

GRADOWSKI Paweł ¹
 BIAŁOŃ Andrzej ²
 GRYGLAS Marta ³

Scenariusze operacyjne – zbiór zasad funkcjonowania systemu ERTMS/ETCS

ERTMS/ETCS, poziomy systemu, tryby pracy pojazdów trakcyjnych, scenariusze operacyjne

Streszczenie

Zarządca infrastruktury kolejowej w Polsce zapoczątkował wdrażanie systemu ERTMS. W prezentowanym referacie, przedstawiono opis poziomów systemu, tryby pracy pojazdów trakcyjnych, podstawowe parametry systemu a także przykładowe zasady działania systemu. Parametry te są elementami wykorzystywanymi przez scenariusze operacyjne, które opisują zachowanie systemu w określonych sytuacjach ruchowych na liniach kolejowych objętych budową systemu ERTMS.

THE OPERATING SCENARIOS – THE FILE OF PRINCIPLES OF FUNCTIONING THE SYSTEM ERTMS/ETCS

Abstract

The administrator of railway infrastructure in Poland initiated the implementation the system ERTMS. It in presented paper, was introduced the description of levels system, modes of work traction vehicles, basic parameters of system and the also example principles of working system. Parameters these are the elements used by operating scenarios, which describe in definite motive situations the proceeding of system on railway lines the hugged the development of system ERTMS.

1. WSTĘP

Zgodnie z Narodowym Planem Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce na 5.000 km planowane jest wdrożenie systemu ERTMS/ETCS, zaś na 15.000 km ma być wdrożony system ERTMS/GSM-R.

W chwili obecnej infrastruktura kolejowa zarządza przez spółkę PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. doposażona jest zgodnie z wymienionym powyżej planem w urzędzenia obu systemów. W realizowanych projektach od strony ERTMS/ETCS zabudowywane są elementy infrastruktury przytorowej systemu poziomu 1 na odcinku linii kolejowej E 65 (ok. 224 km), CMK, Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie oraz elementy infrastruktury przytorowej i pokładowej na odcinku linii E 30 (ok. 84 km), Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna (granica państwa). Natomiast od strony ERTMS/GSM-R w urzędzenia tegoż systemu wyposażany jest wspomniany powyżej odcinek na linii E 30 (w ramach oddzielnego kontraktu dotyczącego tylko systemu łączności).

Wszystkie systemy eksploatowane na sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A. opisane są dokumentami dostarczającymi ogólnych informacji na temat zakresu funkcjonalnego użytkowanych systemów, tak i dla obecnie instalowanego wyposażenia powinny zostać opracowane takie dokumenty. Najprostszym sposobem zebrania oraz przekazania użytkownikom informacji na temat zasad funkcjonowania systemu ERTMS/ETCS jak i ERTMS/GSM-R jest opracowanie zbioru scenariuszy, które pokazują sekwencje zdarzeń widzianych od strony działań operacyjnych. W dalszej części niniejszego referatu przedstawione zostaną informacje dotyczące zakresu funkcjonalnego systemu ERTMS/ETCS.

Opracowane scenariusze bazują na głównym źródle, którym jest dokument SRS ERTMS/ETCS – Class 1, Subset-026, wersja 2.3.0. wraz z Subset-108, wersja 1.2.0. Wszystkie terminy i skróty są zgodne z Subset-023.

2. OPIS POZIOMÓW ZGODNIE Z ERTMS/ETCS

Pełny opis poziomów jest zawarty w SRS ERTMS/ETCS Class 1. Wszystkie pociągi niewyposażone w urzędzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS będą otrzymywały Zezwolenie Na Jazdę (sygnał droga wolna) za pośrednictwem przytorowej sygnalizacji świetlnej. Pojazdy trakcyjne wyposażone w urzędzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS poziomu 2 będą otrzymywać Zezwolenie Na Jazdę z RBC za pośrednictwem danych transmitowanych w bezpieczny sposób przez sieć GSM-R, a dla poziomu 1 po minięciu balis rozmieszczonych przy sygnalizatorach świetlnych. Pojazdy

¹ 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

² 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

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

³ 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

trakcyjne mogą mieć możliwość pracy w różnych reżimach (poziomach i trybach), w zależności od kompatybilności ich urządzeń pokładowych z urządzeniami przytorowymi.

Pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS będą informowane o tym, które z poziomów ERTMS są obsługiwane w tym obszarze z chwilą minięcia grupy balis informujących o zbliżaniu się do danego obszaru ERTMS/ETCS. Urządzenia pokładowe przełączą się do najwyższego z obsługiwanych przez nie poziomów systemu ETCS, który definiowany jest tabela możliwych przejść zgodną z SRS ERTMS/ETCS Class 1.

2.1 Poziom 0

Poziom 0 jest wykorzystywany przez pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ETCS, nie posiadające STM dla narodowych systemów klasy B (w Polsce, tj. SHP i RADIOSTOP), lecz posiadające urządzenia systemu narodowego klasy B pracujące samodzielnie. Poziom 0 jest używany w trakcje jazdy ww. pociągów po liniach niewyposażonych w urządzenia przytorowe systemu ERTMS/ETCS. Sposób obsługi pociągów niewyposażonych w urządzenia pokładowe systemu ETCS, lecz posiadających urządzenia narodowe klasy B pracujące samodzielnie, bazuje na obecnych zasadach prowadzenia ruchu.

Należy zauważyć, że urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS pracujące w poziomie 0 nadzorują jedynie przekroczenie prędkości maksymalnej dozwolonej dla obszaru niewyposażonego.

2.2 Poziom STM

Poziom STM jest wykorzystywany przez pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS oraz posiadające moduł STM dla narodowych systemów klasy B. Poziom STM jest używany w trakcje jazdy ww. pociągów po liniach niewyposażonych w urządzenia przytorowe systemu ERTMS/ETCS.

W poziomie STM urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS nie nadzorują jazdy pociągu i to maszynista jest zobowiązany do nadzorowania prędkości jazdy pociągu zgodnie z informacjami otrzymanymi z przytorowych sygnalizatorów świetlnych oraz od systemów narodowych klasy B.

2.3 Poziom 1

Jest to poziom wykorzystywany do jazdy w obszarze wyposażonym w urządzenia przytorowe systemu ERTMS/ETCS poziomu 1, przez pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS poziomu 1 lub poziomu 2.

2.4 Poziom 2

Jest to poziom wykorzystywany do jazdy w obszarze wyposażonym w urządzenia przytorowe systemu ERTMS/ETCS poziomu 2, przez pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS poziomu 2.

W celu zapewnienia użytkowania linii zarówno przez pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS odpowiedniego poziomu jak i niewyposażone, wyposażane w ramach prowadzonych kontraktów odcinki linii powinny zostać tak wyposażone, aby wspierać wymienione powyżej poziomy, tj. to znaczy, że są wyposażone w obwoły torowe lub liczniki osi, elektromagnesy SHP, sygnalizatory świetlne i będzie doposażony w grupy balis.

3. TRYBY PRACY URZĄDZEŃ POKŁADOWYCH

Szczegóły dotyczące poszczególnych trybów pracy urządzeń pokładowych, zarówno dla rozważań dotyczących poziomu 1 bądź poziomu 2, opisane w dokumencie SRS ERTMS/ETCS – Class 1, Subset-026, rozdział 4, są następujące:

Ozn. trybu	Angielska nazwa trybu	Polska nazwa trybu
IS	Isolation	Odlączenie Systemu
NP	No Power	Brak Zasilania Systemu
SF	System Failure	Uszkodzenie Systemu
SL	Sleeping	Uśpienie
SB	Stand By	Gotowość
SH	Shunting	Jazda Manewrowa
FS	Full Supervision	Pełny Nadzór
UN	Unfitted	Linia Niewyposażona
SR	Staff Responsible	Odpowiedzialność Personelu
OS	On Sight	Na Widoczność z ETCS
TR	Trip	Zatrzymanie Przez System
PT	Post trip	Po Zatrzymaniu Przez System
NL	Non Leading	Podrzędny

Ozn. trybu	Angielska nazwa trybu	Polska nazwa trybu
SE	STM European	STM Europejski
SN	STM National	STM Krajowy
RV	Reversing	Cofanie

Stopień nadzorowania jazdy będzie odpowiedni dla danego trybu pracy. W przypadku poziomu 2 dodatkowo pociąg informuje RBC o bieżącym trybie pracy urządzeń pokładowych systemu ETCS. Niektóre z trybów pracy mogą być wdrożone jedynie przy żądaniu ich wdrożenia wysłanym z RBC.

Pełny opis warunków i możliwości przejścia pomiędzy wyżej wymienionymi trybami opisany jest w sposób szczegółowy odpowiednim diagramem przejść w dokumencie SRS ERTMS/ETCS Class 1.

4. PARAMETRY SYSTEMOWE

W czasie opracowywania danych aplikacyjnych powinno być możliwe przypisanie wartości zmiennych dla całego obszaru oddziaływania systemu ERTMS/ETCS w następujących parametrach:

- Pakiet 3: Zmienne Narodowe,
a dla poziomu 2 dodatkowo innych pakietów wymaganych dla zapewnienia poprawnej transmisji tor- pojazd w całym obszarze oddziaływania systemu RBC.

Pakiet 3 (Zmienne Narodowe) – wartości PKP PLK S.A.		
D_NVOVTRP	200 m	Maksymalny dystans jazdy, możliwy do pokonania, gdy aktywna jest funkcja „Przejazd poza miejsce Końca Zezwolenia Na Jazdę (ang. Override EoA)”
D_NVPOTRP	0 m	Maksymalny dystans dla jazdy wstecz w trybie PT
D_NVROLL	2 m	Dozwolony dystans stacjana
D_NVSTFF	∞ (= nieskończoność)	Maksymalny dystans jazdy w trybie SR
M_NVCONTACT	1 (= hamowanie służbowe)	Określenie reakcji urządzeń pokładowych systemu ETCS, na upływanie czasu określonego przez zmienną T_NVCONTACT
M_NVDERUN	1 (= Tak)	Zmienna określająca, czy maszynista może wprowadzić nową wartość identyfikatora maszynisty w czasie jazdy pociągu
Q_NVDRIVER_ADHES	1 (= Dozwolone)	Modyfikacja przez maszynistę współczynnika przyczepności (ang. trackside adhesion factor)
Q_NVEMRRLS	1 (= funkcja natychmiastowego zwolnienia jest dostępna)	Kwalifikator zezwolenia na przerwanie hamowania nagłego
Q_NVSRBKTRG	1 (= Tak)	Kwalifikator zezwolenia na stosowanie hamowania służbowego w czasie realizacji kontrolowanego hamowania do punktu docelowego
T_NVCONTACT	20 s	Maksymalny czas dopuszczalnej przerwy w łączności pomiędzy urządzeniami pokładowymi systemu ERTMS/ETCS a RBC. Jeżeli przez czas dłuższy niż określony wartością T_NVCONTACT, nie będą otrzymywane telegramy z RBC, urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS podejmą reakcję określoną przez zmienną M_NVCONTACT
T_NVOVTRP	60 s	Maksymalny czas trwania aktywności funkcji „Przejazd poza miejsce Końca Zezwolenia Na Jazdę (ang. Override EoA)”
V_NVALLOWOVTRP	0 km/h	Maksymalna prędkość przy jakiej maszynista ma prawo aktywowania funkcji „Przejazd poza miejsce Końca Zezwolenia Na Jazdę (ang. Override EoA)”
V_NVONSIGHT	20 km/h	Maksymalna dopuszczalna prędkość dla jazdy w trybie OS
V_NVREL	20 km/h	Maksymalny dopuszczalny limit prędkości dla prędkości zwolnienia (ang. Release Speed).
V_NVSHUNT	25 km/h	Maksymalna dopuszczalna prędkość dla jazdy w trybie SH
V_NVSTFF	40 km/h	Maksymalna dopuszczalna prędkość dla jazdy w trybie SR
V_NVSUPOVTRP	20 km/h	Maksymalna prędkość jazdy gdy aktywna jest funkcja „Przejazd poza miejsce Końca Zezwolenia Na Jazdę (ang. Override EoA)”.
V_NVUNFIT	160 km/h	Maksymalna dopuszczalna prędkość dla jazdy w trybie UN

5. ZASADY OGÓLNE

W tworzonych ramach określonych wymaganiami kontraktowymi w realizowanych projektach (różna architektura sprzętowa zabudowywanego systemu ERTMS/ETCS) dla konkretnych sytuacji ruchowych opisywanych jako zasady

funkcjonowania systemu ERTMS/ETCS, stosowane są też inne definicje i funkcje, których nie powtarza się przy opisie określonego scenariusza operacyjnego. Poniżej przedstawiono przykładowe składniki tworzone do opisu zasad funkcjonowania systemu.

5.1 Zezwolenie Na Jazdę

Zezwolenie Na Jazdę (MA – Movement Authority) jest zezwoleniem dawanym pociągowi do wykorzystania nastawionej i utwierdzonej dla niego drogi przebiegu, w szczególności przez określenie długości drogi, jaką pozwala się pokonać pociągowi. Wysyłane do pociągu MA podaje tę odległość, jako łączną dla wszystkich kolejno utwierdzonych elementów tej drogi. Koniec MA, tzw. EoA (ang. End of Movement Authority), określa koniec ostatniego elementu całej drogi utwierdzonej dla pociągu. Miejsce, gdzie kończy się MA, wskazuje fizyczny sygnalizator umieszczony przy torach.

W poziomie 1 informacja z MA jest wysyłana do urządzeń pokładowych przez balisy, a w poziomie 2 informacja z MA jest wysyłana do urządzeń pokładowych przez RBC.

5.2 Opis drogi jazdy

Wraz z MA potrzebna jest dodatkowo informacja o opisie toru w drodze jazdy. Informacja ta dotyczy co najmniej drogi pomiędzy szacowaną pozycją czoła pociągu a Końcem Zezwolenia Na Jazdę/pozycja nadzorowaną. Jeżeli tak nie jest, to urządzenia pokładowe powinny odrzucić takie MA.

Opis toru w drodze jazdy zawiera zawsze profil prędkości statycznej i profil pochylenia miarodajnego. Opcjonalnie w opisie drogi jazdy można zawrzeć inne uwarunkowania takie jak np. profil prędkości zależny od nacisku na oś, stan toru, dane o przystosowaniu drogi czy też informacje o zmianie współczynnika przyczepności.

5.3 Informacja z grupy balis

Wszystkie grupy balis mają swój unikalny numer identyfikacyjny. Jest on używany do oznaczania pozycji pociągu. Gdy pociąg mijają grupę balis zerowany jest kumulujący się błąd obliczania bieżącej pozycji. Zalecane jest żeby reakcja na niezgodność Łączenia balis (korelacji balis) była ustawiona na „Wdrożenie Hamowania Służbowego”.

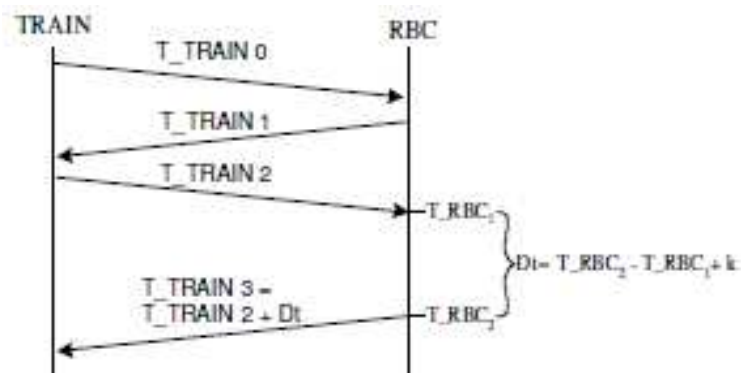
W przypadku poziomu 2 grupy balis zainstalowane przed obszarem nadzorowanym przez RBC, zawierają informacje wzywające urządzenia pokładowe do zarejestrowania się w odpowiedniej sieci GSM-R i żądające nawiązania połączenia z RBC o podanym numerze identyfikacyjnym oraz telefonicznym. Grupy balis zainstalowane na granicy obszaru RBC zawierają tzw. tabelę priorytetów dla poziomów ERTMS/ETCS, nadzorowanych przez urządzenia przytorowe systemu.

5.4 Zarządzanie kluczami

W przypadku poziomu 2 ERTMS/ETCS w czasie inicjowania sesji komunikacyjnej pomiędzy urządzeniami pokładowymi i RBC wykorzystywane są klucze kryptograficzne (KMAC). Za obsługę i utrzymanie kluczy jest odpowiedzialny zarządca infrastruktury.

5.4 Stemple czasowe i kontrola przekroczenia czasu

Wszystkie telegramy w przypadku poziomu 2 ERTMS/ETCS wysyłane pomiędzy RBC i pociągiem zawierają tzw. znacznik czasu (T_{TRAIN}) w celu wykrycia telegramów przedawnionych i dla zapoczątkowania odmierzenia czasu dla sekcji z czasowym Zezwoleniem Na Jazdę. Wszystkie znaczniki czasu są odniesione do czasu pokładowego, tj. zarówno pociąg jak i RBC posługują się znacznikami czasu wyrażonymi czasem urządzeń pokładowych. Gdy RBC wysyła telegram do pociągu, to RBC oblicza czas (Dt), który upłynął od ostatnio odebranej z pociągu wiadomości.



Zarówno RBC jak i urządzenia pokładowe powinny sprawdzać, czy odebrany telegram posiada znacznik czasu wyższy od przekazanego w telegramie poprzednio odebranym. Telegramy ze znacznikiem czasu powtórzonym lub starszym nie mogą być zaakceptowane, tzn. że taki telegram jest odrzucany, a nadzorowanie odbywa się nadal na podstawie telegramu

odebranego prawidłowo wcześniej. Dla zapewnienia, że dwa telegramy wysyłane do pociągu w tym samym cyklu pracy RBC nie mają tych samych znaczników czasu, dodaje się pewną stałą (τ).

6. SCENARIUSZE OPERACYJNE

W ramach każdego realizowanego projektu opracowywane są odpowiednie scenariusze operacyjne, które stanowią zbiór zasad funkcjonowania systemu ERTMS/ETCS poziomu 1 lub poziomu 2 dla określonych możliwych do zaistnienia warunków ruchowych zgodnych z określonymi wymaganiami kontraktowymi. Opis każdego scenariusza jest podzielony na kilka części, składających się z:

Stanu początkowego – opisuje zakładane warunki początkowe. W niektórych przypadkach dla opisanego stanu początkowego wykonuje się odpowiedni rysunek.

Ciągu zdarzeń – opis sekwencji zdarzeń, który może być przedstawiony w formie listy kolejnych zajęć lub w formie schematów blokowych (tzw. diagramów przepływu informacji). W zasadniczych scenariuszach mogą być podane dodatkowo numery telegramów i pakietów języka ERTMS/ETCS, charakteryzujących dane przejście.

W przypadku listy zdarzeń oczekiwane rezultaty są podane jako sekwencja dalszych zdarzeń. Dokładne następstwo zajęć w rzeczywistości może się nieco różnić, jako że działania dyżurnego i maszynisty nie są dokładnie zsynchronizowane.

W przypadku schematu blokowego, opis przy pomocy operatorów warunkowych generuje wiele możliwych sekwencji przejść. Zasadniczo w scenariuszu opisana jest tylko jedna sekwencja. W niektórych przypadkach wystarczające jest opisanie zdarzenia tylko w formie tekstowej.

Stanu pośredniego – opcjonalna forma stanu końcowego dla zdarzenia, które jest jednocześnie stanem początkowym dla kolejnego zdarzenia. Dla niektórych bardziej skomplikowanych scenariuszy wprowadza się taki dodatkowy stan przejściowy w celu ułatwienia zrozumienia jaki jest stan systemu po zajęciu poprzedniego zdarzenia i przed wystąpieniem kolejnego zdarzenia.

Stanu końcowego – opisuje stan końcowy po zajęciu wszystkich zdarzeń ujętych w danym scenariuszu operacyjnym a niekiedy opisuje również warunki dla kontynuacji działania po przejściu danej sekwencji zdarzeń. Jednakże nie we wszystkich przypadkach musi powstać opis stanu końcowego. Czasami występuje sytuacja, że dany scenariusz operacyjny może zawierać kilka stanów końcowych, które są dokładnie rozróżnione i opisane jako kolejne sytuacje.

Komentarze – niektóre scenariusze mogą wymagać wystąpienia komentarza. Mogą one zawierać:

- krótki opis innego możliwego zachowania systemu, w przypadku gdyby pewne zdarzenia głównej sekwencji zajęć, zaszły w innej nie opisywanej kolejności.
- informacji, że zachowanie systemu może być takie samo, gdyby w międzyczasie wystąpiło jakieś inne zdarzenie nie opisane w głównym ciągu zajęć.
- warunki dodatkowe, które są wymagane aby zaszło któreś ze zdarzeń opisanych w głównej sekwencji zajęć.
- odwołania do innego scenariusza, który w sposób bardziej kompleksowy przedstawia problem zaanonsowany w którymś z jednostkowych zdarzeń.

Każdy scenariusz opisuje jedynie sekwencję zdarzeń związanych z danym przypadkiem w celu uzyskania kompletnego scenariusza, należy niekiedy zestawić kilka scenariuszy ze sobą.

6.1 Schematy blokowe

Niektóre scenariusze operacyjne są opisane za pomocą schematów blokowych (diagramów przepływu informacji), do których konstrukcji wykorzystywane są następujące bloki:

- blok jednostki odpowiedzialny za wszystkie akcje wzdłuż linii przejścia,
- blok zdarzeń lub działań z określonym rezultatem,
- blok zdarzeń lub działania z określonym rezultatem, które zależą od pewnych warunków,
- bloku wskazującego główny ciąg zdarzeń lub przepływu informacji,
- bloku alternatywnego ciągu zdarzeń i lub przepływu informacji,
- bloku alternatywnego ciągu zdarzeń, które mogą prowadzić z powrotem do ciągu głównego,
- blok indykacji, tj. wskazań na monitorze maszynisty lub dyżurnego ruchu,
- blok pracy urządzeń pokładowych ETCS.

Jako jednostki w schematach blokowych może wystąpić:

- tor – przedstawia informacje przychodzące z grup balis,
- maszynista/DMI – przedstawia działania maszynisty i informacje wyświetlane dla maszynisty na pokładowym pulpicie ERTMS/ETCS – DMI,
- pociąg/ETCS – przedstawia zdarzenia związane z działaniem urządzeń pokładowych systemu ERTMS/ETCS,
- RBC – przedstawia zdarzenia związane z działaniem Centrum Sterowania Radiowego,
- CMI – przedstawia zdarzenia związane z działaniem panelu CMI służącego dyżurnemu ruchowi do obsługi urządzeń przytorowych systemu ERTMS/ETCS, tzn. komputera RBC,
- Dyżurny ruchu – przedstawia zdarzenia związane z pracą dyżurnego ruchu.

Niektóre schematy blokowe mogą zawierać także wyszczególnienie telegramów, które są przesyłane pomiędzy poszczególnymi jednostkami.

7. PODSUMOWANIE

Przedstawione powyżej elementy stanowią podstawę do opracowania zasad funkcjonowania systemu ERTMS/ETCS poziomu 1 lub poziomu 2 realizowanego na terytorium Polski. Zasady te dla obu projektów opisywane są w dedykowanych dla poszczególnych odcinków scenariuszy operacyjnych obejmujących takie elementy funkcjonowania jak: wjazd do obszaru ERTMS/ETCS, wyjazd z obszaru ERTMS/ETCS, wydawania zezwoleń na jazdę, startu pociągu na posterunku ruchu, dzielenia i łączenia pociągu, wprowadzanych czasowych ograniczeń prędkości i przesyłanych wiadomości tekstowych, jazdy manewrowej, sytuacji szczególnych (oddzielnie) zarówno dla obiektów torowych jak i systemu ERTMS/ETCS, sytuacji niebezpiecznych, przejazdów kolejowych i wielu innych wynikających ze specyfikacji warunków określonych kontraktem jak i warunkami ruchowymi na rozważanej linii kolejowej.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym ERTMS*, zatwierdzony przez Radę Ministrów, komunikat nr 41(128), Warszawa, 06.03.2007
- [2] A. Białoń, P. Gradowski, M Pawlik *Polish national European Railway Traffic Management System Deployment Plan*, EURNEX-ŻEL 2007, „Towards more competitive European rail system”, Żylna 30.04-3.05.2007.
- [3] *Glossary of Terms and Abbreviations, UNISIG Subset-023, wersja 2.03.0*
- [4] *System Requirement Specification, UNISIG Subset-026, wersja 2.3.000*
- [5] *Interoperability-related consolidation on TSI annex A documents, ERA Subset-108, wersja 1.2.0*
- [6] *Linia E 30 pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce, Scenariusze operacyjne*, dokumentacja projektowa projektu „Modernizacja linii kolejowej E 30, etap II. Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica – Węglińiec – Bielawa Dolna – w części ETCS II”, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska sp. z o.o., Katowice, 2011