

NOWAKOWSKI Waldemar¹
KORNASZEWSKI Mieczysław²

INNOWACYJNY SYSTEM ZABEZPIECZENIA PRZEJAZDÓW SZP-1

W artykule opisano innowacyjny system zabezpieczenia przejazdów kolejowych SZP-1, który został opracowany w ramach projektu ESTER. System ten jest ekonomiczną alternatywą w stosunku do obecnie stosowanych m.in. dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii, w tym transmisji radiowej oraz niekonwencjonalnych źródeł energii elektrycznej. System SZP-1 przeznaczony jest do stosowania na liniach kolejowych małoobciążonych.

INNOVATIVE RAILWAY CROSSING PROTECTION SYSTEM SZP-1

The article describes an innovative railway crossing protection system SZP-1, which was developed under the project ESTER. This system is an economic alternative to currently used include through the use of modern technologies, e.g. wireless transmission and non-conventional sources of electricity. SZP-1 system is designed for use on railway lines with low traffic.

1. WSTĘP

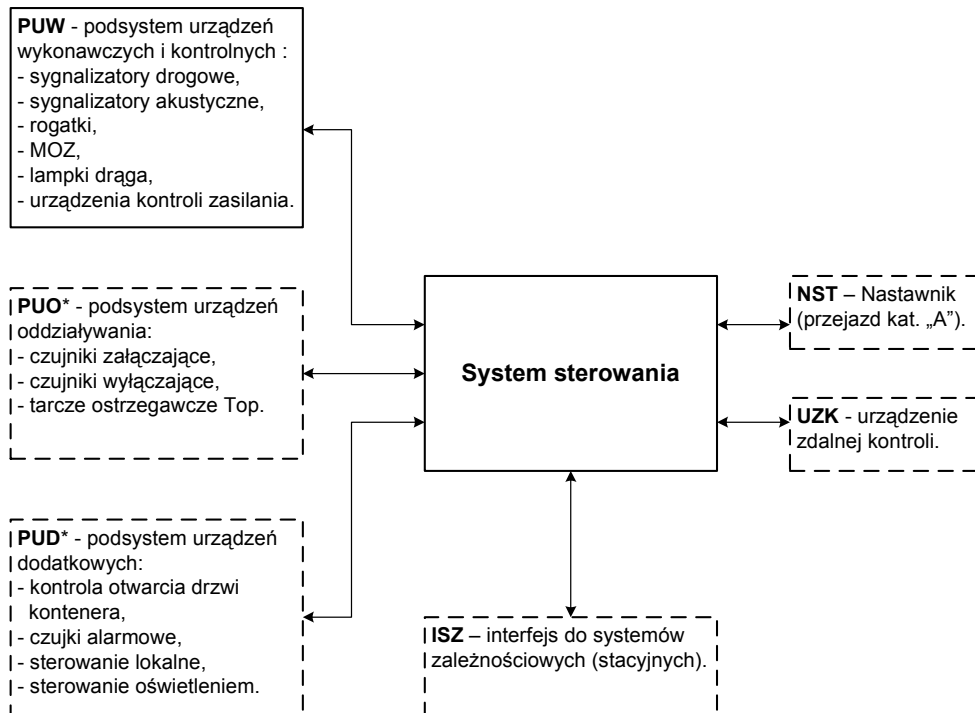
Systemy zabezpieczenia przejazdów stanowią ważny składnik infrastruktury kolejowej wpływający na bezpieczeństwo ruchu drogowego i kolejowego. Modernizacja szybko dekapitalizującej się infrastruktury kolejowej na liniach drugorzędnych, ale istotnych dla ruchu regionalnego i aglomeracyjnego, wymaga zastosowania bardziej ekonomicznych rozwiązań technicznych w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Przykładem takiego rozwiązania jest system zabezpieczenia przejazdów SZP-1, który został opracowany przez Zakłady Automatyki KOMBUD S.A. w ramach projektu: „ESTER – ekonomiczny system zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym”. System SZP-1 przeznaczony jest do zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowych kategorii „A”, „B” i „C”. SZP-1 może być stosowany na liniach kolejowych jednotorowych i dwutorowych (zelektryfikowanych i niezelektryfikowanych), z blokadą samoczynną, półsamoczynną oraz bez blokady, na których maksymalna prędkość pociągów nie przekracza 160 km/h.

¹ Zakłady Automatyki KOMBUD S.A.; 26-600 Radom; ul. Wrocławska 7.
tel: + 48 48 365-19-38, e-mail: waldemar.nowakowski@kombud.com.pl

² Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
tel: + 48 48 361-77-28, e-mail: m.kornaszewski@pr.radom.pl

2. ARCHITEKTURA SYSTEMU SZP-1

System zabezpieczenia przejazdów typu SZP-1 posiada strukturę systemu rozproszonego, w którym do komunikacji wykorzystano zarówno transmisję przewodową, jak i bezprzewodową (radiową).



Rys.1. Schemat blokowy systemu zabezpieczenia przejazdów SZP-1

Schemat blokowy systemu zabezpieczenia przejazdów SZP-1 przedstawiony został na rys. 1. Podsystem sterowania zlokalizowany w kontenerze, odbiera i analizuje sygnały pochodzące od podsystemu urządzeń oddziaływania (PUO) oraz steruje i kontroluje elementami należącymi do podsystemu urządzeń wykonawczych i kontrolnych (PUW), tj.:

- sygnalizatory drogowe,
- roгатki,
- tarcze ostrzegawcze przejazdowe.

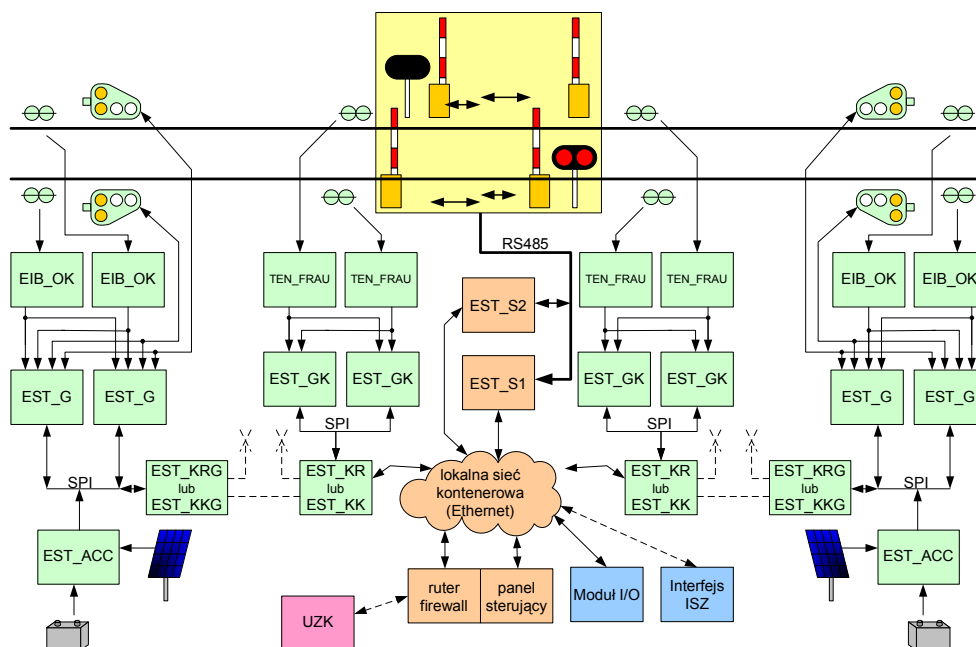
Podsystem sterowania może również sterować i kontrolować inne urządzenia, które tworzą podsystem urządzeń dodatkowych (PUD). Realizuje także, poprzez interfejs ISZ, powiązanie z systemami zależnościowymi (stacyjnymi) oraz zapewnia współpracę z urządzeniami zdalnej kontroli (UZK).

W przypadku zabezpieczenia ruchu na przejazdach kategorii „A”, system SZP-1 wyposażony jest dodatkowo w nastawnik (NST).

Podsystem urządzeń oddziaływania (PUO) zawsze występuje na przejazdach kategorii „B” i „C”. Przejazdy kategorii „A” posiadają ten podsystem jedynie wtedy, kiedy są wyposażone w tarcze Top.

Urządzenia zdalnej kontroli (UZK) są opcjonalne dla każdej z kategorii przejazdów. W systemach kategorii „A” UZK pełni wyłącznie rolę diagnostyczną i rejestracji zdarzeń.

Najbardziej rozbudowaną strukturę posiada system dla przejazdów kategorii „B” i jest oznaczany jako SZP-1.B. Funkcję zabezpieczenia skrzyżowania spełniają wówczas sygnalizatory drogowe uruchamiane automatycznie przez pociąg. Drugim elementem zabezpieczenia są zapory drogowe również uruchamiane automatycznie. Systemy SZP-1.B wyposażone są zawsze w tarcze ostrzegawcze Top informujące maszynistę o stanie przejazdu.



Rys.2. Schemat blokowy i powiązanie elementów systemu SZP-1.B

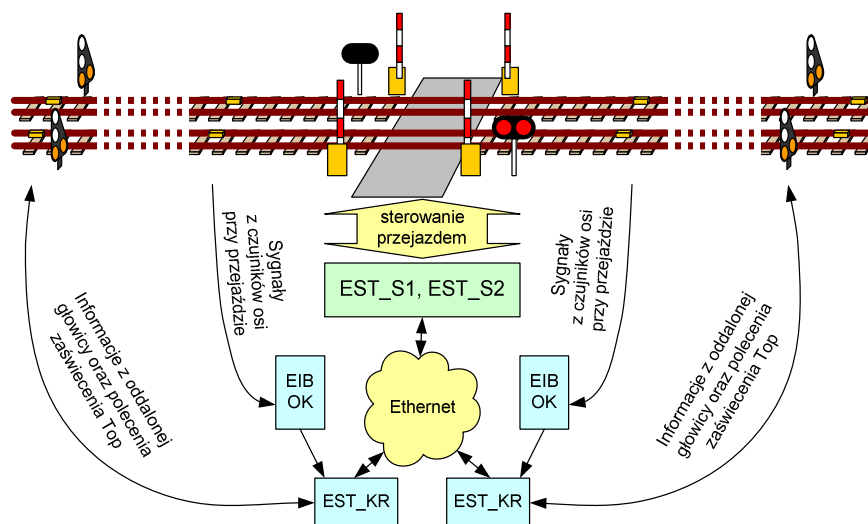
W strukturze systemu SZP-1.B, którego przykład przedstawiono na rys. 2, można wyróżnić m.in. następujące wyposażenie:

1. PUW – podsystem urządzeń wykonawczych i kontrolnych:
 - napędy rogatek wraz z drągami i lampkami,
 - sygnalizatory drogowe,
 - sygnalizatory dźwiękowe (element opcjonalny),
 - MOZ – moduł zasilania,
 - układ kontroli zasilania.
2. Podsystem sterowania:
 - karty sterowników decyzyjnych EST_S1, EST_S2,

- panel sterujący,
 - ruter z funkcją firewall (element opcjonalny),
 - przełączniki Ethernet.
3. Podsystem urządzeń dodatkowych i ISZ – interfejs do systemów zależnościowych:
 - interfejs programowy EST_ZZ pracujący na sterownikach EST_S1 i EST_S2 odczytujący informacje z urządzeń dodatkowych,
 - moduł I/O wejść/wyjść.
 4. UZK – urządzenia zdalnej kontroli (element opcjonalny).
 5. Układ zasilania kontenera.
 6. Podsystem urządzeń oddziaływania PUO:
 - czujniki załączające,
 - czujniki wyłączające,
 - tarcze ostrzegawcze Top,
 - karty czujników i tarcz Top EST_G oraz czujników EST_GK,
 - moduł dopasowujący TEN-FRAU (element opcjonalny),
 - karty transmisyjne kryptograficzne: radiowe EST_KR, EST_KRG lub przewodowe EST_KK, EST_KKG,
 - karty kontroli zasilania EST_ACC,
 - układy zasilania głowic.

3. PRZEPIY W INFORMACJI W SYSTEMIE SZP-1

System ESTER zbudowany jest z wielu współpracujących ze sobą sterowników, dlatego znaczący wpływ na bezpieczeństwo całego systemu ma jego struktura, czyli powiązanie poszczególnych sterowników poprzez media transmisyjne (rys. 3). System zabezpieczenia przejazdów typu SZP-1 do wymiany informacji wykorzystuje sieć Ethernet z użyciem bezprzewodowej łączności radiowej. Za wypracowanie decyzji o działaniu przejazdu odpowiedzialne są dwa sterowniki EST_S1 oraz EST_S2 działające pod systemem operacyjnym Linux. Można je sobie wyobrazić jako most między urządzeniami specyficznymi dla SZP-1 (tj. czujniki osi, tarcze ostrzegawcze Top), a przejazdem. Musi być w takim przypadku zapewniona integralność przekazywanych danych. Brak integralności danych mogłaby skutkować wystąpieniem sytuacji niebezpiecznej. Z punktu widzenia bezpieczeństwa utrata danych nie jest tak groźna, gdyż system jako całość przechodzi do stanu bezpiecznego zmniejszając swoją dostępność. Zachowanie integralności danych jest szczególnie istotne ze względu na zastosowanie transmisji radiowej. Obok sterowników decyzyjnych EST_S1 i EST_S2 istotnymi elementami systemu są także sterowniki EST_KR, których zadaniem jest dostarczanie wiarygodnych danych. Sterowniki te nie posiadają dużej mocy obliczeniowej, gdyż zajmują się jedynie zbieraniem informacji z kart czujników oraz szyfrowaniem, deszyfrowaniem i przygotowaniem danych dla potrzeb transmisji radiowej.



Rys.3. Schemat przepływu informacji w systemie SZP-1

Bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo systemu mają jednak sterowniki decyzyjne EST_S1 i EST_S2. Dlatego też system zrealizowano jako dwukanałowy, pracujący w układzie „2 z 2”, co oznacza, że do poprawnego funkcjonowania niezbędna jest prawidłowa i zgodna praca obu kanałów.

4. ZASILANIE W SYSTEMIE SZP-1

Zasilanie urządzeń systemu SZP-1 zrealizowane jest jako bezprzerwowe. Bezprzerwowość zasilania zapewniają trzy baterie akumulatorów:

- 48V 55Ah dla zasilania napędów rogatek (za pośrednictwem przetwornic ZAZS RHR),
- dwie baterie 24V 80Ah będące źródłem zasilania dla układów elektronicznych.

Część urządzeń zasilana jest z jednej baterii 24V, a niektóre poprzez układ sumatora napięć RSN3A. Gwarantuje to bezpieczne zachowanie się systemu w przypadku uszkodzenia jednej z baterii. Dodatkowo, jeśli zachodzi potrzeba stosowany jest zasilacz 12V o wymaganej obciążalności.

Głowice systemu SZP-1 mają zasilanie niezależne, przy czym źródłem tego zasilania są baterie słoneczne. Dla zapewnienia ciągłości zasilania w porze nocnej i okresach, kiedy nasłonecznienie jest niewielkie, wykorzystana jest bateria akumulatorów o pojemności 80Ah zapewniająca pracę przez 120 godzin bez doładowywania przez ogniwa słoneczne.

5. WNIOSKI

Rozwój systemów sterowania ruchem kolejowym i ich złożoność wymaga użycia coraz wydajniejszych środków technicznych, nie tylko do realizacji ich podstawowych funkcji,

ale również do obsługi systemów, w celu zapewnienia właściwego poziomu niezawodności realizowanych funkcji sterowania i kontroli. Kompleksowe traktowanie procesu: projektowanie – produkcja – eksploatacja, z uwzględnieniem współdziałania tych elementów, jest niezbędnym warunkiem harmonijnego i efektywnego wdrażania innowacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym do powszechnego stosowania. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom Zakłady Automatyki „KOMBUD” S.A. opracowały nowy system sterowania i kierowania ruchem kolejowym – „ESTER”. Jednym z rozwiązań wchodzących w skład projektu ESTER jest zaprezentowany w tym artykule system zabezpieczenia przejazdów SZP-1. System ten jest ekonomiczną alternatywą w stosunku do obecnie stosowanych m.in. dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii, w tym: transmisji radiowej oraz niekonwencjonalnych źródeł energii elektrycznej, co eliminuje potrzebę budowy kosztownych linii kablowych.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Radomskiej, Radom 2007.
- [2] Dyduch J.: *Innowacyjne systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2010.
- [3] Kornaszewski M.: *Introducing of the modern microprocessor technology into systems of automatic of the level crossing*. XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa "TransComp 2007", Zakopane 2007.
- [4] Nowakowski W., Warchoń A.: *Nowoczesne systemy sterowania i diagnostyki na przykładzie LCS Drzewica*, IX Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w kolejnictwie, Zakopane 2010.
- [5] Z.A. KOMBUD S.A.: *SZP-1 System zabezpieczenia przejazdów*. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Radom 2011.