

Jacek Kukulski

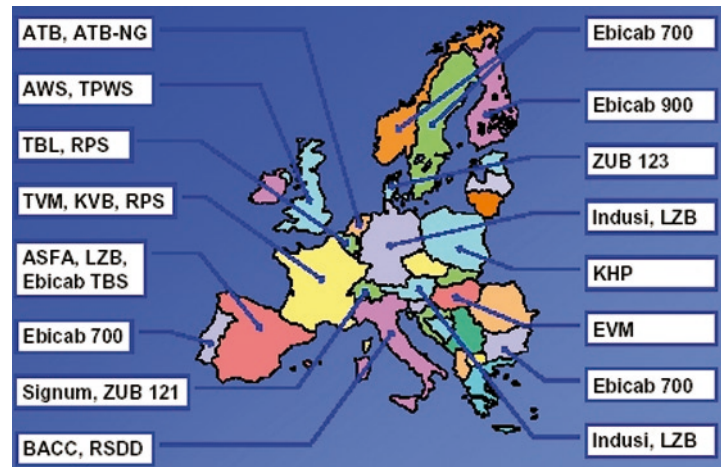
System ERTMS/ETCS na pojazdach trakcyjnych w odniesieniu do doświadczeń kolei europejskich

Systemy sterowania ruchem kolejowym w różnych krajach europejskich nie są kompatybilne ze sobą i to powoduje utrudnienia w przekraczaniu granic państw przez pociągi. Obecnie w celu umożliwienia przejazdu z jednego kraju do drugiego na pojazdach trakcyjnych instalowane są różne systemy sterowania. Urządzenia te są bardzo kosztowne, a pociągi po przejechaniu granicy muszą zmieniać używany system na zgodny z istniejącym w danym kraju europejskim (rys.1). Taka sytuacja powoduje, że zwiększane są koszty utrzymaniowe i operacyjne pojazdów trakcyjnych, a także wydłuża to czas podróży.

towywania zezwoleń na jazdę w oparciu o istniejące urządzenia sterowania ruchem kolejowym warstwy podstawowej. W zależno-

W celu umożliwienia płynnego przekraczania granic państw (zarządów kolejowych) bez dłuższych postojów dla zmiany lokomotywy oraz obniżenia kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych podjęto rozmowy na szczelbu (UIC i ERRI) o wprowadzeniu uniwersalnego systemu sterowania (zarządzania) ruchem kolejowym (ERTMS/ETCS). Celem wiodącym było doprowadzenie do takiego stanu, aby wszystkie zarządy infrastruktury i taboru oferowały warunki interoperacyjności ruchu kolejowego, obecnym i przyszłym przewoźnikom kolejowym do realizacji przewozów interoperacyjnym taborom.

Systemy GSM-R i ETCS to systemy nowej generacji odpowiednio radiowej łączności pociągowej i ochrony pociągu opracowane z udziałem ekspertów z wielu krajów UE i narzucone państwom członkowskim do stosowania. Ich wdrażanie w różnych krajach nie tylko prowadzi do produkcji na większą skalę, ale także ogranicza koszty certyfikacji i umożliwia korzystanie z doświadczeń wdrożeniowych innych państw.



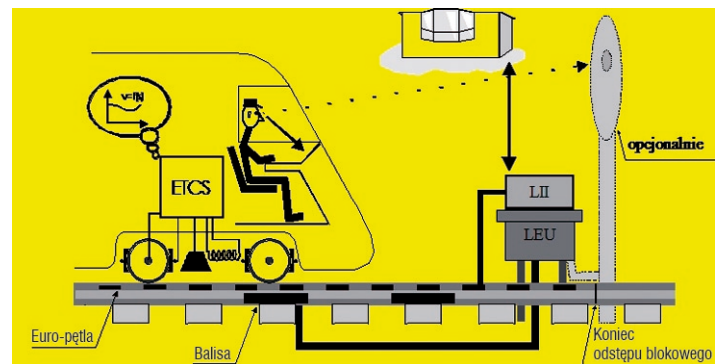
Rys. 1. Systemy sterowania w krajach europejskich

System ERTMS/ETCS

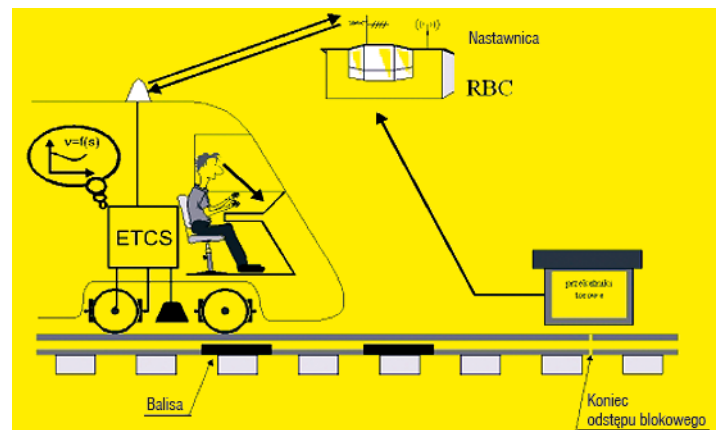
System ETCS, który jest podsystemem ERTMS, składa się z trzech poziomów. Poziom 1 to rozwiązanie wstępne, gwarantujące bezpieczną jazdę pociągu. Jego zadaniem jest zapewnienie, że pociąg nie przejedzie poza miejsce ograniczające ustawioną i utwierdzoną drogę przebiegu oraz nie przekroczy dopuszczalnej prędkości na danym odcinku drogi przebiegu. Są różne rozwiązania techniczne systemu ETCS poziomu pierwszego, między innymi:

- bez uaktualnienia;
- z uaktualnieniem przez dodatkowe balisy;
- z uaktualnieniem przez pętlę (kabel promieniujący – rys. 2);
- uaktualnienie za pomocą systemu GSM-R.

Poziom 2 (rys. 3) może być wdrożony jako dodatkowy do istniejącego systemu sygnalizacji albo jako samodzielny system sygnalizacji. Poziom ten opiera się na cyfrowej łączności radiowej GSM-R do wydawania zezwoleń na jazdę, a także do przygo-



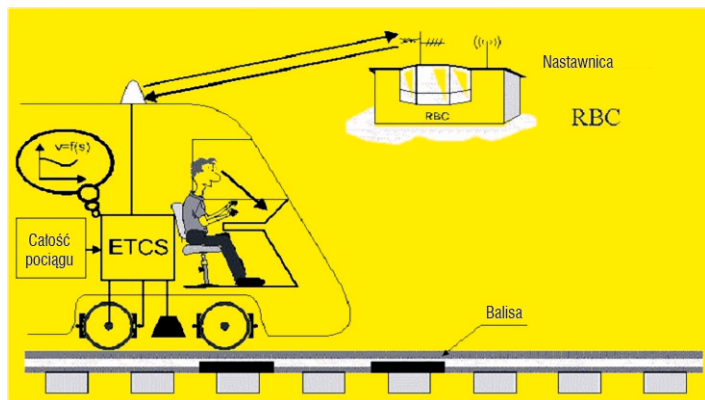
Rys. 2. ETCS poziom 1 z uaktualnieniem przez pętlę



Rys. 3. ETCS poziom 2

ści od wersji poziom ten umożliwia pozostawienie lub usunięcie sygnalizatorów świetlnych.

Poziom 3 jest rozwinięciem poziomu 2 przez przeniesienie funkcji kontroli zajętości torów z urządzeń przytorowych do urządzeń pojazdowych. Umożliwia on jazdę przy ruchomym odstępie blokowym oraz rezygnację z obwodów torowych i liczników osi. Poziom ten (rys. 4) opiera się na łączności GSM-R do wydawania zezwoleń na jazdę i zastąpieniu konwencjonalnej techniki kontroli zajętości torów kombinacją kontroli położenia pociągów i kontroli ciągłości składów.

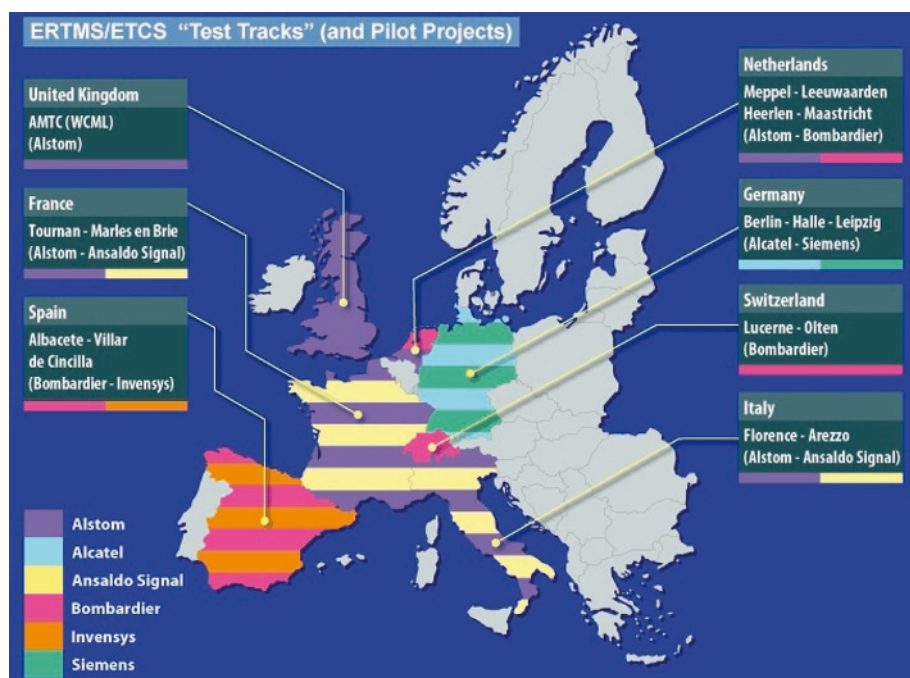


Rys. 4. ETCS poziom 3

W zależności od zastosowanego poziomu systemu, nakłady na urządzenia pokładowe instalowane na pojazdach trakcyjnych będą odpowiednio droższe. Wynika to z ingerencji w układy sterowania i hamulcowy pojazd trakcyjny. W Polsce podjęto decyzję, że wdrażany będzie drugi poziom ETCS.

Doświadczenia krajów europejskich po wdrożeniu systemu ERTMS/ETCS

Wśród krajów europejskich, które wdrażają lub wdrożyły system ETCS różnych poziomów, są między innymi: Szwajcaria, Niemcy, Austria, Węgry, Włochy, Holandia, Francja, Hiszpania. Istniejące



Rys. 5a. Mapa z istniejącymi i wdrażanymi odcinkami poziomów ERTMS/ETCS w Europie [5]

i planowane wdrożenia odcinków pilotowych i wersji komercyjnych w najbliższych latach przedstawiono na rysunku 5.

Koleje szwajcarskie

Szwajcarskie koleje (SBB) były pierwszym operatorem na świecie, który zaczął wykorzystywać system ERTMS/ETCS poziom 2 do celów komercyjnych. Poziom 2 ETCS był dostępny w komercyjnym ruchu całą dobę przez 7 dni w tygodniu od kwietnia 2002 r. Umożliwiał z prawdopodobieństwem powyżej 95% codzienne kursowanie pociągów w czasie rozkładowym. W chwili obecnej na tym odcinku nie wykorzystuje się systemu ETCS (został zdemontowany).

Wyposażenie dostarczone przez firmę Bombardier Transportation dla linii Lucerna – Olten obejmowało następujące urządzenia:

- RBC typ 950;
- ponad 220 balis;
- pokładowe wyposażenie Ebicab zawierające radio GSM-R (za instalowane na 63 pojazdach trakcyjnych).

W urządzenia pokładowe (rys. 6 i 7), współpracujące z systemem ETCS wyposażone zostało 63 pojazdy trakcyjne 5 typów: lokomotywy serii Re 420, Re 460, elektrycznych zespołów trakcyjnych RBDe 560 oraz spalinowych lokomotyw manewrowych serii Am 841 i Tm 3. Na odcinku tym nie było sygnalizatorów świetlnych, maszyniści szwajcarscy długi czas nie mogli się przyzwyczaić do ich braku. Dlatego też w punktach, gdzie wmontowano balisy, przymocowano do słupów żółto-niebieskie tablice, wskazujące miejsce zatrzymania czoła pociągu w razie zajęcia następnego „odstępu” przez inny pociąg. Tablice te nazwano tzw. „fikcyjnymi semaforami”. Na odcinku między Lucerną a Olten dziennie przejeżdżało około 440 pociągów dziennie, co dawało rocznie przewozy wynoszące 3 mln pasażerów i 240 tys. t ładunków. Dopuszczalna prędkość na odcinku wynosiła 160 km/h. W chwili obecnej odcinek ten już nie funkcjonuje – system ETCS został zdemontowany.

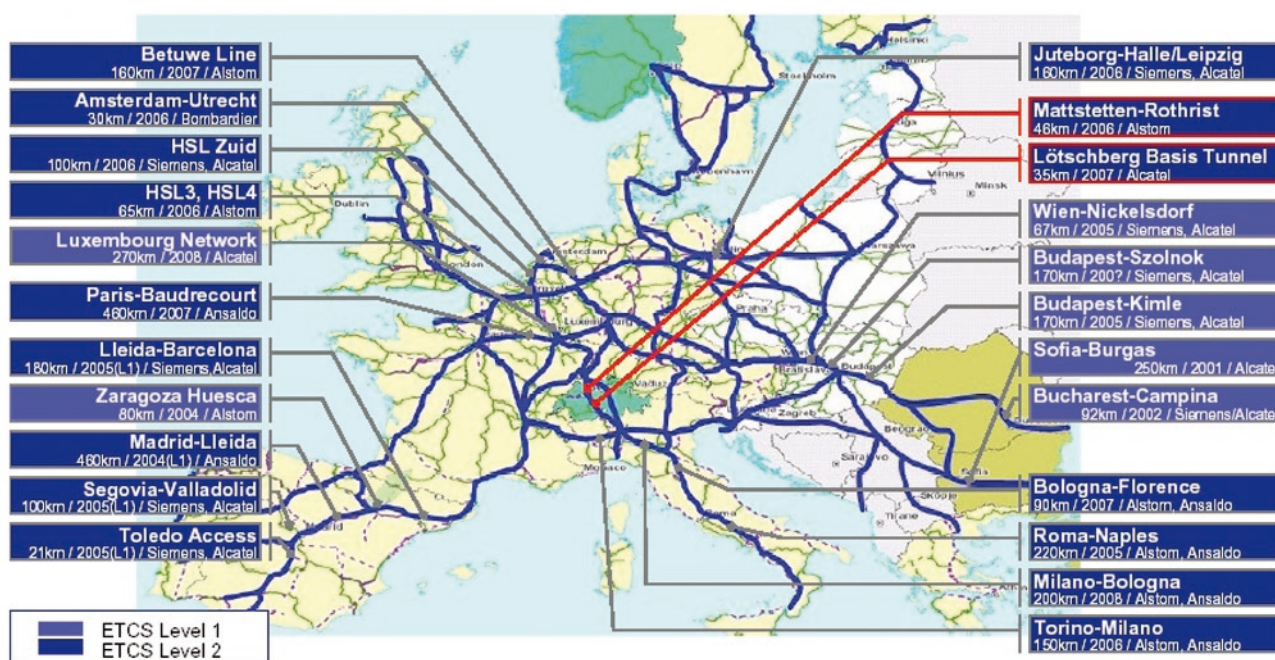
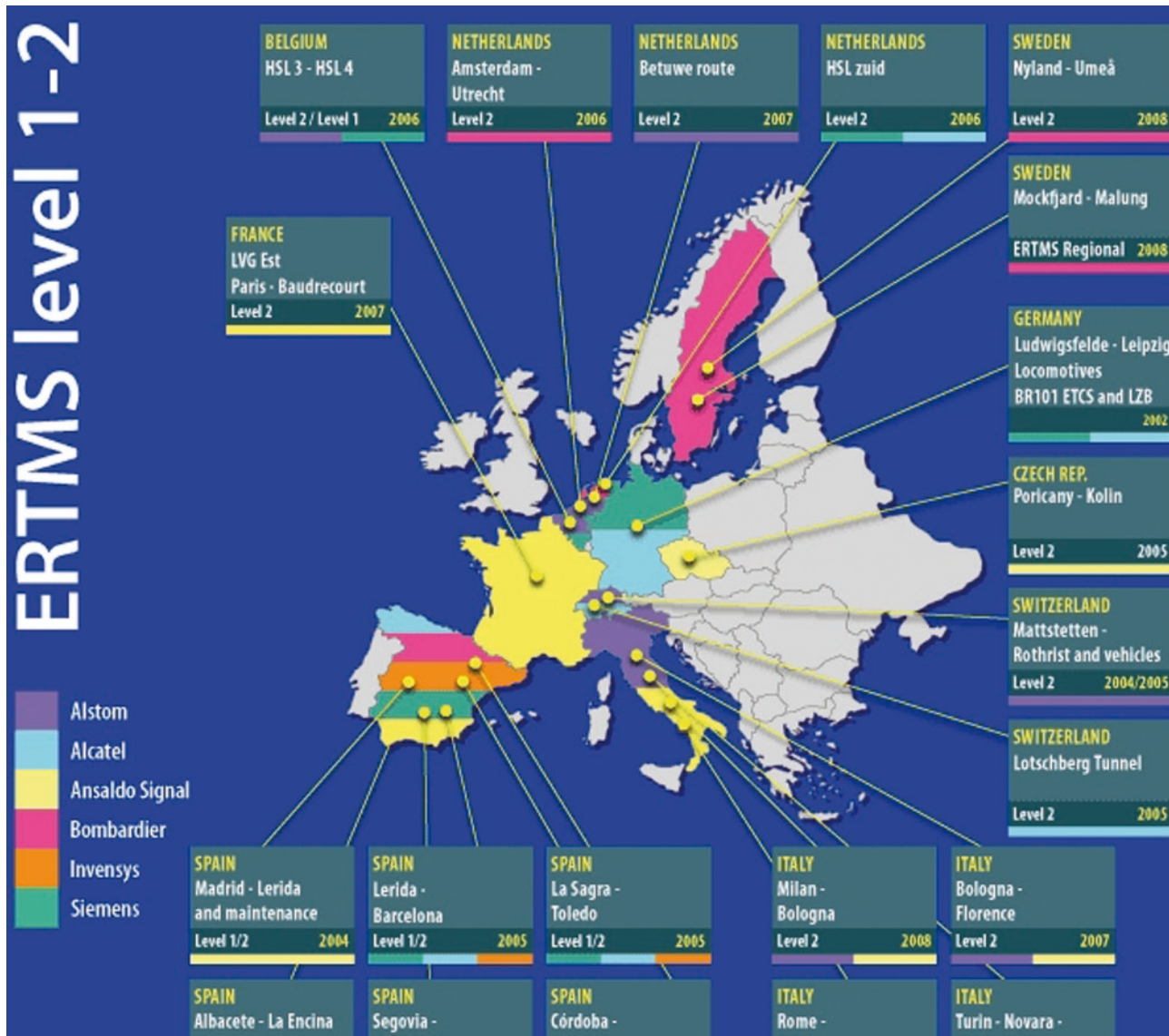
Obecnie ETCS poziom 2 zainstalowany jest na odcinku Mattstetten – Rothrist. Linia ta jest dostosowana do prędkości $V_{\max} = 200$ km/h, w pokładowe urządzenia ETCS wyposażono 400 pojazdów trakcyjnych (11 serii). W chwili obecnej w Szwajcarii w urządzenia pokładowe ETCS wyposażono 463 pojazdy trakcyjne elektryczne, jak i spalinowe. W tablicy 1 przedstawiono podstawowe parametry techniczne wybranych serii pojazdów.

Na rysunkach 8–15 przedstawiono wybrane serie pojazdów szwajcarskich wyposażonych w pokładowe urządzenia ETCS/ERTMS.

Koleje niemieckie

Koleje niemieckie (DB) wybrały do testów ERTMS odcinek między Ludwigsfelde – Jüterbog na linii Berlin – Halle/Lipsk.

Testowany odcinek ma długość 159 km, na którym znajduje się 27 stacji. Odcinek ten ma dwutorowy szlak. Maksymalna prędkość wynosi 200 km/h. Obciążenie linii wynosi ok. 140 pociągów na dobę. Do obsługi



Rys. 5b, c. Mapy z istniejącymi i wdrażanymi odcinkami poziomów ERTMS/ETCS w Europie [5]

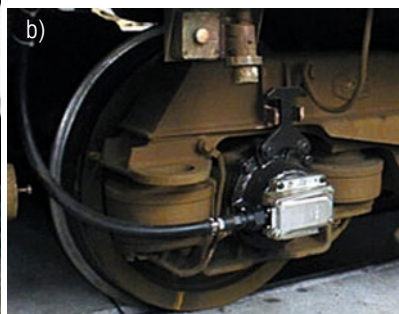
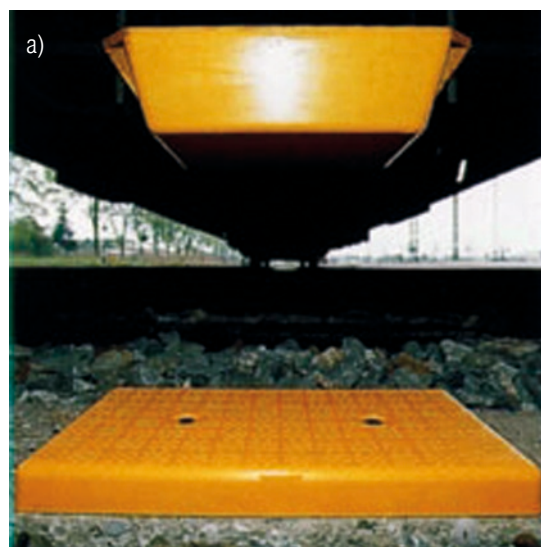
Tabela 1

Parametry techniczne wybranych szwajcarskich pojazdów trakcyjnych, na których zainstalowano system ETCS

Typ	Rodzaj	Układ	Moc [kW]	Maks. prędkość [km/h]	Masa [t]	Rok produkcji
Re 4/4 II (Re 420)	Elektryczna 15 kV 16 ² / ₃ Hz	Bo'Bo'	4700	140	80,0	1964
Re 460	Elektryczna 15 kV 16 ² / ₃ Hz	Bo'Bo'	6100	230	84,0	1992–1997
Re 465	Elektryczna 15 kV 16 ² / ₃ Hz	Bo'Bo'	6400	230	84,0	1994–1997
Re 484	Elektryczna 15 kV 16 ² / ₃ Hz, 3 kV DC	Bo'Bo'	5600	140	85,4	2004–2006
Am 841	Spalinowa	Bo'Bo'	920	80	73,0	1996–1997
RBDc 560	Elektryczny zespół trakcyjny 15 kV 16,7 Hz		1650	140	70,0	1984
Re 620	Elektryczna 15 kV 16 ² / ₃ Hz	Co'Co'	7850	140	120,0	1972, 1975–1980
Tm 3	Spalinowa		165	60		1958–1976
Am 6	Spalinowa		1030	110		1938



Rys. 6 Pulpit z widocznym interfejsem ETCS [3]



Rys. 7. Podzespoły zainstalowane na pojeździe trakcyjnym [3, 4]
a) balisa na pojeździe, b) nadajnik do odometru, c) komputer, d) antena GSM-R



Rys. 8. Lokomotywa elektryczna Re 460 [6]



Rys. 12. Lokomotywa spalinowa Tm 3 [6]



Rys. 9. Lokomotywa elektryczna Re 420 [6]



Rys. 13. Lokomotywa spalinowa Tm 234 [7]



Rys. 10. Elektryczny zespół trakcyjny RDe 560 [6]



Rys. 14. Lokomotywa elektryczna Re 620 [7]



Rys. 11. Lokomotywa spalinowa Am 841 [6]



Rys. 15. Lokomotywa elektryczna Re 484 [7]

ruchu pasażerskiego i towarowego służą lokomotywy BR 101 (rys. 16) z zabudowanym systemem ETCS. Dodatkowo w system ETCS wyposażono spalinowy pociąg dojazd kontrolnych TCT (rys. 17). W tabeli 2 podano podstawowe parametry techniczne lokomotywy BR 101.



Rys. 16. Lokomotywa BR 101 [1]



Rys. 17. Spalinowy pociąg dojazd kontrolnych TCT [1]

Parametry lokomotywy niemieckiej BR 101 z zainstalowanym systemem ETCS

Typ	Rodzaj	Układ	Moc [kW]	Maks. prędkość [km/h]	Masa [t]	Rok produkcji
BR 101	Elektryczna	15 kV	Bo'Bo'	6400	220	1996–1998 ADtranz

Wyposażenie dla odcinka testowego dostarczone było przez konsorcjum Eurofunsignal 21, obejmującej firmy Siemens i Alcatel, system GSM-R był dostarczony przez firmę Nortel.

Plany wdrożenia ERTMS/ETCS na kolejach polskich

W Centrum Naukowo-Technicznym Kolejnictwa opracowywane zostało studium wykonalności wdrożenia ERTMS/ETCS w skali sieci PKP PLK S.A., a także odcinka testowego Legnica – Węglińc – Bielawa Dolna [3, 4]. Priorytetowym korytarzem transportowym, na którym zaplanowana jest instalacja systemu ERTMS/ETCS, jest korytarz F (rys. 18). Korytarz F jest główną osią łączącą rynki Polski i Niemiec, których wzajemna wymiana rośnie znacznie z roku na rok. Przez ten korytarz przebiega 73% kolejowego ruchu na granicy polsko-niemieckiej. Wiąże się to również z zapewnieniem obsługi trakcyjnej przez pojazdy wyposażone w system ETCS. Istotny jest właściwy dobór odpowiedniej liczby lokomotyw, które umożliwią właściwą obsługę zakładanych przewozów towarowych i pasażerskich na liniach wyposażonych w system ERTMS/ETCS.

Do obsługi odcinka testowego Legnica – Węglińc – Bielawa Dolna w ramach prób i testów systemu przewidziano 8 pojazdów trakcyjnych (serii EP09, ET22, EP07, SU46 i EN57).

Koncepcja wdrożenia systemu ETCS w skali sieci obejmuje kolejowe ciągi transportowe objęte umowami AGC, AGTC oraz TEN-T. Opracowany plan wdrożenia systemu na sieci PKP PLK S.A. uwzględnia zapotrzebowanie na niezbędną liczbę pojazdów trakcyjnych potrzebnych do wykonania określonych prac przewozowych. Jest to informacja przydatna dla przewoźników kolejowych oferujących usługi przewozowe na sieci PKP. Przewoźnicy powinni brać pod uwagę, że w niedalekiej przyszłości będą musieli sukcesywnie instalować na swoich pojazdach system łączności rozmównej GSM-R, jak też urządzeń pokładowych ETCS.

Podsumowanie

Doświadczenia zagranicznych zarządów kolejowych, które wdrożyły system ERTMS na swoich odcinkach testowych, wykazują zwiększenie przepustowości linii, a także większą płynność ruchu pociągów. Poniesiono wysokie koszty inwestycyjne na urządzenia liniowe i pokładowe na pojazdach trakcyjnych. Dodatkowo przy dużej różnorodności taboru znacznie wzrastają koszty wyposażania taboru trakcyjnego. Koszt instalacji urządzeń ETCS na jednym pojeździe trakcyjnym kształtuje się w granicach 250–600 tys. euro (dodatkowo nakłady na system GSM-R).

Jest to znaczne obciążenie, niezależnie od dofinansowania z UE rzędu 50–80%. Problemem w warunkach polskich jest brak elektrycznych lokomotyw interoperacyjnych umożliwiających przekraczanie granic. Ze względu na lata eksploatacji i przebieg pojazdów trakcyjnych tylko nieliczny tabor spalinowy, czy też elektryczny może być wytypowany do zainstalowania na nim urządzeń pokładowych ETCS, umożliwiając obsługę linii wyposażonej w system ERTMS/ETCS na terenie kraju. Alternatywą może być również sukcesywnie pozyskiwanie nowego taboru trakcyjnego, który będzie spełniał warunki interoperacyjności, jak również powinien być wyposażony w system ETCS. Zachętą dla przewoźników kolejowych aby instalowali urządzenia pokładowe ETCS może być różnicowanie dostępu do infrastruktury kolejowej, a także możliwość śledzenia pojazdów trakcyjnych na całej sieci.

Tabela 2



Rys. 18. Korytarz F Niemcy – Polska [2]

Z doświadczeń innych krajów wynika, że w okresie wdrażania systemu pojawiają się nie przewidywane utrudnienia, które uzasadniają wdrażanie systemu ERTMS poprzez odcinki pilotowe (testowe).

Dla pokonania pewnej bariery psychologicznej i nabycie podstawowych umiejętności wskazana jest budowa stanowisk stacjonarnych do szkolenia maszynistów (budowa uproszczonych symulatorów).



[3] Projekt Narodowego Planu Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce. Praca CNTK nr 4184/10, Warszawa 2006.

[4] Studium Wykonalności dla testowego wdrożenia ERTMS na odcinku E30 Legnica – Granica Państwa (Bielawa Dolna). Praca CNTK nr 4183/10, Warszawa 2007.

[5] www.ertms.com

[6] www.michaeltaylor.ca

[7] www.en.wikipedia.org

Literatura

- [1] Lengemann L.: *UIC - ERTMS*. World Conference „Benefits for the Railways” 20–21 March 2001 Florence, Italy.
- [2] Raport dot. wprowadzenia systemu ERTMS w korytarzu F Niemcy – Polska (Aachen – Rosslau – Horka – Legnica) – Berlin – Warszawa – Terespol).

Autor
 dr inż. Jacek Kukulski
 Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa
 Laboratorium Badań Taboru