

rmRailProtector 4.0 – rodzina innowacyjnych produktów firmy Rail-Mil dla funkcjonalności ERTMS/ETCS L1

rmRailProtector 4.0 – the innovative Rail-Mil components based family for the ERTMS/ETCS L1 functionality

Sławomir Jasiński

Dr inż.

Rail-Mil Computers sp. z o.o. sp. k.

slawomir.jasinski@rail-mil.eu

Mariusz Maciejewski

Dr inż.

Rail-Mil Computers sp. z o.o. sp. k.

mariusz.maciejewski@rail-mil.eu

Paweł Wontorski

Dr inż.

Rail-Mil Computers sp. z o.o. sp. k.

pawel.wontorski@rail-mil.eu

Wawrzyniec Wychowanski

Dr inż.

Rail-Mil Computers sp. z o.o. sp. k.

wawrzyniec.wychowanski@rail-mil.eu

Streszczenie: W artykule przedstawiono zespół innowacyjnych produktów rmRailProtector 4.0, które stanowią kompleksowe rozwiązanie dla funkcjonalności ERTMS/ETCS poziomu L1. Prezentowany system opracowano w Polsce z wykorzystaniem polskiej myśli technicznej oraz potencjału i wieloletniego doświadczenia firmy Rail-Mil w projektowaniu, produkcji oraz wdrożeniach i eksploatacji systemów sterowania ruchem pociągów. System rmRailProtector 4.0 dzięki współpracy z ekspertami Zakładów Automatyki KOMBUD S.A. jako rozwiązanie kompleksowe dostosowany jest do współpracy z wielokomputerowym stacynowym systemem zależnościowym służącym do sterowania ruchem kolejowym typu MOR 3. Pierwsze planowane wdrożenia systemu rmRailProtector 4.0 zakładają konfigurację składającą się ze stacynowego systemu zależnościowego typu MOR-3 oraz systemu rmRailProtector 4.0 o funkcjonalności ERTMS/ETCS poziomu L1. rmRailProtector 4.0 obejmuje zgodne z wymaganiami TSI CCS (ang. Technical Specifications for Interoperability, Control-Command and Signalling) urządzenia, w tym: Eurobalisy w wersji stałej i programowalnej, innowacyjny interfejs światłowodowy w relacji LEU-Eurobalisa, kodery LEU ze standardowym interfejsem w wersji scentralizowanej oraz narzędzia do programowania i diagnostyki. Artykuł w sposób syntetyczny zestawia podstawowe aspekty funkcjonalne i formalno prawne proponowanych rozwiązań, z odniesieniem do wymagań dla interoperacyjności systemu kolei. Szczegółowo zaprezentowano nowatorskie podejście do projektowania systemu ERTMS/ETCS poziomu L1, w tym szerokie zastosowanie techniki światłowodowej w łączeniu Eurobalis z LEU oraz zrealizowane w sposób innowacyjny zasilanie Eurobalis za pomocą łączy optycznych. W artykule celowo pominięto prezentację zcentralizowanych koderów LEU, w tym innowacyjnych koderów LEU z interfejsem optycznym, które przedstawione zostaną w kolejnych publikacjach. Prezentowane powyżej podejście stanowi nową jakość w zakresie projektowania rozległych sieci na dużych obiektach kolejowych. Innowacyjność prezentowanych rozwiązań znalazła swój wyraz w złożonym do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej wniosku patentowym o numerze identyfikacyjnym: P.430674.

Słowa kluczowe: Eurobalisa; ERTMS/ETCS; interfejs światłowodowy

Abstract: The article presents a family of innovative products rmRailProtector 4.0, which are a comprehensive solution for the ERTMS / ETCS functionality on L1 level. The presented system was developed in Poland using Polish technical thought and the potential and many years of experience of Rail-Mil in the design, production, implementation and operation of train traffic control systems. The rmRailProtector 4.0 system thanks to cooperation with the experts of KOMBUD S.A. Automation Group as a comprehensive solution, it is adapted to work with the MOR-3 – multi-computer interlocking system used to control of railway traffic. The first planned implementations of rmRailProtector 4.0 systems assume a configuration consisting of MOR-3 interlocking system and rmRailProtector 4.0 system with ERTMS / ETCS level L1 functionality. rmRailProtector 4.0 covers devices, including: Eurobalises in the fixed and programmable version, an innovative fiber interface in the LEU-Eurobalise relation, standard and centralized LEU encoders as well as programming and diagnostic tools, according to the CCS TSI requirements (Technical Specifications for Interoperability, Control-Command and Signaling). The article synthetically summarizes the basic functional, formal and legal aspects of the proposed solutions, with reference to the requirements for the interoperability of the rail system. An innovative approach to the design of the ERTMS / ETCS L1 system was presented in detail, including the wide application of fiber optics in the connection of Eurobalise with LEU and the innovative supply of Eurobalise using optical interface. The article intentionally omits the presentation of centralized LEU, including innovative LEU with an optical interface, which will be presented in subsequent publications. The approach presented above is a new quality in the area of extensive network design at large railway stations. The innovation of the presented solutions found expression in the complex to Patent Office of the Republic of Poland with the patent application identification number: P.430674.

Keywords: Eurobalise; ERTMS/ETCS; fiber-optic interface

Wstęp

Innowacyjne komponenty systemu rmRailProtector 4.0 produkowane przez firmę

Rail-Mil stanowią odpowiedź na potrzeby rynkowe wyrażane przez zarządców infrastruktury kolejowej [8], [9]. Prezentowane rozwiązanie opracowane jest w Polsce, i oparte na wieloletnim doświadczeniu firmy w realizacji projektów badawczo roz-

wojowych oraz jej potencjału produkcyjnego.

Krajowy Plan Wdrażania Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności „STEROWANIE” [1], przyjęty do realizacji przez Ministerstwo Infrastruk-

tury i Budownictwa Rzeczypospolitej Polskiej w 2017 roku, zakłada wyposażenie linii kolejowych objętych planem wg zestawionych w Tabeli 1 wartości liczbowych.

Wskazany powyżej, potencjalny

Tab. 1. Koszty zabudowy systemu ERTMS.ETCS na liniach kolejowych objętych planem

	ETCS poziom L1	ETCS poziom L2	GSM-R
Długość linii	3 555 km	4 678 km	13 680 km
Koszt jednostkowy	260 000 zł/km	485 000 zł/km	205 000 zł/km
Łącznie	0,924 mld zł	2,26 mld zł	2,80 mld zł

obszar wdrożenia obejmujący linie kolejowe które wyposażane będą zgodnie z planem wdrożenia TSI CCS oraz fakt iż wprowadzając prezentowane rozwiązania firma Rail-Mil będzie jedynym polskim dostawcą komponentów ERTMS/ETCS pozwalając twierdzić iż jest to strategiczny oraz ekonomicznie uzasadniony kierunek rozwoju.

System rmRailProtector 4.0 dzięki współpracy z ekspertami Zakładów Automatyki KOMBUD S.A. jako rozwiązanie kompleksowe dostosowany jest do współpracy z wielokomputerowym stacyjnym systemem zależnościami służącym do sterowania ruchem kolejowym typu MOR 3. Pierwsze planowane wdrożenia systemu rmRailProtector 4.0 zakładają konfigurację składającą się ze stacyjnego systemu zależnościowego typu MOR-3 oraz systemu rmRailProtector 4.0 o funkcjonalności ERTMS/ETCS poziomu L1.

rmRailProtector 4.0 – komponenty ERTMS/ETCS produkcji Rail-Mil System rmRailProtector 4.0 bazuje

na produkowanych przez firmę Rail Mil przedstawionych poniżej komponentach rodziny Q7.

Q7-BL-FX – Eurobalisa nieprzełączalna (fixed Eurobalise)

Zgodna ze specyfikacją wymagań dla komponentów systemu ERTMS/ETCS zestawionych w SUBSET-036 [2] Eurobalisa nieprzełączalna o wymiarach zredukowanych (ang. *reduced type balise*). Programowanie odbywa się poprzez szczelinę powietrzną, z wykorzystaniem dedykowanych programatorów balis Q7-UPKE lub Q7-UPKE-HAND.

Rozwiązaniem innowacyjnym jest możliwość dezaktywacji balisy przytorowej z poziomu urządzenia programującego, bez konieczności stosowania metalowej osłony (przesłony) w celu wyłączenia. Kolor pokrywy każdorazowo ustalany jest przez Zamawiającego. Na Rys. 1 przedstawiono Eurobalisę stałą w malowaniu RAL 1016.

Podstawowe parametry technicz-

ne Eurobalisy nieprzełączalnej typu: Q7-BL-FX przedstawiono w Tabeli. 2

Q7-BL-TR – Eurobalisa przełączalna (transparent Eurobalise)

Zgodna ze specyfikacją wymagań dla komponentów systemu ERTMS/ETCS zestawionych w SUBSET-036 [2] Eurobalisa przełączalna o wymiarach zredukowanych (ang. *reduced type balise*), obsługująca ustandaryzowane przez specyfikację interfejsy C1, C6 bez interfejsu C4.

Programowanie podobnie jak w przypadku balis nieprzełączalnych odbywa się poprzez szczelinę powietrzną, z wykorzystaniem dedykowanych programatorów balis. Rozwiązaniem innowacyjnym podobnie jak w przypadku balis nieprzełączalnych jest możliwość dezaktywacji balisy przytorowej z poziomu urządzenia programującego Q7-UPKE-HAND lub Q7-UPKE.

Podstawowe parametry techniczne Eurobalisy nieprzełączalnej typu: Q7-BL-TR, zestawia Tabela 3.

Q7-BL-FO – Eurobalisa przełączalna (transparent Eurobalise) z innowacyjnym interfejsem światłowodowym

Zgodna ze specyfikacją wymagań dla komponentów systemu ERTMS/ETCS zestawionych w SUBSET-036 [2]

Tab. 2. Eurobalisa nieprzełączalna typu Q7-BL-FX – zestawienie podstawowych parametrów

typ balisy przytorowej	balisa o wymiarze zredukowanym
odporność na zanieczyszczenia	klasa A
sposób programowania	z wykorzystaniem szczeliny powietrznej
cechy szczególne	możliwość dezaktywacji balisy z poziomu programatora
sposób mocowania	otworowanie w rozstawie 200mm, śruby M12, w rekomendowanym wykonaniu ze stali A04 lub A02
wymiary fizyczne	440x250x55 [mm]
kolor obudowy	RAL1016 dla PKP PLK lub zgodnie z wymaganiami Zamawiającego



1. Eurobalisa nieprzełączalna (fixed Eurobalise) typu Q7-BL-FX [4]
Źródło: materiały wewnętrzne firmy Rail-Mil [4]



2. Eurobalisa przełączalna (transparent Eurobalise) typu Q7-BL-TR
Źródło: materiały wewnętrzne firmy Rail-Mil [4]

Tab. 3. Eurobalisa przełączalna typu Q7-BL-TR – zestawienie podstawowych parametrów

typ balisy przytorowej	balisa o wymiarze zredukowanym
odporność na zanieczyszczenia	klasa A
sposób programowania	z wykorzystaniem szczeliny powietrznej
cechy szczególne	możliwość dezaktywacji balisy z poziomu programatora,
sposób mocowania	otworowanie w rozstawie 200mm, śruby M12, w rekomendowanym wykonaniu ze stali A04 lub A02
wymiary fizyczne	440x250x55 [mm]
kolor obudowy	RAL1016 dla PKP PLK lub zgodnie z wymaganiami Zamawiającego
obsługiwane interfejsy	interfejs C1, interfejs C6 bez interfejsu C4
maksymalny dystans instalacji od LEU	do 500m

Eurobalisa przełączalna z innowacyjnym interfejsem światłowodowym – **Q7-UPKE – programator Eurobalis**

Tab. 4. Eurobalisa przełączalna z innowacyjnym interfejsem światłowodowym typu Q7-BL-FO – zestawienie podstawowych parametrów

typ balisy przytorowej	balisa o wymiarze zredukowanym
odporność na zanieczyszczenia	klasa A
sposób programowania	z wykorzystaniem szczeliny powietrznej
cechy szczególne	- możliwość dezaktywacji balisy z poziomu programatora, - interfejs światłowodowy oparty o transmisję MM (ang. Multi Mode); - pełna diagnostyka on-line stanu Eurobalisy
sposób mocowania	otworowanie w rozstawie 200mm, śruby M12, w rekomendowanym wykonaniu ze stali A04 lub A02
wymiary fizyczne	440x250x55 [mm]
kolor obudowy	zgodnie z wymaganiami Zamawiającego
obsługiwane interfejsy	interfejs C1, interfejs C6, interfejs C4 innowacyjny interfejs światłowodowy: kabel FO MM 4x 62,5um/125 (bez dodatkowego złącza)
maksymalny dystans instalacji	do 3000m

nym interfejsem światłowodowym o wymiarach zredukowanych (ang. *reduced type balise*), obsługująca wg własnego standardu interfejsy C1, C6 oraz interfejs C4 oraz pełną diagnostykę wewnętrzną. Programowanie podobnie jak w przypadku balis nieprzełączalnych odbywa się poprzez szczelinę powietrzną, z wykorzystaniem dedykowanego programatora balis Q7-UPKE.

Szczegółowy opis innowacyjnego interfejsu światłowodowego przedstawiony jest w dedykowanej temu zagadnieniu dalszej części artykułu.

Programatory dedykowane do produkowanych przez Rail-Mil Eurobalis występują w wykonaniu standardowym i podręcznym. Rysunek 3 przedstawia wykonanie programatora w wersji standardowej.

Programatory w obydwu wersjach wykonania wykorzystują interfejs A w odczycie balis. Programowanie odbywa się poprzez szczelinę powietrzną. Zintegrowane w nich baterie pozwalają na nie krótszy niż 20 godzinny czas nieprzerwanej pracy Q7-UPKE i 50h Q7-UPKE-HAND po uprzednim pełnym naładowaniu.



3. Programator Eurobalis typu Q7-UPKE – w wykonaniu standardowym
Źródło: materiały wewnętrzne firmy Rail-Mil [4]

Obudowa wykonana jest w klasie szczelności IP65. Urządzenie posiada możliwość dostępu przez sieć WiFi wykorzystywane w celach diagnostycznych oraz odczycie danych dla dedykowanego oprogramowania.

Programator jest zsynchronizowany w zakresie lokalizacji oraz synchronizacji czasu z zintegrowanym w nim nadajnikiem GPS.

Q7-UPKE oraz Q7-UPKE-HAND

Programatory posiadają unikalną funkcjonalność dezaktywacji balisy przytorowej z poziomu programatora. Proces ten obejmuje, zestawione poniżej kolejne kroki (w kolejności wykonania):

w zakresie sprawdzenia statusu Eurobalisy:

- umieszczenie programatora nad centrum balisy;
- włączenie programatora;
- programator w sposób automatyczny po zbadaniu statusu sprawdzanej balisy aktywna/nieaktywna wyświetla go na panelu informacyjnym w postaci wskaźnika LED.

w zakresie dezaktywowania Eurobalisy:

- umieszczenie programatora nad centrum balisy;
- przyciśnięcie przycisku LOCK (dezaktywacja)
- po otrzymaniu informacji zwrotnej o zmianie statusu balisy z aktywna na status zdezaktywowana, nie będzie ona już wykrywana przez pojazdy wyposażone ze sprawnymi pojazdowymi urządzeniami ERTMS/ETCS.

Proces aktywowania jest analogiczny do powyższego, a po jego przeprowadzeniu aktywowana balisa jest ponownie wykrywana przez przejeżdżające nad nią pojazdy wyposażone

ne w sprawne pojazdy urządzenie ERTMS/ETCS.

Dzięki wbudowanemu GNSS (nowoczesna odmiana GPS), programatory mają dodatkową funkcjonalność diagnostyki linii, możliwe jest szybkie przejście po linii zgrać oraz zdjęcie zestawionych poniższych informacji diagnostycznych:

- telegramy
- dane o numerach seryjnych
- dane diagnostyczne
- pozycję balis
- czas i moment odczytu
- status zablokowana/odblokowana.

Q7-PROG – dedykowane oprogramowanie do programowania Eurobalis

Oprogramowanie Q7-PROG jest kompatybilne z dedykowanymi do programowania Eurobalis programatorem Q-UPKE, których cechy charakterystyczne przedstawiono powyżej.

Na Rysunku. 4 przedstawiono graficzny interfejs użytkownika specjalizowanego oprogramowania. Jako najważniejsze cechy charakterystyczne wskazać należy:

- kompatybilność z programatora-

- mi Eurobalis produkcji Rail-Mil;
- funkcjonalność programowania Eurobalis;
- odczyt balis poprzez interfejs A z wykorzystaniem szczeliny powietrznej;
- dekodowanie telegramu na język ETCS;

Jako cechy innowacyjne w odniesieniu do oprogramowania Q7-PROG wskazać należy:

- możliwość łatwego kopiowania telegramów z jednej balisy do następnej;
- możliwość aktywacji i dezaktywacji balisy z wykorzystaniem programatora.

Programowanie Eurobalis odbywa się zgodnie z zestawionymi poniżej krokami (w kolejności wykonania), dla otrzymanego pakietu telegramów:

- konwersja/import do oprogramowania Q7-CREATOR lub wypracowanie ich w oprogramowaniu;
- wygenerowanie finalnego telegramu dla Eurobalisy;
- określenie wymaganego formatu telegramu (krótki/długi);

- umieszczenie programatora Q7-UPKE/Q7-UPKE-HAND nad centrum balisy;
- połączenie oprogramowania z programatorem z wykorzystaniem kabla transmisyjnego lub w formie bezprzewodowej poprzez Wi-Fi;
- wydanie z dostępnych polecenia dotyczącego:
 - programowania balisy;
 - weryfikacja zawartości (telegramu) balisy.

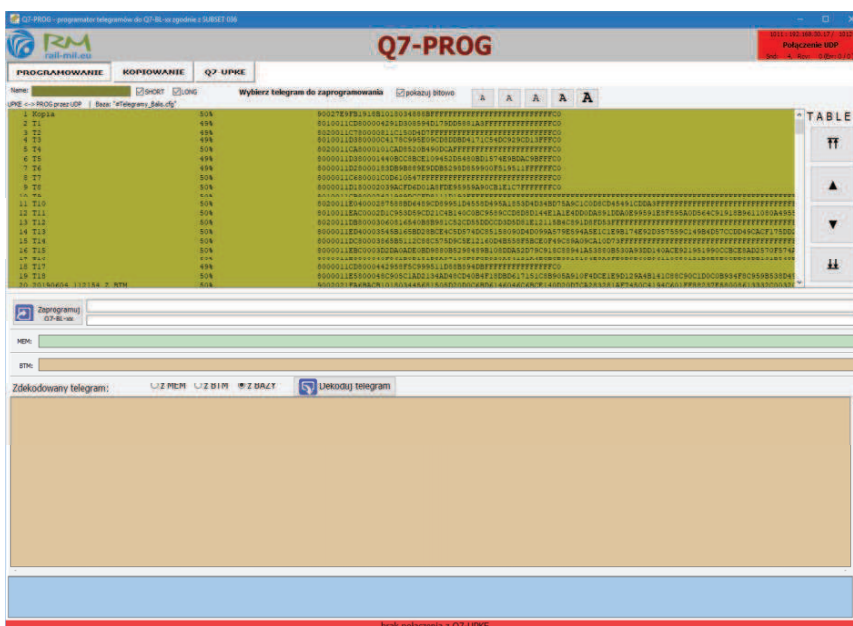
Interfejs światłowodowy jako innowacyjne rozwiązanie dla transmisji danych w relacji LEU-Eurobalisa

Połączenie eurobalisy z systemem zależnościami realizowane jest poprzez jednostkę koder LEU (ang. *Lineside Electronic Unit*). Interfejs między Eurobalisą a koderem LEU jest ustandaryzowany i wyspecyfikowany w [2] jako interfejs „C”. Interfejs „C” przekazuje szeregowo telegramy generowane przez LEU do Eurobalisy, która transmituje je dalej do urządzeń pojazdowych.

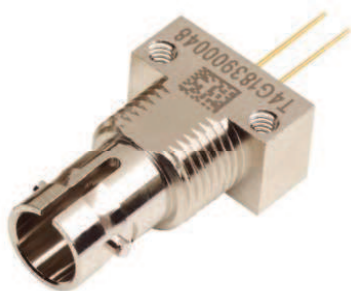
Ze względu na to, że kabel uważany jest za część Eurobalisy, specyfikacja dotyczy w szczególności samego podłączenia do LEU. Preferowane przez specyfikację rozwiązanie obowiązuje dla kabli do 500 m (wymagania dla dłuższych kabli nie są znormalizowane). Sygnały przesyłane interfejsem „C” muszą być niezależne od polaryzacji – co oznacza, że zamiana dwóch przewodów wejściowych nie wpłynie na odbierany strumień bitów.

Specyfikacja w [2] definiuje cztery różne interfejsy „C”:

- „C1” – wejście danych (ang. up-link),
- „C4” – wyjście blokowania przełączania telegramów w LEU (opcja),
- „C5” – wejście programowania eurobalisy (brak standaryzacji),



4. Oprogramowanie do programowania Eurobalis – graficzny interfejs użytkownika
Źródło: materiały wewnętrzne firmy Rail-Mil. [4]



5. Konwerter energii optycznej na elektryczną w paśmie 800-850nm. Źródło: [5]

- „C6” – wejście zasilania.

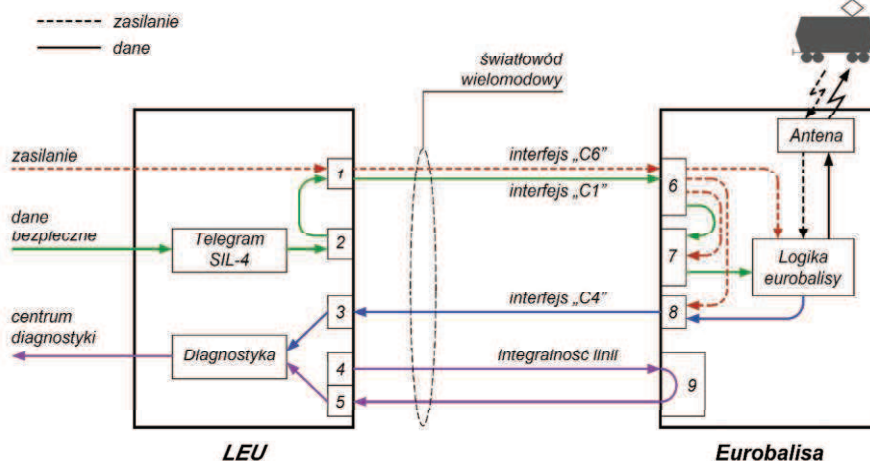
Interfejs „C1” służy do transmisji telegramów z LEU do eurobalisy. Medium transmisyjne powinno być przezroczyste dla przesyłanych wiadomości. Szybkość transmisji powinna wynosić 564,48 kbit/s.

Interfejs „C4” służy do transmisji do LEU informacji, że Eurobalisa zasilana jest przez urządzenia pokładowe przejeżdżającego nad nią pojazdu, i wówczas zmiana wysyłanego telegramu przez LEU powinna być zablokowana.

Interfejs „C6” służy do zasilania obwodów interfejsu wejściowego eurobalisy *up-link*. Sygnał powinien być falą sinusoidalną o częstotliwości $8,820 \text{ kHz} \pm 0,1 \text{ kHz}$.

Firma Rail-Mil proponuje innowacyjną realizację interfejsu „C” w oparciu o technikę światłowodową. W rozwiązaniu uwzględnione zostały interfejsy „C1”, „C4” i „C6”, wykorzystujące kabel światłowodowy zarówno do dwukierunkowej cyfrowej transmisji danych, jak również do zasilania układu logiki eurobalisy.

Technologia przysyłania energii do zasilania, a nie tylko (lub zamiast) cyfrowej transmisji danych PoF (ang. *power-over-fibre*), umożliwia rezygnację z oddzielnych metalicznych linii transmisji danych i zasilania [6], [7]. Ma ona obecnie zastosowanie do zasilania urządzeń o mocy rzędu kilku watów, co w przypadku eurobalisy jest w pełni wystarczające. Warto jednak podkreślić, że technika światłowo-



6. Schemat połączenia LEU i Eurobalisy z interfejsem światłowodowym (opis w tekście). Źródło: Materiały wewnętrzne firmy Rail-Mil. [4]

dowa umożliwia zasilanie urządzeń o mocach wielokrotnie większych [10]. W powiązaniu stosowany jest światłowód multimodowy (ang. *multi-mode*). Na Rysunku 5 przedstawiono zastosowany konwerter energii optycznej na elektryczną.

Rysunek 6 przedstawia schemat powiązania LEU i Eurobalisy z zastosowaniem techniki światłowodowej w oparciu o komponenty rodziny rmRailProtector 4.0. Powstały dwa rozwiązania wykorzystujące cztery lub pięć włókien. Pod względem logicznym można wyróżnić cztery interfejsy:

- 1 – 2: zasilanie układu logiki eurobalisy (interfejs „C6”),
- 2 – 7: transmisja telegramów (interfejs „C1”),
- 8 – 3: transmisja informacji o blokowaniu telegramów z LEU (interfejs „C4”) oraz dane diagnostyczne,
- 4 – 9 – 5: kontrola integralności linii światłowodowej.

Wykorzystanie łącza światłowodowego do współpracy Balisa-LEU jest rozwiązaniem prawnie chronionym na rzecz Rail-Mil (nr zgłoszenia to P.430674)

Interfejs światłowodowy nie jest wprost zdefiniowany w TSI w zakresie technicznej realizacji. Natomiast jest on w zakresie funkcjonalnym jak

najbardziej zgodny z wymaganiami określonymi w [3].

Zastosowanie kabla światłowodowego w realizacji interfejsu „C” posiada szereg zalet stanowiących o przewadze tego rozwiązania w porównaniu z połączeniami metalicznymi:

- zwiększenie maksymalnej odległości między Eurobalisą a LEU do 3000 m (co umożliwia centralizację LEU nawet na bardzo dużych stacjach kolejowych),
- odporność na zakłócenia elektromagnetyczne, przepięcia, wyładowania atmosferyczne,
- odporność na ingerencję z zewnątrz (cyberbezpieczeństwo),
- transmisja informacji z Eurobalisy do LEU, w tym pełnej informacji diagnostycznej,
- ciągła kontrola integralności linii światłowodowej,
- uproszczenie okablowania – bezpośrednie podłączenie światłowodu do Eurobalisy,
- separacja galwaniczna połączonych urządzeń.
- zmniejszenie ryzyka kradzieży, ze względu na brak kabla miedzianego.

Eurobalisa z interfejsem światłowodowym typu Q7-BL-FO przystosowana będzie do współpracy z koderem LEU wyposażonym w odpowiednim

interfejs po swojej stronie. W przypadku urządzeń firmy Rail-Mil będzie to koder typu Q7-LU-FO3. W takim przypadku Eurobalisa musi być dostarczana razem z LEU, więc można zastosować grupowanie składników interoperacyjności, zgodnie z punktami 4.2.7.4 oraz 5.2.2 [3]. Grupa zdefiniowana poprzez realizowane przez nią funkcje oraz przez pozostałe interfejsy zewnętrzne, jest uważana za składnik interoperacyjności.

Podsumowanie

Przedstawiona w artykule koncepcja innowacyjnej linii produktów rmRailProtector 4.0 stanowi odpowiedź na rynkowe zapotrzebowanie na rozwiązania najwyższej jakości i o najlepszych parametrach technicznych, znacznie wykraczających poza wymagania określone jako minimalne dla tej klasy urządzeń.

Wdrażanie systemu ETCS w Polsce jest i będzie procesem długotrwałym i obejmującym bardzo różne odcinki linii kolejowych [8],[9]. Instalowanie systemu ETCS L2 jest kosztowne [11] i nie wszędzie będzie opłacalne. W takich przypadkach alternatywnym rozwiązaniem może być właściwie zaprojektowany system ETCS L1. Taki system powinien być oparty na technice światłowodowej umożliwiającej znaczne wydłużenie linii transmisyjnych, nowoczesnych narzędziach programowania eurobalis oraz scentralizowanym LEU i pozyskiwaniu informacji z nastawnicy, które pozwolą lepiej wykorzystać informacje przetwarzane w warstwie podstawowej, poprawić wyniki eksploatacyjne i zapewnić płynność ruchu [12]. Wszystkie wyżej wymienione postulaty spełnia jednocześnie rodzina produktów rmRailProtector 4.0 firmy Rail-Mil.

Prezentowane rozwiązanie dostosowane jest do współpracy z wielokomputerowym stacyjnym systemem zależnościowym służącym do sterowania ruchem kolejowym

typu MOR 3 produkowanym przez Zakłady Automatyki KOMBUD S.A. Pierwsze wdrożenia systemu rmRailProtector 4.0 planowane są jako wspólne wdrożenia w kooperacji ww. firm.

Wyznaczony kierunek można z powodzeniem uznać za słuszny, ponieważ prowadzone badania i testy potwierdzają wysoką niezawodność i efektywność proponowanych rozwiązań. Rodzina rmRailProtector 4.0 wyznacza zupełnie nową jakość w projektowaniu, instalacji i eksploatacji systemu ETCS L1. W niedalekiej przyszłości będzie możliwe również sprawdzenie systemu w warunkach rzeczywistego zastosowania. Dalsze prace będą skupiały się więc nie tylko na doskonaleniu samych urządzeń, ale także zasadach projektowania zbudowanych z nich systemów. Ma to na celu pełne wykorzystanie możliwości wynikających z wdrożenia systemu ETCS na sieci kolejowej.



Materiały źródłowe

- [1] Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa Rzeczypospolitej Polskiej, Krajowy Plan wdrażania Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności „Sterowanie”, Warszawa – Czerwiec 2017
- [2] SUBSET-036 Issue 3.1.0: FFFIS for Eurobalise, ERA - UNISIG - EEIG ERTMS USERS GROUP, ISSUE: 3.1.0: 17/12/2015.
- [3] Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 roku w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” systemu kolei e Unii Europejskiej
- [4] Sławomir Jasiński, Mariusz Maciejewski, rmRailProtector 4.0 Rail-Mil / ETCS Components – rodzina Q7 – prezentacja założeń systemu, Lipiec-2019

- [5] Fiber Optic Modules and Components, <https://www.broadcom.com/products/fiber-optic-modules-components>, dostęp dnia 04.09.2019
- [6] Sittakul Vitawat, Clare L., Burrow Stephen, Li X., Cryan Martin, Sittakul Vitawat, Power-over-fibre for wireless applications [w:] Microwave and Optical Technology Letters, maj 2011, Vol.53(5), ss.1027-1032
- [7] Wild G., Allwood G., Hinckley S., Distributed sensing, communications, and power in optical Fibre Smart Sensor networks for structural health monitoring [w:] Sixth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing, grudzień 2010, ss.139-144
- [8] Kulińska E., Dendera-Gruszka M., Wojtynek L., Masłowski D., Szczurek M., Europejski system sterowania ruchem kolejowym: analiza techniczno-ekonomiczna [w:] Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2017, r. 18, nr 6, ss. 1454-1459
- [9] Fajczak-Kowalska A., Krenski C., Implementacja ERTMS/ETCS w Polsce [w:] Logistyka, 2015, nr 3, ss. 1286-1296
- [10] Gonthier F, Martineau L, Azami N., Faucher M., Seguin F., Stryckman D., Villeneuve A., High-power All-Fiber® components: The missing link for high power fiber lasers [w:] Fiber Lasers: Technology, Systems, and Applications, Vol. 5335, 2004
- [11] Drobysz T., Wdrożenia i tranzycje w systemie ERTMS/ETCS na sieci PKP PLK, prezentacja, Zakopane 2017
- [12] Kochan A., Koper E., Ilczuk P., Gruba Ł., Tranzycje w systemie ERTMS/ETCS [w:] Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport, z. 121, 2018