

Andrzej BIAŁOŃ¹
Paweł GRADOWSKI²
Marta GRYGLAS³

PERSPEKTYWY EUROPEJSKIEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM KOLEJOWYM

ERTMS na dzień dzisiejszy staje się coraz popularniejszym systemem zarządzania ruchem kolejowym. W kolejnych latach jego rozwój mocno będzie wspierany przez Komisję Europejską i ERA. W tym celu zamrożono rozwój specyfikacji i podjęto rozmowy na temat wielu ułatwień dla wyposażenia pokładowego. Dla części przytorowej rozwijany jest INESS. W przypadku systemu GSM-R trwają sprawdzenia współpracy z systemami transmisji danych, pozycjonowania satelitarnego czy wprowadzenia 4-tej generacji łączności komórkowej (NGMN). Coraz powszechniejsze wdrożenia na świecie wskazują na jakość systemu ERTMS – przekształcają słabość w siłę.

PROSPECTS EUROPEAN RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM

The ERTMS on today's day becomes the more and more popular system of rail traffic management. In next years his development will be strongly supported by European Commission and ERA. The development of specification in this aim was frozen and conversation was undertaken was on subject many facilities for on-board equipment. For piece track-side INESS be unreeled. In case of system the GSM-R the last the checking with systems of broadcast of data the co-operation, satellite positioning or introduction 4th generation of mobile contact (the NGMN). More and more general implementation on world show on quality of system ERTMS they - transform weaknesses into strengths.

¹Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50
tel. +48 22 47-31-453, fax. +48 22 47-31-036, e-mail abialon@cntk.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

²Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50
tel. +48 22 47-31-050, fax. +48 22 47-31-036, e-mail pgradowski@cntk.pl

³Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50
tel. +48 22 47-31-416, fax. +48 22 47-31-036, e-mail mgryglas@cntk.pl

1. AKTUALNY STATUS ERTMS

1.1. Osiągnięcia na koniec 2008 roku

W obecnej chwili wspólne wysiłki kolei oraz przemysłu wspierane przez Komisję Europejską i Europejską Agencję Kolejową (ERA) osiągają coraz lepsze wyniki w obszarze dostaw ERTMS. Dotychczas, w pracy systemy ETCS i GSM-R były dominujące w eksploatacji miejscowej, jako tak zwane „wyspy”. Deklarowane korzyści z systemu GSM-R, wynikają głównie z rozległego zasięgu stosowania ogólnych aplikacji GSM i od zdobytego doświadczenia z produkcji na szeroką skalę. Problemy wynikające z charakterystycznej specyfiki kolejowej zostały rozwiązane dla stref, tj. obszary robót i manewrowe, pokrycia radiowego tunelu i osiągnięcie niezmiernie wysokiej dokładności dla transmisji danych dla ETCS. Instalacja i eksploatacja GSM-R udowadnia realizację stawianych systemowi zadań i celów dla kolejowych rozwiązań technicznych, organizacyjnych i zarządzania.

Dla ETCS, po wstępnych trudnościach na kilku liniach z sukcesem wystartowała pełna komercyjna eksploatacja systemu. Ważnym osiągnięciem była publiczna formalna aprobata zakresu objętego specyfikacją TSI dla podsystemu sterowanie. W początkowym okresie wybrano do testowania na różnych sieciach kolejowych strategię rywalizujących między sobą sześciu rozproszonych dostawców. Podejście takie, po części można wyjaśnić odpowiednim wykorzystaniem czasu, który jest potrzebny na wykonanie procedur dla bezawaryjności i oddania w pełni interoperacyjnych produktów różnych dostawców.

Postulaty wdrożeń systemu, które zrealizowano w 1990 r., jako pierwsze komercyjne aplikacje ERTMS, wdrażane były głównie na nowych liniach dużych prędkości. Jednakże, aplikacje systemu ETCS są uniwersalne dla wszystkich rodzajów linii kolejowych, w przeciwieństwie do systemów dedykowanych i wykorzystywanych na liniach dużych prędkości takich jak francuski TVM czy niemiecki LZB. Z ukazaniem się Dyrektyw i TSI dedykowanych dla linii konwencjonalnych, w celu osiągnięcia przez kraje członkowskie wewnętrznej spójności pomiędzy liniami dużych prędkości a konwencjonalnymi, jako przypadki współpracy z innymi podsystemami kolejowymi do oryginalnych zapisów zostały dodane cele (np. współpraca koło-szyna, dostawa energii) zmierzające do rozwiązania interoperacyjności dla obsługi granicznej pociągów dużych prędkości. Zasadniczo, dla sterowania stosowane są te same ogólne zasady i wymagania niezależnie od rodzaju linii (konwencjonalna, czy dużej prędkości). W celu uzyskania informacji o pożądanym celu na temat oferowanych usług na liniach konwencjonalnych realizowanych przez pociągi dużych prędkości, dla których wymagane są dodatkowe bądź bardziej skomplikowane funkcjonalności, można w ramach porównania wykorzystać wnioski z analiz przeprowadzonych dla pojazdów samochodowych poruszających się zarówno po drogach szybkiego ruchu, jak i lokalnych. Zawierają się one w zarządzaniu układem ustalonym albo mieszanym zestawieniem pociągów i wynikają z ogólnego zbioru zachowań przy hamowaniu lub ochronie przejazdów kolejowych.

Właściwym okazało się koncepcyjne podejście do ERTMS z różnorodną konfiguracją przytorową odpowiednią dla trzech aplikacyjnych poziomów i z uniwersalnym wyposażeniem pokładowym. Zgodnie z planem najbardziej znaczące korzyści odnośnie kosztów i wydajności będą dostępne w rozwiązaniach poziomu 3. Potencjalne możliwości systemu będzie można wykorzystać dopiero po długotrwałej fazie rozbudowy, szczególnie w przypadku floty taborowej. W celu osiągnięcia wszystkich możliwości oferowanych

przez trzy poziomy aplikacji powinno się je wykorzystywać w okresie przejściowym, który trwa dość długo. Doświadczenia z wdrożeń poziomu 1 potwierdzają, że jest to w miarę łatwa droga zmierzająca do pokrycia tradycyjnych systemów sygnalizacji równoległe systemem ETCS. Od strony sygnalizacji dla nowo budowanych i kompletnie przebudowywanych linii odpowiednim jest poziom 2, który bazuje na wykorzystaniu systemu komunikacji GSM-R. Okazuje się, że system prosperuje dobrze jako system do stosowania równoległego i bez sygnalizacji przytorowej, wymaganej do obsługi wszystkich pociągów na liniach przyległych, które muszą być wyposażone w ETCS. Rozwój dla aplikacji poziomu 3 przewidziano dla linii głównych, jednakże wkrótce stanie się on rzeczywistością w obszarze linii regionalnych.

Drażliwym zagadnieniem dla ETCS jest zarządzanie migracją, dla której istnieje konieczność podwójnego wyposażenia (ETCS plus wykorzystywany system) pokładowego i/lub przytorowego. Oryginalna wizja w świetle pokładowego Specyficznego Modułu Transmisyjnego (STM) dla różnych systemów narodowych, okazała się niezbyt przydatna, ze względu na brak standaryzacji między wykorzystywanymi elementami, własnościami systemów pokładowych i wyposażenia pokładowego ETCS dostarczanego przez różnych dostawców. Dlatego, podwójne wyposażenie ETCS i stosowanych systemów po stronie przytorowej zyskuje znaczenie szczególnie dla linii konwencjonalnych i węzłów.

W momencie gdy ETCS spełni oczekiwania dotyczące określonego poziomu wzrostu odnośnie interoperacyjności, bezpieczeństwa, wydajności i jakości usług, nie będzie to jeszcze informacja o kosztach zaopatrzenia i wyposażenia istniejących pojazdów. W tym przypadku jako wzorzec może posłużyć nam szwedzko-norweski kontrakt na zaopatrzenie w komponenty dla całej floty jednostek trakcyjnych.

1.2. Wyraźny dalszy oficjalny rozwój do 2012 roku

Odkąd w marcu 2005 r. podpisano Memorandum Porozumienie pomiędzy Komisją Europejską a ERA mające na celu wdrożenie w UE szerokiej sieci interoperacyjnych korytarzy na przestrzeni 10÷12 letniej granicy czasowej, przyszłościowy rozwój ERTMS jest aktywnie wspierany przez europejskiego koordynatora ERTMS oraz ERA.

Na początku 2007 r. przeprowadzono i opublikowano analizy z badań na podstawie dotychczas wyprodukowanych i stosowanych wyrobów w narodowych projektach różnych krajów członkowskich. Analizy uwydatniły, że niektóre niejasności w specyfikacjach nie są interpretowane w ten sam sposób przez wszystkich dostawców. Na tej podstawie, ERA wprowadziła program awaryjny zmierzający do przygotowania właściwej interpretacji specyfikacji. W związku z powyższym Komisja Europejska w kwietniu 2008 r. wydała decyzję, interpretującą system ETCS SRS wersja 2.3.0.d, ustanawiając ją obowiązującą specyfikacją.

Na 2008 r. zaplanowano wprowadzenie systemu ERTMS w kilku korytarzach transportowych, tj. w sześciu głównych korytarzach towarowych. Nastąpi to w miejscach gdzie dominują odcinki linii konwencjonalnych, na których będą występować poważne utrudnienia bez włączania dodatkowych funkcjonalności do ETCS SRS. Dlatego w lipcu 2008 r. podpisano drugie Memorandum (Porozumienie) uzupełniające zagadnienia powiązane technicznie i specyfikacyjnie. Wyciągnięto następujące wnioski na przyszłość:

- Należy obowiązkowo wykorzystywać ETCS SRS wersji 2.3.0.d na wszystkich liniach kolejowych, które będą wyposażane w ERTMS w UE do końca 2012 r..

- Należy dostarczać produkty, które będą w stanie przeprowadzać uaktualnienia oprogramowania na prośbę klienta w ramach nowych kontraktów (jako odpowiedź na skargi przedsiębiorstw kolejowych i zarządców infrastruktury w sprawie nadmiernych kosztów narzucanych przez przedsiębiorstwa w celu ulepszenia swoich produktów zgodnie z pojawiającymi się nowymi wersjami specyfikacji).
- Należy uzgodnić program umożliwiający przyjęcie do końca 2012 r. nowej wersji podejścia (baseline3), takiej, która umożliwi poruszanie się pociągów z elementami pokładowymi ETCS według nowej specyfikacji na liniach wyposażonych w ramach poprzedniej wersji 2.3.0.d.
- Usprawnienia i harmonizacji procesu testowania do sprawdzania kompatybilności i zgodności wyposażenia.
- Należy przyspieszyć proces rozmieszczania ERTMS, szczególnie przez przyjmowanie zobowiązań prawa europejskiego w szczególności należy przyspieszyć proces rozmieszczania ERTMS i wyposażania wszystkich nowych lokomotyw.

Wstępny projekt nowego podejścia ETCS SRS 3.0 został opublikowany przez ERA pod koniec 2008 r. Zawiera on nowe zharmonizowane funkcjonalności krzywych hamowania dla wszystkich rodzajów jazd pociągu i możliwości nadzoru otoczenia przy wykorzystaniu dodatkowego trybu ograniczony nadzór „Limited Supervision”. Z tymi dodatkami, w końcowym efekcie ERTMS uzyskuje uniwersalną funkcjonalność niezbędną do wprowadzania i obsługiwanego omawianej technologii w sposób szybki i oferujący metody dla wszystkich rodzajów pociągów i sieci.

Poza rozmieszczeniem ERTMS, w ramach pierwszeństwa w sześciu transportowych korytarzach towarowych, Komisja Europejska przygotowuje obszerny Master Plan dla ogólnego wejścia na rynek ERTMS w krajach członkowskich UE. Publiczne konsultacje wskazały uprzywilejowanie dla prawnie wiążącego rozmieszczania, dzięki którym szczególną uwagę powinno się zwrócić na zamknięcie przerw w obszarach granicznych i ułatwienie dostępu do terminali towarowych. Następnym krokiem Komisji Europejskiej i koordynatora ERTMS będą dyskusje z istotnymi graczami, w celu korzystniejszego zidentyfikowania większości istotnych „brakujących połączeń” w sieci europejskiej a następnie zgłoszenie ich do obustronnych dyskusji z państwami członkowskimi, aby zdefiniować europejski plan rozmieszczania. Plan składałby się z rdzenia sieci, na której wprowadzenie ERTMS było by obowiązkowe w określonych latach (2012, 2015, 2020) jak również dat, dla których cała transeuropejska sieć powinna zostać wyposażona.

2. PESPEKTYWA DŁUGOOKRESOWA

Po zrealizowaniu nowego podejścia baseline 3 ETCS, produkty współpracujące z ERTMS, m.in. GSM-R, nadal będą rozwijane. Czynnikiem zmierzającym do wprowadzania zmian będzie usuwanie błędów, brak konsekwencji, rozszerzanie i konsolidacja funkcjonalności, jak również potrzeba poprawy RAMS, który wpływa na redukcję kosztów cyklu życia. Wysokiej jakości specyfikacje dla interoperacyjności mogą zostać uzupełnione poprzez sformalizowany opis i dostępność modeli odniesienia, które w połączeniu z opóźnieniami wynikającymi z testowania i akceptacji produktów oraz systemów zmniejszą koszty. Umożliwia to uproszczenie procesu związanego z regulacjami prawnymi i normatywnymi na istniejącym rynku (m.in. konkurencja pomiędzy dostawcami produktów). Gdy struktura obowiązkowych specyfikacji i konieczność zarządzania nimi

zostanie w pełni oszacowana, dobrowolna standaryzacja może być wykorzystywana do wzajemnego uzupełniania się, by w przyszłości dostarczać korzyści niezwiązane z interoperacyjnością. Poniżej zaprezentowano potencjalne obszary, w których przewiduje się dalszy rozwój.

2.1. Pokładowy ETCS i GSM-R

2.1.1. Zharmonizowane interfejsy

Z punktu widzenia obsługującego pociąg, pożądane jest dostarczanie interfejsów pomiędzy elementami wyposażenia pokładowego ETCS a sąsiadującymi elementami pociągowymi systemu, takimi jak DMI, odometr, rejestracja danych, tak jak postulowano w oryginalnej deklaracji projektowej dla ETCS z 1991 r. Ułatwi to przebudowę i utrzymanie pojazdów. W celu uzyskania niższych kosztów pojazdu, uproszczeniem w kabinie maszynisty można by objąć połączenie DMI dla ETCS i GSM-R na jednym pojedynczym ekranie, który został zaproponowany przez grupę roboczą ERRI A200. Powinno się również rozważyć wykorzystanie całkowicie niezależnej od istniejących wymagań interoperacyjności, modularnej i rekonfiguracyjnej informacji maszynisty, tak, by była w pełni użyteczna na różnych wyświetlaczach dostępnych w kabinie maszynisty.

Trudniejszym zagadnieniem jest harmonizacja pokładowych interfejsów w kontekście transmisji danych z Eurobalisy i Europętli. Tym samym nie tylko unifikacja interfejsu do pokładowych elementów ETCS ale także wspólny otwarty interfejs (własności elektryczne i mechaniczne) pomiędzy czytnikiem balisa/pętla i modułem transmisyjnym byłby bardzo przydatny przy projektowaniu taboru i utrzymaniu. Dobrowolna standaryzacja w rękach kolei może stanowić ważne narzędzie, które może być wykorzystywane jako potrzeba unikania złożonego procesu uaktualniania obowiązkowych prawnych wymagań w europejskiej legislacji. Innym powodem takiego rozwoju może być potrzeba połączenia pokładowego wyposażenia ETCS z urządzeniami opartymi o pozycjonowanie satelitarne. UIC razem z zainteresowanymi dostawcami wykonało analizę możliwych rozwiązań opartych o terenowe pozycjonowanie satelitarne i udowodniło, że wykorzystywanie „wirtualnych balis” służących dla kalibracji odometru w miejsce prawdziwych balis jest możliwe do wykonania.

2.1.2. Otwarte źródła oprogramowania dla pokładowego ETCS

W połowie 2008 r. koleje niemieckie rozpoczęły debatę dotyczącą: rozwoju otwartego oprogramowania źródłowego dla Eurocab ETCS zgodnie z publiczną koncesją. Debatę tą zapoczątkował fakt, że dla rozwoju pokładowego ETCS w rezultacie w różnych produktach kończy się zamknięciem oprogramowania produktu. Okazało się, że dla różnych produktów, z ostatecznie zamkniętą wersją oprogramowania, rezultatem jest uniemożliwienie dążenia do rozwoju pokładowego ETCS. ETCS jest zazwyczaj oferowane w dużo wyższych cenach w porównaniu do wykorzystywanych systemów. Na dodatek, wszystkie produkty pokładowe z prawnie zastrzeżonym oprogramowaniem muszą przejść z osobna kosztowny i czasochłonny proces walidacji i certyfikacji. Ulepszanie produktu i poprawa bezpieczeństwa nie powinno stanowić problemu a w rezultacie te elementy powinny być z łatwością przenoszone pomiędzy różne przedsiębiorstwa. Zdobyte doświadczenie wyraźnie udowadnia, że nowo pojawiające się oprogramowanie zazwyczaj

zawiera szereg niezgodności, które ujawniają się podczas eksploatacji. Z osiągniętych wyników można wywnioskować, że oprogramowanie pokładowe ETCS wymaga regularnych działań w celu utrzymania przez cały cykl życia.

Proponowane podejście do otwartego oprogramowania ETCS jest inspirowane przez fakt, że metoda ta została urzeczywistniona z powodzeniem w kilku innych obszarach aplikacji przemysłowego oprogramowania. Nie zmniejsza początkowych kosztów badań i rozwoju, ale zapewnia efektywność kosztów utrzymania produktu. Kontynuacja sprzedaży umożliwi konkurencyjnemu rynkowi stworzenie oprogramowania, które pozwoli na zdobycie wiedzy specjalistycznej. Odkład funkcje rdzenia pokładowego ETCS i jego funkcje zostały opisane w SRS, nie można ich rozpatrywać, jako niepowtarzających się w przypadku sprzedaży. Dlatego dla przemysłowej produkcji ETCS sensowniejsze jest zaferowanie oprogramowania w pakiecie, który umożliwi wspólną pracę na jednym pojedynczym otwartym źródłowym jądrze oprogramowania zamiast dalszej pracy równoległej – z funkcjonalnego punktu widzenia – nad identycznymi produktami. Istnieje potrzeba stworzenia jednoczesnej i formalnej definicji specyfikacji systemu, za którą odpowiedzialność będzie ponosiła ERA. Podsumowując, zaletami podejścia do otwartego oprogramowania pokładowego ETCS mogą być:

- Otwarty ETCS może stać się standardem odniesienia dla wszystkich wdrożeń.
- Koszty optymalizacji i utrzymania powinno się opłacić jednorazowo.
- Wszyscy użytkownicy uzyskają korzyści z ulepszenia produktu.
- Wiedza specjalistyczna przy długookresowym utrzymaniu produktu jest dopuszczalna, jeśli jest możliwa w obszarze publicznych dokumentów.
- Otwarty ETCS podnosi konkurencję przy zredukowaniu wejściowych barier rynkowych.
- Standaryzacja oprogramowania wspiera standaryzację urządzeń komputerowych.

Stan tej dyskusji na koniec 2008 r. wskazuje, że optymistyczny cel zostanie rozwiązany i będzie dostępny wraz z nową wersją podejścia ETCS SRS 3.0 prawdopodobnie z końcem 2012 r.

2.1.3. *Kontrola całości pociągu (integralność pociągu)*

Ostatecznym stopniem innowacyjności dla systemu ERTMS jest aplikacja ETCS poziomu 3, która umożliwi wyeliminowanie przytorowych tradycyjnych urządzeń detekcji pociągu jak również obsługę pociągu na linii w oparciu o zasadę ruchomego odstępu blokowego. Część pokładowa ETCS spełnia obecnie praktycznie wszystkie określone wymagania dla pracy w poziomie 3. Według aktualnego ETCS SRS, pokładowy ETCS przekazuje do Radiowego Centrum Sterowania (RBC) końcową pozycję ostatniego wagonu pociągu. Dlatego informacja o całości (integralności) pociągu jest konieczna, aby można było wydać przez urządzenie zewnętrzne lub przez maszynistę informacji o nierozzerwaniu składu. Będzie się ona składać z następujących informacji: o stanie integralności i długości pociągu, która jest akceptowana, tylko i wyłącznie przy jednoczesnym potwierdzeniu informacji o ciągłości składu (mechanicznej i elektrycznej).

Na dzień dzisiejszy nie są dostępne funkcjonalne i techniczne specyfikacje dla systemu kontroli integralności pociągu planowanego do wykorzystywania wewnątrz struktur ERTMS.

Złożoność zagadnień kontroli całości pociągu zależy od używanego typu taboru kolejowego. W przypadku taboru wyposażonego w pociągową szynę komunikacyjną, problemem jest rozwiązanie które zapewni nierozłączalne połączenie z systemem monitoringu pociągu, który dostarcza systemowi pokładowemu ETCS informacje o ciągłości pociągu. Jest to typowy przypadek występujący w nowych generacjach elektrycznych i spalinowych zespołów trakcyjnych. Dla pozostałych klas taboru, stosowane są różne techniczne rozwiązania dla systemów kontroli integralności pociągu w zależności od dostępnej technologii pokładowej. Klarowne jest to, że cały pociąg musi być monitorowany zgodnie z przyjętą procedurą, szczególnie w przypadku pociągów towarowych, na których muszą zostać zabudowane urządzenia dla kontroli integralności pociągu z ujednoliconymi i efektywnie kosztowymi rozwiązaniami technicznymi.

2.2. Przytorowa część ETCS i INESS

2.2.1. Zharmonizowane reguły i regulacje zawierające wymagania bezpieczeństwa

Złożoność i różnorodność tradycyjnych instalacji sygnalizacyjnych wraz z warstwą zasad i regulacji w infrastrukturze stanowi główną „stronę pracy” dla średnio i długoterminowego rozwoju ERTMS. Nowo rozpoczęty projekt zintegrowanego europejskiego systemu sterowania INESS (Integrated European Signalling System) jest unikalną szansą na połączenie wysiłków, które przewyżczą przestarzałe tradycje narodowych technicznych i operacyjnych struktur (zasad ruchu). Wyzwaniem dla kolei, jest zharmonizowanie reguł zasad ruchu i złagodzenie narodowych wymagań bezpieczeństwa na rzecz powszechnie uzgodnionego poziomu. Jest to trudne zadanie, dla którego realizacji potrzebne jest zaangażowanie wszystkich stron procesu. Trwające prace dla korytarzy ERTMS stymulują ten proces, który zostanie uproszczony w średnim i długoterminowym okresie, wraz z zanikaniem wyeksploatowanych generacji systemów sterowania i sygnalizacji.

2.2.2. Zharmonizowana architektura dla aplikacji bazowego radia ERTMS

Do chwili obecnej, nie opracowano wspólnej podstawy dla zharmonizowania architektury i interfejsów pomiędzy sygnalizacją i przytorowym ETCS w podstawowej komunikacji radiowej aplikacji poziomu 2 i 3. Konsekwencją tego, jest to, że różni dostawcy ETCS wydzielili w swoich produktach różne funkcje pomiędzy nastawnice i RBC. Jest to poważna przeszkoda uniemożliwiająca wejście na podstawowy rynek radia ETCS.

Ogólnie rzecz biorąc obecnie ważne jest to, że dalsze wysiłki dla europejskiego przytorowego ERTMS muszą rozpoczynać się od obszaru rdzenia sygnalizacyjnego nastawnic. Projekt INESS miał na celu zaplanowanie i opisanie wspólnego jądra europejskiej funkcjonalności sygnalizacji i wskazanie drogi do przyjęcia koncepcji zunifikowanej europejskiej nastawnicy. Prawdopodobnie obszar wysokiego bezpieczeństwa związany z przetwarzaniem stanie się kolejnym polem aplikacyjnym, który ujednolici otwarte źródło oprogramowania, tak jak w przypadku zasadniczego komputera pokładowego ETCS. Równocześnie wspólna struktura dla jądra nastawnic jest opisywana (identyfikowana) i uzgadniana. Stanie się ona wykładnią do możliwości zdefiniowania zharmonizowanej architektury dla połączenia w ETCS nastawnic i RBC. Poszukiwana

będzie modułowa koncepcja ułatwiająca podnoszenie standardów instalacji sygnalizacyjnych i ETCS od niższych aplikacji w kierunku poziomu 2 albo nawet poziomu 3 w czasie ich cyklu życia.

2.2.3. *Ruchomy odstęp blokowy i wewnętrzna koncentracja wyposażenia INESS i ETCS*

Przewidywany strukturalny i techniczny rozwój przytorowej sygnalizacji i wyposażenia ETCS w końcowym efekcie prowadzić będzie do docelowego rozwiązania poziomu 3 z możliwością obsługi pociągu z ruchomym odstępem blokowym, który jest kluczowy dla maksymalizacji gęstości obsługiwanych pociągów. Jednocześnie, ilość zewnętrznej aparatury przytorowej będzie minimalizowana, zasadniczo do pasywnych Eurobalis i sterowania dla aktywacji kontroli od przełączalnych elementów z uwagi na takie punkty jak zwrotnice lub urządzenia ochrony przejazdów kolejowych. Wysoce skomputeryzowane wyposażenie dla nastawnic, urządzeń kontroli i funkcjonalności ETCS będzie skoncentrowane wewnątrz kilku lokalizacji. Umożliwi to scentralizowanie i zautomatyzowanie kontroli ruchu oraz być może stworzy również nową perspektywę dla integracji komputerowego wspomaganie diagnostyki komputerowej i interwencji w stanie pracy w wyposażaniu w celach utrzymaniowych.

2.3. Komunikacja radiowa

Prawdopodobnie w przyszłości komunikacja radiowa stanie się znaczącym kierunkiem migracji od poziomu 1 ERTMS do poziomu 2 i 3. Przy pomocy uogólnionej bazy radiowej opartej na aplikacjach ETCS przewidywane jest nagromadzenie obowiązujących częstotliwości szczególnie wewnątrz obszarów węzłów kolejowych i terminali. Zwiększa to wykorzystywanie rozwiązań bazujących na wykorzystywaniu IP dla ETCS i innych aplikacji danych. Możliwą opcją, dla średnioterminowego okresu realizacji, może być wykorzystanie pakietowego przesyłu danych (GPRS), który jest już dostępny i eksploatowany w publicznym GSM. W 2008 r. zorganizowano kampanię pomiarową mającą na celu przebadanie czy GSM-R z GPRS byłby w stanie zaspokoić wymagania dotyczące jakości w usługach z ETCS, zakładając, że wyniki tych sprawdzeń będą pozytywne.

Zgodnie z badaniami i planowaniem standaryzacji w ETSI, inną metodą jest zastosowanie bezpośredniej obsługi. Jeśli można by było tą metodę wprowadzić w życie, to udałooby się ograniczyć w niektórych obszarach ruch komunikacyjny związany z łącznością manewrową. Przeprowadzane są dodatkowe badania dotyczące nowych generacji komponentów rdzenia sieci, które pozwalają na efektywniejsze wykorzystanie sieci, proponuje się także całkowicie inne podejście do połączeń rozmów grupowych, które również miałyby wpływ przy manewrowaniu.

Kluczowe pytanie związane jest z ogólnym długookresowym rozwojem radiowej publicznej technologii komórkowej. Kiedy rozpoczęto rozmieszczanie GSM-R, na ogół koleje oczekiwały, że na dzień dzisiejszy GSM będzie w zaawansowanej fazie rozwoju w stosunku do stosowanej od początku technologii, która w publicznej sieci miała zostać zastąpiona przez sieć 3-ej generacji UMTS. Okazało się, że nie zdarzy się to, jako:

- Ciągły rozwój technologii transmisji danych dla GSM pozwalającej usługom transmisji danych w GSM na bycie konkurencyjnymi np. EDGE

- Obszar pokrycia narodowego UTMS implikujący „drogie” widmo i koszty inwestycyjne.
- Obszar pokrycia UTMS o częstotliwości 2,1 GHz będzie niski wewnątrz budynków w porównaniu z GSM (UMTS o częstotliwości 900 MHz jest lepszy ale poprawność widma będzie ocenianie).
- Połączone terminale GSM/UMTS są kosztowne (opłaty licencyjne, dodatkowy osprzęt).

Zamiast inwestowania wewnątrz technologii 3-ej generacji, operatorzy publicznego GSM, angażują się w rozwój 4-ej generacji sieci przez projekt następnej generacji sieci komórkowej (Next Generation Mobile Networks – NGMN). Podobnie do początków GSM-R, 4-ta generacja technologii radia komórkowego oferuje kolejną możliwość oszczędności na dużą skalę i dostęp do kolejnych ulepszeń, które pojawiają się dla sieci publicznych:

- Integracji aplikacji głosowych i danych wszędzie na IP – jeden sieciowy do wszystkiego i prosta sieciowa architektura sieci umożliwiająca zapewnienie bezpieczeństwa dla obu aplikacji głosu i danych.
- Bez głosowej komunikacji (przesyłu danych), która wydaje się, że staje się coraz bardziej istotna i pozwala na ulepszenia i usprawnienia procesu eksploatacji.
- Skalowalność przydziału widma (1,4; 3; 5; 10; 15; 20 MHz) duży dla wewnętrznych pasm rozmieszczenia.
- Płaska architektura sieci dla niższych opóźnień.
- Możliwość poruszania się w poprzek komórek sieci będzie utrzymywana w zależności od przedziału częstotliwości przy prędkościach 120 km/h – 350 km/h a nawet do 500 km/h.

Jednakże mimo rokowań, wydają się nieprawdopodobne, iż GSM zostanie zastąpione przez UTMS, to nadal istnieje obawa przed przestarzałym systemem GSM. Powyższe oczekiwania może załagodzić nadejście 4-tej generacji, która przewiduje kolejną migrację i pozwalałaby na współistnienie różnych radiowych modułacji wspieranych przez identycznie zdefiniowane oprogramowanie radiowych nadajników nadawczych, które pozwalałyby na realizację stworzenia wielomodulacyjnej technologii w pojedynczym projektowanym osprzęcie. Ostrożność taka pozwala na to, aby istniała możliwość zinterpretowania w toczącym się obecnie procesie specyfikacji takich systemów, aby można było zaplanować jakieś dodatkowe wymagania określone dla aplikacji kolejowych. Takie rozszerzenia głównego rynku okazały się niezmiernie kosztowne i są utrudnieniem, ze względu na brak odpowiedniego tępa (tak jak było to z GSM).

3. W DRODZE DO DE FACTO GLOBALNEGO STANDARDU POCIĄGOWEJ KONTROLI I KOMUNIKACJI

Rozważana akceptacja i sukces ERTMS, osiągnięty do tej pory jedynie w Europie, szczególnie dla ETCS, jest także zauważany poza Europą głównie w Azji i Australii. Koleje Chin, Indii, Korei Południowej i regionu Sydney w Australii, są rozpoznawalne pod względem rozwiązań technicznych, i eksploatacyjnych jak również z umożliwiania dalszego wyposażenia komercyjnego w ERTMS nowych liniach i taborze lub modernizacji istniejących linii i istniejącego taboru. Spektakularnym wydarzeniem był początek

komercyjnej eksploatacji ETCS poziomu 1 na liniach dużych prędkości Pekin – Tianjin ze względu na igrzyska olimpijskie w 2008 r.

Może to być dobrym wyznacznikiem, że de facto pojecie ERTMS z jego głównymi podsystemami ETCS i GSM-R, mają możliwość by stać się światowym standardem. Wymagania odnośnie rdzenia, tzn. jego uniwersalnej funkcjonalności, dokładnie określonych ogólnych metod i algorytmów dla sterowania pociągami czy należytego jego uproszczenia w dużej skali produkcji - szczególnie jednostek pokładowych ETCS, mogą stać się elementem dla ogólnoświatowej standaryzacji. Faktem staje się wskazywanie na symptomy, takie jak, np. koleje chińskie, które chcą wprowadzić zasadniczy pokładowy ETCS na nowych liniach dużych prędkości, zachęcając japoński przemysł taborowy do rozwoju odpowiednich produktów – jest to trend, wspierany jest przez niektóre koleje europejskie. Innym interesującym przypadkiem aplikacyjnym jest Australia, gdzie ETCS i GSM-R ma duże szanse, bycia wykorzystywanym poza obszarami miejskimi. Konieczny tu jest rozwój uniwersalnego wyposażenia pokładowego i urządzeń sterownia na stacjach, które będzie zdolne do pracy w sieci metropolitalnej jak również dla dużych odległości na liniach międzystanowych. Takie wymagania mogą zostać spełnione przez kolejne generacje urządzeń pokładowych ETCS z innymi uniwersalnymi interfejsami dla różnych systemów komunikacji radiowej i możliwością połączenia urządzeń pozycjonowania opartego na satelitach zawierających na pokładzie mapy tras. Po stronie przytorowej, specjalne Eurobalisy wydają się być uzasadnione, aby rozwiązywać zwiększającą się liczbę wymagań na całym świecie.

Dla GSM-R, od 1998 r. chińskie przedsiębiorstwo Huawei Technologies stało się miejscowym dostawcą GSM-R, dzięki któremu rozwijany jest i sprzedawany kompletny asortyment produktów GSM-R, zawierających m.in. rozwiązania pokrycia tunelu i gwarantujące interoperacyjność z produktami europejskich konkurentów. Ważny sukces w dużej skali wdrożeń systemów komunikacji radiowej został zdobyty na linii kolejowej Danin w regionie Pekinu, bardzo istotnej linii transportującej węgiel z Datong do Hebi o długości 670 km. Przedsiębiorstwo Huawei staje się coraz to aktywniejszym dostawcą GSM-R także poza Chinami.

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza, jako wniosek wskazuje narzędzie, jakim jest ERTMS, dzięki któremu możemy spełnić w rzeczywistości inteligentne połączenie systemu transportu kolejowego. Początkowo, koleje europejskie wprowadzały fragmentarycznie do narodowych systemów i rozwiązań elementy, które miały reprezentować wyzwania dla europejskiej zrównoważonej mobilności obywateli i towarów. Jednakże, jeżeli sektor kolejowy umożliwi dołączenie się i integrowanie zróżnicowanych wymagań do elastycznego i zharmonizowanego systemu, to te nadzwyczajne osiągnięcie może uutorować drogę do sukcesu szerszego niż europejskie granice. Pojawiający się światowy standard wprowadzający jakość systemu ERTMS –przekształca słabość systemu kolejowego w jego siłę.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Winter P. i inni: *Compendium on ERTMS*, Hamburg; DW Media Group GmbH, Eurailpress 2009.
- [2] *Report Annual activity 2007 -2008 of the European ERTMS coordinator*, Brussels, August 2008
- [3] Alqvist P., Hering M.: *Gemischte Signalisierung – Konventionelle signalisierung und ERTMS auf einer Strecke (Mixed signaling – conventional signaling and ERTMS on one line)*, Signal+Drath 2007/3, str. 15 ÷ 18.
- [4] Cellmer J.: *Utilisation du système GSM-R sur les lignes à grande vitesse (Use of the GSM-R system on the high-speed lines)*, Revue Générale des Chemons de Far, wrzesień 2006, str. 65 ÷ 74.
- [5] Friedli M, Hänni H., Hess H., Känel von E., Winter P.: *Einführung von ERTMS in der Schweiz und im Ausland (Implementation of ERTMS in Switzerland and abroad)*, Swisstraffic Issue dedicated to ERTMS, styczeń 2008 r., str. 1 ÷ 11.
- [6] Gehrenbeck J.-J.: *Cross-border operation at 300 km/h*, Signal+Drath 2007/3, str. 32 ÷ 35.
- [7] Gentina B. Henrot S., Herrent B., Schunke-Mau C., Zoetard P.: *ETCS-system Atlas200 für die erten Lokomotiven auf dem gesamten Korridor A (The first locomotives for the whole Corridor A are equipped with the Atlas200 ETCS system)*, Signal+Drath 2008/11, str. 19 ÷ 25.
- [8] Kunhart M. *Specific features of the ETCS L2 line part application in the Czech Republic*, Signal+Drath 2008/7+8, str. 40 ÷ 44.
- [9] *La signalization européenne ERTMS (The European signaling system ERTMS)*, Revue Générale des Chemons de Far, maj 2004.
- [10] Van den Abeele An, Verschaeve J.: *Zugbeeinflussung und Zugsicherung in Belgien – heute und morgen (Train control and train protection in Belgium – now and tomorrow)*, Signal+Drath 2007/11, str. 14 ÷ 18.