



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Mieczysław KORNASZEWSKI

ZDALNE STEROWANIE RUCHEM W TRANSPORCIE KOLEJOWYM W POLSCE

Streszczenie

W ramach artykułu przedstawiono ideę oraz metody zdalnego sterowania ruchem stosowane w kolejnictwie polskim. Scharakteryzowano urządzenia zdalnego sterowania wykorzystywane w Lokalnych Centrach Sterowania. Urządzenia te są przeznaczone do sterowania i nadzorowania z odległości w czasie rzeczywistym urządzeń srk znajdujących się na posterunkach ruchu i szlakach nadzorowanego obszaru. Ponadto dają możliwość sterowania wieloma posterunkami ruchu kolejowego przez jednego dyżurnego ruchu. Lokalne Centrum Sterowania integruje różne komputerowe systemy stacyjne i liniowe, gwarantując wysoki poziom prowadzenia ruchu pociągów (SIL-4). W artykule przedstawiono przykładowe rozwiązanie systemu zdalnego prowadzenia ruchu pociągów stosowane w kolejnictwie polskim.

WSTĘP

W transporcie kolejowym konieczne jest wykorzystanie systemów technicznych, których zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa ruchu pociągów. Cel ten jest osiągnięty poprzez zastosowanie urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk). Poza utrzymaniem bezpieczeństwa urządzenia srk pozwalają usprawnić i automatyzować niektóre procesy związane z prowadzeniem pociągów.

Jednym z podstawowych warunków bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego w XXI w. jest wprowadzenie komputerowych systemów kierowania i sterowania ruchem jako tzw. warstwy nadrzędnej. Tendencje światowe prowadzą do dwóch głównych rozwiązań metodycznych w postaci połączenia kompetencji i uprawnień dyżurnego i dyspozytora w jednej osobie lub korzystniejsza opcja z rozdzieleniem funkcji systemu pomiędzy Lokalne Centra Sterowania (LCS) i Centra Dyspozytorskie (CD).

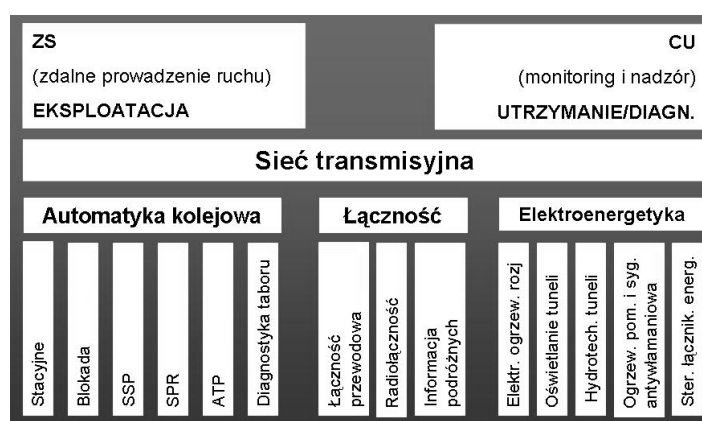
LCS pozwala zintegrować wiele urządzeń i podsystemów sterowania ruchem kolejowym. W jednym miejscu istnieje możliwość zarządzania m.in. współpracą komputerowych systemów stacyjnych z systemami kontroli niezajętości torów i rozjazdów (SOT, liczniki osi), systemami liniowymi (sbl), przejazdowymi (ssp), teletransmisji, łączności przewodowej, radiołączności, systemami rozgłoszeniowymi, wizualnej informacji dla podróżnych (tablice paletowe), kontroli przeciwpożarowej obiektów, oświetlenia peronów, telewizji przemysłowej, itp.

Systemy zdalnego sterowania urządzeniami srk i systemy kierowania ruchem pociągów pozwalają zminimalizować koszty eksploatacji linii kolejowych i utrzymania urządzeń srk oraz znacząco ograniczyć skutki zakłóceń w ruchu. Jako systemy nadrzędne łatwo

współpracują z urządzeniami komputerowymi oraz z urządzeniami przekaźnikowymi, ale wówczas wymagane są odpowiednie interfejsy [7].

1. PRZEZNACZENIE URZĄDZEŃ ZDALNEGO STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Przeznaczeniem urządzeń *Zdalnego Sterowania (ZS)* jest możliwość sterowania wieloma posterunkami ruchu kolejowego przez jednego dyżurnego ruchu, zwanego odcinkowym, z tzw. *Nastawni Zdalnego Sterowania (NZS)*, określanej również jako *Lokalne Centrum Sterowania (LCS)*. Obszar objęty kontrolą pozwala na sterowanie urządzeniami srk w obrębie kilkudziesięciu kilometrów, m.in. na posterunkach ruchu na liniach kolejowych, urządzeniami na stacjach, bocznicach, posterunkach odgałęźnych i odstępowych a także w okręgach nastawczych na stacji. Wielkość tego obszaru ograniczona jest przede wszystkim zdolnościami percepcyjnymi operatora [2], [4].



Rys. 1. Struktura systemów srk i branż towarzyszących w LCS

Źródło: Adtranz ZWUS Sp. z o.o.: LCS Błonie odcinek Gołębki – Sochaczew. Materiały konferencyjne, Błonie 2001

Odcinki wewnątrz okręgu zdalnego sterowania powinny być odpowiednio do tego przystosowane, np. poprzez kontrolę niezajętości torów szlakowych czy też wyposażenie w system końca pociągu (SKP) oraz łączność radiową działającą w całym okręgu. Dodatkowo, jeżeli na stacjach nie ma personelu, który obserwuje przejeżdżające składy, w torach instalowane są czujniki koła, które pozwalają m.in. na obliczanie liczby przejechanych osi, czy pomiar prędkości w pociągów. Informacje z liczników osi przesyłane powinny być do nastawni zdalnego sterowania i archiwizowane.

2. POZIOMY ZDALNEGO STEROWANIA

Ze względu na dużą odległość urządzeń od nastawni, często wielokrotnie przekraczającą możliwe odległości przy konwencjonalnej centralizacji urządzeń, konieczne jest zastosowanie dodatkowego ogniwa transmisyjnego.

Zależności realizowane są na poziomie obsługiwanych posterunków, tzw. obiektów zdalnego sterowania (OZS), które połączone są poprzez odpowiednie interfejsy i sieć transmisyjną z nastawnią zdalnego sterowania. Posterunki mogą być wyposażone w dowolny system sterowania urządzeniami stacyjnymi, chociaż pewnym ograniczeniem może być dostosowanie systemu zdalnego sterowania. Dzięki temu do zdalnej obsługi można przystosować istniejące już urządzenia srk bez ingerencji w ich warstwę zależnościową.

Na poziomie nastawni zdalnego sterowania mogą być realizowane dodatkowe funkcje, takie jak nastawianie przebiegowe lub indywidualne zamykanie obiektów. Na wypadek awarii transmisji powinna istnieć możliwość miejscowej obsługi posterunku, np. za pomocą przenośnego terminalu lub awaryjnego pulpitu. Połączenie z miejscowymi obiektami sterowania pracującymi na stacji (OS), na której znajduje się nastawnia zdalnego sterowania jest wtedy znacznie uproszczone. Istnieją także systemy, w których już zależności realizowane są na poziomie nastawni zdalnego sterowania. Rozwiązanie takie wymaga jednak dużo bardziej pewnej transmisji, np. przez kabel światłowodowy [4].

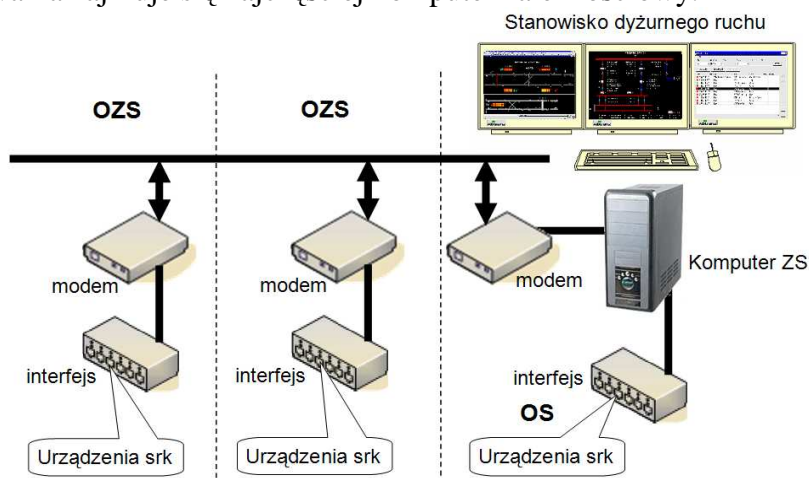


Fot. 1. Przykładowy widok wyposażenia nastawni zdalnego sterowania systemu MOR-2zs

Źródło: <http://www.kombud.com.pl/>

3. ZASADA ZDALNEGO STEROWANIA

Zasada zdalnego sterowania polega na przesyłaniu odpowiednich poleceń nastawczych i meldunków pomiędzy nastawniami i obiektami zdalnego sterowania. Polecenia wprowadzane przez operatora zostają zweryfikowane pod względem syntaktyki, istnienia sterowanego obiektu oraz w przypadku wybierania dróg przebiegów – możliwości wybrania danej drogi. Polecenia te są kodowane i przesyłane do obiektów zdalnego sterowania, gdzie są dekodowane przez interfejs i przekazywane do urządzeń stacyjnych. Kontrola działania urządzeń odbywa się na podstawie meldunków kontrolnych, które przesyłane są z obiektów zdalnego sterowania wraz ze zmianami ich stanu. Przetwarzaniem informacji w nastawni zdalnego sterowania zajmuje się najczęściej komputer zależnościowy.

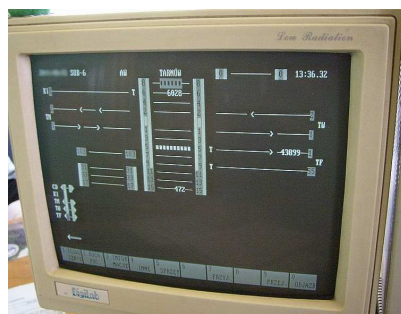


Rys. 2. Idea systemu zdalnego sterowania

Źródło: Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009

Wyposażenie stanowiska odcinkowego dyżurnego ruchu stanowi najczęściej zestaw monitorów i opcjonalnie duży, półkolisty plan świetlny (ewentualnie obraz z projektorów). W przypadku przekaźnikowych urządzeń srk w obiektach zdalnego sterowania system sterowania ma charakter hybrydowy. [2], [4]

Urządzenia zdalnego sterowania powiązane są także z urządzeniami Przekazywania Informacji o Pociągach (PIP). Składają się na nie terminale na stacjach stycznych do okręgu, służące do wprowadzania informacji o pociągach wjeżdżających do okręgu zdalnego sterowania oraz terminal współpracujący z systemem zdalnego sterowania w nastawni zdalnego sterowania. Zobrazowanie urządzeń PIP oraz zdalnego sterowania jest połączone, tzn. na obrazach kontrolnych posterunków wyświetlane są numery pociągów na odcinkach.



Fot. 2. Wygląd typowego terminala stacyjnego w systemie WSKR-PIP

Źródło: <http://www.kontrakt-bhp.com.pl/>

4. MOŻLIWOŚCI WYNIKAJĄCE Z ZASTOSOWANIA NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW ZDALNEGO ZARZĄDZANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Wśród podstawowych zadań nowoczesnych systemów zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym można wymienić [3]:

1. Pokazywanie stanu obiektów na stacji (zwrótnic, sygnalizatorów, obwodów torowych i innych) na podstawie informacji dostarczonej z urządzeń srk;
2. Pokazywanie sytuacji ruchowej na stacji (np. ustawienia przebiegów pociągowych i manewrowych) na podstawie informacji dostarczonej z urządzeń srk;
3. Pokazywanie komunikatów i alarmów z urządzeń srk w formie umożliwiającej ich interpretację i obsługę.
4. Sygnalizowanie stanu innych urządzeń należących do systemu srk zlokalizowanych na stacji np. otwarcie kontenera, stan urządzeń zasilających, itp.;
5. Umożliwianie operatorowi wprowadzania i przekazywania do urządzeń srk poleceń (ruchowych i technicznych);
6. Identyfikacja osób obsługujących urządzenia srk;
7. Zabezpieczenie przed dostępem do określonych funkcji osób nieuprawnionych;
8. Rejestracja i dokumentacja przebiegu pracy urządzeń systemu operatorskiego, itp.

5. ZDALNE STEROWANIE RUCHEM NA ODCINKU OBJĘTYM LOKALNYM CENTRUM STEROWANIA

Lokalne Centra Sterowania budowane są na podstawie założeń obejmujących m.in. wielkość obszaru, ilość posterunków ruchu, rodzaj oraz poziom techniczny i technologiczny podstawowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności, elektroenergetyki,

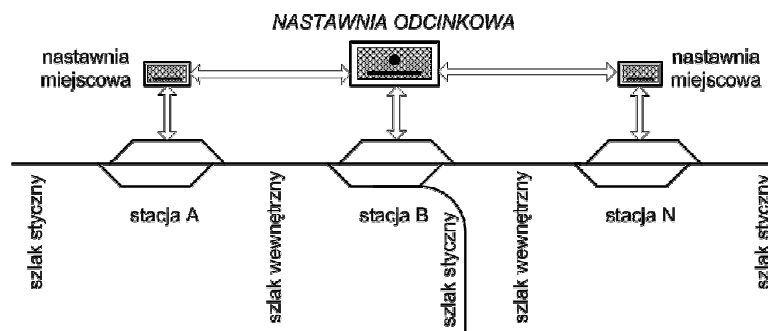
urządzeń przytorowych i innych. Realizowane są tu funkcje nastawiania przebiegów, nadzoru, rejestracji i archiwizacji ruchu pociągów.

Urządzenia zdalnego sterowania w LCS-ach przeznaczone są do sterowania i nadzorowania z odległości urządzeń srk znajdujących się na posterunkach ruchu i szlakach nadzorowanego obszaru. LCS integruje wiele systemów komputerowych stacyjnych i liniowych, gwarantujących wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu (SIL-4) na stacjach, szlakach i przejazdach kolejowych. Posterunki ruchu objęte zdalnym sterowaniem przystosowane są do pracy bezobsługowej, co oznacza, że rejestracja sytuacji ruchowej na odcinku zdalnego sterowania ruchem, jak i na szlakach stycznych, może odbywać się samoczynnie bez udziału bądź obsługowej – z udziałem dyżurnego ruchu lub odręcznie w formie dziennika (wykresu) ruchu [7].

Na odcinkach zdalnego prowadzenia ruchu, jak i szlakach stycznych każdy pojazd kolejowy z napędem musi posiadać sprawne urządzenia radiołącności, zaś stanowisko pracy dyżurnego ruchu odcinkowego powinno być wyposażone w urządzenia samoczynnie rejestrujące wszystkie rozmowy prowadzone za pomocą środków łączności przewodowej i radiowej, a także w urządzenia obrazujące i rejestrujące przemieszczanie się poszczególnych pociągów (system PIP).

W przypadku nieprawidłowego działania urządzeń srk do czasu usunięcia powstałej usterki, jak i w innych okolicznościach posterunek może zostać przekazany do sterowania przez obsługę miejscową. Zamknięcie i otwarcie torów szlakowych i torów głównych na stacjach sterowanych odbywa się na zasadach ogólnych po uzyskaniu zgody dyżurnego ruchu odcinkowego.

Powiadamianie dróżników przejazdowych o odjeździe pociągów może następować samoczynnie lub być dokonywane przez dyżurnego ruchu odcinkowego lub miejscowego [1].



Rys. 3. Typowa konfiguracja odcinka zdalnego prowadzenia ruchu kolejowego

Źródło: <http://www.kombud.com.pl/>

6. PRZYKŁAD ROZWIĄZANIA SYSTEMU ZDALNEGO PROWADZENIA RUCHU POCIĄGÓW MOR-2ZS

System Zdalnego Prowadzenia Ruchu Pociągów MOR-2zs wyprodukowany przez Z.A. KOMBUD S.A z Radomia przeznaczony jest do zdalnego prowadzenia ruchu na odcinku linii lub w obszarze sieci kolejowej. System zdalnego sterowania umożliwia dyżurnemu ruchu odcinkowemu wydawanie poleceń nastawczych do obiektów sterowanych oraz dostarcza mu informacji o stanie obiektów sterowanych i procesach ruchowych zachodzących na odcinku zdalnego prowadzenia ruchu (zpr).

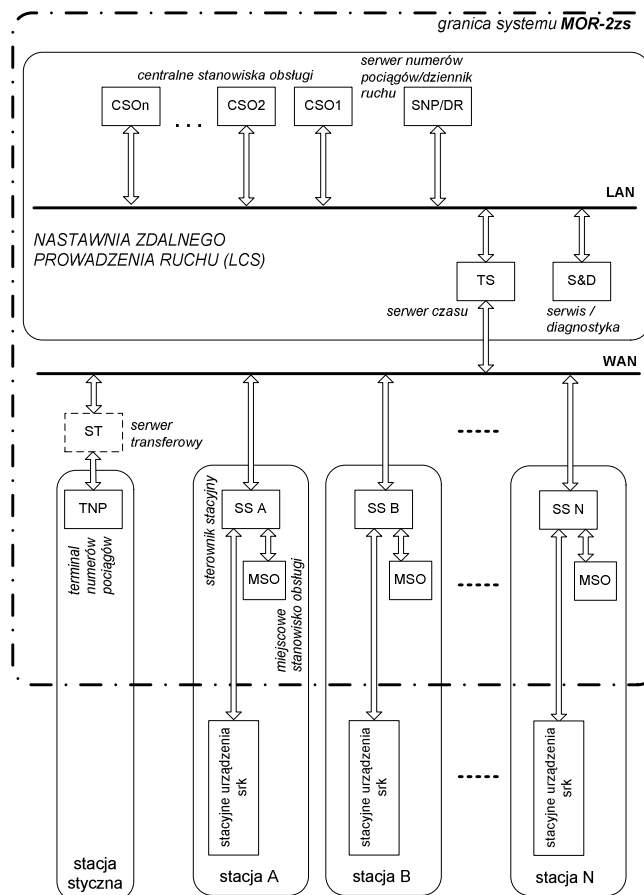
W skład systemu MOR-2zs wchodzi następujące bloki [8]:

1. Centralne Stanowisko Obsługi – CSO
2. Serwer Numerów Pociągów/ Dziennik Ruchu – SNP/DR

3. Terminal Numerów Pociągów – TNP
4. Serwer Transferowy – ST
5. Serwis i Diagnostyka – S&D
 - Terminal Techniczny
 - Menedżer sieci
6. Time Server – TS
7. Sterownik Stacyjny – SS
8. Miejsce Stanowisko Obsługi – MSO.

CSO przeznaczone jest dla odcinkowego dyżurnego ruchu. W systemie może występować do 16 CSO. Każde stanowisko, w zależności od potrzeb wyposażone może być w 1÷4 monitorów ekranowych oraz klawiaturę i mysz.

Na wyświetlanych obrazach szczegółowych i poglądowych widoczny jest stan urządzeń srk w całym obszarze zpr, łącznie z informacjami o numerach pociągów znajdujących się na poszczególnych torach stacyjnych i szlakach. Ponadto wyświetlane są komunikaty alarmowe pochodzące ze wszystkich stacji w danym obszarze oraz rozkład jazdy pociągów.



Rys. 4. Podstawowa struktura systemu zdalnego sterowania MOR-2zs

Źródło: Zakłady Automatyki KOMBUD S.A.: System zdalnego sterowania typu MOR-2zs. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Radom 2006

Z każdego stanowiska istnieje możliwość sterowania dowolną stacją w obszarze zpr. W tym celu zaimplementowana jest funkcja przekazywania obsługi pomiędzy poszczególnymi stanowiskami w Centrum a również często do Miejscowego Stanowiska Obsługi, w celu umożliwienia wydawania poleceń nastawczych tylko dla jednego ze stanowisk.

Każde stanowisko wyposażone jest w urządzenie rejestrujące wydawane polecenia oraz ważne stany ruchowe. Na stanowisku istnieje możliwość zapisywania i przeglądania na nośniku zewnętrznym raportów z rejestratora w postaci listy zdarzeń obejmujących okres nie mniejszy niż 48 godzin.

SNP/DR zajmuje się przetwarzaniem informacji o ruchu pociągów w obszarze zpr oraz rejestracją przemieszczeń pociągów w bazie danych. Część SNP pełni rolę podrzędną wobec CSO i Terminali Numerów Pociągów (TNP) na stacjach stycznych, przysyłając do nich informacje o bieżącym położeniu pociągów oraz odbierając informacje o pociągach utworzonych w obszarze oraz wjeżdżających i opuszczających obszar zdalnego sterowania. Część DR odpowiedzialna jest za rejestrację przemieszczeń pociągów ze stacji na szlak (i odwrotnie) w bazie danych.

TNP instalowany jest na stacjach stycznych do obszaru zpr. Jego podstawową funkcją jest wprowadzanie informacji o numerach pociągów wyprawianych z posterunków ruchu stycznych w obszar objęty zdalnym sterowaniem oraz wprowadzanie informacji o pociągach przyjętych na stacje styczne z obszaru zdalnego sterowania. Ponadto TNP prezentuje informacje o numerach pociągów znajdujących się na poszczególnych torach szlaków stycznych oraz informacje o numerach pociągów znajdujących się na poszczególnych torach stacji przyległych do tych szlaków odcinka zpr.

SS jest modułem pośredniczącym, współpracującym z systemem zależnościowym stacji. Umożliwia przysyłanie informacji o stanach urządzeń srk do centrum i zwrotne odbieranie poleceń nastawczych.

MSO jest opcjonalnym wyposażeniem stacji umożliwiającym sterowanie z miejsca. Wyposażone jest w funkcje umożliwiające przekazywanie obsługi posterunku ze sterowania miejscowego na zdalne i odwrotnie.

System MOR-2zs to system rozproszony, w którym węzły sieci zlokalizowane są w poszczególnych obiektach. W systemie można wyróżnić:

- węzeł lokalny zlokalizowany w nastawni odcinkowej,
- węzły zdalne zlokalizowane w nastawniach miejscowych,
- węzły zlokalizowane w stycznych posterunkach ruchu.

Zapewnienie dużego stopnia niezawodności systemu zdalnego sterowania MOR-2zs osiągnięto m.in. poprzez [8]:

- wykorzystanie specjalistycznych urządzeń sieciowych dedykowanych dla sieci przemysłowych,
- łącza światłowodowe,
- zastosowanie konfiguracji sprzętowej z redundancją,
- monitorowanie stanu sieci informatycznej.

PODSUMOWANIE

LCS umożliwia prowadzenie ciągłego nadzoru w czasie rzeczywistym nad ruchem pociągów z jednego miejsca obsługi (nastawni zdalnego sterowania), zlokalizowanej w dowolnym miejscu danego okręgu sterowania lub poza okręgami sterowania, w Centrum Obszarowym.

Obszarami zastosowania systemów zdalnego zarządzania ruchem kolejowym mogą być wybrane linie magistralne, linie mało obciążone, linie aglomeracyjne, bocznice, czy też stacje.

W dobie komputeryzacji rozwój urządzeń zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym powinien być ukierunkowany na zastosowania niezawodnego oprogramowania komputerowego, pozwalającego łączyć w sobie wszystkie funkcje związane z bezpiecznym prowadzeniem ruchu pociągów. Większy stopień informatyzacji systemu kolejowego pozwala zwiększyć jego bezpieczeństwo, dzięki ograniczeniu ryzyka błędu generowanego przez człowieka.

Utworzenie Lokalnego Centrum Sterowania pracującego na najnowszej technologicznie generacji systemów komputerowych pozwala na prowadzenie ruchu pociągów z odległości, przy zapewnieniu odpowiedniego bezpieczeństwa ruchu pociągów. LCS wyposażone jest w sprzężone systemy zabezpieczeń, które na bieżąco monitorują wszystkie parametry istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa, związane z prowadzeniem ruchu kolejowego w jego obrębie.

W przypadku zastosowania w LCS urządzeń srk różnych producentów niezbędne są odpowiednie interfejsy zapewniające kompatybilność urządzeń.

REMOTE CONTROL OF RAIL TRAFFIC IN POLAND

Abstract

The article presents the concept and methods of remote control of the rail used in Poland. Characterized the device of remote control used in the Local Control Centers. These devices are designed to control and supervise from a distance in real-time traffic control devices which are placed on traffic posts and routes covered area. They enable to control multiple checkpoints of the railway by a railway train dispatcher. Local Control Center integrates the various type of computer systems railway station and railway line, ensuring a high level of train operations (SIL-4). The article presents an example application of system of remote conduct of rail traffic in Poland.

BIBLIOGRAFIA

1. Aksiuto U., Chrzan M., Kornaszewski M.: Rola i funkcje Lokalnego Centrum Sterowania w prowadzeniu ruchu pociągów, logistyka 3/2011
2. Dąbrowa-Bajon M.: Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
3. Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
4. <http://www.kontrakt-bhp.com.pl/> (dostęp 23 sierpnia 2012).
5. <http://www.kombud.com.pl/> (dostęp 25 sierpnia 2012).
6. Kornaszewski M.: Bezpieczne rozwiązania informatyczne stosowane w systemach sterowania ruchem kolejowym nowej generacji. Drogi lądowe, powietrzne, wodne 5/2009 (14). Wydawnictwo MEDIA-PRO, Będzin 2009.
7. Michnej M.: Lokalne Centra Sterowania. Bezpieczniej, szybciej, taniej. KZA Express 01/2008, Kraków 2008.
8. Zakłady Automatyki KOMBUD S.A.: System zdalnego sterowania typu MOR-2zs. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Radom 2006.
9. Adtranz ZWUS Sp. z o.o.: LCS Błonie odcinek Gołębki – Sochaczew. Materiały konferencyjne, Błonie 2001.

Autor:

dr inż. Mieczysław KORNASZEWSKI – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu