

Mgr inż. Paweł Gradowski

Centrum Naukowo –Techniczne Kolejnictwa

APLIKACJE EUROPEJSKIEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM KOLEJOWYM (ERTMS) W ZARZĄDACH KOLEJOWYCH

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Rys historyczny
3. Opis systemu ERTMS
4. Aplikacje ERTMS
5. Projekty ERTMS realizowane przez PKP oraz inne zarządy kolejowe

STRESZCZENIE

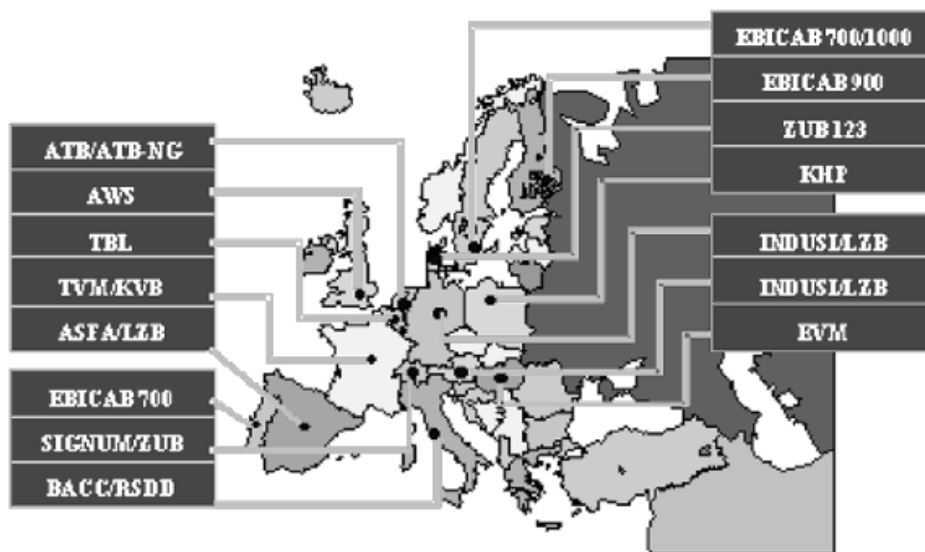
W artykule zaprezentowano aktualny stan rozwoju nowoczesnych systemów łączących transport europejski w jednolity organizm, o sprawnie i bezpiecznie realizowanych procesach ruchowych. Przedstawiono proces tworzenia Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). Omówiono realizowane projekty testowe, wdrożenia eksploatacyjne i projekty przyszłościowe. Artykuł zawiera stan faktyczny realizowanych projektów, bez wyrażania ocen i opinii autora.

1. WSTĘP

Wraz z postępowaniem gospodarczym w państwach europejskich następował rozwój krajowych systemów sterowania ruchem kolejowym (rys. 1), które nie są kompatybilne ze sobą. W efekcie tego pociągi, które przekraczają granicę są wyposażane w wiele różnorodnych krajowych systemów, które często są niezmiernie kosztowne i wymagają zainstalowania ich wśród innych urządzeń pokładowych pojazdów trakcyjnych. Pociągi po przejechaniu granicy muszą zmieniać używany system na zgodny z istniejącym w danym kraju europejskim. Wydłuża to czas podróży oraz zwiększa koszty utrzymaniowe i operacyjne.

2. RYS HISTORYCZNY

Prowadzone na szczeblu rządowym rozmowy na temat integracji struktur kolejowych poszczególnych krajów w jednolity organizm, kierowany według określonych zasad, z jednoczesnym utrzymywaniem trendów prywatyzacyjnych innych gałęzi transportu, wymuszają na operatorach kolejowych zwiększenie konkurencyjności. Koleje muszą zapewnić podniesienie komfortu podróży i zwiększenie szybkości nie tylko dla pociągów dużych szybkości, ale także dla wszystkich innych pociągów jeżdżących po liniach głównych. Jednakowe kryteria muszą być zastosowane także dla operacji związanych z przewozami towarowymi.



Rys.1. Systemy sterowania ruchem kolejowym

Podjęte rozmowy rządowe, dotyczące integracji poszczególnych krajów w ramach Unii Europejskiej (UE), wymusiły na poszczególnych, krajowych operatorach kolejowych podjęcie rozmów na temat podniesienia konkurencyjności transportu kolejowego w stosunku do innych rodzajów transportu. Następstwem takich rozmów było w grudniu 1989 r. podjęcie decyzji przez Ministra Transportu Europejskiego w sprawie rozpoczęcia przez Komisję Europejską (EC) prac nad projektem analizy problemów sygnalizacji i kontroli pociągu. Pod koniec 1990 r. Europejski Instytut Rozwoju Kolei (ERRI) powołał grupę ekspertów kolejowych (nazwaną A200) do prac nad wymaganiami Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami ETCS.

W czerwcu 1991 r. grupa skupiająca firmy przemysłowe, produkujące wyposażenie kolejowe (EUROSIG) oraz instytucje kolejowe (UIC, ERRI) ustaliły bardzo ważną podstawę kooperacji, mającą na celu, przyjęcie wspólnych wymagań specyfikacji jako podstawy dla

dalszego rozwoju przemysłowego projektu ETCS. Projekt ten zawierał struktury nowego wyposażenia pokładowego pojazdów trakcyjnych, opartego na otwartej architekturze komputera (EUROCAB), nowego modelu systemowego dla przekazywania danych (EUROBALISE) i nowego ciągłego systemu transmisyjnego (EURORADIO).

Pod koniec 1993 r. zgromadzenie Unii Europejskiej (EU) wydało Dyrektywę o Interoperacyjności. Prawo to posłużyło do stworzenia Technicznych Specyfikacji dla Interoperacyjności (TSI), które zostały zatwierdzone przez EU – Dyrektywą 96/48/EC – jako obligatoryjne do stosowania. Prawo oznacza to, że TSI są obowiązkowe dla zapewnienia interoperacyjności na liniach wpisujących się w Trans Europejską Sieć Kolejową (TEN). W przyszłości, obowiązek ten zostanie wprowadzony również na liniach konwencjonalnych.

W 1995 r., w początkowej fazie Czwartego Programu Ramowego UE, Komisja Europejska zdefiniowała globalną strategię dalszego rozwoju ETCS, z określeniem celu, którym było przygotowanie systemu pod przyszłe jego wdrożenie na Europejskiej Sieci Kolejowej. Globalna strategia została opisana w *Master Plan of Activities* (Główny Plan Działania) i zawierała opis faz rozwoju oraz walidacji. W fazie homologacji będą wykonywane testy (próby) na specjalnych odcinkach testowych, zlokalizowanych w różnych krajach (np. Francja, Niemcy i Włochy).

W 1998 r. europejskie firmy produkujące wyposażenie związane z systemami sterowania ruchem kolejowym, działające w ramach grupy UNISIG, przyjęły uzgodnione w ostatecznym kształcie Specyfikacje Wymagań Systemowych SRS. Przyjęty SRS Klasy P (SRS *Class P*) został poddany dalszym badaniom, które zakończono 25 kwietnia 2000 r. złożeniem końcowego podpisu na specyfikacjach ERTMS Klasy 1. Od tej chwili proponowany system ERTMS umożliwi uzyskanie na kolei znacznie większej wydajności i elastyczności możliwych do zastosowania poziomów – według określonych potrzeb.

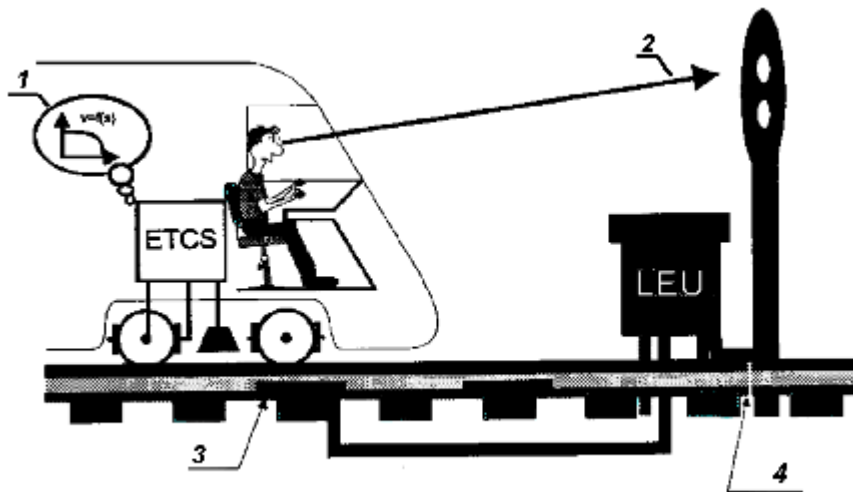
Końcowym wynikiem tych wszystkich prac jest System ERTMS, obejmujący: System Sterowania i Kontroli Pociągu (ETCS), Globalny System Radiołączności Kolejowej (GSM-R) i System Zarządzania Ruchem (ETML). Przyszłym użytkownikom zostały zaproponowane trzy podstawowe poziomy systemu, z możliwymi modyfikacjami.

Możliwości eksploatacyjne, a także możliwość jazdy – po przekroczeniu granicy państwa – na liniach krajów sąsiednich sprawiają, iż system ten przewidziany jest jako podstawowy (zgodnie z Dyrektywą EU) na europejskich sieciach kolejowych (na liniach dużych prędkości i w głównych korytarzach transportowych).

3. OPIS SYSTEMU ERTMS

Poziom pierwszy ETCS, to poziom wstępny, gwarantujący bezpieczną jazdę pociągu. Jego zadaniem jest zapewnienie tego, że pociąg nie przejedzie poza miejsce ograniczające ustawioną i utwierdzoną drogę przebiegu oraz, że nie przekroczy dopuszczalnej prędkości na żadnym odcinku drogi przebiegu.

Z gamy rozwiązań technologicznych systemu ETCS jest możliwe zastosowanie poziomu pierwszego bez uaktualniania. Poziom ten opiera się na wykorzystaniu transmisji przez balisy zezwoleń na jazdę, wyświetlanych na sygnalizatorach. Do sygnalizatora, za pośrednictwem kodera, jest dołączona przełączalna balisa, która przekazuje zezwolenie na jazdę zależne od wskazań sygnalizatora (rys. 2).



Rys. 2. ERTMS poziom 1

1 – profile prędkości obliczone przez komputer ETCS

2 – odbiór informacji za pomocą wzroku

3 – balisa

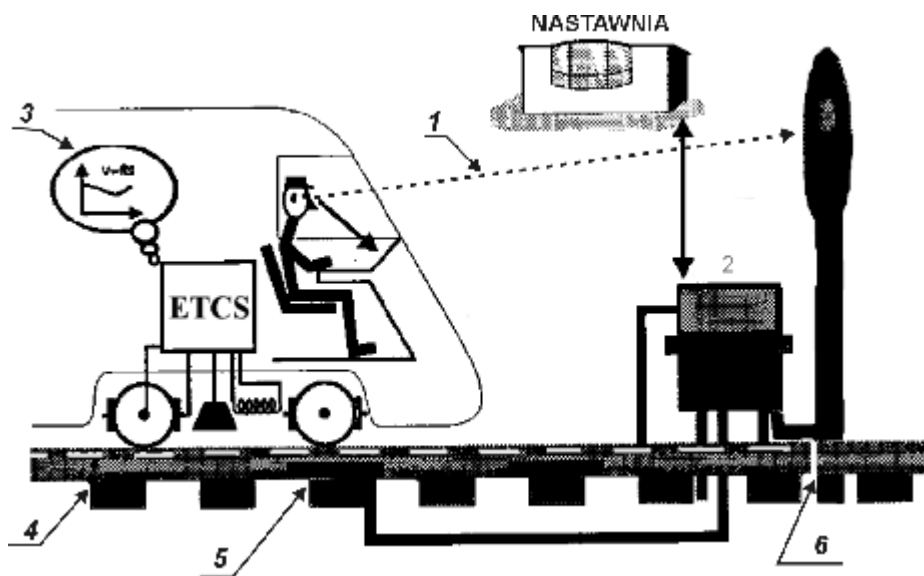
4 – koniec obwodu torowego

Kolejnym możliwym rozwiązaniem jest poziom pierwszy z uaktualnianiem przez dodatkowe balisy. Poziom ten różni się od poprzedniej konfiguracji tym, że na drodze dojazdu do semafora instaluje się dodatkowe balisy jako punkty uaktualniania informacji.

Zastosowanie którejkolwiek z wyżej wymienionych konfiguracji na linii umożliwia uzyskanie automatycznego dopasowania się pojazdów wyposażonych (dla jazd po linii) w wyższe poziomy systemu ERTMS. Zaletą takiego systemu jest także osiągnięcie wymagań

interoperacyjności technicznej, wadą zaś jest brak możliwości osiągnięcia interoperacyjności operacyjnej (wymaganej dla linii o znaczeniu międzynarodowym).

Konfiguracja z uaktualnianiem przez pętlę (kabel promieniujący) jest kolejną wersją poziomu pierwszego (rys. 3). Różni się ona od poprzedniej konfiguracji tym, że uaktualnienie ma charakter ciągły na odcinku zbliżania się do semafora. Taka budowa umożliwia automatyczne dopasowanie pojazdów trakcyjnych wyposażonych w wyższe poziomy systemu ERTMS. Ten poziom sprzętowy umożliwia osiągnięcie interoperacyjności operacyjnej, a także powoduje zachowanie, a nawet pewne zwiększenie przepustowości i umożliwia zmniejszenie zużycia energii dzięki zapewnieniu aktualizacji wskazań sygnalizatorów lepszej niż za pomocą wzroku maszynisty. Budowa tej wersji sprzętowej umożliwia rezygnację z sygnalizatorów świetlnych w przypadku ruchu jednorodnego (tylko pojazdy wyposażone w system ETCS). Jednak zastosowanie takiej konfiguracji sprzętowej obarczone jest wieloma niedogodnościami, gdyż ułożenie kabla promieniującego i zastosowanie dodatkowej elektroniki przytorowej jest związane z kosztami i znacznie zwiększa ryzyko kradzieży.



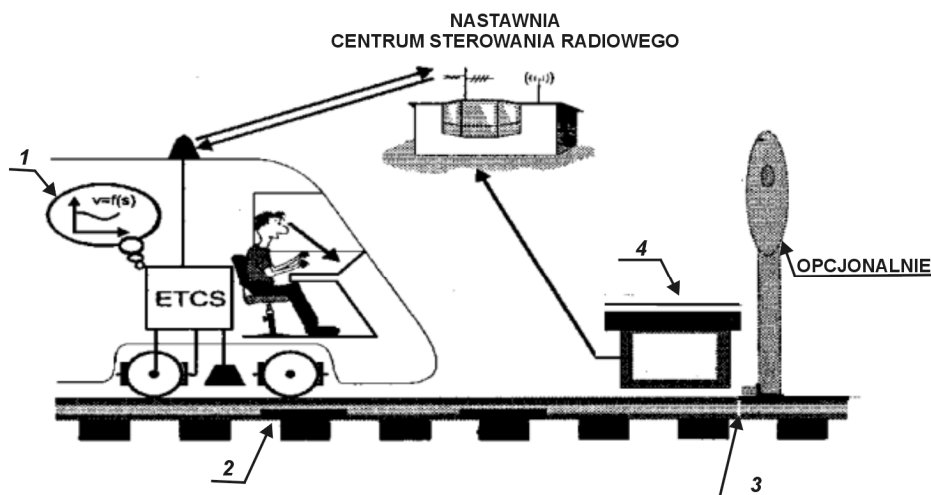
Rys. 3. ERTMS poziom 1 z uaktualnianiem przez pętlę

- 1 – wzrokowy odbiór informacji zobrazonej na monitorze
- 2 – interfejs wprowadzania danych do pentli
- 3 – profile prędkości
- 4 – pętla kablowa
- 5 – balisa
- 6 – koniec obwodu torowego

W poziomie pierwszym możliwe jest także uaktualnianie informacji za pomocą systemu GSM-R, co umożliwi automatyczne dopasowanie pojazdów trakcyjnych wyposażonych w wyższe poziomy systemu ERTMS. Konfiguracja taka umożliwi osiągnięcie interoperatywności operacyjnej, a także powoduje zachowanie przepustowości. Zastosowanie tej wersji sprzętowej umożliwia rezygnację z sygnalizatorów świetlnych tylko w przypadku ruchu jednorodnego.

Inną możliwą konfiguracją sprzętową jest poziom pierwszy z uaktualnianiem przez Specyficzny Moduł Transmisyjny (STM). Informacje uaktualniające – przesyłane przez Specyficzny Moduł Transmisyjny do krajowego systemu transmisji *tor – pojazd* – są wykorzystywane przez przytorowe urządzenia, stanowiące koszt innego systemu. Konfiguracja ta zapewnia osiągnięcie interoperatywności technicznej. Jednak stosując taką konfigurację jest konieczna instalacja pokładowego urządzenia STM na pojazdach wyposażonych (dla jazd po linii wyposażonej w ETCS) w wyższy poziom urządzeń systemowych ERTMS. Istnieje także konieczność instalowania pokładowego krajowego urządzenia STM dla systemu danego kraju na pojazdach innych przewoźników, wjeżdżających na sąsiednią sieć kolejową. Wiele cech takiego rozwiązania zależy od systemu krajowego, który byłby wykorzystywany w transmisji informacji *tor-pojazd*.

Poziom drugi (rys. 4) może być wdrożony albo jako dodatkowy do istniejącego systemu sygnalizacji, który kontroluje odstęp między pociągami na całej linii, albo jako samodzielny system sygnalizacji, jeśli funkcja separacji pociągów będzie realizowana w przytorowej części systemu ETCS. Poziom ten opiera się więc na cyfrowej łączności radiowej GSM-R – do wydawania zezwoleń na jazdę, i konwencjonalnej technice kontroli zajętości torów – do przygotowania zezwoleń na jazdę w oparciu o istniejące urządzenia sterowania ruchem kolejowym warstwy podstawowej. Poziom ten umożliwia – w zależności od jego wersji – pozostawienie lub wyeliminowanie (rezygnację) sygnalizatorów świetlnych, w przypadku ruchu jednorodnego. Stosując taką konfigurację uzyskujemy interoperatywność operacyjną, a także zostaje zachowana przepustowość.

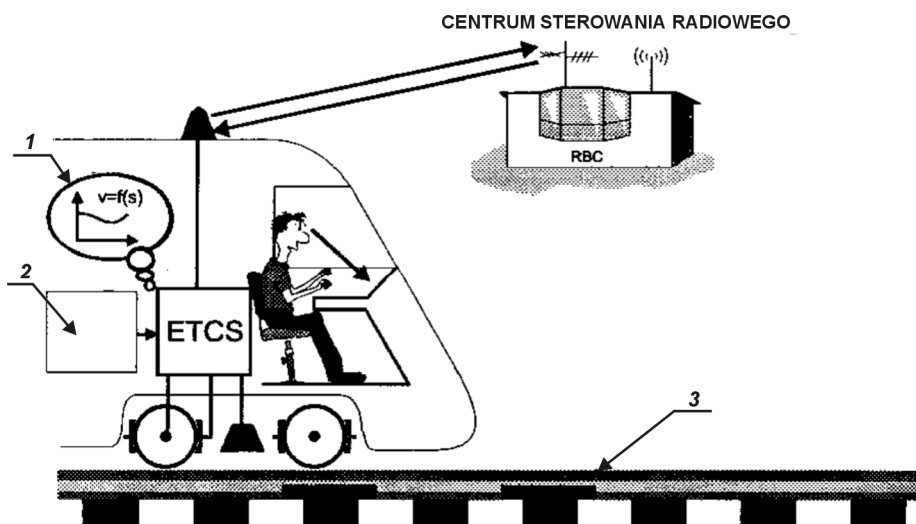


Rys. 4. ERTMS poziom 2

- 1 – profile prędkości
- 2 – balisa
- 3 – koniec odcinka torowego
- 4 – interfejs transmisji

Ostatnim poziomem systemu ETCS, możliwym do zastosowania, jest poziom trzeci (rys. 5). Poziom ten jest rozwinięciem poziomu drugiego przez przeniesienie funkcji kontroli zajętości torów z urządzeń przytorowych do urządzeń pojazdowych. Umożliwia to jazdę przy ruchomym odstępie blokowym (uniezależnienie się od odstępów blokowych) oraz rezygnację z obwodów torowych i liczników osi.

Poziom trzeci opiera się na radiowej łączności GSM-R do wydawania zezwoleń na jazdę i zastąpieniu konwencjonalnej techniki kontroli zajętości torów kombinacją kontroli położenia pociągów i kontroli ciągłości składów. Daje to możliwość przygotowania zezwoleń na jazdę w oparciu o zasadę ruchomego odstępu blokowego. Instalacja taka zwiększa przepustowość i powoduje możliwy spadek zużycia energii na skutek zastosowania zasady ruchomego odstępu blokowego. Poziom ten daje także możliwość osiągnięcia interoperatywności operacyjnej. Zastosowanie zasady ruchomego odstępu blokowego umożliwia rezygnację z sygnalizatorów świetlnych i przytorowych urządzeń kontroli zajętości lub niezajętości torów (obwody torowe, liczniki osi). Konieczne jest jednak wówczas zapewnienie ruchu jednorodnego oraz zainstalowanie pokładowego systemu kontroli ciągłości składu.



Rys. 5. ERTMS poziom 3

- 1 - profile prędkości
- 2 – kontrola ciągłości składu
- 3 – balisa

Specyfikacje GSM-R były oparte na projekcie *Eirene*, a następnie były rozwijane jako część projektu *Morane*. Wyposażenie GSM-R – specyfikacje dotyczące tego systemu są częścią Technicznych Specyfikacji o Interoperacyjności (TSI) – umożliwia pełne, komercyjne wykorzystanie możliwości oferowanych przez system ETCS.

GSM-R – jak dotychczas – został wykorzystany w Niemczech i Szwecji, ale do jego zastosowania przygotowują się też inne zarządy kolejowe, takie jak: Holandia, Włochy, Hiszpania, i Wielka Brytania.

4. APLIKACJE ERTMS

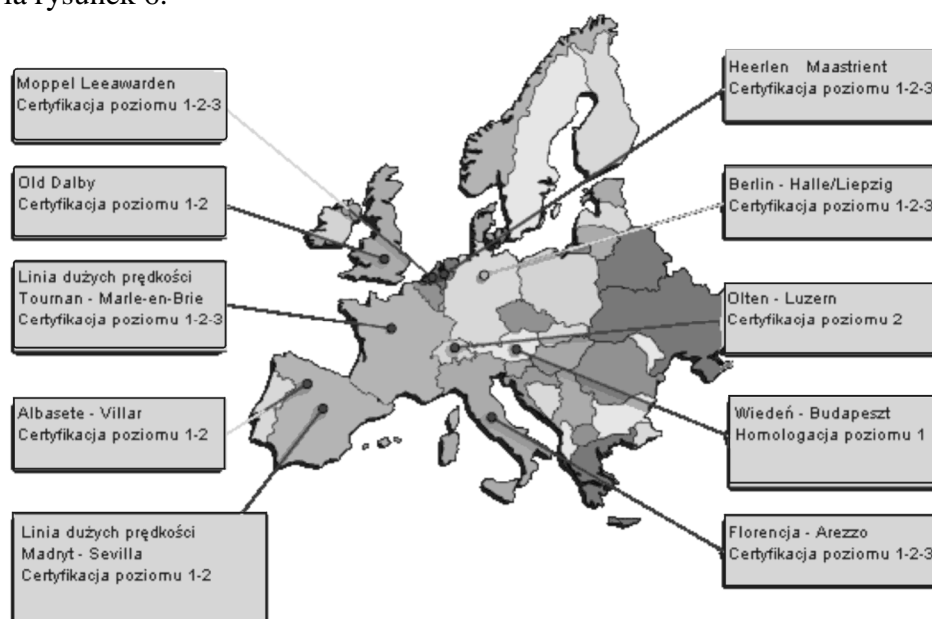
Dostarczenie na rynek systemu ERTMS wymaga od producentów zdobycia wszystkich niezbędnych dokumentów, potrzebnych do bezpiecznego i pewnego działania systemu. Obecnie są prowadzone prace mające na celu testowanie i uzyskiwanie odpowiednich certyfikatów. Został już osiągnięty wielki sukces podczas testowania interoperacyjności systemu ERTMS na odcinku testowym *Wiedeń – Budapeszt*. Na liniach we Włoszech wszystkie próby na odcinku testowym zostaną przeprowadzone do końca bieżącego roku.

Istnieje jeszcze wiele innych projektów komercyjnych zastosowania ERTMS w różnych zarządach kolejowych, z uwzględnieniem etapu uzyskania odpowiednich certyfikatów.

Realizacja niektórych projektów zyskała aprobatę Komisji Europejskiej, która zgodziła się przeznaczyć pewną ilość środków pieniężnych na częściowe sfinansowanie takich projektów jak np.: odcinki testowe 4 MEGA Projekt, a także na instalacje komercyjne, m.in. takie jak: Magistralna Linia Zachodniego Wybrzeża (WCML), linie *Meppel – Lenwarden*, *Rzym – Neapol* czy *Madryt – Lerida*.

4.1. Strategiczne odcinki testowe systemu ERTMS

Odcinki testowe ERTMS dla przyszłego, europejskiego systemu kontroli pociągów przedstawia rysunek 6.



Rys. 6.. Odcinki testowe ERTMS dla przyszłego europejskiego systemu kontroli pociągów

4.1.1. Holandia

Koleje holenderskie przewidują przeprowadzenie testów w celu certyfikacji ERTMS poziomu 1, 2 i 3 na linii *Meppel – Leeuwarden*.

Innym projektem holenderskich kolei narodowych (NS), zmierzającym do zwiększenia bezpieczeństwa kolejowego, opierającym się na specyfikacjach ERTMS jest projekt BEV 21 (BEV 21 – *BEVeiliging voor de 21ste eeuw* – Bezpieczeństwo XXI wieku). Projekt ten obejmuje dwa scenariusze realizacyjne. W jednym z nich zakłada się realizację dwóch linii pilotażowych, umożliwiających testowanie i rozwój specjalnego wyposażenia, dostosowanego do wymagań oraz włączenia istniejących systemów sterowania ruchem kolei holenderskich. Natomiast w drugim scenariuszu zakłada się wdrożenie projektu o roboczej

nazwie „4 MEGA Projekt”, z wykorzystaniem nowego systemu ERTMS. Wszystkie nowo włączane systemy sterowania powinny być opierane na rozszerzeniach specyfikacji ERTMS poziomu 1, 2 i 3, które nie powinno powodować wyłączenia obecnych funkcji systemów. Wszystkie funkcje systemu, które pokrywają się w obu systemach powinny zapewnić wymagane bezpieczeństwo i zwiększać możliwości zarządzania.

Jedną z linii pilotażowych będzie wykonywana przez firmę *Alstom*, druga przez firmę *ADtranz*. Linie na których będzie zastosowany w ramach „4 MEGA Projekt” nowy system ERTMS to:

- Szlak Betuwe: nowa linia towarowa z portu Rotterdam do Niemiec, na której będzie zastosowany system ERTMS poziomu 2, z pełną sygnalizacją kabinową, bez sygnalizatorów przytorowych.
- Linia *Amsterdam – Utrecht* o dużym obciążeniu; zostanie tu zastosowana sygnalizacja ERTMS poziomu 2 i sygnalizacja przytorowa.
- Południowa linia dużych prędkości do granicy belgijskiej; jest charakterystyczna ze względu na występowanie ruchu jednorodnego; użyty zostanie ERTMS poziomu 3. z ruchomym odstępem blokowym i automatyczną lokalizacją położenia pociągu, z pełną sygnalizacją kabinową, bez sygnalizatorów przytorowych.
- Wschodnia linia dużych prędkości: *Amsterdam – granica niemiecka* będzie miała takie same parametry jak południowa linia dużych prędkości.

4.1.2. Wielka Brytania

Koleje brytyjskie – kierując się myślą o wdrożeniu na swojej sieci systemu ERTMS – jako miejsce prób testowych wybrały miejscowość Old Dalby, znajdującą się na granicy Nottinghamshire/Leicestershire w centralnej Anglii. Jest tutaj zbudowany badawczy, pojedynczy tor kolejowy. Miejsce to jest odizolowane od innych linii i umożliwia testowanie pojazdów i systemów kolejowych. Zaletą tego miejsca jest możliwość jazd pociągów z prędkościami do 200 km/h, a także ważne jest, że podjęto decyzję o dobudowaniu 6,75 km odcinka dwutorowego szlaku dla potrzeb testowania systemu ERTMS.

Na torze doświadczalnym wszystkie budynki biurowe, bocznica i pomieszczenia urządzeń są zlokalizowane w Old Dalby. Budynek centrum dyspozytorskiego jest zlokalizowany na południe od Asford i tam są główne pomieszczeniami urządzeń dla przeprowadzania prób i badań pociągów. Na dobudowanym dwutorowym odcinku, zaczynającym się na północ od Old Dalby i przedłużonym do wjazdu do tunelu w Stanton, zostanie zainstalowane wyposażenie ERTMS. Północny wjazd do tunelu w Grimston i południowy wjazd do tunelu w Stanton ogranicza główny obszar testowy, poza odcinkiem

jednotorowym o długości 17,5 km. Na tym obszarze zostaną przeprowadzone próby poziomów 1 i 2 systemu ERTMS. Odcinek jednotorowy, odcinek dwutorowy i tor boczny są zelektryfikowane trakcją prądu przemiennego o napięciu 25 kV. Nominalna szybkość na odcinku testowym linii w Old Dalby wynosi 100 km/h.

Zmodernizowany układ torowy toru doświadczalnego w Old Dalby to odcinek podwójnego toru, na którym będzie możliwe mijanie się pociągów jadących z przeciwnych kierunków. Odcinek ten ma także dużo cech, jakie występują na eksploatowanych liniach kolejowych (tunele, mosty, łuki, itp.). Głównym przeznaczeniem odcinka długości 17,5 km jest przeprowadzanie na nim jazd badawczych i testowanie nowych pociągów w zakresie dużych szybkości, z jednoczesną możliwością wykonywania prób z systemem ERTMS. Próby, które zostaną przeprowadzone na tym odcinku testowym będą obejmowały przejścia między poziomami 1 i 2 ERTMS.

Podczas instalowania na próbnym odcinku w Old Dalby systemu kontrolnego muszą być przeprowadzone określone próby, w następującej kolejności:

- 1) konwencjonalna sygnalizacja na odcinku próbnym;
- 2) pokrycie konwencjonalnej sygnalizacji poziomem 1 ERTMS;
- 3) zabudowa telekomunikacyjna na 17,5 km toru badawczego i odcinku ERTMS,
- 4) pokrycie konwencjonalnej sygnalizacji poziomem 2 ERTMS.

W celu przeprowadzenia w sposób płynny etapu testowania systemu ERTMS koleje brytyjskie przygotowały następujący harmonogram badań:

- Budowa kompletnej infrastruktury – kwiecień 2001;
- Kompletna instalacja ERTMS poziomu 1 – czerwiec 2001;
- Integracja ERTMS poziomu 1 z zabudowaną infrastrukturą – czerwiec – grudzień 2001;
- Funkcjonalne testowanie ERTMS poziomu 1 – styczeń – lipiec 2002;
- Kompletna instalacja ERTMS poziomu 2 – grudzień 2001;
- Integracja ERTMS poziomu 2 z zabudowaną infrastrukturą – grudzień 2001 – czerwiec 2002;
- Funkcjonalne testowanie ERTMS poziomu 2 – czerwiec 2002 – kwiecień 2003.

4.1.3. Francja

Koleje francuskie podjęły decyzję o sprawdzaniu systemu ERTMS na odcinkach testowych, zlokalizowanych na:

- liniach dużych prędkości (miejscami),
- liniach podmiejskich,

– innych lokalnych odcinkach próbnych.

Wszystkie szlaki zakwalifikowane do przeprowadzania testów wyposażenia systemu ERTMS są w pełni zelektryfikowane trakcją prądu przemiennego o napięciu 25 kV i częstotliwości 50 Hz. Na szlakach tych jest zainstalowany także system sygnalizacji kabinowej TVM 430 oraz jest dobudowywane wyposażenie GSM-R, umożliwiające kompletne pokrycie tego obszaru łącznością w paśmie cyfrowym. Zostały wybrane dwie linie zlokalizowane na północny- wschód od Paryża (patrz rys. 7); pierwszą z nich – odcinek linii dużej prędkości (omijający Paryż) – przeznaczono dla prób poziomu 2 i 3, z szybkościami do 350 km/h; drugą jest fragment linii podmiejskiej pomiędzy *Tournan* – *Marle-en-Brie*; tutaj będą się odbywały próby ERTMS poziomu 1.



Rys. 7. Odcinki testowe kolei SCNF

Na dwutorowym szlaku linii dużych prędkości między Neumoutier a Jabelines odcinek doświadczalny będzie miał długość 30 km. Dodatkowym atutem tej linii jest bliskość portu lotniczego *Charles De Gaulle*. Takie położenie umożliwi sprawdzenie działania systemu ERTMS w obszarze tunelu i portu lotniczego, który zostanie pokryty systemem łączności za pomocą odpowiednio rozmieszczonych anten.

Zainstalowany na tych liniach system sygnalizacyjny TVM 430 został tak zaprojektowany i wykonany, aby umożliwiał realizację niektórych funkcji systemu ERTMS poziomu 2, a także umożliwiał pozytywne realizowanie funkcji wykonywanych w poziomie 2 przez ERTMS poziomu 3.

Założonym głównym celem pilotażowego testowania ERTMS na liniach francuskich jest uzyskanie zgodności ERTMS z systemami KVB i TVM, specjalnie do zastosowania na linii TGV East. Natomiast pociągi TGV THALYS i inne pociągi ekspresowe będą wyposażone w system Atlas™ 100, 200 i 300.

Kolejnym miejscem prób na kolejach francuskich jest odcinek linii podmiejskiej o długości 10 km, zlokalizowany na północ od Paryża, między miejscowościami Tournan a Marles-en-Brie. Maksymalna prędkość na tej linii wynosi 120 km/h. Linia ta przebiega przez tereny mało zurbanizowane (wiejskie), lecz są na niej dwie największe podmiejskie stacje kolejowe. Na odcinku tym odbędą się próby systemu ERTMS poziomu 1, który zostanie tutaj zainstalowany obok istniejącego wyposażenia systemu KVB. Wyposażenie systemu ERTMS będzie umożliwiała dla obydwu kierunków jazdy zobrazowanie sygnałów blokady liniowej w układzie trzy- lub czerostawnym

Dla przeprowadzenia na kolejach francuskich wszystkich prób, firma *Alstom* dostarczy:

- podsystem przytorowy Atlas™ 100,
- balisy,
- podsystem przytorowy (RBC) Atlas™ 200 i 300,
- pojazdowe wyposażenie pokładowe Atlas™ poziomu 100, 200 i 300,
- specyficzne moduły transmisyjne (STM) do KVB.

Ponadto na kolejach francuskich, jest planowana instalacja wyposażenia systemu ERTMS na linii TGV *East Paris – Baudrecourt*;

4.1.4. Hiszpania

W jednym z projektów realizowanych na kolejach hiszpańskich jako odcinek testowy przyjęto odcinek szlaku między Albacete a Villar de Chinchilla. Jest to odcinek o długości 38 km, umożliwiający jazdy z maksymalną dozwoloną prędkością do 220 km/h. Na odcinku tym odbędzie się testowanie wyposażenia poziomu 1 systemu ERTMS, dostarczonego przez konsorcjum obejmujące firmy *ADtranz* i *Dimetronic*. Po przeprowadzeniu prób poziomu 1 nastąpi testowanie wyposażenia systemu ERTMS poziomu 2. Do przeprowadzenia prób zostaną przygotowane cztery lokomotywy oraz pociąg zespólny, które zostaną dopasowane do jazd testowych na odcinku próbnym ETCS.

Próby testowe poziomu 1 rozpoczęto w końcu 2001 r. Po pomyślnym zakończeniu badań nastąpiło zastąpienie wyposażenia poziomu 1 wyposażeniem poziomu 2 systemu ERTMS. W tej fazie odbędzie się testowane przesyłania informacji między systemem *Ebica*

900 TBS i ETCS oraz Systemem Automatycznej Sygnalizacji i Hamowaniu Nagłego (ASF) i ETCS.

Innym projektem, który był jednym z pierwszych projektów wdrożeń testowych systemu ERTMS, był projekt EMSET. Projekt ten został rozpoczęty przez Komisję Europejską. Jako miejsce badań wybrano linię dużych prędkości *Madryt – Sevilla*. Celem tego projektu było uzyskanie wyników eksploatacyjnych, które byłyby jednym z pierwszych kroków na drodze prawnej, zmierzającej w kierunku walidacji systemu ERTMS poziomu 1 i 2. Projekt ten został podtrzymany i realizowany przez EEIG.

Realizację tego projektu, którego głównym celem miało być wykazanie interoperacyjności na różnych poziomach systemu ERTMS, podzielono na kilka etapów. W jednym z nich została przeprowadzona analiza poszczególnych podsystemów oraz całego systemu. Wynikiem przeprowadzonych prób miało być określenie:

1) na poziomie podsystemu:

- interoperacyjności pomiędzy urządzeniami wysyłania i odbioru podsystemu EUROBALISE, dostarczanych przez różnych dostawców,
- interoperacyjności pomiędzy urządzeniami kodowania i rozkodowywania podsystemu EURORADIO, dostarczanych przez różnych dostawców;

2) na poziomie systemu :

- interoperacyjności pomiędzy urządzeniami wysyłania i odbioru podsystemu EUROBALISE, dostarczanych przez różnych dostawców;
- interoperacyjności operacyjnej pomiędzy różnymi poziomami ERTMS, tj. bezproblemowego przejścia między poziomami 1 bez uaktualniania, 1 z uaktualnianiem oraz poziomem 2.

W realizację tego projektu były zaangażowane wszystkie największe europejskie firmy produkujące urządzenia sterowania. Zostały one zaproszone do brania udziału w poszczególnych częściach badań dotyczących rozwoju i prób z odpowiednimi narzędziami, które miały posłużyć do dalszego rozwoju systemu ERTMS.

W czasie realizacji tego projektu m. in. firma *Alstom* dostarczyła do prób pewną liczbę narzędzi dla systemu balis i systemu radiowego. Dostarczone produkty potrafiły odbierać informacje z urządzeń innych producentów, a także potrafiły transmitować informacje zrozumiałe przez urządzenia innych producentów.

4.1.5. Niemcy

Koleje niemieckie wybrały jako miejsce na przeprowadzenie prób i testów ERTMS na swoim terytorium odcinek między Ludwigsfelde a Jüterborgiem na linii *Berlin – Halle/Leipzig*. Odcinek doświadczalny ma 40 km długości na linii dwutorowej i umożliwia jazdy z maksymalną prędkością 200 km/h. Na linii tej jest 5 stacji i odbywa się na niej ruch mieszany. Na odcinku tym będzie się odbywać testowanie funkcji systemu ERTMS poziomów 1, 2 i 3. W celu przeprowadzenia prób przewidziano zainstalowanie w czterech lokomotywach i w pociągu zespolonym urządzeń pokładowych i dostosowanie ich do postawionych wymagań. Dodatkowo zostanie tutaj dokładnie sprawdzony podczas operacyjnego użytkowania poziom 2 systemu ERTMS.

Wyposażenie dla odcinka testowego będzie dostarczone przez konsorcjum *Eurofunksignal 21*, obejmujące firmy *Siemens* i *Alcatel*. Wyposażenie systemu GSM-R jest dostarczane przez firmę *Nortel*, z komponentami dla aparatów ruchomych firmy *Sagem*.

4.1.6. Szwajcaria

Koleje szwajcarskie jako miejsce prób poziomu 2 systemu ERTMS wybrały odcinek o długości 35 km, na linii dwutorowej między stacjami Zofingen a Sempach, na linii *Olten – Luzern*. Szlak ten zostanie wyposażony w RBC i w odpowiednią liczbę balis uaktualniających. Zostaną wyposażone 63 lokomotywy w urządzenia *Eurocab* (ATP), z systemem pokładowym radia GSM-R. Komercyjne użytkowanie tej linii powinno rozpocząć się z końcem 2002 roku. Linia ta jest wyposażona przez firmę *ADtranz*.

4.1.7. Austria oraz Węgry

Jednym z pierwszych projektów realizowanych wspólnie przez dwa zarządy kolejowe jest projekt ETCSVB. Został on zapoczątkowany przez Komisję Europejską w celu wykonania i przetestowania pilotażowej instalacji systemu ERTMS poziomu 1. Na miejsce prób wybrano linię *Wiedeń – Budapeszt* (rys. 8), łączącą stolice Austrii i Węgier. Każde z tych państw ma swój krajowy system sterowania, zaliczany do klasy systemów ATP.



Rys. 8. Odcinki testowe na kolejach ÖBB i MAV

Celem wdrożonego projektu było:

- pokrycie istniejących linii wyposażeniem systemu ERTMS poziomu 1 (po austriackiej i węgierskiej stronie);
- wykonanie systemu ERTMS poziomu 1 w wersji: bez i z aktualizacją informacji o głównych sygnałach;
- wymiana informacji na przejściu granicznym między zarządami za pomocą systemu ERTMS poziomu 1;
- obsługa przejść pomiędzy różnymi systemami sterowania INDUSI w Austrii i EVM na Węgrzech w ramach poziomu 1 systemu ERTMS.

Partnerami projektu ETCSVB są koleje ÖBB i MAV oraz grupa przemysłowa, składająca się z producentów wyposażenia kolejowego, pod przewodnictwem firmy *Alstom*, a także austriackiego ośrodka badawczego i centrum testowego.

Firma *Alstom* jest także odpowiedzialna za zaprojektowanie i dopasowanie austriackiej lokomotywy do możliwości jazdy po węgierskiej części linii. Dodatkowo firma ta dostarczy pojazdowe wyposażenie pokładowe i będzie odpowiedzialna za przeprowadzenie pełnych testów. Wyposażenie to obejmuje :

- komputer bezpieczny EVC i MMI, adaptowany do określonych wymagań pociągów ÖBB;
- anteny balis i modułów przesyłania;

- Specyficzne Moduły Transmisyjne (STM) dla systemów INDUSI (Austrii) i EVM (Węgry).

Realizacja tego projektu jest dużym sukcesem, a otrzymane wyniki urzeczywistniają spełnienie interoperacyjności pomiędzy wyposażeniem oferowanym przez różnych dostawców oraz interoperacyjności z istniejącymi systemami sterowania.

4.1.8. Włochy

Koleje włoskie jako miejsce prób systemu ERTMS wybrało odcinki zlokalizowane na linii *Direttissima Firenze – Roma* oraz linii *Lenta Firenze – Roma*.

Linie te są jednymi z najbardziej obciążonych linii we Włoszech, a wyposażenie systemu ERTMS będzie stanowiło interfejs zarówno pomiędzy funkcjami realizowanymi już przez istniejące systemy, jak i funkcje oferowane przez nowy system. Wybrany odcinek testowy mieści się między Florencją a Arezzo i ma długość 85 km; na tym szlaku występują liczne łuki i wzniesienia, a także jest wiele tuneli (do 11 km długości) i mostów. Do próby jest włączona także stacja centralna Florencja. Bez względu na warunki górskie jakość linii umożliwi pociągom jazdę z prędkościami do 250 km/h. Parametry tej linii pozwalają na przygotowywanie jej do przyszłego włączenia do linii dużych prędkości *Rzym – Neapol*.

Celem postawionym włoskiemu odcinkowi próbnemu jest testowanie systemu ERTMS poziomu 1, 2 i 3. W przypadku poziomu 2 i 3 wszystkie próby będą się odbywać razem z próbami instalowanego w jednym miejscu Centrum Sterowania Radiowego (RBC), łączącego się z pociągami z wykorzystaniem sieci GSM-R. Dodatkowo, zgodnie z zawartym kontraktem, dostawcą pasma kanału cyfrowego radia będzie firma *Alstom Verona Telecommunications S.p.A.* Pokrycie radiowe w tunelach jest zrealizowane przez zastosowanie anten i miejscowych urządzeń uaktualniających informacje. W testowaniu systemu będzie uczestniczyć 7 pociągów, które będą wyposażone w urządzenia systemu Atlas™.

Na linii tej docelowo przewiduje się pozostawienie jako głównego poziomu 2 systemu ERTMS, podczas gdy wyposażenie systemu ERTMS poziomu 1 będzie stanowiło rezerwę.

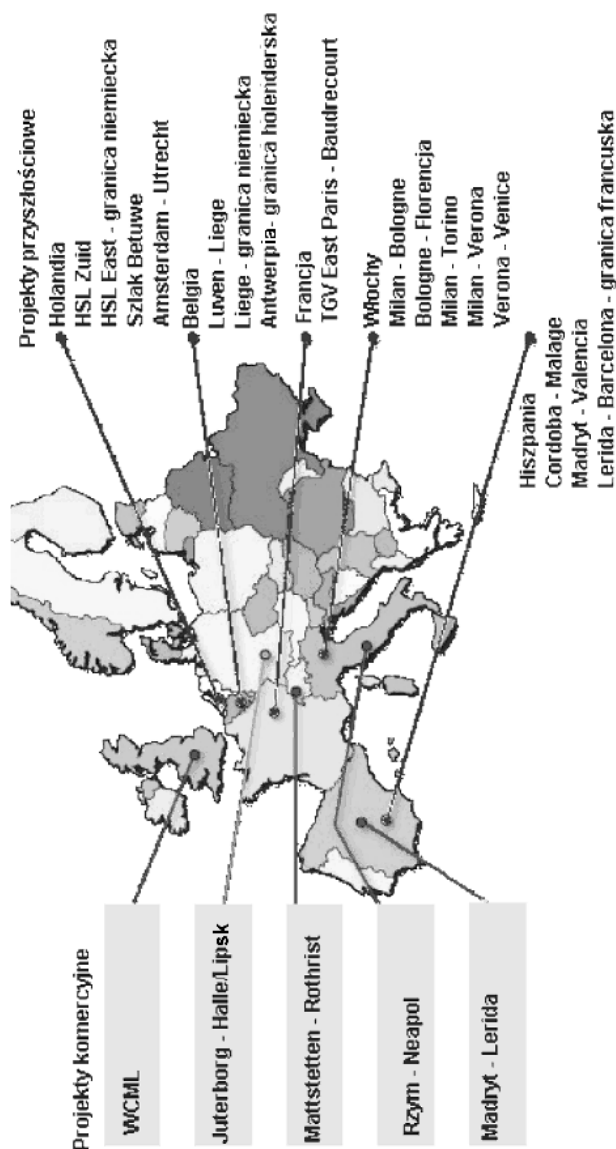
Dla przeprowadzenia na kolejach włoskich wszystkich prób, firma *Alstom* dostarczy:

- kodery (LEU),
- balisy,
- RBC przytorowy podsystem Atlas™ 200 i 300,
- pojazdowe wyposażenie pokładowe systemu Atlas™ 100, 200 i 300,

– Specyficzne Moduły Transmisyjne (STM) RSDD, zrealizowane w obecnie dostępnym i zatwierdzonym modelu standardowym SCMT (z ciągłą równoczesną transmisją 180 bitów w systemie balis).

4.2. Komercyjne projekty ERTMS dla systemu rzeczywistej ochrony pociągów

Komercyjne i przyszłościowe projekty ERTMS przedstawia rysunek 9.



Rys. 9. Komercyjne i przyszłościowe projekty ERTMS

4.2.1. Wielka Brytania

W Wielkiej Brytanii jedną z linii, na której jest planowane zainstalowanie systemu ERTMS jest Magistralna Linia Zachodniego Wybrzeża (*West Coast Main Line* – WCML). Linia ta łączy Londyn z głównymi miastami (rys. 10), m.in.: Birmingham, Manchester, Glasgow i jest dostępna dla ponad 16 milionów ludzi. Jest ona jednym z ważniejszych na

świecie korytarzy kolejowych i głównym w Wielkiej Brytanii. Szlak ten ma ponad 1000 km długości i 3000 km torów, po których jeździ codziennie około 2000 pociągów. Są to pociągi piętnastu różnych operatorów kolejowych, funkcjonujących na terytorium angielskim, obsługujących na tej linii rocznie w ruchu pasażerskim 5 miliardów pasażerokilometrów oraz w ruchu towarowym – 5,5 miliarda tonokilometrów. Podejmując decyzję dotyczącą wdrożenia na tej linii nowego systemu sygnalizacyjnego, bazującego na ERTMS, kierowano się przesłankami, które miały zagwarantować realizację podstawowych czterech celów:

- znaczną poprawę bezpieczeństwa na linii,
- zwiększenie przepustowości korytarza,
- relatywną redukcję kosztów operacyjnych i utrzymaniowych,
- umożliwienie obsługi pociągów dużych prędkości.
-



Rys. 10. Magistrala WCML

Jednym z kroków podjętych w celu realizacji i osiągnięcia zakładanych korzyści było powierzenie firmie *Alstom* rozwinięcia – kompatybilnego z istniejącym systemem sygnalizacyjnym – systemu kontroli pociągu (TCS – *Train Control System*), opartego na

ERTMS. System ten, po uzyskaniu niezbędnych certyfikatów, jest planowany jako podstawowy system dla wszystkich przyszłych aplikacji na całej sieci *Railtrack*.

Projekt modernizacyjny przewidziany dla WCML będzie realizowany przez przeszło trzy lata. Zostanie stworzona grupa ekspercka, złożona z przedstawicieli firm *Alstom* i *Raitrack*, w celu wypracowania spójnych rozwiązań; umożliwi to wspólne zdefiniowanie wymagań systemowych, a w tym samym czasie będą prowadzone prace inżynierskie, zmierzające do opracowania odpowiednich dla danych warunków rozwiązań systemu ERTMS.

Na WCML przewidziano instalację urządzeń systemu ERTMS poziomu 1 – na odcinku linii na północ od Crewe, a poziomu 2 – na linii na południe od Crewe.

4.2.2. Niemcy

W najbliższym czasie na kolejach niemieckich jest planowane zainstalowanie systemu ERTMS na linii *Jüterborg – Halle/Leipzig*. Będzie to odcinek linii dwutorowej o długości 114 km, na której są 22 stacje. Na linii tej mogą jeździć pociągi z prędkością 200 km/h. Docelowo przewidziane jest tutaj zainstalowanie urządzeń systemu ERTMS poziomu 2. Projekt ten w całości będzie realizowany przez powołane do tego celu konsorcjum AASSAA, któremu wszystkie niezbędne urządzenia będą dostarczać firmy *Siemens* i *Alcatel*.

4.2.3. Szwajcaria

Przedstawiciele kolei szwajcarskich w wypowiedziach publicznych coraz częściej mówią o konieczności wprowadzenia na swoich liniach nowego systemu: *„Nowy system sygnalizacyjny musi transmitować zezwolenie na jazdę bezpośrednio na monitor umiejscowiony w kabinie maszynisty. System musi powodować podwyższenie bezpieczeństwa ruchu oraz pozwalać na jeszcze dokładniejsze zarządzanie operacjami, wraz ze wzrostem przepustowości linii. System powinien unikać kosztów instalacji sygnalizacji i dodatkowego układania kabli.”*

Koleje Szwajcarskie, jak i koleje federalne – w ramach projektu Rail 2000 – opracowały wspólne stanowisko dotyczące wdrożenia w przyszłości systemu ERTMS, jako nowego systemu sygnalizacyjnego kolei szwajcarskich, ponieważ obecnie używany system sygnalizacyjny jest już wyeksploatowany.

Koleje SBB-CFF-FFS wraz z konsorcjum *Alstom* zdecydowały się zainstalować na nowej linii – między Mattstetten a Rothrist (Mattstetten na wschód od Berna i Rothrist na zachód od Olten) – system ERTMS, zapewniający obecnie wymagane bezpieczeństwo oraz wyposażenie w sprzęt. Projekt, który jest częścią projektu Rail 2000, obejmuje wyposażenie

500 pojazdów w urządzenia ETCS, jak i również wyposażenie centrum sterowania w Wanzwill, a także centrum dyspozytorskie w Olten, które w późniejszym terminie zostanie przystosowane do adaptacji przyległych linii wraz z ich wyposażeniem. Przekazanie systemu do eksploatacji – wraz z uruchomieniem wspomnianych centrów – jest planowane na grudzień 2004 r. Dostawcą urządzeń sterowania ruchem kolejowym będzie firma *Alcatel*, a firma *Stadler* będzie odpowiedzialna za instalację urządzeń pokładowych na pojazdach.

W miarę możliwości wyposażenie torowe i przytorowe opierać się będzie na połączeniu wyposażenia poziomu 2 i poziomu 1. Poziom 1 rozpocznie instalację łączącą nową linię z istniejącą siecią kolei szwajcarskich.

Dzięki wprowadzeniu nowego systemu na linię będzie możliwe poruszanie się pociągów według reguły, że każdy z pociągów może jechać kolejno w odstępach 2-minutowych, z prędkością do 200 km/h. Tak prowadzony ruch wpłynie na skrócenie rozkładowych czasów jazdy. Zdolność do zmniejszenia tak wielu zobrazowań sygnałowych oraz dużo mniejsza ilość instalacji elektrycznych, w pośrednich warunkach, wpłynie na obniżenie wszystkich kosztów systemu sygnalizacyjnego SBB-CFF-FFS.

Wybór dokonany przez SBB-CFF-FFS, zmierzający w stronę europejskiego systemu sygnalizacyjnego ETCS, stwarza podstawy do scalania europejskich standardów. Powszechny system bezpieczeństwa umożliwi łatwiejsze graniczne przejścia operacyjne i interoperacyjne, pod warunkiem jeszcze bardziej wydajnej konkurencji z transportem drogowym.

4.2.4. Włochy

Linia *Rzym – Neapol* jest jedną z ważniejszych części sieci linii dużych prędkości kolei włoskich i kolejną linią, na której przewidziano instalację systemu ERTMS (rys. 11). Linia ta, przekazana do eksploatacji w 1994 r., ma 220 km długości i jest dwutorowa. Obecnie linia ta przechodzi proces modernizacyjny (przewidywany koniec robót 2004 r.), mający na celu uzyskanie odpowiednich parametrów technicznych, wymaganych dla linii dużych prędkości. Proces modernizacyjny polega na dostosowaniu tej linii do prędkości 300 km/h. Docelowo przewidziano tutaj instalację wyposażenia systemu ERTMS poziomu 2. Całość wyposażenia systemu sygnalizacji przytorowej będzie instalowana przez firmy *Alstom* i *Ansaldo*



Rys. 11. Linia Rzym – Neapol

Linia *Rzym – Neapol*, czy wcześniej opisywana linia *Florencja – Arezzo* nie są jedynymi liniami przewidzianymi do wyposażenia w system ERTMS przez koleje włoskie. Inne włoskie linie przewidziane do wyposażenia w ERTMS to:

- *Milan – Bologna* – przekazanie do eksploatacji w 2006 r.;
- *Bologna – Florencja* – przekazanie do eksploatacji w 2007 r.;
- *Milan – Torino*;
- *Milan – Verona*;
- *Verona – Venice*.

4.2.5. Hiszpania

Koleje hiszpańskie także podjęły już decyzję o wdrożeniu na większą skalę systemu ERTMS na swojej sieci kolejowej. Jedno z wdrożeń będzie wykonywane z nowym systemem sygnalizacyjnym na linii *Madryt – Lerida*. Przeprowadzone prace modernizacyjne mają umożliwić jazdę z maksymalną prędkością, wynoszącą 350 km/h.

Na linii tej jest istnieje odcinek podwójnego toru o długości 445 km oraz odcinek toru pojedynczego, długości 96 km, między stacjami Calatayuda a Soria. Hiszpańskie władze kolejowe zdecydowały, iż linia ta będzie docelowo wyposażona w system ERTMS poziomu 1 i 2.

Koleje hiszpańskie, podobnie jak i wyżej opisywane koleje włoskie, planują także wyposażenie w system ERTMS innych linii kolejowych. Planowane do wyposażenia w ERTMS linie, to:

- *Lerida – Barcelona – granica francuska;*
- *Cordoba – Malage;*
- *Madryt – Valencia*

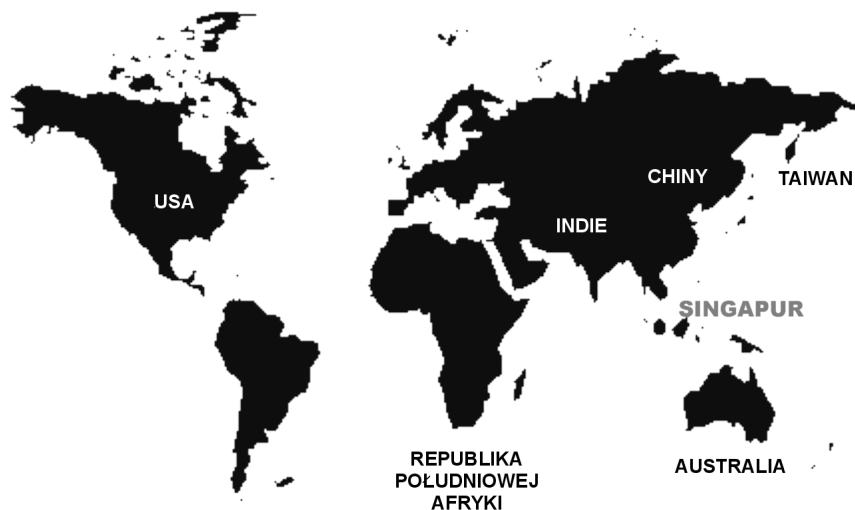
4.3. Projekty przyszłościowe dla systemu ERTMS

Obecnie istnieje jeszcze kilka innych planów wdrożeniowych systemu ERTMS, ale nie są określone dokładnie wymagania, jakie będą musiały być realizowane na wybranych w tym celu liniach. Z rozważanych miejsc wdrożenia przyszłościowych projektów można wymienić:

- 1) Holandia : HSL Zuid; HSL East – granica niemiecka; szlak Betuwe; *Amsterdam – Utrecht;*
- 2) Belgia: *Luven – Liege; Liege – granica niemiecka; Antwerpia – granica holenderska.*

5. PROJEKTY ERTMS REALIZOWANE PRZEZ PKP ORAZ INNE ZARZĄDY KOLEJOWE

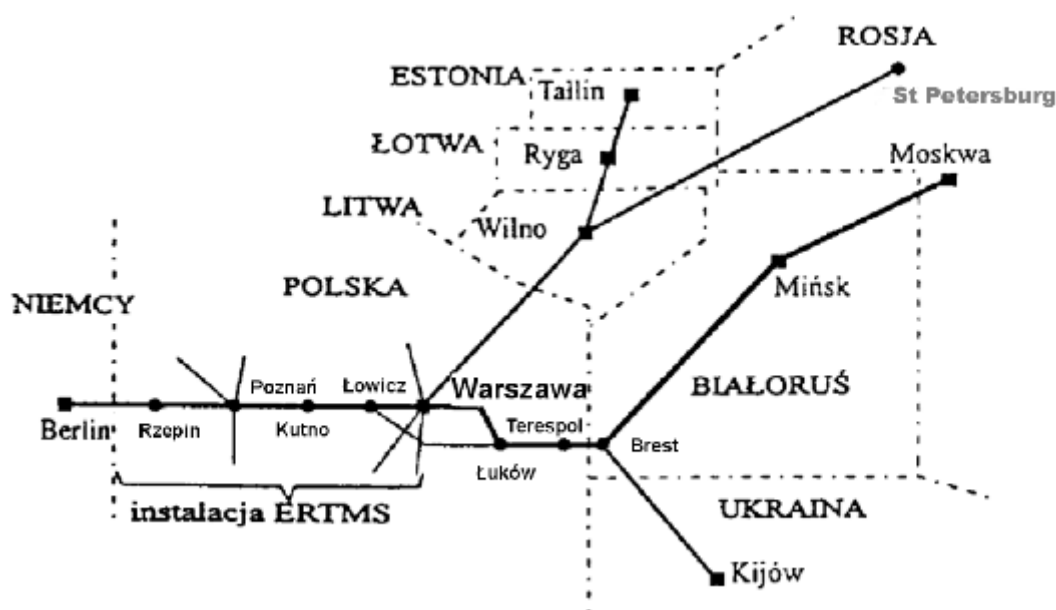
Różne zarządy kolejowe – nie tylko Europy Zachodniej – wyrażają wielkie zainteresowanie systemem ERTMS/ETCS, który podniósłby obecny komfort podróży. Oprócz kolei zachodnich interesują się systemem ERTMS kraje Europy Wschodniej, takie jak: Polska, Czechy, Rumunia, Bułgaria i Węgry (wykonane wdrożenie), mające duży potencjał możliwości jego zastosowania. Widoczne zainteresowanie widać ze strony kolei Rosji i Chin, a także Indii, które już się zdecydowały rozpocząć na pełną skalę instalację pilotażową (rys. 12).



Rys. 12. ERTMS poza Europą

5.1. Polska

Koleje polskie są także zainteresowane wyposażeniem swoich linii w urządzenia systemu ERTMS. Już w latach dziewięćdziesiątych XX wieku były prowadzone prace studialne, dotyczące przyszłościowego wdrożenia systemu ERTMS na linii E20 (rys. 13) *Kunowice – Poznań – Warszawa – Terespol*. O wyborze tej linii zdecydował fakt, że ten szlak jest w strukturze całej sieci PKP jednym z głównych szlaków w transporcie kolejowym relacji *wschód – zachód*. W wyniku prowadzonych prac, m. in. przez firmę *Italferr*, został sporządzony dokument końcowy, w którym jest zawarty dokładny opis proponowanego poziomu systemu ERTMS. W dokumencie tym można znaleźć, obok szczegółowego, czasowego planu przeprowadzenia podjętych zadań, zebrane informacje o odcinku *Warszawa – Kunowice* linii E20. Obejmują one geometrię linii, urządzenia sterowania ruchem kolejowym (zainstalowane na linii oraz przewidziane do instalacji), jak również przyjęte dla tej linii prognozy przewozowe, opracowane w ramach wcześniejszego studium marketingowego. W dokumencie tym można także znaleźć analizę techniczno-ekonomiczną możliwych konfiguracji.



Rys. 13. Linia E20

Zebrane dane umożliwiły przeprowadzenie symulacyjnych jazd pociągów w celu zrobienia analizy potrzeb linii. Określono, które z dostępnych poziomów i konfiguracji systemu ERTMS potencjalnie mogłyby być instalowane na tej linii. Przeprowadzono analizy kosztów poszczególnych, możliwych konfiguracji i analizy korzyści oferowanych przez te konfiguracje. Mając na uwadze zarówno wymierne ekonomiczne korzyści, takie jak ograniczenia zużycia energii, jak i korzyści, których wymiar ekonomiczny jest bardzo trudny do określenia, np.: dostosowanie sterowania do standardu europejskiego, czy wzrost bezpieczeństwa, przeprowadzono analizy porównawcze koszty/korzyści dla sześciu możliwych konfiguracji systemu ERTMS:

- poziom 1 ERTMS bez uaktualnienia,
- poziom 1 ERTMS z uaktualnieniem za pomocą dodatkowych balis,
- poziom 1 ERTMS z uaktualnieniem przez Europętlę (kabel promieniujący),
- poziom 1 ERTMS z uaktualnieniem przez STM do systemu KHP,
- poziom 2 ERTMS,
- poziom 2 i poziom 1 ERTMS jako gorąca rezerwa.

Nie rozpatrywano poziomu 3, gdyż na tej linii miał odbywać się ruch mieszany (pojazdy wyposażone i niewyposażone w pokładowe urządzenia systemu ERTMS).

Przeprowadzone porównawcze analizy ekonomiczne dały pozytywny wynik dla trzech z rozpatrywanych sześciu konfiguracji: poziomu 1 z uaktualnieniem przez Europętlę lub przez STM do systemu KHP i poziomu 2. Ze względu na konieczność opracowywania oddzielnie

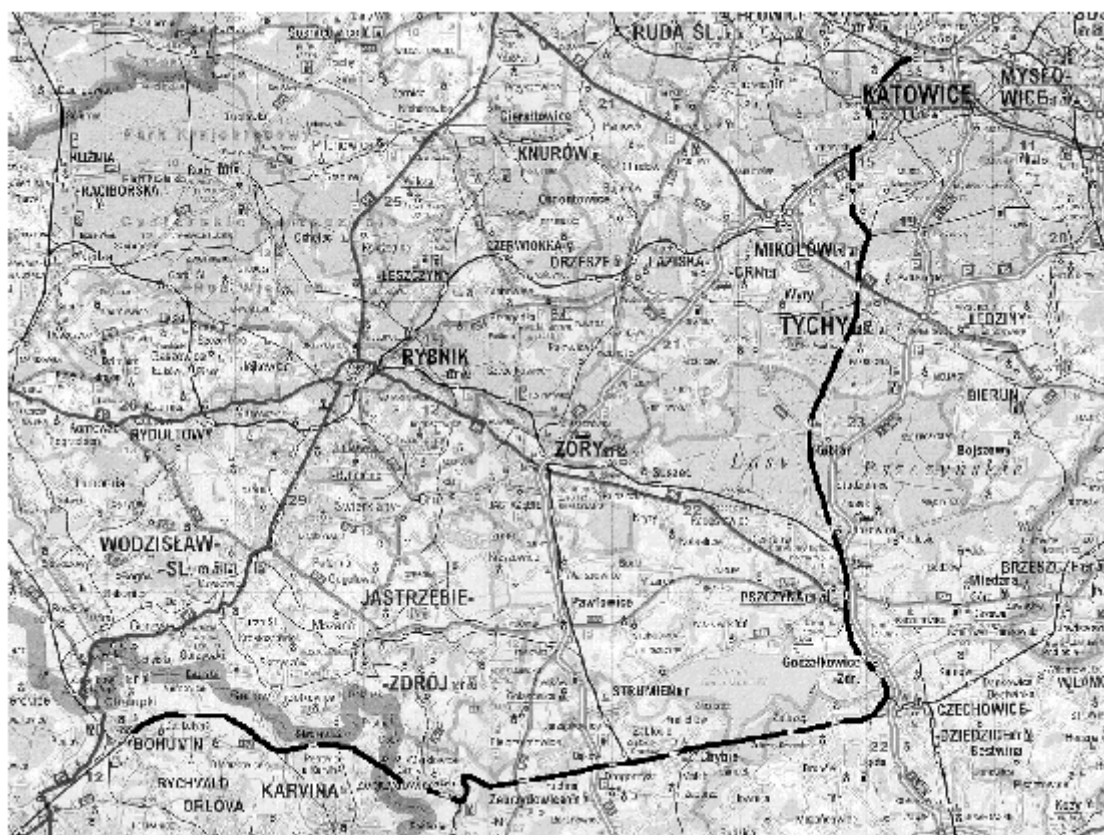
STM dla systemu KHP konfiguracja ta nie była dalej rozważana. Dla pozostałych dwóch wariantów przeprowadzono szczegółowe analizy kosztów i szczegółowe analizy korzyści. Porównywano bezpieczeństwo oferowane przez system ERTMS z poziomem bezpieczeństwa zapewnianym przez istniejącą na linii blokadę liniową *Eac*. Przeprowadzono analizy finansowe i makroekonomiczne.

W wyniku przeprowadzonych analiz konfiguracja poziomu 1 ERTMS z uaktualnianiem przez Eruopę okazała się tańsza od konfiguracji poziomu 2 ERTMS, ale konfiguracja poziomu 2 uzyskała wyższy współczynnik korzyści/koszty i zgodnie z obliczeniami w przeciwieństwie do konfiguracji poziomu 1 powinna się zbilansować w okresie około 17 lat (według danych z roku 1998). Jednak w tym przypadku koszty poziomu 2 zostały znacznie zawyżone, ponieważ zawierały w sobie koszty instalacji systemu łączności radiowej GSM-R, w tym wybudowanie dla linii E20 dwóch central radiowych (MSC – *Mobile Switching Centre*), przy czym analiza łączności radiowej wskazuje na to, że całą sieć PKP wyposażoną w urządzenia radiowe GSM-R obsłużą 4 takie centrale.

Inną linią, na której planowane jest wdrożenie systemu ERTMS jest Centralna Magistrala Kolejowa, stanowiąca część VI korytarza transeuropejskiej sieci kolejowej. Obecnie linia ta jest zadeklarowana jako TINA (*Transport Infrastructure Needs Assessment – Do Analizy Zapotrzebowania na Infrastrukturę Transportową*). Projekt zastosowania na CMK systemu ERTMS wymusi dostosowanie się polskich przepisów do zapisów zawartych w dokumentach UE, czyli: Dyrektywy 96/48/EC o interoperatywności dla linii dużych prędkości. Zasadniczą konsekwencją ustanowienia standardów europejskich w zakresie kolei jest narzucenie uzgodnionych rozwiązań przemysłowi, np.: sygnalizacyjnemu i zarządom kolejowym, pod rygorem finansowymi. Dotyczyć to będzie linii nowo budowanych i przebudowywanych, a nie wszystkich linii eksploatowanych. Ponieważ Polska nie jest jeszcze członkiem UE, nie jest zobowiązana do stosowania się do opracowanego standardu ze względów formalno-prawnych. Jednak obecnie przeprowadzana modernizacja linii CMK z docelowym podniesieniem prędkości do 250 km/h i zaliczenia tej linii do linii dużych prędkości, a także względy finansowe wskazują na wyraźną konieczność zaakceptowania dla tej linii nowego standardu. Przystosowanie tej linii w chwili obecnej do tych wymagań sprawi: po pierwsze, że z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej w znacznym stopniu łatwiej przebiegnie proces integracji polskiego systemu transportowego z systemami transportowymi państw UE – z liniami zgrupowanymi w transeuropejskiej sieci kolejowej dużych prędkości TEN (*Trans European Network*); po drugie, już dziś jest możliwe uzyskanie dofinansowania wdrożenia systemu ERTMS ze źródeł europejskich, ponieważ system ten jest standardem

europejskim. Dlatego – zgodnie z dokumentami UE, jak i innymi dokumentami krajowymi – przewidziano zainstalowanie na linii CMK 2 poziomu systemu ERTMS.

Obecnie są prowadzone przez przedstawicieli PKP/ČD/UIC prace studialne nad wdrożeniem systemu ERTMS na pilotażowym odcinku granicznym *Katowice – Bohumin* (rys. 14). Odcinek ten jest częścią VI transeuropejskiego korytarza, który jest rozważany także w innym projekcie UIC: „Sieci Połączeń Dużych Prędkości Wschód – Zachód” (*High Speed Junction Network East – West*). Projekt ten jest realizowany w ramach prac grupy UIC Wschód – Zachód (*East – West task force*).



Rys. 14. Fragment VI korytarza

Rozważany odcinek był także ujęty w obejmującym wiele krajów „Studium Strategicznym ERTMS dla krajów Europy Środkowej i Wschodniej” (*ERTMS Strategic Study for CEEC*). W wyniku prowadzonych prac zostaną wskazane możliwości wdrożeniowe, oparte na analizie funkcjonalnej i technicznej możliwych rozwiązań, a także zalety i wady rozważanych konfiguracji do zastosowania na odcinku doświadczalnym systemu ERTMS (poziom 1 bez uaktualniania, poziom 1 z uaktualnianiem, poziom 2).

5.2. Indie

Jedną ze światowych kolei, które podjęły decyzję o możliwości wdrożenia na swoim terytorium systemu ERTMS są koleje indyjskie (IR). Koleje te mają obecnie zainstalowany na szlaku system automatycznego ostrzegania, bazujący na wykorzystaniu elektromagnesów; jednakże system taki jest zawodny z powodu częstych kradzieży elektromagnesów. Kradzieże zmusiły zarząd kolei indyjskich do rozpoczęcia poszukiwania innego systemu ochrony pociągu. Poszukiwania te zakończyły się podjęciem ostatecznej decyzji o instalacji pilotażowej systemu ETCS na 84- kilometrowym odcinku głównej linii *Delhi – Agra*, leżącej między stacjami Mathura i Palwal, która obsługuje dziennie 120 pociągów jadących z prędkościami do 130 km/h.

Początkowo wyposażenie ETCS obejmie pokrycie istniejącego systemu sterowania i sygnalizacji świetlnej. Jednakże na kolejach indyjskich, w przeciwieństwie do wyposażenia stosowanego w Europie, na liniach dużych prędkości zostanie zastosowane wyposażenie, które będzie współpracowało z przejazdami kolejowymi. Walka toczona z plagą kradzieży, a w tym przypadku prawdopodobna jest kradzież balis , może być mniejsza niż w przypadku elektromagnesów, ponieważ wszystkie balisy mają być ukrywane w podtorzu. Jeśli pilotażowy odcinek odniesie przewidywany sukces, koleje indyjskie planują w przeciągu kolejnych 10 lat wyposażyć w system ERTMS 14 864 km szlaku i 4 000 lokomotyw.

5.3. Republika Południowej Afryki

Wśród krajów zainteresowanych wdrożeniem systemu ERTMS wymienia się spółkę SPOORNET z Republiki Południowej Afryki. Zastosowanie systemu ERTMS/ETCS w tym przypadku ma być zrealizowane na linii hutniczej, służącej do przewozu rud żelaza między miejscowościami Sishen a Saldanha. W tym przypadku brana jest pod uwagę możliwość instalacji wyposażenia systemu ERTMS w połączeniu z wyposażeniem systemu łączności satelitarnej.

BIBLIOGRAFIA

1. Corridor VI, section Katowice – Bohumin, ERTMS Cross-border Operation Pre-study. Final Report, UIC 2002.
2. ERTMS pilot installation on the Kunowice – Warsaw E20 line. Implementation Study, Final Report, Italferr 1998.

3. ERTMS Strategic Study for the Central and East European Countries. Final Report, Tractebel 1999.
4. Strona internetowa www.ertms.com.
5. UIC ETCS/GSM-R annual conferences and UIC ETCS/GSM-R Newsletter.