygnału radiowego systemu GSM-R, wybranych parametrów jakościowych pokrycia radiowego oraz wskaźników jakości usług. W celu uzyskania akredytacji opracowano procedurę badawczą, w której opisano metodykę badań zgodną z wymaganiami zapisanymi w SRS 15.3.0 [5]. Obecnie trwają prace nad nową wersją procedury, która uwzględni wersję SRS 15.4.0 [6] obowiązującą od dnia 1 lipca 2014 roku. Podczas audytu przeprowadzonego przez Polskie Centrum Akredytacji w maju 2015 roku, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji zostało ocenione pozytywnie i w połowie lipca 2015 roku PCA rozszerzyło zakres akredytacji w stosownym zakresie. W związku z tym, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa ma możliwość przeprowadzania akredytowanych pomiarów pokrycia radiowego i wybranych parametrów jakości usług sieci GSM-R jako jedyne w Polsce.

5. Zakończenie

Przedstawiony w rozdziale 3.1. wykaz parametrów systemowych określa minimalny zakres testów niezbędnych do weryfikacji WE systemu GSM-R w części przytorowej. Bada-

nie i ocena pokrycia radiowego i jego jakości zgodnie z TSI 2012/88/UE [2], jako obligatoryjne, spoczywa na jednostkach notyfikowanych niezależnie od wybranego modułu weryfikacji WE. Pozostałe wskaźniki jakości (*Quality of Service*) powinny być wyselekcjonowane przez Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji tak, aby tworzyły reprezentatywną i wiarygodną grupę, która umożliwi potwierdzenie spełnienia wszelkich niezbędnych wymagań. Niezależnie od zakresu przeprowadzonych własnych pomiarów przez Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji na potrzeby jednostki notyfikowanej, producent systemu jest zobowiązany przedstawić wyniki i raporty z badań dla wszystkich wymaganych parametrów.

W ostatnich latach Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji sukcesywnie zwiększało własne kompetencje w zakresie badań systemu GSM-R. Opracowane metody pomiarowe i odpowiednia aparatura zapewniają zgodność z wymaganiami norm i specyfikacji technicznych dotyczących badań systemu GSM-R. Dotychczasowe doświadczenia i badania systemu GSM-R na wybranych liniach kolejowych, poparte uzyskaną niedawno akredytacją na wykonywanie pomiarów pokrycia radiowego, gwarantują rzetelne i wiarygodne wykonywanie badań oraz świadczą o kompetencji kadry Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji.

Bibliografia

1. Decyzja Komisji z dnia 09 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.U. UE. L 319 z 04.12.2010).
2. Decyzja Komisji z dnia 25 stycznia 2012 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” transeuropejskiego systemu kolei (Dz.U. UE. L 51 z 23.02.2012, z późn. zm).
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U. UE. L 191 z 18.07.2008, z późn. zm.).
4. *EIRENE Functional Requirements Specification*, wersja 7.4.0.
5. *EIRENE System Requirements Specification*, wersja 15.3.0.
6. *EIRENE System Requirements Specification*, wersja 15.4.0.
7. *ERTMS/GSM-R Quality of Service Test Specification*.
8. *GSM-R Procurement & Implementation Guide V.1.0*, UIC, marzec 2009.
9. Recommendation ITU-R SM.1708-1 (09/2011). Field-strength measurement along a route with geographical coordinate registrations.
10. Siergiejczyk M., Gago S.: *Jakość usług teleinformatycznych w transporcie kolejowym*. Problemy Kolejnictwa, 2011, nr 153, s. 119-136.
11. UIC ERTMS/GSM-R Operators Group i GSM-R Industry Group, luty 2007, (nr dokumentu O-2475 3.0).