

# BADANIA EKSPLOATACYJNE A BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM<sup>1</sup>

---

**Janusz Dyduch**

prof. dr hab. inż., Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Zakład Systemów Sterowania w Transporcie

---

**Roman Pniewski**

dr hab. inż., prof. UTH, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Zakład Systemów Sterowania w Transporcie

---

**Streszczenie.** *Zwiększenie stopnia integracji w układach scalonych pozwoliło na budowę urządzeń srk realizujących coraz bardziej rozbudowane funkcje. Wzrost stopnia złożoności systemów sterowania oraz znaczne ich rozproszenie powodują powstanie nowych problemów związanych z eksploatacją i zarządzaniem bezpieczeństwem w systemach automatyki kolejowej. Znaczne poprawienie bezpieczeństwa zapewni zmiana strategii eksploatacji. W artykule przedstawiono założenia do projektu realizowanego w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie w ramach PBS3: „System gromadzenia danych eksploatacyjnych i analizy niezawodności i bezpieczeństwa układów automatyki kolejowej” (Umowa nr PBS3/A6/29/2015). W drugiej części artykułu zaprezentowano Laboratoria w Zakładzie, w których zostaną przeprowadzone badania.*

**Słowa kluczowe:** *srk, eksploatacja, automatyka kolejowa*

## 1. Wstęp

Rozproszenie geograficzne systemów sterowania ruchem kolejowym powoduje, że stawia się coraz większe wymagania w stosunku do lokalnych urządzeń sterujących w zakresie realizowanych algorytmów sterowania, przetwarzania informacji oraz pewności i szybkości transmisji danych. Dlatego w latach 70 ubiegłego wieku do sterowania ruchem na kolei (urządzenia SRK) zaczęto wykorzystywać układy elektroniczne. Układy elektroniczne, a w szczególności systemy komputerowe zaczęły wypierać, stosowane wcześniej systemy kluczowe i przekaźnikowe. Zwiększenie stopnia integracji w układach scalonych pozwoliło na budowę urządzeń SRK realizujących coraz bardziej rozbudowane funkcje. Pojawienie się sterowników przemysłowych i przemysłowych wersji komputera PC (wraz z wykorzystaniem systemów operacyjnych czasu rzeczywistego) pozwoliło na zastosowanie rozwiązań programowych do realizacji algorytmów działania urządzeń SRK. We współczesnych, cyfrowych systemach SRK algorytmy sterowania, przetwarzania i przechowywania danych są realizowane głównie w sposób programowy, zwykle w układach mikroprocesorowych, w których realizacja zadanego algorytmu od-

---

<sup>1</sup> Wkład autorów w publikację: Dyduch J.: 50%, Pniewski R.: 50%

bywa się zgodnie z przechowywanym w pamięci programem. Wzrost stopnia złożoności systemów sterowania oraz znaczne ich rozproszenie powodują powstanie nowych problemów związanych z eksploatacją i zarządzaniem bezpieczeństwem w systemach automatyki kolejowej.

Zdaniem autorów, znaczne poprawienie bezpieczeństwa zapewni zmiana strategii eksploatacji. Wprowadzenie ciągłej kontroli stanu technicznego urządzeń SRK powinno wpłynąć pozytywnie zarówno na zmniejszenie kosztów eksploatacji urządzeń jak i zwiększyć poziom bezpieczeństwa tych systemów.

## 2. Eksploatacja

Charakterystyczną cechą obiektów automatyki kolejowej jest możliwość ich przebywania w różnych stanach eksploatacyjnych, niezawodnościowych, diagnostycznych, itp. Wieloletnie doświadczenia z eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym (srk) potwierdzają zależność ich poprawnego funkcjonowania od niezawodności układów i elementów tworzących strukturę techniczną systemów.

Badania eksploatacyjne są w przypadku urządzeń srk najbardziej efektywnym źródłem informacji, niezbędnym do wyznaczenia wartości liczbowych wskaźników niezawodności. Badania te pozwalają na uzyskanie pełnej informacji o zachowaniu się systemu w warunkach eksploatacji (użytkowanie i odnowa). Stanowią nie tylko podstawę do doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również umożliwiają uzyskanie wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

Zastosowanie na polskich kolejach coraz bardziej nowoczesnych systemów srk wykonanych w oparciu o technikę mikroprocesorową i mikrokomputerową powoduje potrzebę analizy i oceny ich działania, współdziałania oraz prognozowania skutków eksploatacyjnych, w tym procesu odnowy, wynikających z wdrażania tych systemów.

Prognozowanie niezawodności eksploatacyjnej systemów srk polega na określeniu wartości wskaźników niezawodności z uwzględnieniem warunków pracy i oddziaływania środowiska. Działanie to wymaga gromadzenia i analizy informacji o:

- modelu niezawodnościowym systemu,
- warunkach pracy i warunkach środowiskowych,
- charakterystykach niezawodnościowych stosowanych elementów, podzespołów i ewentualnego oprogramowania

Celem prowadzonych w ZSSwT prac badawczych jest opracowanie systemu automatycznej akwizycji danych i systemu eksperckiego do wnioskowania o stanie urządzeń. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez opracowanie metod analizy danych diagnostycznych urządzeń SRK pochodzących z urządzeń automatyki kolejowej.

Założony cel projektu zostanie zrealizowany poprzez:

- Budowa nowego laboratorium badawczego urządzeń sterowania ruchem (oraz integracja z istniejącymi na Wydziale laboratoriami);
- Konstrukcja systemu automatycznego gromadzenia danych o stanie urządzeń;
- Budowa modelu niezawodnościowego urządzeń automatyki kolejowej;
- Zgromadzenie i przygotowanie danych dotyczących urządzeń srk;
- Przygotowanie środków symulowania typowych oraz awaryjnych warunków pracy urządzeń srk;
- Przygotowanie bazy danych do gromadzenia informacji o urządzeniach srk;
- Przygotowanie procedur do wyznaczania charakterystyk.

System ekspercki będzie zawierał podstawowe dane dotyczące procesów użytkowania systemów srk oraz ich niezawodności i odnowy dla sześciu głównych modułów (podsystemów srk):

- ogólny opis charakterystyk technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych,
- urządzeń blokady liniowej,
- urządzeń nastawczych,
- urządzeń przejazdów kolejowych,
- urządzeń oddziaływania tor-pojazd,
- urządzeń zdalnego sterowania.

Wyniki uzyskane na podstawie badań eksploatacyjnych i prowadzonej na bieżąco diagnostyki urządzeń srk mogą być wykorzystane nie tylko jako podstawa do doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również jako jedna z możliwości uzyskania wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową, właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

### 3. Laboratoria SRK w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu podpisał umowę o współpracy z firmami:

- Bombardier Transportation (ZWUS) Polska Sp. z o.o. Katowice,
- Zakłady Automatyki KOMBUD S.A. Radom.
- Scheidt&Bachmann Polska Sp. z o.o.

Współpraca dotyczy Wydziału Transportu i Elektrotechniki i w szczególności obejmuje systemy sterowania ruchem kolejowym. Wymienione firmy objęły patronatem Zespół Laboratoriów Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym.

W laboratoriach Zakładu Systemów Sterowania w Transporcie oprócz zajęć dydaktycznych dla studentów kierunku Transport prowadzone są badania w zakresie:

- automatyki,
- techniki cyfrowej,
- telekomunikacji,
- sterowników przemysłowych,
- układów transportowych,
- mikroprocesorowych systemów sterowania,
- budowy i eksploatacji urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym,
- wdrażania nowych procesorowych technologii sterowania ruchem, itp.



*Rys. 1. Widok ogólny Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym*

Laboratorium Systemów SRK to bardzo dobrze wyposażone laboratorium przeznaczone do badań techniczno-funkcjonalnych systemów i urządzeń srk (aktualnie produkowanych i stosowanych na modernizowanych liniach kolejowych), takich jak:

1. Komputerowy system urządzeń stacyjnych typu Ebilock 950 ze sterownikami obiektowymi STC,
  2. Stanowisko dyżurnego ruchu z komputerowym systemem EbiScreen 2,
  3. Komputerowa dwukierunkowa blokada liniowa typu SHL-12,
  4. Komputerowa samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-5,
  5. Licznikowy system stwierdzania niezajętości odcinków typu SOL-21,
- oraz urządzeń:

6. Napęd zwrotnicowy typu EAA-5,
7. Sygnalizator 5-komorowy typu EHA-22,
8. Sygnalizator drogowy typu EHZ-7,
9. Sygnalizator ostrzegawczy maszynisty typu EHZ-5.

Główne elementy urządzeń zasilających dla wszystkich modeli srk w laboratorium zostały zainstalowane w szafie zasilającej. Tam znajduje się rozdzielnia zasilania wraz z układami zabezpieczającymi, transformatory separujące, itp. Urządzenia zasilające posiadają zabezpieczenia przeciwporażeniowe i przeciwprzebiegowe.

#### 4. Wnioski

Zapewnienie bezpieczeństwa systemów srk wymaga odpowiednich działań w całym cyklu „życia systemu” tzn. na etapie projektowania, uruchamiania, wdrażania i eksploatacji systemu. Do realizacji tego celu niezbędne są:

- właściwe kształcenie kadr do projektowania i eksploatacji systemów srk,
- dostarczenie odpowiednich narzędzi do projektowania i weryfikacji systemów elektronicznych (pozwalających na eliminację błędów ludzi w procesie wdrażania i eksploatacji)

Zapewnienie niezawodności cyfrowych układów asynchronicznych przy projektowaniu elektronicznych systemów srk co wymaga spełnienia określonych warunków. Wymagania te definiują normy:

- 1) PN-EN50126: Zastosowania kolejowe - Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa;
- 2) PN-EN50128: Zastosowania kolejowe - Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania - Programy dla kolejowych systemów sterowania i zabezpieczeń;
- 3) PN-EN50129: Zastosowania kolejowe - Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania - elektroniczne systemy sygnalizacji związane z bezpieczeństwem.

Normy te definiują większość wymagań w stosunku do rozwiązań sprzętowych, programowych i sprzętowo-programowych. Sprzęt stosowany w urządzeniach i systemach srk powinien spełniać wymagania norm PN-EN50126 i PN-EN50129.

W przytoczonych normach omówiono sposób postępowania przy projektowaniu, weryfikacji i walidacji elektronicznych systemów srk, w tym układów cyfrowych. Przewidziano tam ocenę bezpieczeństwa systemu, przeprowadzoną zarówno przez projektanta układu jak i niezależnego eksperta, dokonującą oceny poprawności projektu. W taką metodologię dobrze wpisuje się, opracowana w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie metoda symulacyjnej weryfikacji projektu pod kątem występujących w układzie zjawisk szkodliwych. Wynikiem symulacji jest jednoznaczna ocena, czy w układzie mogą wystąpić hazardy i wyścigi.

Kształcenie studentów UTH na specjalności „Sterowanie ruchem kolejowym” jest ukierunkowane na przygotowanie absolwentów do:

- pracy w zespołach projektowych, przy konstruowaniu nowych urządzeń,
- realizacji zadań związanych z eksploatacją nowoczesnych systemów srk.

#### Bibliografia

- [1] Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R., Nowoczesne laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym na Politechnice Radomskiej. XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „TRANSCOMP 2011”, Zakopane 5-8 grudnia 2011.

- [2] Dyduch J. Paś J. Rosiński A., Podstawy eksploatacji transportowych systemów elektronicznych. WPR Radom, 2011.
- [3] Dyduch J. Kornaszewski M. Pniewski R., Metody zapewniania bezpieczeństwa samoczynnych sygnalizacji przejazdowych. Logistyka 6/2011, Instytut Logistyki i Magazynowania. Poznań 2011, Artykuł recenzowany, ISSN 1231-5478.
- [4] Kornaszewski M., Pniewski R., Komputerowe wspomaganie procesu eksploatacji systemów SRK. Czasopismo Logistyka 6/2014 (Płyta CD). Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna TransComp, Zakopane 2014.
- [5] Pniewski R., Metoda oceny bezpieczeństwa cyfrowych systemów automatyki kolejowej. Monografia Nr 179. Wydanie I. Stron 140, Uniwersytet Techniczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu 2013. ISSN 1642-5278.