

Mieczysław KORNASZEWSKI¹

**MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI SYSTEMU ERTMS REGIONAL DO
WARUNKÓW PANUJĄCYCH W POLSCE**

Poszukiwane jest obecnie nowe rozwiązanie systemu sterowania na liniach kolejowych o niewielkim natężeniu ruchu, które powinno uwzględniać niskie koszty eksploatacji oraz wyeliminować obsadę. ERTMS Regional jest nowym, jednym z możliwych sposobów prowadzenia pociągu na liniach o małym natężeniu ruchu. Bezpieczeństwo prowadzenia ruchu opiera się tu głównie na medium łączności radiowej (GSM-R) oraz na detekcji pociągu. System taki powinien być prosty i adekwatny do istniejących warunków ruchowych.

**POSSIBILITIES OF ADAPTATION OF THE SYSTEM ERTMS REGIONAL TO
CONDITIONS IN POLAND**

Currently last searches of a new solution control system for railway lines with low intensity. It should include low costs of exploitation and eliminate the cast. ERTMS Regional is a new, one of possible ways to run a train on lines with low intensity. Safety of traffic is mainly based on the medium of radio communication (GSM-R) and the train detection. This system should be simple and adequate for existing operating conditions.

1. WSTĘP

Szybki rozwój sieci linii kolejowych konwencjonalnych i dużych prędkości jest możliwy dzięki wprowadzeniu nowych rozwiązań technologicznych, zarówno w dziedzinie telekomunikacji, jak i sygnalizacji kolejowej (systemy GSM-R, ETCS).

Przeznaczeniem systemu ERTMS Regional jest dostarczenie taniego rozwiązania dla linii regionalnych i lokalnych, dzięki któremu będzie zapewniona interoperacyjność z liniami transeuropejskiej sieci TEN (*Trans-European Network*) wyposażonymi w ERTMS i umożliwiona zostanie realizacja potrzeby prowadzenia ruchu różnym taborom.

System ERTMS Regional nie wymaga wielkich nakładów finansowych i wydaje się, że bez większych problemów technicznych może być przystosowany do warunków panujących na kolejach polskich.

Zasadniczym celem budowy systemu ERTMS Regional jest stworzenie na bazie architektury ETCS poziom 3 systemu maksymalnie dostosowanego do potrzeb linii małoobciążonych. Takim rozwiązaniem może stać się system sterowania radiowego

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29, tel. + 48 48 361-77-28, e-mail: m.kornaszewski@pr.radom.pl

Radio-Block firmy Bombardier Transportation ZWUS Sp. z o.o., pilotowo wdrażany na kolejach szwedzkich BV.

2. IDEA EUROPEJSKIEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Na bazie dyrektyw 96/48/WE, 2001/16/WE i późniejszej skonsolidowanej dyrektywy 2008/57/WE koleje krajów członkowskich UE nakładają na siebie obowiązek zapewnienia interoperacyjności kolei. Dotyczy to głównie nowobudowanych oraz modernizowanych linii konwencjonalnych i dużych prędkości, wchodzących w skład transeuropejskiej sieci kolejowej poprzez wdrożenie do eksploatacji systemu ERTMS



Rys. 1. Mapa sieci kolejowych w Europie wyposażonych w system ERTMS/ETCS do 2025r.

Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym – ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) wspierany przez Unię Europejską stanowi projekt ujednoliconego systemu sterowania ruchem kolejowym, który ma zapewnić możliwość swobodnego poruszania się pociągów w sieciach kolejowych poszczególnych państw bez konieczności zatrzymywania się na granicach oraz wymiany lokomotyw lub maszynistów.

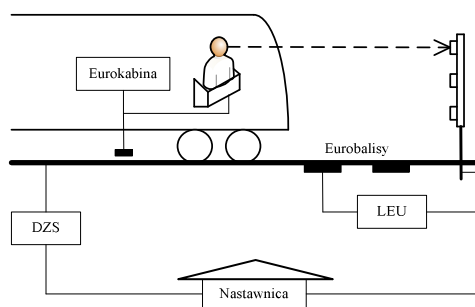
W skład tego systemu wchodzi obecnie dwa zasadnicze elementy:

- Europejski System Kontroli Pociągów ETCS, umożliwiający nie tylko przekazywanie maszyniście pociągu informacji dotyczących dozwolonej prędkości, ale również ciągłą kontrolę nad tym, czy stosuje się on do tych wskazań. Zgodnie z polskimi przepisami, prowadzenie pociągu z prędkością przekraczającą 160 km/h wymaga sygnalizacji kabinowej;
- Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej GSM-R, opierający się na standardzie GSM i wykorzystujący częstotliwości właściwe dla kolei (900 MHz) oraz inne zaawansowane funkcje, które usprawniają pracę systemu. Używany jest zarówno do komunikacji głosowej dla personelu kolei (dyżurny ruchu, dyspozytor, maszynista, pracownik obsługi technicznej), jak i transmisji danych tor – pojazd.

2.1. Poziomy sterowania Europejskiego Systemu Prowadzenia Pociągu ETCS

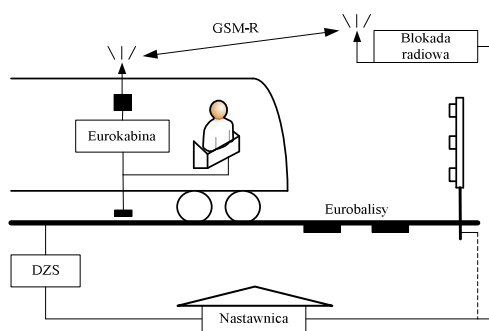
Ponieważ potrzeby sterowania zależą od rodzaju linii kolejowej Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności TSI przewidują trzy poziomy wdrożenia systemu ETCS, przy czym dla każdego poziomu możliwe jest jeszcze wyróżnienie różnych konfiguracji.

Poziom I (bez uaktualnienia) opiera się na transmisji do pojazdu zezwoleń na jazdę wydawanych przez sygnalizatory świetlne. Do sygnalizatora dołączana jest przełączalna balisa (przytorowy transponder radiowy) znajdująca się w torze, która przekazuje zezwolenie na jazdę zależnie od wskazania sygnalizatora. Sygnał nadawany przez balisę jest odbierany przez anteny pojazdu i przetwarzany w kabinie w celu wizualizacji informacji o sposobie jazdy maszyniście i nadzoru jego pracy. Poziom I z uaktualnieniem przez dodatkowe balisy różni się od poprzedniej konfiguracji tym, że na drodze dojazdu do semafora instaluje się dodatkowe balisy stanowiące punkty uaktualniania informacji o sposobie jazdy.



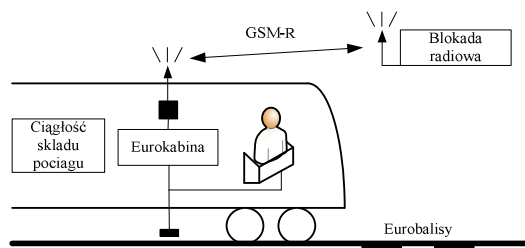
Rys. 2. Przykład konfiguracji poziomu I systemu ETCS bez uaktualnień

Poziom 2 opiera się na radiowej łączności GSM-R między Centrum Sterowania a pojazdem w celu wydawania zezwoleń na jazdę oraz na tradycyjnej technice kontroli zajętości torów dla przygotowywania zezwoleń (na bazie istniejących urządzeń srk warstwy podstawowej). Balisy przekazują stale informacje do pojazdu w celu lokalizacji.



Rys. 3. Poziom II systemu ETCS

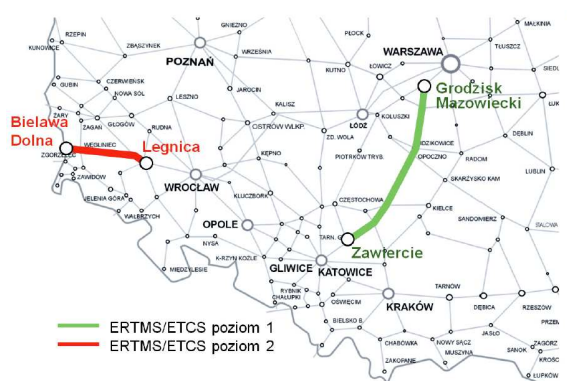
Poziom 3 wykorzystuje radiową łączność GSM-R do wydawania zezwoleń na jazdę i zastąpienie tradycyjnej techniki kontroli zajętości torów przez kombinację punktowej kontroli położenia pociągów za pomocą balis i kontroli ciągłości składów. Daje to możliwość przygotowywania zezwoleń na jazdę zgodnie z regułą ruchomego odstępu blokowego.



Rys. 4. Poziom III systemu ETCS

Obecnie w przedsiębiorstwie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. prowadzone są dwa zadania inwestycyjne dotyczące zabudowy systemu ETCS:

1. Projekt i zabudowa systemu ETCS poziom 1 na odcinku linii kolejowej E65, CMK, Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie (224 km). Zarząd PKP PLK S.A. podjął decyzję o instalacji systemów srk pozwalających na jazdę pociągów z prędkością przekraczającą 160 km/h. 29 sierpnia 2009r. podpisano umowę inwestycyjną z przedstawicielami firmy Thales dotyczącą opracowania projektu i zabudowy systemu ETCS poziomu 1 na Centralnej Magistrali Kolejowej.
2. Modernizacja linii kolejowej E30, etap II. Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna - w części ETCS poziom 2 (84 km). Umowę na pilotażowe wdrożenie ETCS poziom 2 na tym odcinku linii E30 zawarto 13 maja 2010r. z Bombardier Transportation, zaś postępowanie przetargowe dotyczące budowy infrastruktury systemu GSM-R w Polsce 7 grudnia 2010r. wygrało konsorcjum firm Kapsch Sp. z o.o. i Kapsch CarrierCom AG, Austria



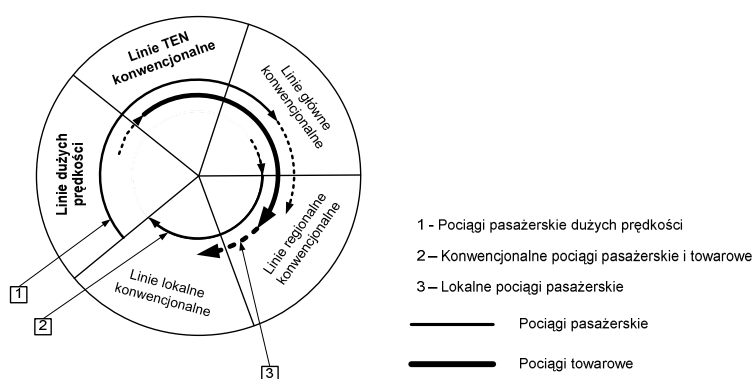
Rys. 5. Mapa ukazująca zadania inwestycyjne dotyczące zabudowy systemu ERTMS/ETCS w Polsce

Kolejne wdrożenia systemu ERTMS, które znalazły się na liście indykatywnej POIiŚ (Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko) to:

- ciąg linii kolejowej E30 na odcinku Legnica - Wrocław - Opole (z zastrzeżeniem dot. węzłów kolejowych i dużych stacji) - system ERTMS/ETCS poziomu 2; ogłoszenie przetargu drugi kwartał 2012r.;
- ciąg linii E65 na odcinku Warszawa Wschodnia - Zajączkowo Lubawskie, obejmującym LCS Nasielsk (planowane zakończenie prac związanych z warstwą podstawową – koniec 2010r.), LCS Ciechanów (2012r.), LCS Działdowo (2012r.) - system ERTMS/ETCS poziomu 2 - ogłoszenie przetargu I-III kwartał 2012r.;
- linia nr 1 na odcinku Warszawa Zachodnia - Koluszki (100 km), obejmującym LCS Grodzisk Mazowiecki, LCS Skierniewice - system ERTMS/ETCS poziomu 2 - ogłoszenie przetargu IV kwartał 2012r.

3. KONCEPCJA SYSTEMU STEROWANIA ERTMS REGIONAL DLA LINII MAŁOOBCIĄŻONYCH W POLSCE

System ERTMS Regional jest zupełnie nowym sposobem prowadzenia ruchu pociągów na liniach kolejowych regionalnych i lokalnych, o małym natężeniu ruchu. Bezpieczeństwo prowadzenia ruchu zapewnia głównie medium łączności radiowej oraz detekcja pociągu. System ten ma być prosty i adekwatny do złożoności warunków ruchowych. Jednak w przyszłości może być on rozwijany do poziomu 3 ETCS, szczególnie tam gdzie to będzie uzasadnione.



Rys. 6. Prowadzenie ruchu różnymi pociągami na różnych liniach kolejowych

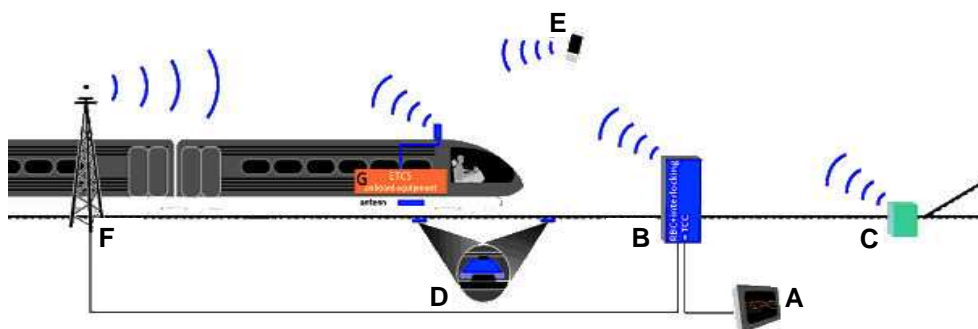
Podstawowym celem systemu ERTMS Regional jest dostarczenie rozwiązania o niewielkich nakładach finansowych dla linii regionalnych i lokalnych, dzięki któremu będzie zapewniona interoperacyjność z liniami sieci TEN wyposażonymi w ERTMS oraz umożliwiona zostanie realizacja potrzeby prowadzenia ruchu różnym taborem na liniach sieci TEN.

System ERTMS Regional jest w zasadzie rozwinięciem wyposażenia torowego głównie o scentralizowane sterowanie oraz przez zastosowanie systemu GSM-R do ustawiania drogi przebiegu, sterowania przejazdami, manewrowania, itp. Oznacza to m.in. zastosowanie pokładowego odometru do określania lokalizacji pociągu oraz

kontrolę ciągłości składu w o wiele prostszej formie na liniach regionalnych niż ma to miejsce na liniach głównych.

3.1. Struktura i działanie systemu ERTMS Regional

W skład systemu sterowania w ERTMS Regional wchodzi podzespoły oznaczone drukowanymi literami na rys. 7:



Rys. 7. Struktura systemu ERTMS Regional

- A – Centrum Sterowania Ruchem (CTC). Zdalny kontroler ruchu odbiera informacje o stanie urządzeń sterowania ruchem pociągów. Informacja ta jest zobrazowana na ekranie monitora. W CTC następuje zarówno obsługa urządzeń sterowania, jak i zobrazowanie trasy pociągów.
- B – Traffic Control Centre (TCC) stanowi zintegrowane Centrum Sterowania Ruchem CTC, serwera Centrum Sterowania Radiowego RBC i funkcji nastawczych. Każda linia ERTMS Regional posiada centralny system komputerowy, który zarządza warunkami bezpiecznej pracy na linii. Transmisja odbywa się drogą radiową (GSM-R) lub stałą siecią.
- C – Obiekty Stacyjne (OC) – zwrotnice, przejazdy kolejowe, itp.
- D – Balisy (eurobalisy, transpondery) – znajdują się w określonych miejscach na liniach kolejowych, przymocowane do podkładów lub torów. Ich głównym zadaniem jest aktualizacja kilometrażu pociągu. Używane są tylko balisy zakodowane na stałe.
- E – Personel Obsługi (utrzymania) – ekipy obsługi urządzeń systemu w terenie, używające połączeń odbiornikiem GSM-R.
- F – System Transmisji – radiowy, sieciowy,
- G – System Pokładowy – system sterowania pociągiem ETCS, jednolity dla obsługi w ramach systemu ERTMS.

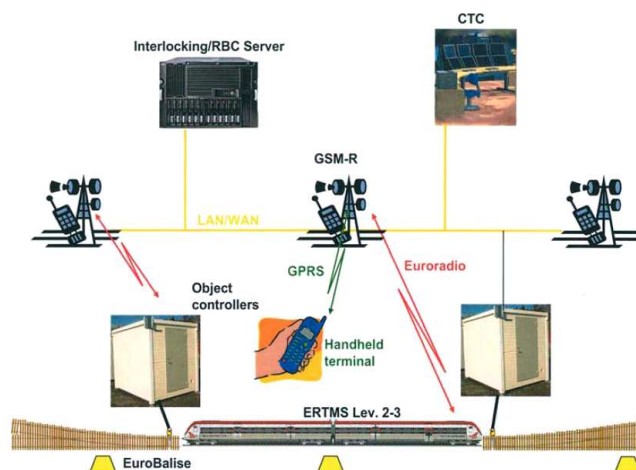
Działanie systemu ERTMS Regional polega na ciągłej kontroli stanu drogi przebiegu poprzez Centrum Sterowania Ruchem (CTC), a następnie w przypadku stwierdzenia niezajętości szlaku oraz braku jakichkolwiek przeszkód, podawaniu sygnału zezwalającego (autoryzacji ruchu) do Systemu Pokładowego za pośrednictwem Centrum Sterowania Ruchem CTC oraz serwera Centrum Sterowania Radiowego RBC (TCC). Pojazd przejeżdżając nad balisą aktywuje ją, wykazuje stan zajętości i następuje uaktualnienie stanu licznika kilometrażu.

Jak wynika z rys. 7 system ERTMS Regional nie wymaga wielkich nakładów finansowych i może bez większych problemów technicznych zostać zaadoptowany do warunków panujących na kolejach polskich.

4. PILOTOWE WDROŻENIE SYSTEMU ERTMS REGIONAL W SZWECJI

W 2004 roku UIC uzgodniły z kolejami szwedzkimi Banverket (BV) postanowienia dotyczące zabudowy pilotowego wdrożenia ERTMS Regional. Jako przyczyny decyzji o wyborze tego systemu zarządzania ruchem kolejowym na linii Repbäcken - Malung, wskazano na uzyskanie: interoperacyjności, niższych kosztów operacyjnych w porównaniu z klasycznymi systemami sterowania ruchem kolejowym, zwiększenie przepustowości i bezpieczeństwa oraz na fakt, że ERTMS Regional jest systemem przygotowanym typowo dla linii regionalnych (małoobciążonych).

Pilotowa linia Repbäcken – Malung jest linią niezelektryfikowaną o maksymalnej prędkości 90 km/h i długość 134 km, na której brak jest systemów klasy ATP/ATC. Znajdują się na niej 33 przejazdy kolejowe, 5 stacji, pracuje na niej 9 dyżurnych ruchu a dobowe obciążenie wynosi 16 pociągów (8 pasażerskich i 8 towarowych) na dzień. Jest wyposażona w bardzo stary system sterowania z ręczną obsługą urządzeń i zapowiadaniem telefonicznym.



Rys. 7. Architektura systemu ERTMS Regional zaprojektowanego dla potrzeb Szwecji

Realizowane w Szwecji rozwiązanie techniczne systemu ERTMS Regional to system sterowania radiowego Radio-Block produkcji Bombardier Transportation ZWUS Sp. z o.o. Charakteryzuje się on niskimi kosztami inwestycyjnymi. Powodem takiego obniżenia kosztów instalacji jest: brak konieczności instalacji semaforów, minimalizacja użycia kabli, brak klasycznych systemów stwierdzania niezajętości torów i rozjazdów, brak klasycznych urządzeń nastawczych na stacjach. Przewidywany czas zwrotu inwestycji wynosi 10 lat. Według szacunków i rozeznania kolei szwedzkich w Europie ok. 20÷30% linii to linie regionalne kwalifikujące się do wdrożenia systemu ERTMS Regional.

5. WNIOSKI

System ERTMS Regional ma być prosty i adekwatny do złożoności warunków ruchowych. Jest rozwinięciem wyposażenia torowego głównie o scentralizowane sterowanie oraz zastosowanie systemu łączności cyfrowej GSM-R do sterowania obiektami infrastrukturalnymi typu rozjazdy, przejazdy kolejowe, itp. ERTMS Regional jest pierwszym krokiem w kierunku poziomu 3 systemu ETCS.

Znacznie łatwiejsze i dużo tańsze wydaje się zaadoptowanie systemu ERTMS Regional do warunków panujących na kolejach polskich. Ograniczeniem tego systemu jest niestety jego przeznaczenie, tzn. ten sposób sterowania pociągów może być wykorzystany tylko dla linii kolejowych regionalnych i lokalnych, o małym natężeniu ruchu.

Główne cechy systemu ERTMS Regional, z powodu których jest on w pierwszej kolejności instalowany na liniach o małym natężeniu ruchu pociągów:

- standard Eurocab w pojeździe,
- brak sygnalizatorów przytorowych,
- stwierdzanie kompletności pociągu przez sygnalizację końca pociągu,
- łączność GSM-R, jako medium transmisji sygnałów.

Z przykładu pilotowego wdrożenia systemu ERTMS Regional w Szwecji wynika, że koszt jego inwestycji jest stosunkowo nieduży i odpowiada ok. 40% wysokości nakładów wdrożenia konwencjonalnego systemu sterowania ruchem kolejowym.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Białoń A., Gradowski P., Iwański R.: *ERTMS Regional - the control command system proposal for low density lines*, Monografia "Advances in Transport Systems Telematics", WKŁ, Warszawa 2008.
- [2] Białoń A., Gradowski P., Toruń A.: *System sterowania dla linii małoobciążonych - ERTMS Regional*, LOGISTYKA 6/2008 (Płyta CD), XII Międzynarodowa Konferencja Naukowa „TransComp – 2008”, Zakopane 2008.
- [3] Chrzan M.: *Wdrażanie nowoczesnych technologii telematycznych na PKP*, Infrastruktura Transportu Nr 1/2008, Katowice 2008.
- [4] Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
- [5] ERTMS Regional – materiały informacyjne UIC, Paryż 2007.
- [6] ERTMS Regional Operational Scenarios, version 1.05, draft.
- [7] ERTMS Regional RAMS Requirements, version 1.02, draft.
- [8] ERTMS Regional General Technical Requirements Specification, version 01.02, draft.
- [9] Frøsig P.: *Overview, background. UIC ERTMS REGIONAL Workshop*, Paris 2008.
- [10] <http://www.ertms.com/>
- [11] Kornaszewski M.: *Sterowanie ruchem pociągów w Polsce na tle ujednoczonego europejskiego systemu kolejowego*. LOGISTYKA 3/2009 (Płyta CD), VI Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS, Szczyrk 2009.
- [12] Kornaszewski M.: *Integracja europejskich systemów kolejowych na przykładzie systemu ERTMS*. Transport i Komunikacja Nr 1/2009, Kwidzyn 2009.