

Mieczysław KORNASZEWSKI, Marcin CHRZAN

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW KIEROWANIA I STEROWANIA RUCHEM STOSOWANYCH W KOLEJNICTWIE POLSKIM

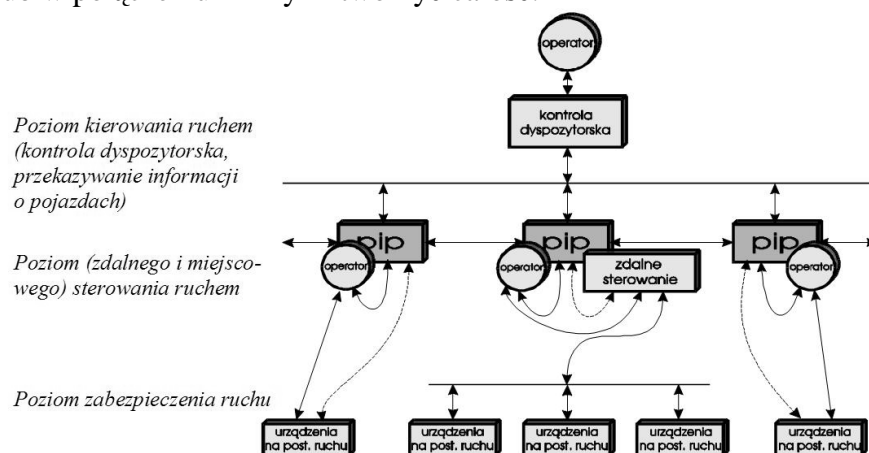
Streszczenie

W artykule poruszono problemy bezpiecznego zarządzania ruchem kolejowym z wykorzystaniem nowoczesnych nadrzędnych systemów komputerowych oraz przybliżono metody kierowania i sterowania ruchem pociągów (kierowanie scentralizowane, zdecentralizowane i pośrednie). Istotne znaczenie w tym aspekcie mają m.in.: System Zdalnego Sterowania i Kierowania Ruchem EbiScreen 3.0 oraz Wieloprocessorowy System Kierowania i Sterowania Ruchem WSKR-2. W opracowaniu przedstawiono charakterystyki techniczne wymienionych systemów, ich struktury oraz zastosowane urządzenia zdalnego i miejscowego sterowania ruchem kolejowym.

WSTĘP

Wprowadzenie w życie nowoczesnych metod sterowania stało się możliwe od czasu kiedy rozpoczęto wdrażanie komputerowych systemów nadrzędnych kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Etapem wstępnym dla tych systemów były systemy zdalnego sterowania.

Systemy kierowania i sterowania ruchem (ksr) charakteryzują się modułową strukturą, którą w prosty sposób można dostosować do zmiennej ilości obiektów podlegających ich oddziaływaniu. W zależności od potrzeby elementy tego systemu mogą funkcjonować pojedynczo lub w połączeniu z innymi tworzyć całość.



Rys. 1. Hierarchiczna struktura funkcjonalna systemu kierowania i sterowania ruchem

Źródło: Adtranz Zwus Sp. z o.o.: Wieloprocessorowy system kierowania i sterowania ruchem WSKR-2. Podsystem Zdalne Sterowanie. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 1998

Struktura systemu ksr ma charakter hierarchiczny, co obrazuje rys.1. Poziom kierowania ruchem pozwala na scentralizowane śledzenie i kontrolowanie sytuacji ruchowej oraz rozwiązywanie konfliktów ruchowych. Poziom sterowania ruchem (za pośrednictwem urządzeń sterowania miejscowego lub zdalnego) umożliwia podejmowanie i realizowanie decyzji wynikających z planowanego lub rzeczywistego ruchu pociągów, natomiast w poziomie zabezpieczenia ruchu realizowane są działania operacyjne i techniczne mające na celu zabezpieczenie ruchu kolejowego z wykorzystaniem urządzeń srk, łączności, telewizji przemysłowej, itp. oraz uzależnienie poleceń nastawczych od warunków ich realizacji [8].

1. PODSTAWOWE WARIANTY FUNKCJONOWANIA SYSTEMÓW KIEROWANIA I STEROWANIA RUCHEM

Wybór odpowiedniego sposobu kierowania i sterowania ruchem pociągów wymaga uwzględnienia m.in. następujących czynników:

- powiązania z innymi liniami kolejowymi,
- struktury i rodzaj zadań ruchowych poszczególnych posterunków ruchu,
- wpływ zakłóceń funkcjonowania urządzeń srk, trakcji, itp. na regularność kursowania pociągów.

Teoretycznie możliwe są następujące warianty rozwiązania systemu prowadzenia i kierowania ruchem pociągów [7]:

1. Scentralizowane prowadzenie i kierowanie ruchem pociągów z jednej lub kilku central zdalnego sterowania i kierowania ruchem,
2. Zdecentralizowane prowadzenie ruchu przez dyżurnych ruchu na stacjach i posterunkach odgałęźnych i scentralizowane kierowanie ruchem z jednej lub kilku central nadzoru dyspozytorskiego,
3. Pośrednie rozwiązanie – polegające na prowadzeniu ruchu przez dyżurnych ruchu odcinkowych, w małych obszarach obejmujących kilka małych stacji pośrednich lub dużą stację wraz z przyległymi posterunkami odgałęźnymi i scentralizowanym kierowaniu ruchem pociągów z jednej lub kilku central nadzoru dyspozytorskiego.

2. ANALIZA WYBRANYCH SYSTEMÓW KSR

2.1. System zdalnego sterowania i kierowania ruchem EbiScreen 3.0

System zdalnego sterowania i kierowania ruchem EbiScreen 3 pełni funkcję systemu nadrzędnego przeznaczonego do współpracy z komputerowymi urządzeniami nastawczymi srk typu Ebilock 850 lub 950 firmy Bombardier ZWUS Transportation Sp.z.o.o. W systemie zaimplementowano wszystkie funkcje niezbędne do nadzoru i prowadzenia ruchu pociągów w warunkach kolejnictwa polskiego, z wykorzystaniem komputerów zależnościowych typu Ebilock.

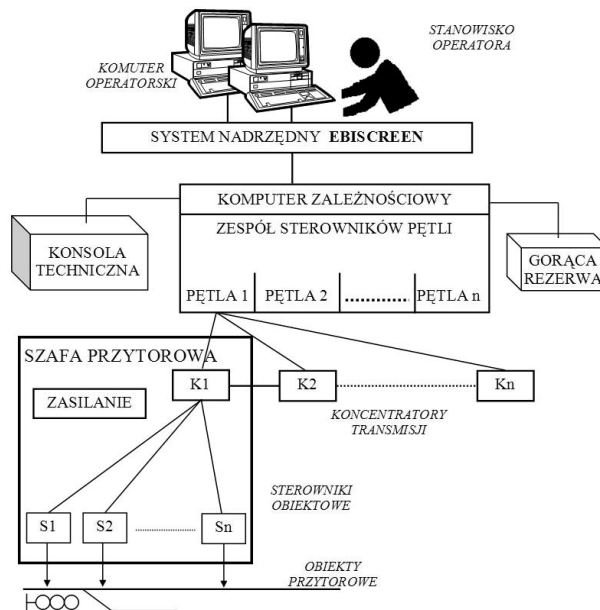
Komputerowy system zdalnego sterowania i kierowania ruchem EbiScreen jako system nadrzędny pełni funkcję inteligentnego interfejsu pomiędzy operatorem (np. dyżurnym ruchu), a systemem zależnościowym (np. w komputerowym systemie nastawczym Ebilock 950).

Budowę działania systemu zdalnego sterowania i kierowania ruchem EbiScreen przedstawiono na rys. 2. W strukturze systemu można wyróżnić trzy warstwy [4]:

- poziom operatorski – system sterowania (LCS),
- poziom zależnościowy – system przetwarzania zależności z komputerami zależnościowymi, np. centralny system zależnościowy IPU 950 zawierający podwójny

komputer zależnościowy typu ILC 951, występujący w systemie nastawczym Ebilock 950,

- poziom sterowników obiektowych – system sterowników obiektowych odpowiedzialnych za sterowanie i kontrolę pracy urządzeń zewnętrznych (sygnalizatorów, zwrotnic).



Rys. 2. Schemat systemu Ebiscreen 3

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

Głównym podzespołem systemu EbiScreen jest komputer przemysłowy firmy Advantech. Jest on zgodny ze standardem IBM PC. Oprogramowanie systemu zapewnia pełną kontrolę i możliwość prowadzenia ruchu w obszarze sterowania. Interfejs użytkownika jest podstawową aplikacją tego systemu.

Każde polecenie wydane przez operatora zostaje zweryfikowane pod względem syntaktyki, istnienia sterowanego obiektu oraz w przypadku wybierania dróg przebiegów możliwości wybrania danej drogi. Polecenie to zostaje przetłumaczone na kod zrozumiały dla centralnego komputera zależnościowego IPU950 i wysłane do niego.

Informacje odbierane od systemu zależnościowego są przetwarzane zgodnie z typem odbieranej informacji i mogą być prezentowane w postaci zobrazowania stanu obiektu lub w postaci alarmu o stanie obiektu lub błędu wynikającego z analizy sytuacji przez centralny system zależnościowy IPU950.

Wszystkie przesyłane informacje do i z systemu zależnościowego są zapisywane na twardy i przechowywane przez 72 godziny. Systemem operacyjnym komputera PC jest system Microsoft Windows.

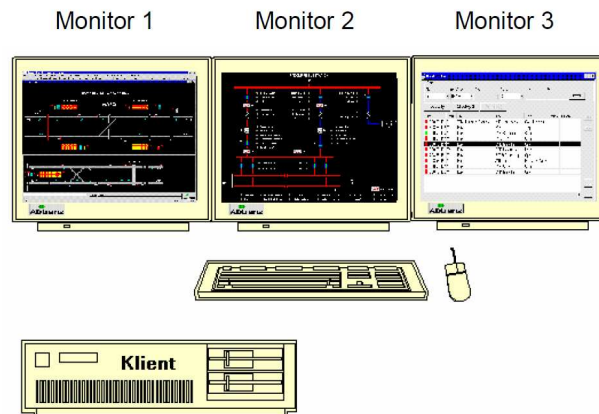
Podstawowa konfiguracja systemu EbiScreen na poziomie operatorskim zawiera:

- komputer PC,
- drukarkę raportującą,
- dwa do czterech monitorów (w zależności od wielkości stacji),
- klawiaturę i mysz.

W systemie EbiScreen na monitorach mogą być wyświetlane różne widoki:

- widok przeglądowy wszystkich stacji w obszarze sterowania,
- widok szczegółowy jednej stacji,

- okna alarmów i zdarzeń,
- okno systemowe z wizualizacją stanu urządzeń systemu EbiScreen.



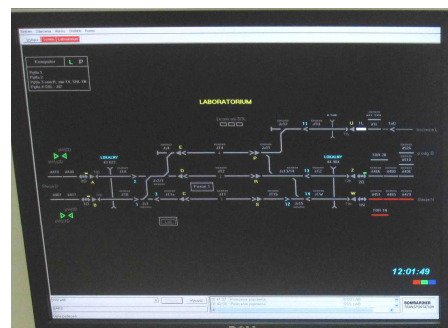
Rys. 3. Przykładowe widoki na monitorach systemu EbiScreen

Źródło: Bombardier Transportation (ZWUS) Polska: Komputerowy system urządzeń stacyjnych srk Ebilock 950. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 2003

Na monitorze nr 1 zawsze jest wyświetlany ekran z widokiem przeglądalnym (zawsze widoczny), na monitorze nr 2 są wyświetlane zamiennie ekrany z widokami szczegółowymi pojedynczej stacji oraz ekran z oknem systemowym, zaś w przypadku monitora nr 3 wyświetlany jest ekran zawierający okna alarmów oraz zdarzeń.

W szczególnych przypadkach konfiguracja i kolejność obrazów może ulec zmianie, tzn. z powodu dużych rozmiarów okręgu sterowania mogą zostać wykorzystane dwa monitory do wyświetlania obrazu przeglądalnego lub w przypadku sterowania pojedynczą stacją o dużych rozmiarach może być wyświetlany obraz szczegółowy na dwóch monitorach, natomiast może zabraknąć obrazu przeglądalnego.

Obraz stacji jest głównym elementem graficznym systemu komputerowego. Jest na nim umieszczone odwzorowanie układu torowego stacji z detalami niezbędnymi do prowadzenia ruchu przez dyżurnego. Istnieją dwa rodzaje obrazów stacji (różniące się symbolami ukazującymi stan pracy komputerów) w zależności od tego z jakim komputerem zależnościowym współpracuje system EbiScreen, tzn. czy będzie to system Ebilock 850 czy Ebilock 950 [3].



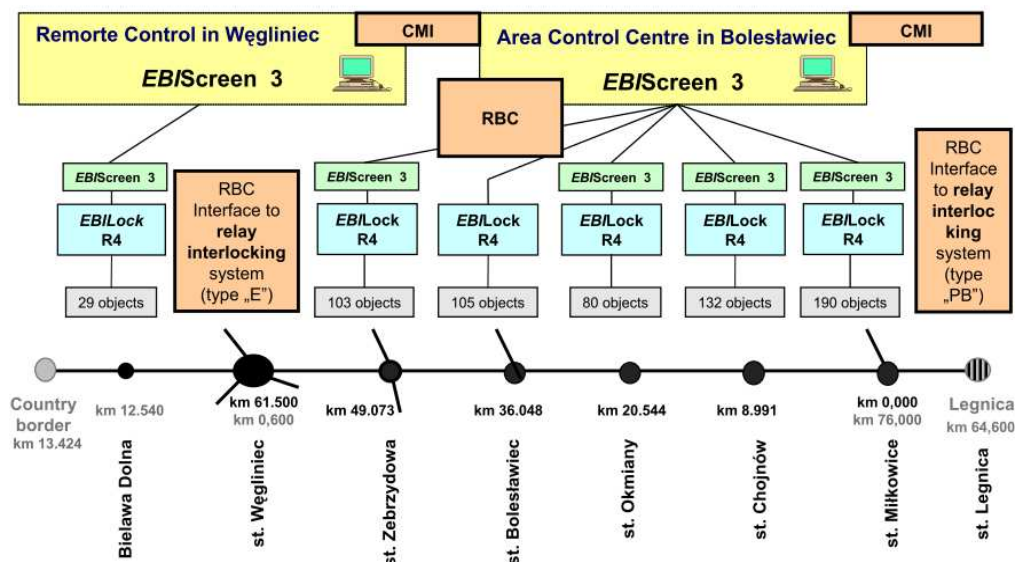
Fot. 1. Widok okna z obrazem szczegółowym przykładowej stacji na pulpicie systemu EbiScreen

Źródło: Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Proces kształcenia specjalistów z zakresu sterowania ruchem kolejowym na przykładzie Politechniki Radomskiej. Zeszyty Naukowe „Problemy Kolejnictwa” Z.155, Warszawa 2012

Tryb sterowania komputera zależnościowego np. w systemie Ebilock 850 jest umieszczony obok okna stanu komputera zależnościowego i informuje o dostępności do sterowania komputerem zależnościowym. Możliwe są następujące tryby sterowania komputerem Ebilock:

- MIEJSCOWE – sterowanie z pulpitu miejscowego,
- CENTRUM – sterowanie z centrum sterowania za pomocą systemu sterowania i kierowania ruchem EbiScreen 3,
- NIEZDEFINIOWANE – brak możliwości sterowania (aby przejąć sterowanie – operator centrum sterowania bądź pulpitu miejscowego musi mieć nadane uprawnienia do sterowania komputerem zależnościowym).

System zdalnego sterowania i kierowania ruchem EbiScreen umożliwia osobie prowadzącej ruch sterowanie obiektami i ustawianie dróg przebiegów przez wprowadzanie odpowiednich poleceń. Warunkiem niezbędnym realizacji poleceń przez system jest posiadanie właściwego obszaru autoryzacji oraz trybu sterowania komputerem zależnościowym CENTRUM [3].



Rys. 4. Wykorzystanie systemu nadrzędnego EbiScreen 3.0 do kierowania i sterowania ruchem kolejowym na linii E30 na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna

Źródło: Lysko G., Czarny M.: Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna – w części ETCS II, Warsztaty SIRTŚ i PKP PLK S.A., Warszawa 2011

2.2. Wieloprocessorowy system kierowania i sterowania ruchem WSKR-2

Struktura Wieloprocessorowego Systemu Kierowania i Sterowania Ruchem Kolejowym WSKR-2 jest hierarchiczna i posiada układ podziału funkcji systemu:

1. CD (Centrum Dyspozytorskie) – śledzenie, nadzór i archiwizacja ruchu pociągów w obszarze objętym systemem,
2. PIP (Przekazywanie Informacji o Pociągach) – zapowiadanie ruchu pociągów, dwustronna wymiana informacji pomiędzy personelem posterunku i personelem Centrum Dyspozytorskiego oraz archiwizacja ruchu pociągów na posterunku,
3. ZS (Zdalne Sterowanie) – nastawianie przebiegów w wieloposterunkowym okręgu sterowania oraz rejestracja zdarzeń.

Urządzenia WSKR-2/CD usytuowane w miejscu pracy dyspozytora liniowego zbierają, przetwarzają, prezentują i archiwizują informacje urządzeń PIP za pośrednictwem urządzeń transmisji danych. Urządzenia PIP służą do śledzenia biegu poszczególnych pociągów w obejmowanym obszarze i wspomaganie decyzji dyspozytora lub odcinkowego dyżurnego ruchu. System składa się z:

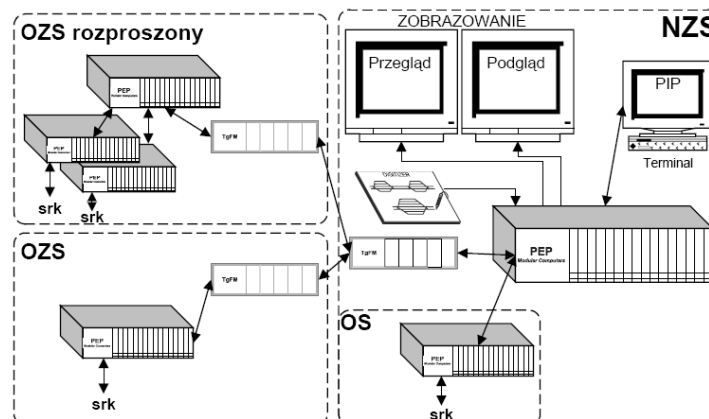
- wyposażenia stanowiska centrum dyspozytorskiego lub nastawni zdalnego sterowania,
- terminali do wprowadzania danych o ruchu na obejmowanych posterunkach.

Do wprowadzania informacji o ruchu do systemów PIP służą najczęściej komputerowe terminale, będące wyposażeniem stanowisk dyżurnych ruchu na stacjach w kontrolowanym obszarze oraz na stacjach stycznych.

Poprzez terminale wprowadzane są informacje o zmianach w sytuacji ruchowej (np. wjazd, wyjazd pociągu ze stacji). Odbywa się to ręcznie przez dyżurnego ruchu lub automatycznie, przy współpracy z urządzeniami srk. Dyspozytor (lub odcinkowy dyżurny ruchu) na bieżąco ma wgląd do sytuacji ruchowej w całym obszarze przedstawionej w postaci dużego, półkolistego planu świetlnego, zobrazowania komputerowego lub obrazu z projektorów, z zaznaczonymi stanami urządzeń srk oraz numerami pociągów.

Urządzenia zdalnego sterowania umożliwiają w nastawni ZS podgląd sytuacji ruchowej całego kontrolowanego obszaru, a także podgląd szczegółowy poszczególnych stacji. Obrazy prezentowane są na monitorach komputerowych.

Urządzenia zdalnego sterowania umożliwiają wydawanie i realizację wszystkich poleceń, które możliwe były przy użyciu pulpitu kostkowego na danej stacji, jak również poleceń rozszerzających możliwości funkcjonalne urządzeń sterowanych.



Rys. 5. Przykładowa konfiguracja sprzętowa systemu zdalnego sterowania WSKR-2/ZS

Źródło: Adtranz Zwus Sp. z o.o.: Wieloprotocowy system kierowania i sterowania ruchem WSKR-2. Podsystem Zdalne Sterowanie. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 1998

Urządzenia w nastawni zdalnego sterowania systemu WSKR-2/ZS umożliwiają:

- nastawianie przebiegów pociągowych na obszarze zdalnego sterowania objętym elektrycznymi urządzeniami srk,
- indywidualne nastawianie zwrotnic i sygnalizatorów na obszarze zdalnego sterowania objętym elektrycznymi urządzeniami srk,
- obsługę urządzeń blokady liniowej,
- rejestrację poleceń dyżurnego ruchu odcinkowego dotyczących działania zależnościowych obwodów urządzeń srk na obiektach zdalnego sterowania,
- bezprzerwowe zasilanie przynajmniej podstawowego sprzętu,

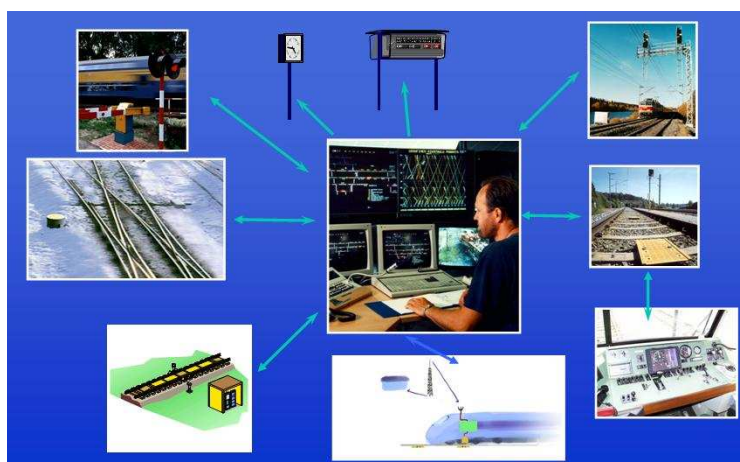
- prowadzenie dokumentacji stacyjnej (dziennik ruchu, książka ostrzeżeń, dziennik uszkodzeń urządzeń łączności, książka kontroli urządzeń srk) w zakresie ustalonym z użytkownikiem,
- ręczne przełączanie urządzeń podstawowych i rezerwowych w nastawni zdalnego sterowania,
- rejestrację stanów urządzeń w wybranych chwilach (np. wydawanie polecenia specjalnego),
- wykorzystywanie rezerwowego komputera NZS jako awaryjnego sterownika miejscowego dla OZS.

Pomiędzy podsystemami PIP, a CD jest realizowana wymiana telegramów o lokalizacji pociągu, a w podsystemie ZS wymiana poleceń oraz meldunków odnośnie urządzeń srk. Podsystemy są łączone poprzez istniejące na PKP łącza transmisyjne wyposażone obecnie w modemy telegrafii wielokrotnej TgFm. Prędkość transmisji na łączach PIP - PIP i PIP - CD wynosi 150 bodów, a na łączach NZS - OZS 600 lub 1200 bodów. Możliwe i celowe jest stosowanie innego, nowocześniejszego rodzaju szybszej transmisji, np. światłowodów. W celu zabezpieczenia transmisji przed zakłóceniami przesyłane telegramy są kodowane z odstępem Hamminga 4.

System WSKR-2 został zastosowany m.in. w LCS-ach Błonie i Władysławowo, gdzie umożliwia dyżurnym odcinkowym zdalne sterowanie urządzeniami srk w wieloodstępowych okręgach zdalnego sterowania [1].

PODSUMOWANIE

Systemy sterowania ruchem kolejowym są coraz silniej rozbudowywane i pełnią coraz więcej funkcji. Pozwalają integrować wiele systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym. W jednym miejscu istnieje możliwość zarządzania m.in. współpracą komputerowych systemów nastawczych z systemami kontroli niezajętości torów i rozjazdów, systemami blokad liniowych, przejazdowych, teletransmisji, łączności przewodowej i bezprzewodowej, systemami rozgłoszeniowymi, telewizji przemysłowej, oświetlenia peronów, itp.



Rys. 6. Integracja różnych systemów ksr na poziomie Lokalnego Centrum Sterowania

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

Wśród obecnie eksploatowanych w kolejnictwie polskim nowoczesnych systemów zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym należy m.in. wymienić:

- System Zdalnego Sterowania i Kierowania Ruchem EbiScreen 3 – Bombardier ZWUS Transportation Sp.z.o.o.,
- Wieloprocesorowy System Kierowania i Sterowania Ruchem Kolejowym WSKR-2 – Bombardier ZWUS Transportation Sp.z.o.o.,
- Zintegrowany System Kontroli i Informacji ILTIS – Siemens Sp. z o.o. Transportation Systems,
- System Sterowania Ruchem Kolejowym ILTOR-2 – Siemens Sp. z o.o. Transportation Systems,
- System Zdalnego Prowadzenia Ruchu Pociągów MOR-2zs – Z.A. KOMBUD S.A.,
- System Zdalnego Sterowania Ruchem Kolejowym BUSZ-SRK – Elester-PKP Sp. z o.o.

Ważnymi obiektami systemów ksr są Lokalne Centra Sterowania, które ze względu na zadania do jakich zostały przeznaczone, zawierają kompletne stanowiska obsługi dla sterowania miejscowego (na własnym posterunku) oraz stanowiska obsługi dla sterowania zdalnego (na wybranym obszarze sterowania).

Zabudowa LCS-ów przynosi szereg korzyści, w tym m.in.:

- wspomaganie planowania i realizacji przewozów kolejowych,
- zwiększenie regularności, płynności i bezpieczeństwa prowadzenia ruchu,
- wzrost przepustowości linii,
- obniżenie kosztów eksploatacji linii poprzez zmniejszenie obsady posterunków ruchu i nakładów na utrzymanie budynków.

CHARACTERISTICS OF SYSTEMS OF CONTROL AND SIGNALING USED IN POLISH RAILWAY

Abstract

The article discusses the problems of safe traffic management using modern computerized systems, introduces methods of control and signaling the movement of trains (method of centralized, decentralized and indirect). In this aspect very important are Remote System Control and Signaling of Traffic EbiScreen 3.0 and Multiprocessor System Control and Signaling of Traffic WSKR-2. The paper presents the technical characteristics of these systems, their structure and usage of the remote and local control traffic.

BIBLIOGRAFIA

1. Adtranz Zwus Sp. z o.o.: *Wieloprocesorowy system kierowania i sterowania ruchem WSKR-2*. Podsystem Zdalne Sterowanie. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 1998.
2. Adtranz ZWUS Sp. z o.o.: *LCS Błonie odcinek Gołębki – Sochaczew*. Materiały konferencyjne, Błonie 2001.
3. Bombardier Transportation (ZWUS) Polska: *Komputerowy system urządzeń stacyjnych srk Ebilock 950*. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 2003.
4. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
5. Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: *Proces kształcenia specjalistów z zakresu sterowania ruchem kolejowym na przykładzie Politechniki Radomskiej*. Zeszyty Naukowe „Problemy Kolejnictwa” Z.155, Warszawa 2012

6. Lysko G., Czarny M.: *Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna – w części ETCS II*, Warsztaty SIRTIS i PKP PLK S.A., Warszawa 2011.
7. Toruń A.: *Zintegrowane systemy sterowania ruchem kolejowym w obszarowych centrach sterowania w zastosowaniach PKP*. Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Transport XXI wieku”, Warszawa 2001.
8. Zakrzewski K., Kochan A.: *Symulacja rzeczywistych zdarzeń ruchowych na stanowisku dydaktyczno-badawczym ksr „Sosna”*. Logistyka 4/2010.

Autorzy:

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

dr inż. Marcin CHRZAN – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu