

Benjamin Gentina, Serge Henrot, Bernard Herrent, Christian Schunke-Mau, Patrick Zoetardt

Pierwsze lokomotywy do obsługi korytarza A wyposażone w system Atlas 200

W ostatnich dwóch latach firma Alstom, Francja, wyposażyła wiele lokomotyw kursujących na części korytarza transportowego A, Rotterdam, Holandia – Genua, Włochy w urządzenia Atlas 200, spełniające wymagania systemu ETCS, poziom 2. Wypożyczalnia taboru Mitsui Rail Capital Europe (MRCE) w Holandii nabędzie wkrótce lokomotywy towarowe wyposażone w ten system.

Kontekst

Infrastruktura kolejowa

W wyniku decyzji podjętej przez Unię Europejską przed ok. 15 laty rynek przewozów towarowych w Europie został otwarty. Zwiększyło to zapotrzebowanie na przewozy towarowe w ruchu międzynarodowym. Podejmują je coraz to nowi przewoźnicy zarówno państwowi, jak i prywatni. W ciągu następnych kilkunastu lat rynek ten będzie wymagał jeszcze dalszych usprawnień. Komisja Europejska przeanalizowała obecny i przyszły przepływ ładunków i ustaliła sieć korytarzy towarowych w Europie. Określono 6 korytarzy: A, B, C, D, E i F. Jednym z najważniejszych jest korytarz A, Rotterdam – Genua, przez Szwajcarię i Alpy. Przewiduje się, że przewozy w tym korytarzu do 2020 r. podwoją się, punktualność pociągów zwiększy się o 25%, a czasy przejazdu zostaną skrócone o 20%. Wówczas przepustowość korytarza o długości 1300 km będzie można porównać do przejazdu samochodu ciężarowego o masie 26 t, który to samochód będzie przejeżdżał korytarzem co 37 s przez cały rok.

Jednym z warunków usprawnienia przejazdów przez granice państwowe jest ujednolicenie warunków technicznych kolei w są-

siadających krajach, zwłaszcza w dziedzinie sygnalizacji. Dlatego przewiduje się wyposażenie całej trasy korytarza A w system ERTMS/ETCS. Spośród korytarzy transportowych, korytarz ten jest wyjątkowo ważny. Został on już częściowo wyposażony w system ETCS. W szczególności wyposażone zostały następujące odcinki:

- linia Betuwe w Holandii,
- linia Mattstetten – Rothrist w Szwajcarii,
- głęboki tunel Lötschberg w Szwajcarii na linii prywatnej kolei BLS (Bern–Lötschberg–Simplon).

Tabor eksploatowany na wymienionych liniach musi być także wyposażony w urządzenia ERTMS/ETCS poziom 2. Problemem są przejścia graniczne pomiędzy państwami, przez które przebiega korytarz, które nie są wyposażone w system ETCS i muszą być obsługiwane przez krajowe systemy zabezpieczenia ruchu. Systemów takich jest na trasie Rotterdam – Genua aż sześć. Lokomotywy eksploatowane na terenie korytarza są częściowo wyposażone w automatyczne przełączanie z systemu krajowego na system ETCS, i odwrotnie.

Przewoźnicy kolejowi

Wzdłuż tego korytarza usługi transportowe realizowane są przez trzech operatorów.

Ruch pociągów wzdłuż korytarza A prowadzony jest obecnie głównie przez dwóch przewoźników:

- Kolej Railion, Niemcy – wraz z bliźniaczymi kolejami w Holandii, Danii, Szwajcarii i Włoszech;
- Koleje SBB-Cargo, Szwajcaria wraz z kolejami bliźniaczymi w Niemczech i Włoszech.

Udział w obsłudze korytarza ma też wypożyczalnia taboru Mitsui Rail Capital Europe B.V., Amsterdam, Holandia (MRCE), która będzie wypożyczała przewoźnikom lokomotywy wyposażone w system ERTMS/ETCS i w systemy sygnalizacji krajowej: holenderskiej, niemieckiej, szwajcarskiej i włoskiej do przejazdów przez granice.

Wyzwania

Instalowanie ETCS w różnych seriach taboru

Przewiduje się, że po korytarzu mają docelowo kursować różne serie lokomotyw. Wielu dostawców już przygotowało lokomotywy spalinowe oraz elektryczne pod kątem linii korytarza A. Różnorodność taboru implikuje konieczność rozwiązania problemów związanych z interfejsami między systemem ERTMS/ETCS a taborem, jak też z zachowaniem się taboru, co związane jest z charakterystykami dynamicznymi poszczególnych lokomotyw i ma wpływ na pomiar prędkości i i przebytej drogi.

Firma Alstom wyposażyła w urządzenia Atlas 200 już lokomotywy 34 serii, pochodzące od 6 producentów. Lokomotywy te



Lokomotywa typu ES 64, produkcji Siemens, własność wypożyczalni taboru MRCE, wyposażona w system Atlas 200, produkcji Alstom

przejechały łącznie do końca kwietnia 2008 r. z zainstalowanymi urządzeniami Atlas 200 już 8 mln km. Odpowiada to 8 mln godzin pracy urządzeń.

Integracja narodowych systemów sterowania

Lokomotywy do obsługi korytarza A muszą być, poza systemem ETCS, wyposażane w tradycyjne, krajowe systemy zabezpieczeń. Jest to sytuacja podobna do tej, jaka była przed kilkunastu laty, kiedy firma Alstom przygotowywała międzynarodowe pociągi dużej prędkości Eurostar, Thalys, a potem także ICE3 i kiedy musiano instalować na tych pociągach po kilka systemów sygnalizacji krajowej. Ostatnio musiano to robić w międzynarodowym pociągu Cisalpino, relacji Mediolan – Zürich – Stuttgart, który wyposażono w system ETCS z dodaniem trzech systemów krajowych: włoskiego, szwajcarskiego i niemieckiego.

Pierwsze lokomotywy, które będą mogły jeździć wzdłuż całego korytarza A, są obecnie wyposażane przez konsorcjum Siemens-Alstom w urządzenia Atlas 200 oraz 6 systemów krajowych. Systemy krajowe to:

- ATB (Holandia),
- PZB i LZB (Niemcy),
- ZUB i Signum (Szwajcaria),
- SCMT (Włochy).

Integrację tych systemów z systemem Atlas 200 zrealizowano w innych projektach.

Systemy ATB (Holandia) i SCMT (Włochy) są produkowane także przez Alstom. SCMT, jako STM zintegrowany z ETCS, wykorzystuje tę samą antenę nadawczo-odbiorczą co system ETCS, poprzez interfejs K oraz wykorzystuje wiele funkcji systemu ETCS. Wiele funkcji, jak pomiar prędkości i odległości, jest wspólnych z ETCS. Jednym z głównych ograniczeń jest fakt, że narodowe systemy nie są zgodne z wymaganiami FFFIS (*Form Fit Functional Interface Specification* – Pełnej Funkcjonalnej Specyfikacji Interfejsu) dla interfejsu z STM.

Firma Alstom ograniczyła działanie STM wyłącznie do realizacji funkcji związanych z przejściem między poziomami, poprzez wykorzystanie narodowego interfejsu między ETCS a narodowym systemem o nazwie INAT (*Interface to National Systems* – Interfejs do narodowych systemów).

Pełna Funkcjonalna Specyfikacja Interfejsu (*Form Fit Functional Interface Specification*)

Aby zintegrować te systemy, konieczne było:

- określenie statycznych i dynamicznych procesów do zmian sygnalizacji na granicach, odpowiednio do instalacji przytorowych:
 - zdefiniowanie statycznych i dynamicznych procesów przejścia, zgodnie z zainstalowanymi urządzeniami przytorowymi na granicy,
 - spełnić wymagania procedur homologacyjnych różnych narodowych organów bezpieczeństwa;
- uzgodnienie opracowanych rozwiązań z infrastrukturą kolejową krajów, przez które przebiega korytarz; w przypadku korytarza A – z Holandią, Niemcami, Szwajcarią i Włochami.

Łączenie systemu ETCS z systemami krajowymi

Jedną z najtrudniejszych spraw jest integracja systemu ETCS z systemami krajowymi niezbędna do maksymalizacji korzyści z zastosowania ETCS w lokomotywach.



Rys. 1. Korytarz A, Rotterdam – Genua

Pierwszym zadaniem jest jak najdalej idące ujednoczenie wyświetlaczy na pulpicie maszynisty, dla uproszczenia pracy maszynisty i zaoszczędzenia miejsca na pulpicie, oraz interfejsów między maszynistą a pojazdem w celu ułatwienia porozumiewania się maszynisty z podsystemami pokładowymi, co jest robione w dwóch etapach.

■ Etap A. Częściowe ujednoczenie

W częściowym ujednoczeniu dane przychodzące do pociągu od balis lub innych źródeł na linii nie wyposażonej w system ECTS wyświetlane są na osobnych ekranach, zainstalowanych obok ekranu ETCS. W niektórych przypadkach maszynista może także wyświetlić na ekranie ETCS wybraną sygnalizację ATP, która nie jest systemem STM, np. system ZUB.

■ Etap B. Pełne ujednoczenie

W tym przypadku dane z różnych systemów mogą być wyświetlane na tym samym ekranie co ETCS. W przypadku jazdy po linii wyposażonej w ETCS, wyświetlane są oczywiście dane z systemu Atlas 200. Systemy inne niż ETCS mogą mieć na pulpicie dodatkowe urządzenia:

- ZUB (2 lampki, 4 cyfry, 2 przyciski); w Szwajcarii, gdzie nie ma STM, dane wyświetlane są w oddzielnym polu;
- LZB/PZB nie STM; na ujednoczonym ekranie jest informacja wizualna i akustyczna, nie ma oddzielnego miejsca na ETCS – wyświetlanie LZB/PZB zastępuje wyświetlanie ETCS;
- wyświetlanie KVB jest ujednoczone z ETCS, wizualnie i akustycznie.

Na lokomotywach, pracujących obecnie w korytarzu A, przestrzeń pod pudłem lokomotywy musi pomieścić zarówno urządzenie ETCS, jak i urządzenia sygnalizacji krajowej ATP/STM. W związku z tym na lokomotywach długości 20 m jest obecnie

pod pudłem 18 anten i 9 urządzeń pomiaru odległości, w tym urządzenia do pomiarów radarowych. Po zlikwidowaniu sygnalizacji krajowych będzie można przeznaczyć tę przestrzeń wyłącznie na urządzenia ETCS.

Komputer IVC (*Integrated Vital Computer*) firmy ALSTOM umożliwia wykorzystanie np.: wyjść do urządzeń peryferyjnych dla odometrii (czujniki kół, radary, czujniki przyspieszeń), zaworów hamulcowych i anteny systemu ERTMS/ETCS, która może być wykorzystana dla Eurobalis lub balis KER odpowiednio dla podsystemów ETCS i SCMT.

Przejście z jednego systemu na drugi

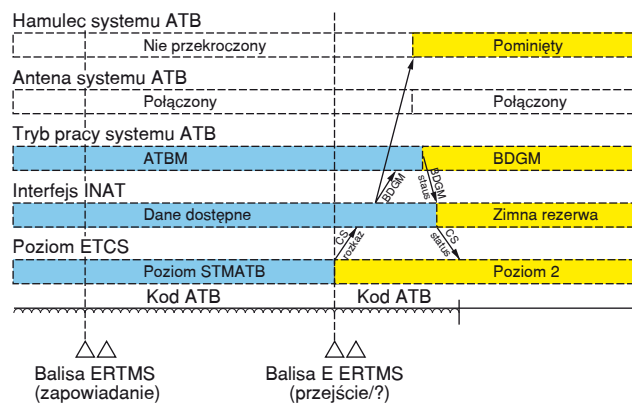
W pierwszym etapie ujednolicenia urządzenia pokładowe lokomotywy muszą być zdolne do współpracy z urządzeniami krajowymi ATP/STM. I tak na przykład lokomotywa kolei Railion, serii BR 189, jadąca korytarzem A z Rotterdamu do Genui będzie musiała współpracować z:

- ETCS poziom 2 i urządzeniami krajowymi STM-ABT w Holandii,
- urządzeniami STM-PZB w Niemczech,
- ETCS poziom 1 i 2 w Szwajcarii,
- systemem STM-SCMT we Włoszech.

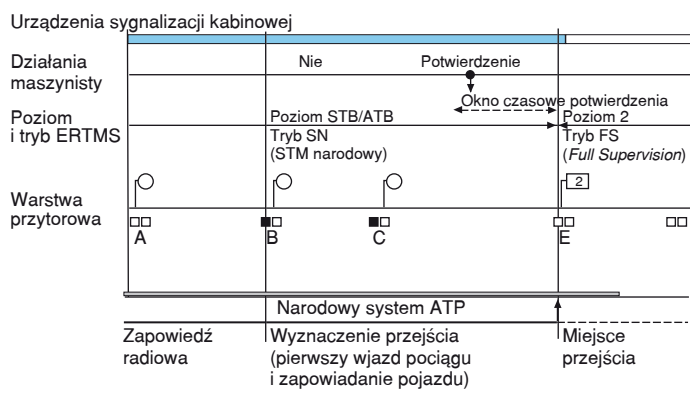
Zmiany systemów

Zmiany mogą następować między:

- ETCS a STM – jest to zmiana zgodna z Unisig (*Union Industry of Signaling* – Związek Wytwórców Urządzeń Sygnalizacyjnych),
- ETCS a ATP, nie STM i taką transmisję mamy w Szwajcarii między ZUB i ETCS poziom 2,



Rys. 2. Schemat przejścia przez granicę, urządzenia na taborze



Rys. 3. Schemat przejścia przez granicę, urządzenia przytorowe

- ATP a ATP/STM – ten typ przejścia stosowany jest w okresie migracji, można spotkać między systemami ATP i PZB na granicy niemiecko-holenderskiej.

Urządzenia przytorowe z balisami sterującymi przejściem

Wspólną cechą wymienionych trzech rodzajów przejść jest współdziałanie między urządzeniami pokładowymi a urządzeniami przytorowymi. Przejście na poziom ETCS odbywa się bez przeszkód, jeśli są właściwe grupy balis sterujących na granicy (balisy powiadamiające, grupa A). Po odczytaniu balis wysyłających rozkaz do zmiany systemu, urządzenie w pociągu przełącza na ten system. System może wybrać również maszynista. Jeśli maszynista nie wybierze przyszłego systemu, to musi wyłączyć układ ETCS i dopiero wówczas wybrać przyszły system. Przykładem takiego postępowania jest przejście między ATB i ETCS poziom 2 w Holandii.

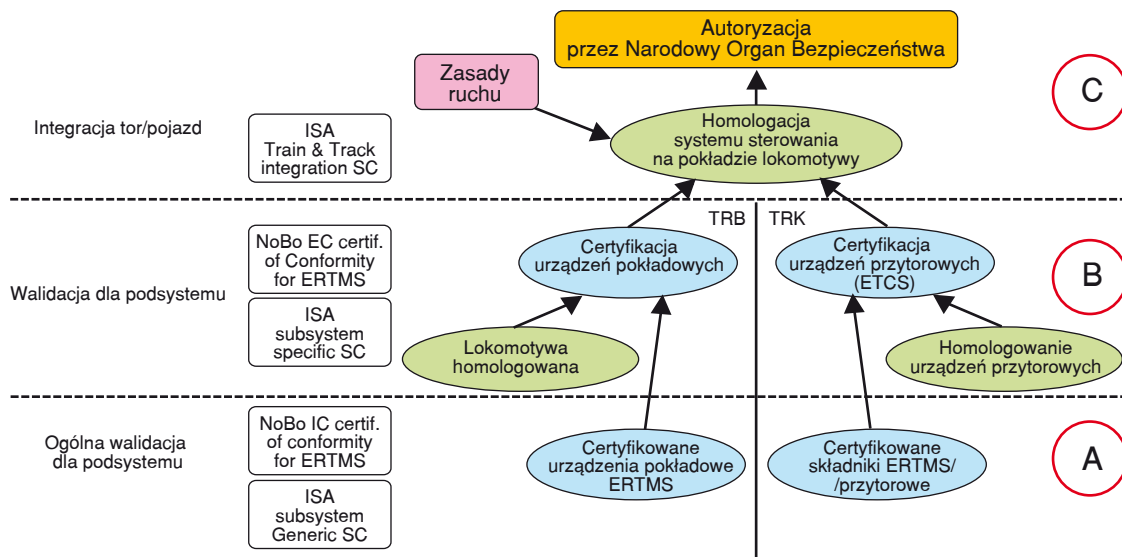
Przejście ze strefy ATB do ETCS poziom 2 z balisami przejściowymi

Przy mijaniu balis grupy A na ekranie ETCS pojawia się ikona potwierdzająca nawiązanie połączenia z tymi balisami. Wówczas urządzenie na pociągu otrzymuje zgłoszenie o przejściu na system ETCS poziom 2. Następnie, gdy pociąg znajdzie się w strefie przejścia, zapala się na pulpicie maszynisty przycisk potwierdzający i wyświetlona zostaje informacja na ekranie. Przełączenie następuje wówczas, gdy pociąg mijają balisy grupy E (balisy przełączające). Następuje wówczas przełączenie z ETCS STM ATB na ETCS poziom 2. Uruchomiona zostaje jednocześnie sygnalizacja kabinowa. Urządzenia na pociągu przełączają się na FS (*Full Supervision* – Jazda pod pełnym nadzorem) lub OS (*On Sight* – Jazda na widoczność) – w zależności od MA (*Movement Authority* – Zezwolenie na jazdę). Maszynista musi potwierdzić przyciskiem przejście na nowy system. Kolejność czynności przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

Homologacja (dopuszczenia)

Wprowadzenie wizji jednolitego rynku kolejowego wymusiło na Unii Europejskiej konieczność podjęcia działań mających na celu zlikwidowanie wszelkich barier technicznych oraz umożliwienie producentom dostarczenia swoich produktów na międzynarodową sieć kolejową. Oznacza to, że urządzenia (podsystemy: pokładowe oraz przytorowe) pochodzące od różnych producentów, powinny bezpiecznie współpracować ze sobą, mając na uwadze uwarunkowania krajowe. Jest to ogólnie określane terminem interoperacyjność. Sytuacja ta może być postrzegana jako pewnego rodzaju wyzwanie, ponieważ sektor kolejowy w większości przypadków w przeszłości charakteryzował się tym, że ograniczona liczba producentów dostarczała systemy sterowania przystosowane do konkretnych warunków.

Koordynacja działań między rozwojem technologii a zwiększającą się liczbą firm może być wyłącznie osiągnięta poprzez podejście normatywne. Opracowanie technicznych specyfikacji dla interoperacyjności jest realizacją ważnego przedsięwzięcia, jednakże procesy związane z przygotowaniem do eksploatacji (walidacji) wydają się być kolejnym kamieniem milowym w procesie udowodnienia bezpieczeństwa oraz efektywności podsystemów w różnych warunkach pracy. Było by to łatwiejsze jeśli brano by pod uwagę wyłącznie ERTMS/ETCS, jednak wiadomo,



Rys. 4. Procedury związane z walidacją (dopuszczeniem)

- A) Walidacja bazowego produktu: produkt bazowy testowany jest w laboratorium w warunkach ogólnych (układ torowy oraz warunki umożliwiające przetestowanie wszystkich funkcji ERTMS/ETCS). Procedura testowa jest wykonywana raz dla wszystkich projektów.
- B) Walidacja: rozwiązanie (produkt) bazowe zostało przetestowane w konkretnych warunkach projektowych (dostosowanie do układu torowego, do warunków ruchowych) w laboratorium bądź na obiekcie.
- C) Fakt spełnienia przez urządzenia przytorowe/pokładowe i IOP (Interoperability Proof – Dowód interoperacyjności) powinien być potwierdzony dla całego systemu po jego instalacji na obiekcie rzeczywistym.

że pojazdy wyposażone w urządzenia systemu ERTMS/ETCS będą poruszały się również po liniach, na których w dalszym ciągu stosowane są narodowe systemy sterowania.

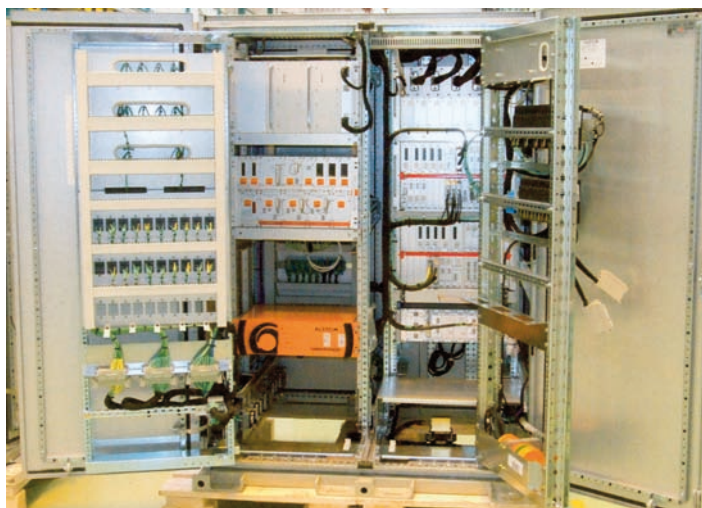
Pomocą w osiągnięciu ujednoczonych urządzeń jest działalność Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki CENELEC. Wspiera on rozwój jednolitego rynku europejskiego. Według zaleceń CENELEC, bezpieczna eksploatacja różnych urządzeń sygnalizacyjnych, nabytych po rozsądnej cenie wzdłuż całego korytarza, powinna się odbyć na następujących zasadach:

- umowa np. S.A.-NBS;
- infrastruktura holenderska Prorail już przyjęła do stosowania urządzenia przytorowe ETCS produkcji Alstom na linii Betuwe i określiła zasady ich eksploatacji;
- urządzenia pokładowe Atlas 200, które wykonał Alstom, i które przyjęła firma Mitsui.

Rozwój urządzeń Atlas 200 produkcji Alstom (dla ETCS poziom 1 i poziom 2) oparty jest na ustaleniach CENELEC.

Alstom opracował procedury związane z walidacją produktu, które w znacznym stopniu ograniczają koszty. Procedury te oparte są na zasadniczych wymaganiach CENELEC. Stworzenie podstawowego produktu (uniwersalny system automatycznej kontroli pociągu), wspólnego dla wszystkich projektów komercyjnych, umożliwiającego dostosowanie go do specyficznych wymagań, pozwala na przeprowadzenie badań w laboratorium w warunkach ogólnych. Metodologia ta umożliwi wykorzystanie uzyskanych już dowodów bezpieczeństwa oraz wprowadzenie koncepcji wspólnego uznawania uzyskanych wyników. Procedury związane z walidacją (dopuszczeniem), usankcjonowane certyfikatami, zostały zobrazowane na rysunku 4.

Dzięki temu, że skomplikowana procedura walidacji (dopuszczeń) została zaakceptowana przez większość Narodowych Organów Bezpieczeństwa, Alstom jest w stanie homologować system



Szafa z urządzeniami ETCS, STM i łączności GSM-R, produkcji Alstom do zamontowania na lokomotywie

ERTMS/ETCS na korytarzu w sposób efektywny i znacznie ograniczający koszty. Podejście to zostało zastosowane w projekcie Mitsui.

Wnioski

Pomimo faktu, że system ERTMS/ETCS zainstalowany jest na części korytarza między Rotterdamem a Genuą, pierwsze interoperacyjne lokomotywy są już gotowe do jazdy po korytarzu A. Pozwoli to przewoźnikom kolejowym na przekraczanie granic bez obecnie występujących ograniczeń.



Signal + Draht (100) 11/2008
Tłumaczenie Marek Rabsztyń