

LEWIŃSKI Andrzej¹
UKLEJA Paweł²

Sterowanie ruchem kolejowym na liniach regionalnych

*Sterowanie ruchem kolejowym,
Linie regionalne*

Streszczenie

W pracy przedstawiono zagadnienia związane ze sterowaniem ruchem kolejowym na liniach regionalnych. Są to linie o małym natężeniu ruchu, sterowane z lokalnego centrum i wymagające specyficznych rozwiązań w zakresie systemów stacyjnych, liniowych i przejazdowych. Przedstawiono dwa rozwiązania systemów dla takich linii – jeden będący modyfikacją typowego systemu stacyjnego i drugi, przyszłościowy oparty na otwartej transmisji bezprzewodowej.

THE RAILWAY CONTROL OF REGIONAL LINES

Abstract

The paper deals with control problems of regional railway lines. These lines are characterized by small intensity of traffic and require the special solutions in interlocking, line block and cross level protection systems. Two solutions are proposed – first based on modification of existing interlocking system, and second with open radio transmission system.

1. WSTĘP

Linie regionalne w Polsce charakteryzują się dosyć starą infrastrukturą (zwłaszcza, jeżeli bierze się pod uwagę urządzenia srk, które nie są realizowane w technice komputerowej i nie są powiązane z centrami dyspozytorskimi i sterowania) oraz dosyć umiarkowanym, mieszanym ruchem pociągów (rzędu 20 – 50 par na dobę). Efektywne pod względem kosztów utrzymanie takich linii wymaga modernizacji polegającej na wprowadzeniu urządzeń sterowanych komputerowo (w tym dostosowanie istniejących urządzeń przekaźnikowych do współpracy z komputerowym obrazowaniem, zdalnym sterowaniem i lokalnym centrum dyspozytorskim). Linie te powinny być utrzymywane, co wynika zarówno z polityki transportowej UE oraz regulacji narzuconych samorządom w zakresie zapewnienia odpowiedniego poziomu usług.

W pracy pokazano aktualne tendencje w zakresie wyposażenia linii regionalnych w urządzenia srk, a także rozwiązania przyszłościowe wynikające z zastosowania bezprzewodowej transmisji opartej o publiczne sieci teleinformacyjne.

2. ISTOTNE RÓŻNICE MIĘDZY SYSTEMAMI DLA LINII REGIONALNYCH, A SYSTEMAMI DLA LINII MAGISTRALNYCH

Między systemami dla linii regionalnych, a systemami dla linii magistralnych są istotne różnice. Z tego powodu m.in. w Niemczech podjęto próby rozróżnienia wymagań dla wspomnianych kategorii linii.

Dla systemów dedykowanych liniom regionalnym założono, że pulpit dyżurnego ruchu nie jest bezpieczny, lecz funkcjonuje jako zabezpieczony. Z tego powodu dyżurny ruchu nie może wykonywać poleceń specjalnych dotychczasowymi metodami. Polecenia specjalne takie jak doraźne rozwiązanie drogi przebiegu, doraźne rozwiązanie blokady liniowej itd. są możliwe tylko przy współpracy dyżurnego ruchu i maszynisty [3]. Kolejne różnice odnoszą się do wyposażenia szlaków i stacji. Zrezygnowano tutaj ze wszystkich kosztownych czynników ruchowych. Z tego powodu nie stosuje się w zdefiniowanych typach stacji z poniższych komponentów lub funkcji:

- grupowe semaforów wyjazdowe,
- zamknięcia ruchowe,
- przebiegi manewrowe zorganizowane,
- możliwość zdalnego sterowania z kilku pulpituów,
- ochrony szlaku,
- prowadzenia ruchu pociągów,
- sterowania zwrotnic z ruchomymi dziobami krzyżownic.

Jeżeli w obszarze sterowania znajduje się linia dwutorowa, należy zrezygnować z banalizacji. Poza tym w projekcie pilotażowym nie przewiduje się funkcji numeru pociągu i braku połączeń (interfejsów) do systemów numeru pociągu.

¹Wydział Transportu i Elektrotechniki, Politechnika Radomska, ul. Malczewskiego 29, 26-600 Radom, a.lewinski@pr.radom.pl

²Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o. , ul. Wąska 15, 62-030 Luboń, pawel.ukleja@scheidt-bachmann.pl

Funkcjonalność tą zakłada się uruchomić w kolejnym kroku rozwoju. Kolejne ograniczenia dotyczą zakresu wyposażenia systemów dla linii regionalnych. Wskaźniki prędkości są zredukowane z dwu- do jednocyfrowych, przy czym najwyższa możliwa do wyświetlenia cyfra to „9”[3].

Wraz z wymaganiami prowadzenia ruchu na liniach regionalnych na kolejach niemieckich wprowadzono specjalny typ urządzeń sterowania ruchem kolejowym dla takich linii. Ruch kolejowy prowadzi się tutaj na podstawie komputerowych urządzeń sterowania ruchem. Poprzez zniesienie pozwolenia na jazdę redukuje się istotnie koszt meldunków potrzebnych do prowadzenia ruchu kolejowego. Staje się to możliwe dzięki technice komputerowej, która zawiera w sobie funkcje blokady liniowej, zmiany kierunku bloku pozwolenia, urządzenia stwierdzania niezajętości i logikę dróg przebiegu, a zatem spełnia odpowiednie wytyczne prowadzenia ruchu i budowy urządzeń kolejowych w Niemczech. Nastawianie przebiegów następuje za pomocą funkcji „start – cel”. Płaszczyzna obsługi i zobrazowania w sytuacjach nietypowych realizowana jest przy pomocy urządzeń obsługi lokalnej, która wspomaga wydawanie poleceń specjalnych maszyniście przy współpracy z odcinkowym dyżurnym ruchu [3].

Wszystkie urządzenia sterowania ruchem kolejowym na stacji, posterunku odgałęźnego, bocznic szlakowej, posterunku odstępowego jak zwrotnice, zamki kluczowe, semafony, urządzenia stwierdzania niezajętości toru, samoczynna sygnalizacja przejazdowa są powiązane i sterowane w jednym systemie, które połączone w jedną sieć są kontrolowane i nadzorowane z jednego miejsca. Urządzenia sterowania ruchem kolejowym dedykowane do uproszczonego prowadzenia ruchu przeznaczone są do sterowania na liniach głównych i regionalnych do 120km/h [2]. Poprzez typowe rozwiązania stacyjne i uproszczenia funkcji urządzenia budowane są jako modułowe, co zwiększa możliwości dostosowywania systemów do ewentualnych zmian w urządzeniach i posterunkach ruchu.

3. DOSTOSOWANIE ISTNIEJĄCYCH SYSTEMÓW DO WYMAGAŃ LINII REGIONALNYCH

W wielu państwach UE oferowane są różne systemy dla linii regionalnych. Linia pilotażowa, dla systemów przeznaczonych na linie regionalne, Korbach – Brilon Wald (Niemcy) została wyposażona w system ZSB 2000 firmy Scheidt & Bachmann GmbH [3] w roku 2004 w ramach prób eksploatacyjnych. Inni producenci wraz ze swoimi produktami również biorą udział w segmencie systemów dla linii regionalnych. Należą do nich między innymi system „MCDS” Bombardier Transportation i „Alister” firmy Vossloh Information Technologies GmbH .

3.1 System ZSB 2000

System sterowania ruchem kolejowym ZSB 2000 produkcji firmy Scheidt & Bachmann GmbH opiera się na platformie sprzętowej i programowej systemu sygnalizacji przejazdowej BUES 2000. Dzięki takiej konstrukcji systemu jest on o wiele tańszy niż stosowane dotychczas systemy sterowania ruchem kolejowym. Jest on również pierwszym, dopuszczonym do bezterminowej eksploatacji w Polsce, systemem sterowania ruchem kolejowym w grupie systemów oszczędnościowych.

System ZSB 2000 jest systemem uproszczonym przeznaczonym do stosowania na liniach kolejowych z dopuszczalną prędkością pojazdów szynowych do 120 km/h. W swojej konfiguracji zawiera on interfejsy do współpracy z urządzeniami stacyjnymi, liniowymi i przejazdowymi BUES 2000. Nadzór, sterowanie i diagnostyka poszczególnych systemów odbywają się za pomocą komputerowego stanowiska operatorskiego zdalnego i miejscowego sterowania. Z systemem ZSB 2000 współpracuje licznik osi z czujnikiem koła AZSB 300 do stwierdzania niezajętości torów stacyjnych i szlakowych, jak również rozjazdów. System posiada również zintegrowaną jednodostępową, dwukierunkową blokadę liniową, która umożliwia prowadzenie i sterowanie ruchem kolejowym na szlakach wewnętrznych i stycznych.

System ZSB 2000 współpracuje z napędami zwrotnicowymi różnych producentów. Do połączenia z innymi systemami stacyjnymi sterowania ruchem kolejowym stosuje się interfejsy, które umożliwiają współpracę z każdym rodzajem tychże urządzeń (mechaniczne, przekładnikowe, komputerowe). Modułowa budowa umożliwia szybką przebudowę lub rozbudowę systemu do potrzeb zmieniającego się ruchu kolejowego.

3.2 System MCDS

System MCDS (zdecentralizowany mikrokomputerowy system sterowania) jest rodzajem nastawnicy dla jednej stacji w wersji elektronicznej. Składa się on z:

- pulpitu obsługi (płaszczyzna zarządzająca)
- komputera zależnościowego (płaszczyzna bezpieczna) i
- elementów zewnętrznych (płaszczyzna nastawcza) [3].

Pulpit obsługi obejmuje dostępne na rynku komputery PC ze środowiskiem Windows do obsługi i zobrazowania. Do wyposażenia pulpitu należy również drukarka usterek i protokołów. Opcjonalnie dostępne są interfejsy do innych systemów. Pulpit nastawczy umożliwia zdalne utrzymanie, prowadzenie ruchu pociągów jak również urządzenia numeru pociągu i może być wykonany jako system 2 z 2 [3].

Bezpieczny komputer zależnościowy zawiera logikę dróg przebiegu. Każdy element jest tutaj odpytywany regularnie o swój status i na tej podstawie tworzony jest aktualny stan urządzeń w centrali. Połączenie między centralą, a komputerem zależnościowym (DZR) następuje poprzez kabel światłowodowy, radio lub kabel miedziany TKD.

System zawiera następujące sterowniki elementów zewnętrznych [3]:

- POC (sterowanie zwrotnicami)

- SOC (sterowanie sygnalizatorami)
- IOC (karta wejścia)
- OOC (karta wyjścia)
- AOC (karta sterowania licznikami osi)
- TOC (karta transmisji danych) [3].

Inne komponenty, jak np. blokady liniowe, zamki kluczowe lub sterowanie przejazdami mogą być odpowiednio dopasowane i zabudowane na zdecentralizowanym obszarze [3].

Elementy płaszczyzny nastawczej komunikują się ze sobą poprzez magistralę CAN z komputerem zależnościovym [3].

3.3 System Alister

System ALISTER tworzy (w wersji dla linii regionalnych) pięć poniższych płaszczyzn:

- zabezpieczonej centrali dyżurnego ruchu, składającej się z komputera przemysłowego PC z monitorem i urządzeniami obsługi,
- zabezpieczonego urządzenia obsługi lokalnej, składającego się z komputera PC i tzw. sterowalnej pamięci,
- bezpiecznej płaszczyzny sterowania elementami dróg przebiegu (rdzeń nastawnicy), składającej się z dwóch niezależnych sprzętowo i programowo komputerów (SPS: kanał A Simens-Simantic S5 928b, kanał B Berghof Simatic VME Klon 928b)
- bezpiecznych kart wejścia/wyjścia z własnym, niezależnym zasilaniem,
- systemu magistrali do połączenia modułów I/O z rdzeniem nastawnicy [3].

Urządzenia zewnętrzne (np. liczniki osi, semafony, zwrotnice) są sterowane kartami I/O[3].

Do transmisji danych używa się kabla światłowodowego [3].

4. PROPOZYCJE WYPOSAŻENIA LINII REGIONALNYCH W SYSTEMY SRK

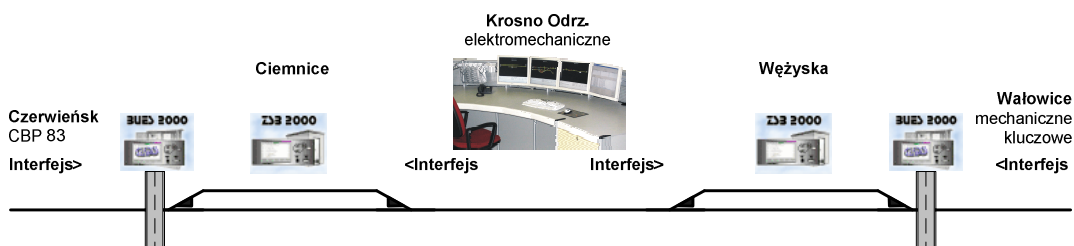
Spośród realizowanych obecnie projektów sterowania na liniach regionalnych można przytoczyć dwa. Jeden oparty na klasycznych kablowych systemach srk (dostosowanych do wymagań linii regionalnych), drugi stosujący bezprzewodową transmisję otwartą do komunikacji lokalnego centrum sterowania LCS z systemami liniowymi, stacyjnymi i sygnalizacją przejazdową.

4.1 Linia regionalna Zbąszynek – Gubin na odcinku Czerwieńsk – Wałowice

Lokalne Centrum Sterowania dla przedstawionego fragmentu linii 358 (rys.1) zostało zlokalizowane na stacji Krosno Odrzańskie. System obejmuje:

- 4 zwrotnice,
- 16 diodowych sygnalizatorów,
- 4 interfejsy (CBP 83, elektromechaniczne z sygnalizacją świetlną 2x, kluczowe z sygnalizacją kształtową)
- 2 przejazdy (kat. B – Wężyska i kat. C – Ciemnice, uzależnione obustronnie łączem cyfrowym z systemem stacyjnym)

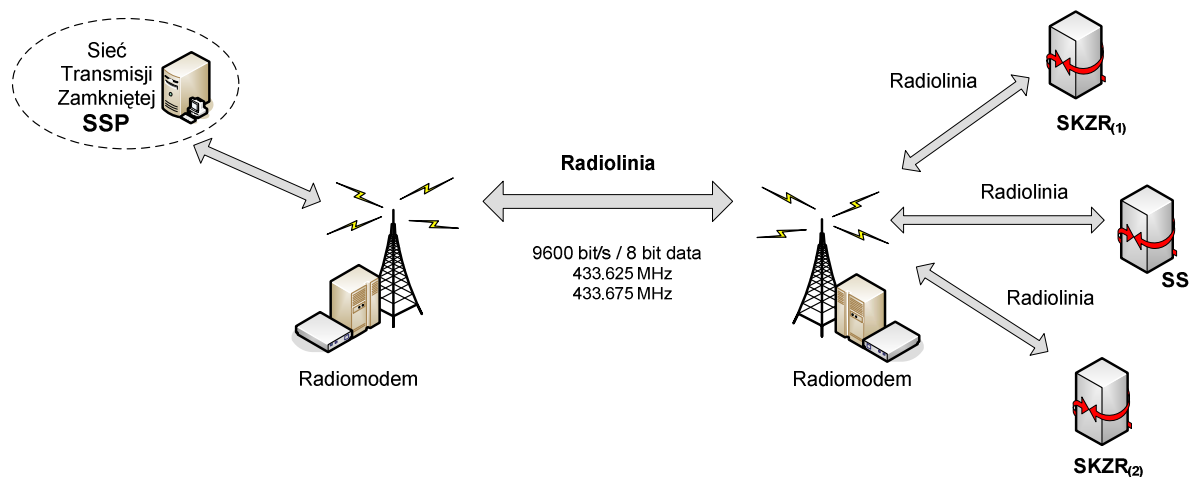
W systemie transmisji zastosowano kabel miedziany (Czerwieńsk – Ciemnice i Wężyska – Wałowice) oraz kabel światłowodowy (Ciemnice – Wężyska).



Rys. 1 Sterowanie ruchem kolejowym na linii regionalnej Czerwieńsk – Wałowice

4.2 Linia regionalna Tomaszów Maz. - Radom

W tej propozycji koncepcji systemu bezpiecznej transmisji zastosowany został kanał radiowy (otwarty system transmisji) do przekazywania informacji w podsystemie urządzeń oddziaływania. W ramach projektu realizowanego ESTER autorzy zaproponowali trzy niezależne od siebie podsystemy sterowane drogą radiową: Sterowniki Stacyjne (SS), System Kontroli Niezajętości Torów (SKZR) oraz System Sterowania Przejazdem kat. A (SSP).



Rys. 2 Sterowanie ruchem kolejowym na linii regionalnej Radom Tomaszów Mazowiecki

Każdy z tych podsystemów posiadał inną konfigurację transmisji:

- w podsystemie SS zastosowano topologię gwiazdy (LCS Drzewica komunikuje się niezależnie ze sterownikami stacyjnymi).
- w podsystemie SKZR każda z lokalizacji „n” komunikuje się z lokalizacją sąsiednią, tzn. poprzednią (n-1) i następną (n+1),
- w podsystemie sterowania przejazdem kolejowym kat. A komunikacja odbywa się w topologii punkt – punkt (pomiędzy LCS Drzewica, a przejazdem).

Taka konfiguracja pozwala na wyeliminowanie konieczności wykonywania połączeń kablowych od oddalonych od przejazdu punktów oddziaływania (czujników, sterowników, itp.). W przyjętym systemie kanał radiowy wykorzystywany jest do przekazywania informacji między różnymi sterownikami (rys. 2). W rozpatrywanym przypadku kanał transmisji otwartej oparty został na wydzielonej radiolinii, co zapewnia m.in. kontrolę autoryzacji dostępu. W modelu przyjęto telegramy zgodne z typem transmisji B0 (nie wyklucza się zastosowanie nieautoryzowanego dostępu, wymagane jest szyfrowanie, nie jest wymagany kryptograficzny kod bezpieczeństwa), wykorzystując techniki kryptograficzne z kluczem tajnym oraz szyfrowanie danych w całości łącznie z kodem integralności danych. Jako algorytm szyfrowania przyjęto standard AES z kluczem 128-bitowym, do tak zaszyfrowanych danych dołączanych jest dodatkowy kod integralności danych CRC, które zabezpieczają przed przypadkowymi błędami pozwalając wykrycie pojedynczych lub seryjnych błędów.

Wstępne badania potwierdziły spełnienie przez system wymagań narzuconych przez obowiązujące normy (EN-PN 5012x).

5. WNIOSKI

Linie regionalne, pomimo małego natężenia ruchu pociągów wymagają modernizacji. Jest to spowodowane rachunkiem ekonomicznym (redukcja lub braki personelu), ale też zaleceniami UE wynikającymi z polityki zrównoważonego i ekologicznego transportu. W pracy pokazano dwie drogi modernizacji:

- dostosowanie istniejących komputerowych systemów srk do wymagań ograniczonego ruchu na liniach regionalnych (system ZSB 2000 firmy SCHEIDT&BACHMANN GmbH)
- opracowanie bezprzewodowego systemu transmisji do sterowania urządzeniami na linii regionalnej (system ESTER firmy KOMBUSD S.A.)

Oba rozwiązania zapewniają wysoki poziom bezpieczeństwa (zgodny z obowiązującymi normami) oraz dużą funkcjonalność i efektywność ekonomiczną wynikającą z zastosowania komputerowego (zdalnego) sterowania i monitoringu.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Materiały firm SCHEIDT&BACHMANN, KOMBUD S.A. Radom,
- [2] Menne D., Brinkmann C.: *Signalisierter Zugleitbetrieb Teil 1: Betriebliche Anforderungen*, Signal + Draht 05/2004
- [3] Sölch R., Alker P., Hoeft M.: Werner Oberländer, *Signalisierter Zugleitbetrieb Teil 2: Technisch/funktionale und Bedien-Anforderungen*, Signal + Draht 05/2004
- [4] Norma PN-EN 50159-2010 (U) *Zastosowania kolejowe. Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania. Transmisja w systemach sterowania ruchem kolejowym*
- [5] Normy PN-EN 5012x-2005 (U) *Zastosowania kolejowe. Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania. Bezpieczeństwo w systemach sterowania ruchem kolejowym*
- [6] Lewiński A., Ukleja P.: *Szacowanie ilości liczników osi dla linii jednotorowych*, Materiały konferencji TRANSCOMP 2011, Politechnika Radomska 2011, Logistyka Nr 6/2011 (płyta CD)
- [7] Lewiński A., Bester L., Toruń A.: *Sposoby realizacji transmisji otwartej w systemach sterowania ruchem kolejowym*, Materiały konferencji LOGITRANS 2011, Politechnika Radomska 2011, Logistyka Nr 3/2011 (płyta CD)