

Andrzej Kochan, Emilia Koper, Paweł Wontorski

Ośrodek Certyfikacji Transportu, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

AUTOMATYCZNE PROWADZENIE POCIĄGU – ANALIZA WYMAGAŃ

Rękopis dostarczono: kwiecień 2018

Streszczenie: Niniejszy artykuł przedstawia analizę procesu automatycznego prowadzenia pociągu. Zakres analizowanego procesu nie jest ograniczony do samego pojazdu. Obejmuje on zadania realizowane na różnych poziomach operacyjnych systemu odpowiedzialnego za realizację ruchu kolejowego. Autorzy przedstawiają zadania z zakresu kierowania i sterowania ruchem kolejowym oraz prowadzenia pociągu realizowane odpowiednio przez dyspozytora, dyżurnego ruchu oraz maszynistę, które mogą być wykonywane automatycznie, czyli bez ingerencji człowieka.

Słowa kluczowe: automatyczne prowadzenie pociągu, automatyczne kierowanie i sterowanie ruchem kolejowym,

1. WSTĘP

W przeważającej liczbie istniejących rozwiązań technicznych i zasad organizacji ruchu kolejowego przejazd pociągu od stacji początkowej do stacji końcowej wymaga zaangażowania wielu osób. W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że w celu realizacji takiego przejazdu zaangażowany powinien być:

- dyspozytor liniowy, który m. in. podejmuje decyzję o uruchomieniu pociągu, nadzoruje realizację rozkładu jazdy, identyfikuje i rozwiązuje konflikty ruchowe występujące w trakcie realizacji przejazdu oraz rozwiązuje pociąg na stacji końcowej,
- dyżurny ruchu, który w nadzorowanym obszarze gromadzi informacje o sytuacji ruchowej i urządzeniach sterowania ruchem kolejowym a następnie podejmuje decyzję o nastawieniu przebiegu, nastawia przebieg, dozoruje jazdę, zwalnia przebieg i rejestruje jazdę,
- maszynista, który sprawdza warunki konieczne dla odjazdu pociągu z miejsca zatrzymania, rusza i przyspiesza składem do oczekiwanej prędkości i utrzymuje prędkość jazdy adekwatną do istniejących ograniczeń oraz istniejącej sytuacji ruchowej (w znanym zakresie) a następnie wdraża hamowanie przed planowanymi odcinkami ograniczenia prędkości lub miejscami zatrzymania.

Zagadnienie automatyzacji wyżej wymienionych czynności nie jest nowe. Dotychczas prowadzone badania w tym obszarze przeważnie skupiały się na wybranych funkcjach. Jednak pełna automatyzacja i współdziałanie rozwiązań z poszczególnych poziomów może

potencjalnie przynieść największe korzyści, choć zakłada spełnienie restrykcyjnych wymagań niezawodnościowych przez bardzo złożony system.

Jedną z koncepcji automatyzacji kierowania i sterowania ruchem kolejowym i prowadzenia pociągu jest zastąpienie personelu w postaci maszynisty, dyżurnego ruchu, dyspozytora odpowiadającymi im automatami. Sposób fizycznej realizacji wymienionych automatów jest sprawą drugorzędną. Nie należy oczywiście zakładać, iż osoby zostaną zastąpione przez roboty odtwarzające dokładnie pracę ludzi. Należy przypuszczać, że stanowiska te zostaną zastąpione przez odpowiednie algorytmy realizowane przez oprogramowanie przetwarzające dane wejściowe dla poszczególnych procesów i generujące odpowiednie decyzje. Tak określony automat (automatyczny proces) na wejściu będzie otrzymywał rozkład jazdy, natomiast na wyjściu jako wynik realizacji zwracany będzie zapis przebiegu rzeczywistego procesu ruchowego, zawierający zrealizowane przejazdy ze szczególnym uwzględnieniem ich zgodności z założeniami w postaci wielkości opóźnień, kosztów i liczby przewiezionych pasażerów.

W dalszej części artykułu przedstawiono wymagania formalne dla różnych aspektów automatycznego prowadzenia pociągów.

2. POZIOMY AUTOMATYZACJI PROWADZENIA POJAZDÓW SZYNOWYCH

Automatyczne prowadzenie pociągów lub szerzej mówiąc automatyczne prowadzenie pojazdów szynowych wymusza rozwiązanie wielu problemów związanych z bezpieczeństwem realizacji jazd. Znormalizowane podejście do tego zagadnienia opisane w standardzie dotyczącym systemów zarządzania i kontroli jazdy pojazdu dla nadzorowanego transportu miejskiego (UGTMS ang. Urban Guided Transport Management System) [3][4] określa następujące stopnie (GOA ang. Grade of Automation) automatyzacji prowadzenia pojazdu:

- GOA0 - jazda na widoczność,
- GOA1 - pociąg prowadzony przez maszynistę na podstawie wskazań sygnalizatorów przytorowych,
- GOA2 półautomatyczny ruch pociągu,
- GOA3 ruch pociągu bez maszynisty,
- GOA4 automatyczny (nieobsługiwany) ruch pociągu.

Norma definiuje powyższe stopnie automatyzacji poprzez zakres funkcji realizowanych przez:

- obsługę pojazdu m.in. maszynistę,
- system.

Bardziej zaawansowane stopnie automatyzacji wymagają większej liczby funkcji realizowanych przez system do całkowitego wyeliminowania czynnika ludzkiego.

2.1. Definicja stopni automatyzacji

Definicja stopnia automatyzacji 0 (GOA0) zakłada pełną odpowiedzialność maszynisty za prowadzenie pociągu. Równocześnie nie istnieje wymóg instalacji systemów nadzorujących działania podejmowane przez maszynistę. Położenie zwrotnic i kontrola niezajętości odcinków układu torowego mogą być częściowo nadzorowane przez system.

Definicja stopnia automatyzacji 1 (GOA1) przyjmuje, że maszynista, znajdujący się w kabinie w czole składu pociągu, obserwuje tor, po którym będzie poruszał się pociąg i zatrzymuje pojazd w przypadku zaistnienia sytuacji niebezpiecznej. Maszynista odpowiada za przyspieszanie i hamowanie zgodnie ze wskazaniami urządzeń przytorowych lub urządzeń pokładowych. System nadzoruje działania maszynisty. Sprawowanie nadzoru nad maszynistą może być prowadzone w sposób ciągły lub wywoływane w określonych lokalizacjach, zwłaszcza w odniesieniu do prędkości oraz przekazywanych maszyniście komunikatów (w różnych formach tj. sygnałów świetlnych, dźwiękowych, tekstów mówionych i wyświetlanych). Ponadto odjazd pociągu ze stacji, włączając w to zamknięcie drzwi, należy do odpowiedzialności drużyny pociągowej.

Definicja stopnia automatyzacji 2 (GOA2) podobnie do poprzedniego przewiduje, że maszynista, znajdujący się w kabinie w czole składu pociągu, obserwuje tor, po którym będzie poruszał się pociąg i zatrzymuje pojazd w przypadku zaistnienia sytuacji niebezpiecznej. Przyspieszanie i hamowanie są zautomatyzowane, a prędkość jest w sposób ciągły nadzorowana przez system. Zamykanie i otwieranie drzwi może być realizowane automatycznie, natomiast odjazd pociągu ze stacji należy do działań, za które odpowiedzialna jest drużyna pociągowa.

Stopień automatyzacji 3 (GOA3) to pierwszy ze stopni, który zakłada, że maszynista nie obserwuje toru przed pociągiem. W związku z tym definicja tego stopnia wskazuje na konieczność wprowadzenia dodatkowych środków (opisanych w kolejnych punktach artykułu) w porównaniu do stopnia automatyzacji GOA2. Nadal wymagana jest obecność członka drużyny pociągowej na pokładzie pociągu. Odjazd pociągu ze stacji, włączając w to zamykanie i otwieranie drzwi, może być częścią odpowiedzialności drużyny pociągowej lub może być wykonywany automatycznie.

Definicja stopnia automatyzacji 4 (GOA4) zakłada pełną automatyzację prowadzenia pociągu. W pociągu nie ma personelu wspomagającego ten proces. Takie założenie wymaga kolejnych środków zabezpieczających ruch pociągu oraz pasażerów w nim przebywających. Odjazd pociągu z stacji, włączając w to zamykanie i otwieranie drzwi może być wykonywane automatycznie. W GOA4 system wspiera detekcję i obsługę stanów zagrożeń i sytuacji awaryjnych takich jak ewakuacja pasażerów. Niektóre stany zagrożenia i sytuacje awaryjne mogą wymagać ingerencji personelu właściwego do interwencji w niniejszych przypadkach.

2.2. Funkcjonalność charakteryzująca stopnie automatyzacji

Definicja stopni automatyzacji posługuje się również określoną listą funkcji, które muszą być realizowane przez UGTMS w poszczególnych przypadkach. Lista tych funkcji kształtuje się następująco:

- zapewnienie bezpiecznej drogi jazdy,
- zapewnienie bezpiecznej separacji pociągów,
- zapewnienie bezpiecznej prędkości,
- sterowanie przyspieszeniem i hamowaniem z zachowaniem bezpieczeństwa i komfortu podróży pasażerów,
- zapobieganie kolizjom z przeszkodami,
- zapobieganie kolizjom z osobami na torach,
- kontrola zamknięcia drzwi dla pasażerów,
- zapobieganie zranieniom osób między wagonami lub między peronem a pociągiem,
- zapewnienie bezpiecznych warunków rozpoczęcia jazdy,
- uruchomienie i unieruchomienie (wyłączenie) pociągu,
- nadzór nad statusem pociągu,
- wykrywanie ognia/dymu, wykojenia, ciągłości pociągu, zgłoszeń pasażerów np. ewakuacji, pomocy.

W poszczególnych stopniach automatyzacji zdefiniowano funkcje obowiązkowe dla danego stopnia ze względu na bezpieczeństwo ruchu kolejowego i przewożonych pasażerów.

W przypadku GOA0 żadna z tych funkcji nie musi być realizowana przez system. Wszystkie są realizowane przez obsługę pociągu.

W przypadku GOA1 funkcje:

- zapewnienie bezpiecznej drogi jazdy,
- zapewnienie bezpiecznej separacji pociągów,

są realizowane przez system, a pozostałe są realizowane przez obsługę pociągu.

W przypadku GOA2 funkcje:

- realizowane przez GOA1,
- zapewnienie bezpiecznej prędkości,
- sterowanie przyspieszeniem i hamowaniem z zachowaniem bezpieczeństwa i komfortu podróży pasażerów,

są realizowane przez system, a pozostałe są realizowane przez obsługę pociągu.

W przypadku GOA3 funkcje:

- realizowane przez GOA2,
- zapobieganie kolizjom z przeszkodami,
- zapobieganie kolizjom z osobami na torach,

są realizowane przez system, a pozostałe są realizowane przez obsługę pociągu.

W przypadku GOA4 funkcje:

- realizowane przez GOA3,
- kontrola zamknięcia drzwi dla pasażerów,
- zapobieganie zranieniom osób między wagonami lub między peronem a pociągiem,

- zapewnienie bezpiecznych warunków rozpoczęcia jazdy,
 - uruchomienie i unieruchomienie (wyłączenie) pociągu,
 - nadzór nad statusem pociągu,
 - wykrywanie ognia/dymu, wykolejenia, ciągłości pociągu, zgłoszeń pasażerów np. ewakuacji, pomocy,
- są realizowane przez system, a pozostałe są realizowane przez obsługę pociągu.

2.3. Ocena wpływu funkcji na bezpieczeństwo ruchu kolejowego i przewozów

Obowiązek implementacji wymienionych funkcji w poszczególnych stopniach automatyzacji wynika z faktu przekazywania kolejnych funkcji od obowiązków personelu do zakresu odpowiedzialności systemu. Wymienione funkcje w różny sposób wpływają na bezpieczeństwo ruchu kolejowego i przewozów. Analizując znaczenie poszczególnych funkcji można wyodrębnić trzy grupy tych funkcji.

Grupa I – funkcje zabezpieczające przed kolizjami z innymi pojazdami szynowymi:

- zapewnienie bezpiecznej drogi jazdy,
- zapewnienie bezpiecznej separacji pociągów,
- zapewnienie bezpiecznej prędkości,
- zapewnienie ciągłości składu,
- nadzór nad statusem pociągu.

Grupa II – funkcje zabezpieczające przed kolizjami z osobami lub innymi przedmiotami:

- zapobieganie kolizjom z przeszkodami,
- zapobieganie kolizjom z osobami na torach.

Grupa III – funkcje zabezpieczające bezpieczeństwo pasażerów przy wsiadaniu i w czasie podróży:

- kontrola zamknięcia drzwi dla pasażerów,
- zapobieganie zranieniom osób między wagonami lub między peronem a pociągiem,
- wykrywanie ognia/dymu, wykolejenia, ciągłości pociągu, zgłoszeń pasażerów np. ewakuacji, pomocy.

Dodatkowo można wyróżnić ostry podział funkcji związany z obecnością maszynisty w kabinie na początku pociągu. Automatyzacja zakładająca obecność maszynisty wymaga realizacji tylko następujących funkcji:

- zapewnienie bezpiecznej drogi jazdy,
- zapewnienie bezpiecznej separacji pociągów,
- zapewnienie bezpiecznej prędkości.

W przypadku, kiedy maszynisty nie ma w kabinie a funkcjonalność realizowana jest automatycznie przez system należy zrealizować wszystkie funkcje wymienione w grupach.. Wybrane funkcje mogą być realizowane przez personel (inny niż maszynista) znajdujący się w pociągu.

Należy podkreślić, że pełne wycofanie personelu z pociągu to znacząca zmiana mentalna i pomimo możliwości technicznych powinna być wprowadzana z dużą ostrożnością.

3. STANDARD CBTC

W odróżnieniu od normy [3] norma [1] skupia się na określeniu wymagań dla systemu sterowania pociągami opartego na transmisji danych pomiędzy centrum sterowania a pojazdami poruszającymi się w nadzorowanym obszarze. Podstawowym założeniem systemu jest dwukierunkowa, ciągła transmisja danych oraz brak konieczności wyposażenia linii kolejowej w sygnalizatory i odcinki kontroli niezajętości. Pociągi poruszają się po sieci na podstawie zezwolenia na jazdę otrzymywanego z centrum sterowania, okresowo raportując swoje położenie. Norma [1] określa wymagania dla podsystemów funkcjonalnych ATP (ang. Automatic Train Protection), ATO (ang. Automatic Train Operation) ATS (ang. Automatic Train Supervision), które razem tworzą ATC (ang. Automatic Train Control). Natomiast nie precyzuje, które funkcje muszą być realizowane przy prowadzeniu pociągu w obecności maszynisty czy też bez niego. Nakłada jedynie na system konieczność pracy w różnych trybach:

- bezzałogowym,
- bez maszynisty, lecz z personelem pociągu (personel nie odpowiada za prowadzenie pociągu z wyjątkiem sytuacji awaryjnych),
- z maszynistą (system CBTC (ang. Communication Based Train Control) wspomaga pracę maszynisty i konduktora za pomocą wyświetlanych informacji na monitorach).

Funkcje implementowane przez podsystemy należy postrzegać jako rozwiązania techniczne umożliwiające wdrażanie opisanych wcześniej stopni automatycznego prowadzenia pociągu (GOA2-GOA4). Krótka charakterystyka podsystemów jest następująca:

- system ATP to system automatycznej ochrony pociągu, zapewniający bezpieczną jazdę, poprzez kontrolę i zmniejszanie prędkości pociągu w przypadku przekroczenia przez maszynistę prędkości gwarantującej bezpieczną jazdę,
- system ATO, czyli system automatycznej jazdy pociągu, który realizuje zadania automatycznej obsługi urządzeń zapewniających rozkładowy czas przejazdu pomiędzy stacjami, precyzyjne zatrzymanie na stacji (dotyczy głównie metra) oraz energooszczędne zużycie energii,
- system ATS, czyli system automatycznego nadzoru, który odpowiedzialny jest za dane dotyczące pociągów poruszających się na linii oraz organizowanie na tej linii ruchu.

Systemy ATP i ATO są w całości implementowane na pojeździe. Te systemy a w szczególności ATP realizują funkcje, które są wykorzystywane w stopniach automatyzacji GOAx. Natomiast podsystem ATS jest propozycją automatyzacji funkcji w zakresie kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Wymagania dla tych funkcjonalności określa również [4] w punktach 5 i 6 „Funkcje operacyjne dla pociągu” oraz „Funkcje operacyjnego zarządzania i nadzoru”. Opis tych wymagań zostanie przedstawiony w następnym rozdziale.

4. AUTOMATYZACJA FUNKCJI KIEROWANIA I STEROWANIA RUCHEM

Wcześniejsza analiza przytoczonych dokumentów normatywnych [1][3] skupiała się głównie na funkcjach związanych bezpośrednio z pojazdami. Należy jednak zwrócić uwagę, iż obydwie normy wskazują na funkcje z zakresu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, które również należy automatyzować. Dla precyzji należy przytoczyć w tym miejscu definicje pojęć kierowania i sterowania dla jakich przeprowadzona została analiza [5]. Przez sterowanie ruchem kolejowym należy rozumieć działania operacyjne wynikające z rzeczywistego lub planowanego ruchu pojazdów kolejowych, polegające na:

- podejmowaniu decyzji o przygotowaniu dróg przebiegu,
- dozorowaniu jazdy,
- kontrolowaniu zwolnienia przebiegu, ew. na podejmowaniu decyzji o doraźnym zwolnieniu przebiegu,
- przekazywanie ww. decyzji do realizacji przez urządzenia zabezpieczenia ruchu,
- rejestrowaniu jazdy (jeżeli nie jest to realizowane w urządzeniach pip),
- obsłudze innych urządzeń sterowanych oraz funkcje i rozwiązania techniczne zapewniające realizację tych działań.

Przez kierowanie ruchem (pociągów) należy rozumieć zbiór funkcji i czynności związanych ze śledzeniem i kontrolowaniem sytuacji ruchowej, wykrywaniem i rozwiązywaniem konfliktów ruchowych (wyznaczeniem kolejności jazdy pociągów, minimalizowaniem zakłóceń ruchowych), realizowanych przez dyspozytora liniowego dla odcinka dyspozytorskiego, a w ograniczonym zakresie również przez dyżurnego ruchu dla okręgu sterowania (miejscowego lub zdalnego) i sąsiadujących okręgów sterowania.

W przypadku normy [1][2] funkcje z tego zakresu są realizowane przez podsystem ATS. Można je podzielić na funkcje dotyczące ruchu pociągów poruszających się w obszarze objętym systemem klasy CBTC, gdzie są to:

- identyfikacja pociągów i ich śledzenie,
- określanie trasy i dróg jazdy pociągów,
- zarządzanie skomunikowaniem pociągów

oraz funkcje ukierunkowane na indywidualne pociągi:

- sterowanie realizacją rozkładu jazdy i ustawianymi drogami jazdy pociągu,
- zarządzanie zużyciem energii przez pociąg.

Wymagania wskazują, że identyfikacja pociągów powinna być realizowana dla wszystkich pojazdów poruszających się w obszarze CBTC. Identyfikacja pociągu powinna zawierać informacje o: numerze pociągu w rozkładzie jazdy, rozkładzie jazdy oraz typie pociągu. Informacje te powinny zawierać również operacyjne dane o dokładnym położeniu pociągu z uwzględnieniem jego początku i końca (uwzględnienie długości pociągu). Wszystkie informacje powinny być prezentowane użytkownikom ATS.

ATS na podstawie dokładnego położenia pociągów oraz określonego rozkładu jazdy powinien umożliwiać wyznaczanie tras pociągów i dróg jazdy na poszczególnych posterunkach. Funkcja ta może, ale nie musi być realizowana automatycznie. Wszędzie tam, gdzie to możliwe operacje na pociągu powinny być automatyzowane. Możliwości te powinny również obejmować ponowne trasowanie pociągów, które jest wymuszane przez

zakłócenia we wstępnie zaplanowanym rozkładzie jazdy. Wszelkie informacje na temat tras pociągów i dróg przebiegu, które są zaplanowane do realizacji oraz ich zmiany względem pierwotnego planu powinny być prezentowane użytkownikom ATS jak i maszynistom oraz drużynom pociągowym, jeżeli są obecni w poszczególnych pociągach. System ATS powinien zapewniać również środki umożliwiające kontrolę i ograniczenie zezwolenia na jazdę dla pociągów znajdujących się w obszarze wyposażonym w CBTC. Wszelkie ograniczenia w zezwoleniach na jazdę powinny być przekazywane w postaci alarmów maszynistom oraz drużynom pociągowym, jeżeli taki personel jest obecny w poszczególnych pociągach.

W stosunku do danego pociągu, ATS może posiadać możliwość automatycznego kontrolowania i sterowania pociągiem wyposażonym w CBTC w zakresie realizacji rozkładu jazdy i nastawiania dróg przebiegu. ATS może również realizować funkcje dyspozytorskie. Szeregowanie pociągów powinno być realizowane przez sterowania czasem postoju na posterunkach lub czasem jazdy pomiędzy posterunkami na trasie pociągu. System ATS oprócz funkcji związanych z bezpieczeństwem realizowanych przez ATP może również oddziaływać na profil prędkości z wyprzedzeniem w taki sposób, aby unikać hamowania awaryjnego.

Norma [3][4] również specyfikuje wymagania dla funkcji z zakresu kierowania i sterowania. Funkcje te definiowane są z większą szczegółowością niż normach [1][2]. Tutaj również można wskazać funkcje ukierunkowane na zbiór pociągów poruszających się po określonym obszarze wyposażonym w UGTMS i zaliczanych do grupy funkcji kierowania ruchem. Funkcje te obejmują:

- nadzór dyspozytorski,
- automatyczne trasowanie pociągów,
- zarządzanie relacjami pociągów,
- zapewnienie skomunikowania,
- identyfikację zakłóceń (konfliktów ruchowych) i propozycje ich rozwiązań,
- zarządzanie usługami transportowymi w taki sposób, aby zrealizować ofertę przewozową sformułowaną w postaci rozkładu jazdy w warunkach normalnych i warunkach zakłóceń,
- regulację jazd pociągów w celu minimalizacji spiętrzeń składów i opóźnień.

Obecna jest również grupa funkcji ukierunkowana na poszczególne pociągi i bliższa zadaniom realizowanym w zakresie sterowania ruchem. Do tej grupy można zaliczyć funkcje:

- automatycznego ustawiania, utwierdzania i zwalniania dróg przebiegu,
- zapewnienia separacji pociągów,
- określania położenia pociągu i kierunku ruchu,
- określania zezwolenia na jazdę i przesyłanie go do pociągu,
- zarządzania dziennym rozkładem jazdy,
- monitorowania statusu pociągów i urządzeń przytorowych w zakresie potencjalnych uszkodzeń.

Należy zwrócić uwagę, że funkcje należące do grupy sterowania są bardzo bliskie w sensie merytorycznym funkcjom prowadzenia ruchu i mogą się wręcz przenikać.

5. PRZYKŁADY REALIZACJI FUNKCJI CBTC W POLSCE

W Polsce nie istnieje jeszcze implementacja systemu klasy CBTC o stopniu automaryzacji większym niż GOA2. Również funkcje tego poziomu nie są w pełni wykorzystywane. Stopień automatyzacji w Polsce w obszarze transportu szynowego najbardziej jest widoczny w Metrze Warszawskim. Najwęższym systemem z tego obszaru jest System Ograniczenia Prędkości (SOP), którego podstawową funkcją jest ATP. Dodatkowo system SOP w wersji 3 zainstalowany na II linii metra zarówno w części pokładowej jak i przytorowej realizuje wybrane funkcje automatycznej jazdy pociągu (ATO). Przykładami takich funkcji są:

- zatrzymanie przy peronie z dokładnością $\pm 20\text{cm}$,
- automatyczne otwieranie drzwi po zatrzymaniu przy peronie,
- regulacja prędkości z dokładnością do 1km/h
- respektowanie prędkości dozwolonej
- płynne zmniejszanie prędkości pociągu do wyznaczonego miejsca respektowanie prędkości dozwolonej,
- utrzymywanie prędkości na całej długości pociągu przy jeździe przez odcinek z ograniczoną prędkością
- możliwość automatycznego dojazdu do semafora zabraniającego lub ograniczającego jazdę z prędkością 20km/h
- automatyczne zawracanie pociągów pociąg na stacjach odstawczych.

Należy również zauważyć, że system SOP w wielu miejscach różni się od omówionych wcześniej specyfikacji formalnych [1][3]. Podstawową różnicą jest brak rozwiązania realizującego założenie sterowania pociągami z wykorzystaniem transmisji danych niezależnej od urządzeń umieszczonych w torach.

6. PODSUMOWANIE

Zagadnienie automatyzacji prowadzenia pojazdu szynowego nie jest nowe. Pewnym wyzwaniem jest opracowanie rozwiązań technicznych i organizacyjnych zapewniających bezpieczeństwo ruchu kolejowego przy jednoczesnej minimalizacji, a docelowo całkowitej eliminacji zaangażowania personelu znajdującego się na pokładzie pojazdu szynowego.

W artykule omówiono stopnie automatyzacji oraz funkcje realizowane przez system w zależności od poziomu automatyzacji. W artykule zwrócono także uwagę na to, iż funkcje sformułowane dla stopni automatyzacji, w tym automatycznej jazdy (ruchu) pojazdu realizowane są także przez ATP, ATO, ATS istotne z punktu widzenia CBTC.

Dostępne i przeanalizowane standardy nie pomijają w swej treści zagadnienia funkcji z zakresu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, które również powinny podlegać automatyzacji.

Należy zaznaczyć, że zupełne wycofanie personelu z pociągu to znacząca zmiana mentalna i pomimo możliwości technicznych powinna być wprowadzana z dużą ostrożnością.

Bibliografia

1. IEEE Std 1474.1-2004 - IEEE Standard for Communication Based Train Control Performance Requirements and Functional Requirements
2. IEEE Std 1474.3-2008: IEEE Recommended Practice for Communications-Based Train Control (CBTC) System Design and Functional Allocations”.
3. PN-EN 62290-1 Zastosowania kolejowe -- Systemy zarządzania i kontroli jazdy pojazdu dla nadzorowanego transportu miejskiego -- Część 1: Zasady systemu i pojęcia podstawowe
4. PN-EN 62290-2 Zastosowania kolejowe -- Systemy zarządzania i kontroli jazdy pojazdu dla nadzorowanego transportu miejskiego -- Część 2: Specyfikacja wymagań funkcjonalnych.
5. Dąbrowa-Bajon Mirosława: Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
6. Corman, F., D'Ariano, A.B., Pacciarelli, D., Pranzo, M., Centralized versus distributed systems to reschedule trains in two dispatching areas. *Public Transp.* 2 (3), 219–247. 2010.
7. Rao X., Montigel M., Weidmann U. A new rail optimisation model by integration of traffic management and train automationq *Transportation Research Part C* 2017

AUTOMATIC TRAIN OPERATION – REQUIREMENTS ANALYSIS

Summary: This article discusses the analysis of the process of automatic train operation. The scope of the analyzed process is not narrowed to the train itself. It covers the tasks carried out at the various operational levels of the system responsible for operating the railway traffic. The authors present the tasks in the field of railway traffic management and railway traffic control and train operation, carried respectively by the dispatcher, signalman and the train driver, which can be performed automatically, i.e. without human intervention.

Keywords: automatic train operation, automatic dispatching, automatic routing