

Marcin GOŁĘBIEWSKI¹
Andrzej TORUŃ²

SYSTEMY STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM NA LINIACH MAŁOOBCIĄŻONYCH NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU ZSB 2000

Artykuł przedstawia wymagania dla systemów sterowania ruchem kolejowym na przykładzie systemu ZSB 2000 firmy Scheidt&Bachmann. W artykule opisano podstawowe wymagania odnośnie systemów srk o ograniczonej funkcjonalności na podstawie wniosków i doświadczeń z procesu certyfikacji systemu ZSB 2000 w Polsce.

SIGNALING SYSTEMS FOR REGIONAL RAIL LINES ON THE EXAMPLE OF ZSB 2000

The article presents requirements for signaling systems on the example of ZSB 2000 produced by Scheidt&Bachmann. The article describes the basic requirements for traffic control systems with limited functionality on the basis of applications and experiences with the ZSB 2000 systems certification process in Poland.

1. WSTĘP

W Polsce jest eksploatowanych ponad 6,5 tysiąca km linii, których obciążenie nie przekracza 10 par pociągów na dobę. Są to przeważnie linie o znaczeniu regionalnym, gdzie jedyną możliwością ich dalszej eksploatacji jest podniesienie efektywności eksploatacji tych linii. Jest to możliwe dzięki możliwości wyposażenia tych linii w tańsze systemy sterowania ruchem kolejowym o ograniczonej funkcjonalności przy jednoczesnym zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa SIL-4. Tańsze, to znaczy takie, których zarówno koszt zakupu jak i koszty późniejszej eksploatacji będą niższe niż tradycyjnego systemu SRK. Takie podejście Zarządcy Infrastruktury wymaga opracowania wymagań dla takiego systemu. W niniejszym artykule zostanie przedstawiony ogólny zarys wymagań dla systemu dedykowanego dla linii o znaczeniu regionalnym opracowany na przykładzie wdrożenia systemu ZSB 2000 firmy Scheidt&Bachmann w Polsce na liniach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

¹Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki; 04-275 Warszawa; ul. J. Chłopickiego 50
tel: +48 22 47-31-457, +48 602-350-414, Fax: +48 22 47-31-036, e-mail: mgolebiewski@ikolej.pl

²Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki; 04-275 Warszawa; ul. J. Chłopickiego 50
tel: +48 22 47-31-490, Fax: +48 22 47-31-036, e-mail: atorun@ikolej.pl

2. PODSTAWOWE WYMAGANIA STAWIANE SYSTEMOM STEROWANIA RUCHEM NA LINIACH O ZNACZENIU REGIONALNYM.

Poza podstawowym wymaganiem dla systemu dedykowanego dla linii o znaczeniu regionalnym jest niższa cena zakupu oraz niższe koszty eksploatacji w całym cyklu życia takiego systemu przy jednoczesnym zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa SIL-4. Jediną drogą do spełnienia tych założeń jest zatem zmiana wymagań funkcjonalnych dla systemu sterowania ruchem kolejowym oraz zastosowanie popularnej, a co za tym idzie tańszej bazy sprzętowej gwarantującej zachowanie norm Cenelec dla zastosowań kolejowych serii 50xxx. Ponadto konstrukcja takiego systemu powinna zapewniać elastyczne dostosowywanie funkcjonalności do specyficznych warunków prowadzenia ruchu na danej linii. Przykładem systemu spełniającego wyżej przytoczone wymagania jest system ZSB 2000 firmy Scheidt&Bachmann.

3. OPIS SYSTEMU ZSB 2000

3.1 Przeznaczenie I Zakres Stosowania Systemu ZSB 2000

System ZSB 2000 jest komputerowym systemem sterowania ruchem kolejowym dedykowanym dla linii o znaczeniu regionalnym. Dedykowanie systemu dla konkretnych potrzeb linii o znaczeniu regionalnym pozwoliło na optymalizację funkcjonalności systemu z jednoczesnym zachowaniem wymaganego poziomu bezpieczeństwa SIL 4 dla komputerowych systemów sterowania ruchem kolejowym. Z przyjętych założeń przez firmę Scheidt&Bachmann – producenta systemu ZSB 2000 wynikają pewne ograniczenia w możliwościach stosowania systemu, a między innymi:

- Maksymalna prędkość na stacjach i szlakach wyposażonych w ZSB 2000 wynosząca 120 km/h
- Maksymalna liczba sekcji kontroli niezajętości – 63
- Maksymalna liczba czujników koła – 63
- Maksymalna liczba semaforów – 31
- Maksymalna liczba tarcz ostrzegawczych i semaforów powtarzających – 31
- Maksymalna liczba zwrotnic i wykolejnic – 16
- System nie obsługuje rozjazdów wielonapędowych
- System w obecnej wersji nie obsługuje zorganizowanych przebiegów manewrowych (możliwe przekazanie posterunku ruchu lub wydzielonego okręgu nastawczego do pracy w trybie manewrowym)

Powyższe ograniczenia, związane z liczbą urządzeń zewnętrznych dotyczą pojedynczego posterunku ruchu wyposażonego w urządzenia typu ZSB 2000. Liczba posterunków ruchu wyposażonych w urządzenia systemu ZSB 2000 pracujących w obszarze jednego centrum zdalnego sterowania nie jest ograniczona, a samo sterowanie urządzeniami może odbywać się:

- zdalnie, z wykorzystaniem stanowiska operatorskiego zlokalizowanego w centrum sterowania,
- lokalnie, z wykorzystaniem miejscowego stanowiska operatorskiego na posterunku (możliwe jest sterowanie całym obszarem sterowania ZSB 2000),

- z wykorzystaniem terenowego panelu nastawczego.

Urządzenia typu ZSB 2000 można stosować na każdym z typów posterunków linii kolejowej, a w szczególności na stacjach, posterunkach blokowych, posterunkach bocznicowych itp. Na posterunku ruchu urządzenia ZSB 2000 umożliwiają:

- Nastawianie przebiegów pociągowych w trybie automatycznym i manualnym
- Samoczynne i doraźne (awaryjne) zwalnianie przebiegów pociągowych
- Nastawianie sygnałów na sygnalizatorach przytorowych
- Nastawianie i kontrolę położenia zwrotnic
- Nastawianie i kontrolę wykolejnic
- Przekazywanie posterunku ruchu do pracy w trybie manewrowym
- Kluczowe uzależnienie zwrotnic i wykolejnic nastawianych ręcznie
- Kontrolę niezajętości torów i rozjazdów za pomocą licznika osi

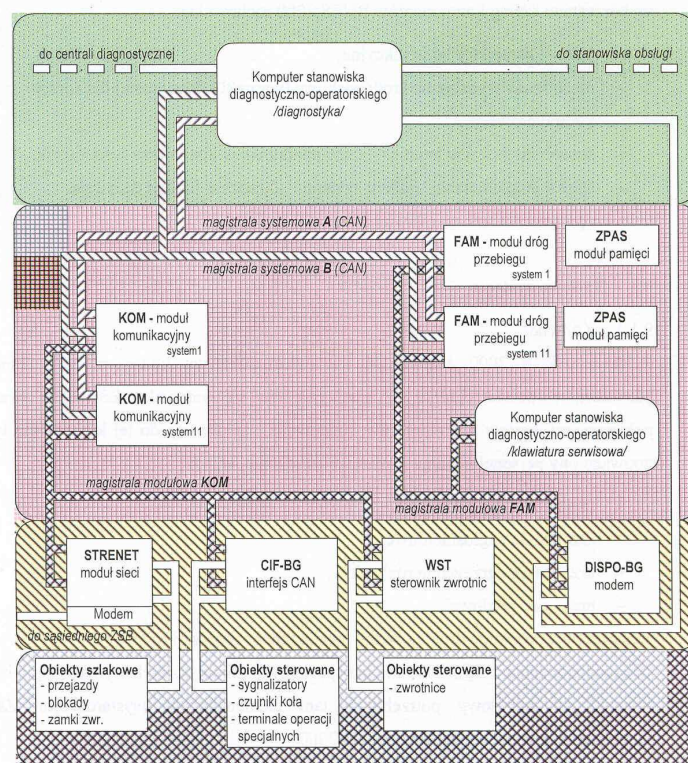
W zakresie obsługi linii i szlaków urządzenia ZSB 2000 umożliwiają:

- Kontrolę niezajętości torów szlakowych za pomocą licznika osi
- Ustalanie i zmianę kierunku ruchu na torze szlakowym
- Powiązanie interfejsem systemowym z urządzeniami blokad liniowych na posterunkach i szlakach stycznych do odcinka wyposażonego w ZSB 2000

3.2 Architektura systemu ZSB 2000

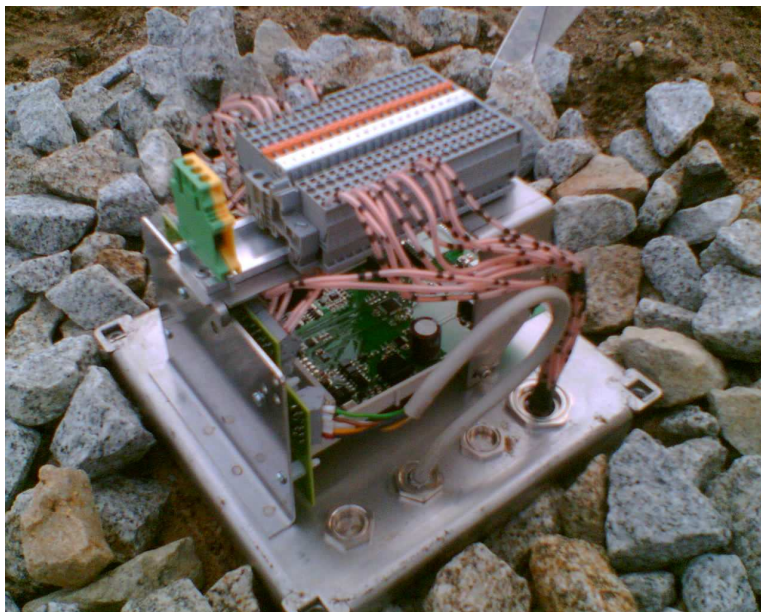
System ZSB 2000 został zbudowany w oparciu w warstwę sprzętową systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej BUES 2000. Ciekawostką w architekturze systemu jest implementacja funkcji zliczania osi (kontroli niezajętości) jako funkcjonalnego jądra systemu. Oznacza to, że zewnętrznie system współpracuje tylko z głowicami licznika osi i nie wymaga stosowania innych urządzeń kontroli niezajętości. Takie rozwiązanie ogranicza możliwość stosowania w systemie innych urządzeń kontroli niezajętości np. obwodów torowych, co jednak biorąc pod uwagę przeznaczenie systemu może być jego zaletą.

Ogólna architektura pojedynczego posterunku wyposażonego w system ZSB 2000 została pokazana na rys.1



Rys. 1 Architektura systemu ZSB 2000.

W systemie ZSB 2000 wszystkie obiekty sterowane z wyjątkiem napędów zwrotnicowych są połączone z systemem za pośrednictwem interfejsu CIF-BG. Napędy zwrotnicowe sterowane są za pośrednictwem sterownika WST. Z pomieszczenia, gdzie znajdują się urządzenia w teren wychodzą po cztery przewody do sterowania każdym z napędów zwrotnicowych/wykolejnicowych, po dwa przewody zasilające do każdego obiektu sterowanego oprócz napędów rozjazdów/wykolejnic oraz po dwa przewody transmisji CAN z każdego interfejsu CIF-BG. Do jednego interfejsu CIF-BG może być podłączonych kilka obiektów sterowanych. Zasadniczo przyjmuje się, że każdy interfejs CIF-BG odpowiada za pracę obiektów sterowanych w jednej głowicy stacji. Obiekty sterowane są połączone z interfejsem CIF-BG za pomocą odpowiednich modułów elektronicznych znajdujących się w puszkach (garnkach kablowych) przy torze. Dla głowicy licznika osi jest to moduł ASAS_{tw} (fot.1), a dla sygnalizatora świetlnego jest to moduł LSS-BG (fot.2).



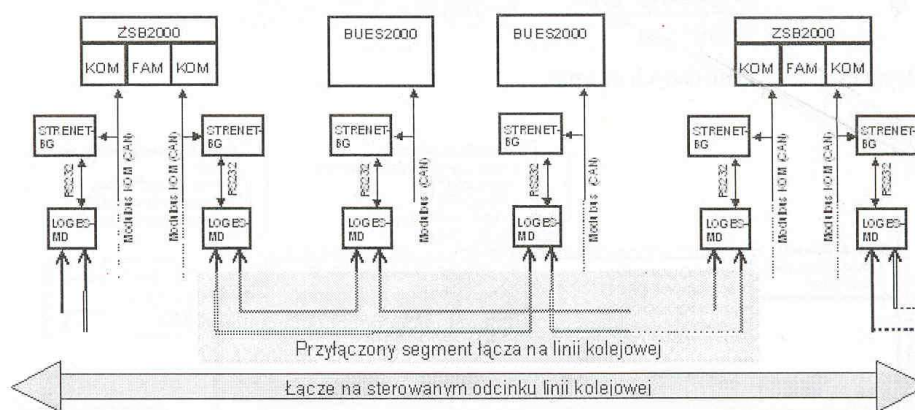
Fot. 1 Moduł elektroniczny głowicy licznika osi ASASTw.



Fot. 2 Moduł elektroniczny sygnalizatora świetlnego LSS-BG.

Pomiędzy modułami elektronicznymi, a elementami sterowanymi (z wyjątkiem napędów zwrotnicowych) sygnał jest transmitowany z wykorzystaniem transmisji dwuprzewodowej EBUS.

Za połączenie systemu ZSB 2000 z sąsiednimi elementami (sąsiednie posterunki ruchu, blokady liniowe, urządzenia sygnalizacji przejazdowej) oraz centrum dyspozytorskim odpowiada moduł sieci STRENET. Transmisja w sieci STRENET systemu ZSB 2000 odbywa się z wykorzystaniem transmisji światłowodowej lub przewodowej. Architektura transmisji pomiędzy urządzeniami na szlaku ilustruje rys.2.

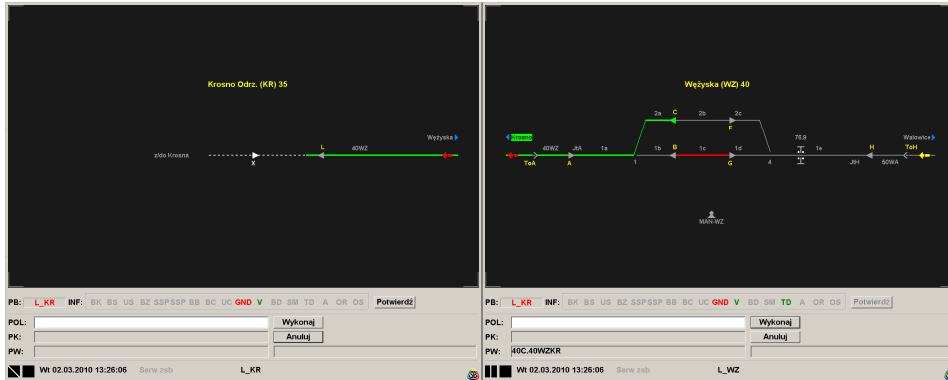


Rys. 2. Transmisja pomiędzy urządzeniami na szlaku.

Przedstawiona na rys. 2 struktura połączenia posterunków za pośrednictwem sieci STRENET umożliwia dowolne ulokowanie centrum dyspozytorskiego. Jedynym wymogiem jest doprowadzenie sieci STRENET. Ponadto w sytuacji awaryjnej każdy z lokalnych pulpitów dyspozytorskich na każdym z posterunków ZSB 2000 może „stać się” chwilowym centrum sterowania dla wszystkich posterunków ZSB 2000 bez konieczności wprowadzania jakichkolwiek zmian i modyfikacji w systemie.

Kolejną zaletą sieci STRENET jest układ sieci typu ring. Oznacza to, że każda pojedyncza usterka sieci (medium transmisyjnego lub modemu) nie powoduje żadnych utrudnień w prowadzeniu ruchu pociągów, gdyż pomimo usterki urządzenia działają bez zmian.

Sterowanie urządzeniami na posterunkach wyposażonych w ZSB 2000 odbywa się za pomocą pulpitu nastawczego. Przykładowy wygląd pulpitu nastawczego systemu ZSB 2000 przedstawia rys.3.



Rys. 3 Przykładowy wygląd pulpitu nastawczego systemu ZSB 2000

Cechą charakterystyczną pulpitu nastawczego systemu ZSB 2000 jest możliwość obsługi i diagnostyki nie tylko urządzeń sterowania ruchem kolejowym, ale także systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej oraz obsługa sygnalizacji przejazdowej na przejazdach kategorii A. Ta integracja systemów stacyjnego i przejazdowego pozwala uprościć obsługę oraz ograniczyć liczbę urządzeń kontroli do jednego pulpitu nastawczego i jednego awaryjnego pulpitu nastawczego w centrum sterowania.

System ZSB 2000 współpracuje z sygnalizatorami przytorowymi firmy Scheidt&Bachmann wyposażonymi w diodowe punkty świetlne. Wygląd głowicy semafora przytorowego systemu ZSB 2000 w wersji dla PKP PLK S.A. prezentuje fot. 3.



Fot. 3 Głowica semafora przytorowego systemu ZSB 2000 z diodowymi punktami świetlnymi.

Zastosowane w głowicach semaforów diodowe punkty świetlne zostały przebadane i zyskały dopuszczenie do eksploatacji w Niemczech wydane przez Federalny Urząd ds. kolejnictwa jako element systemu ZSB 2000.

3.3 Implementacja systemu ZSB 2000 w Polsce

Zastosowanie systemu ZSB 2000 w Polsce wymagało od producenta spolonizowania systemu. Oznaczało to przede wszystkim zmianę zobrazowania na pulpicie nastawczym, tak aby było ono zgodne z wymaganiami użytkownika dla nastawnic komputerowych. Ponadto należało w systemie zmienić pewne rozwiązania funkcjonalne, aby były one spójne z rozwiązaniami obecnie stosowanymi na sieci PKP PLK S.A. Polonizacja systemu ZSB 2000 wymagała między innymi:

- Zmianę warunków wyświetlania sygnału zastępczego Sz na semaforze lub rezygnacja ze stosowania sygnału zastępczego Sz
Pierwotnie w systemie ZSB 2000 sygnał Sz był uzależniony. Warunkiem podania sygnału Sz było wydanie polecenia utwierdzenia drogi przebiegu, który z powodu niespełnionych warunków nie mógł być utwierdzony. W takim wypadku przebieg był zamykany i możliwe było podanie sygnału Sz. W polskiej wersji systemu ZSB 2000 prawdopodobnie sygnał Sz nie będzie występował.
- Zmianę sposobu uzależniania samoczynnych systemów sygnalizacji przejazdowej z systemem stacyjnym
Systemy samoczynnej sygnalizacji przejazdowej uzależniane były w systemie ZSB 2000 na zasadzie zwrotnicy. Według wymagań PKP PLK S.A. [1] utwierdzenie przebiegu odbywa się na podstawie sygnału o sprawności systemu SSP, a włączenie ostrzegania warunkuje podtrzymanie sygnału zezwalającego na semaforze.
- Przeprowadzenie badań związanych z zastosowaniem diodowych punktów świetlnych w semaforach współpracujących z systemem ZSB 2000
Diodowe punkty świetlne semaforów mają dopuszczenie do eksploatacji Federalnego Urzędu ds. Kolejnictwa EBA w Niemczech. W Polsce diodowe punkty świetlne będą certyfikowane jako element systemu ZSB 2000 podczas prowadzonych badań systemu.
- Dostosowanie katalogu poleceń oraz zobrazowania do wymagań Użytkownika
Konieczność dostosowania katalogu poleceń i zobrazowania wynika z różnicy w wymaganiach użytkowników systemu w Niemczech i w Polsce. W stosunku do elementów, których zmiana zbyt głęboko ingerowałaby w warstwę programową systemu będzie konieczne uzyskanie odstępstw od wymagań PKP PLK S.A. Przykładowo polecenie odpowiadające za przestawienie rozjazdu w systemie ZSB 2000 działa sekwencyjnie, natomiast w systemach eksploatowanych na liniach PKP PLK S.A. występują w jego miejscu dwa polecenia, przestawienia w „+” i przestawienia w „-”.
- Uzyskanie odpowiednich odstępstw od wymagań Użytkownika w procedurach obsługi pulpitu nastawczego systemu ZSB 2000 i niektórych poleceń specjalnych
Dotyczy to w szczególności różnic zaszytych w samej logice systemu, których zmiana stawiałaby pod znakiem zapytania opłacalność polonizowania systemu, a które nie naruszają standardów bezpieczeństwa na liniach PKP PLK S.A.

4. WNIOSKI

Przykład wdrożenia do eksploatacji w Polsce systemu ZSB 2000 firmy Scheidt&Bachmann pokazuje, że możliwe jest opracowanie systemu sterowania ruchem kolejowym o ograniczonej funkcjonalności przy jednoczesnym zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa SIL-4 oraz spełnieniu norm Cenelec serii 50xxx. Pomimo ograniczenia funkcjonalności system srk powinien (wymagania minimalne):

- Realizować przebiegi pociągowe zgodnie z zasadami obowiązującymi na liniach PKP PLK S.A.,
- System nie musi realizować zorganizowanych przebiegów manewrowych,
- Współpracować z sygnalizatorami czterokomorowymi bez komory światła białego i pasów,
- Obsługiwać uproszczone wskazania semaforów ograniczone do wskazań sygnałów S1, S2, S10, S11, S12, S13,
- System nie musi obsługiwać semaforów powtarzających, ani dla linii jednotorowych wskazań wskaźników wyświetlanych razem z sygnałem zezwalającym na semaforach,
- Umożliwić przekazanie stacji lub jej wydzielonej części w tryb pracy manewrowej,
- Umożliwić łatwą integrację z zabudowanymi wcześniej systemami sterowania ruchem oraz obsługę zależności kluczowych na bocznicach szlakowych i rejonach manewrowych,
- Realizować funkcje stwierdzania niezajętości torów i szlaków poprzez zintegrowany system licznika osi,
- Realizować funkcje stwierdzania ruchu na szlakach kolejowych za pomocą zintegrowanej blokady systemowej lub realizację przebiegów blokowych,
- Zapewniać normalną pracę w warunkach oddziaływania pojedynczego uszkodzenia transmisji pomiędzy posterunkami ruchu, a LCS`em,
- Zapewniać sprawną obsługę pociągów poruszających w obszarze sterowania z prędkością nie większą niż 100 - 120 km/h.

5. BIBLIOGRAFIA:

- [1] Opracowanie wymagań dla uproszczonego systemu sterowania ruchem kolejowym na liniach o małym natężeniu ruchu, praca CNTK nr4292/10 Etap 2, Warszawa wrzesień 2008r,
- [2] Powiązania systemów zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowych z systemami stacyjnymi rozesłane pismem nr IAT2d-5402-36/07
- [3] Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym – DG PKP KA nr KA2b-5400-01/98 z dnia 06.02.1998r.
- [4] Wymagania w zakresie obsługi, wskazań i rejestracji zdarzeń w komputerowych pulpitych nastawczych urządzeń sterowania ruchem, CNTK Warszawa 2004
- [5] Opracowanie dokumentacji wdrożenia do eksploatacji w Polsce systemu sterowania ruchem ZSB 2000. Dokumentacja Techniczno - Ruchowa – wersja 1.0 z dnia 30.04.2008r.,

- [6] Opracowanie dokumentacji wdrożenia do eksploatacji w Polsce systemu sterowania ruchem ZSB 2000. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru – wersja 1.0 z dnia 30.04.2008r.