



## **TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO**

**Janusz DYDUCH, Mieczysław KORNASZEWSKI, Roman PNIEWSKI**

# **KSZTAŁCENIE W ZAKRESIE NOWYCH TECHNOLOGII W STEROWANIU RUCHEM KOLEJOWYM**

### *Streszczenie*

*Znaczący rozwój techniki uwidocznił się również w kolejnictwie, a szczególnie w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym (srk) odpowiedzialnym za bezpieczeństwo i sprawność poruszających się pojazdów kolejowych. Ze względu na różnice występujące w strukturach kolejnych generacji systemów sterowania ruchem kolejowym niezbędne jest odpowiednie kształcenie w zakresie nowych technologii w tej dziedzinie. Studenci Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego mają możliwość dostępu do obecnie produkowanych i stosowanych na modernizowanych liniach kolejowych w Polsce urządzeń i systemów srk wykonanych w najnowszych technologiach, dzięki ich fizycznym modelom zgromadzonym w Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym.*

## **WSTĘP**

Systemy sterowania ruchem kolejowym (srk) wraz z rozwojem kolejnictwa doskonały swoje rozwiązania techniczne w miarę rosnących potrzeb, wymagań i oczekiwań. Przez kolejne lata systemy te przechodziły stopniową ewolucję od urządzeń mechanicznych, przez elektromechaniczne, przekaźnikowe, aż do hybrydowych i komputerowych.

Ze względu na znaczne różnice techniczne występujące w strukturze systemów srk różnych generacji, niezbędne jest wszechstronne kształcenie studentów z zakresu sterowania ruchem. Zajęcia laboratoryjne dla tych studentów muszą być realizowane z dostępem do najnowszych rozwiązań srk, tak aby właściwie przygotować ich do pracy zawodowej.

Studenci Wydziału Transportu i Elektrotechniki (WTiE) Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w ramach zajęć laboratoryjnych zdobywają wiedzę o najnowszych urządzeniach i systemach stosowanych do sterowania ruchem kolejowym wykonanych w technologii komputerowej i hybrydowej. Dzięki temu, niezależnie od charakteru przyszłej pracy, absolwenci są dobrze przygotowani do wypełniania zadań, jakie stawia przed nimi nowoczesny transport kolejowy.

## **1. PODEJŚCIE DO KSZTAŁCENIA NA SPECJALNOŚCI STEROWANIE RUCHEM W TRANSPORCIE KOLEJOWYM NA UNIWERYTECIE RADOMSKIM**

Jedną z dostępnych specjalności na WTiE w obszarze kształcenia nauk technicznych jest *Sterowanie Ruchem w Transporcie Kolejowym*, ciesząca się dużym zainteresowaniem zarówno ze strony młodych, jak i starszych studentów – najczęściej czynnych zawodowo

w branży kolejowej. W celu unowocześnienia oferty edukacyjnej, na specjalności tej podjęto kroki w kierunku tzw. nauczania mieszanego (in. hybrydowego). Oznacza to łączenie form tradycyjnych nauczania (np. wykłady, ćwiczenia) wykorzystującymi nowe możliwości techniczne z nowoczesnymi metodami pobudzającymi samodzielne myślenie studentów (projekty z przedmiotów specjalistycznych).

Zajęcia z przedmiotów specjalnościowych mają na celu zdobywanie wiedzy teoretycznej o podstawowych zagadnieniach dotyczących sterowania ruchem pociągów oraz wykształcenie niezbędnych umiejętności praktycznych. Studenci są zaznajamiani zarówno ze znanymi od wielu lat rozwiązaniami technicznymi i metodami projektowania systemów srk, jak i z urządzeniami i systemami wykonanymi w najnowszych technologiach.

Kształcenie w zakresie nowych technologii w sterowaniu ruchem kolejowym zaznajamia studentów z najnowszymi komputerowymi urządzeniami i systemami sterowania oraz zabezpieczenia ruchu kolejowego, także z tymi, które są obecnie wdrażane do eksploatacji (m.in. na przedmiotach: Systemy mikroprocesorowe, Systemy SRK, Bezpieczeństwo systemów SRK). Ponadto omawiane są nowe techniki, takie jak logika programowalna czy elementy sztucznej inteligencji (m.in. przedmioty: Programowalne układy logiczne, Sterowniki PLC w sterowaniu ruchem). Systemy sztucznej inteligencji nie znalazły dotychczas zastosowania w urządzeniach srk, co jednak nie wyklucza ich wykorzystania w przyszłości [7].

## **2. ANALIZA WYBRANYCH STANOWISK LABORATORYJNYCH DO BADANIA KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM**

W 2009r. Wydział Transportu i Elektrotechniki UTH w Radomiu wzbogacił swoją bazę laboratoryjną o nowoczesne i unikalne na skalę europejską Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym, w którym zgromadzono modele obecnie produkowanych i stosowanych na liniach kolejowych w Polsce systemów srk. Laboratorium to jest przeznaczone do badań technicznych i funkcjonalnych, zarówno całych systemów srk, jak i wybranych ich podzespołów wykonanych w nowych technologiach.

Wszystkie stanowiska dydaktyczne są nowoczesne, odpowiadają rzeczywistym systemom srk różnych producentów (m.in. Bombardier Transportation ZWUS Polska Sp. z o.o. i Zakłady Automatyki KOMBUD S.A. z Radomia), eksploatowanym na kolejach polskich.

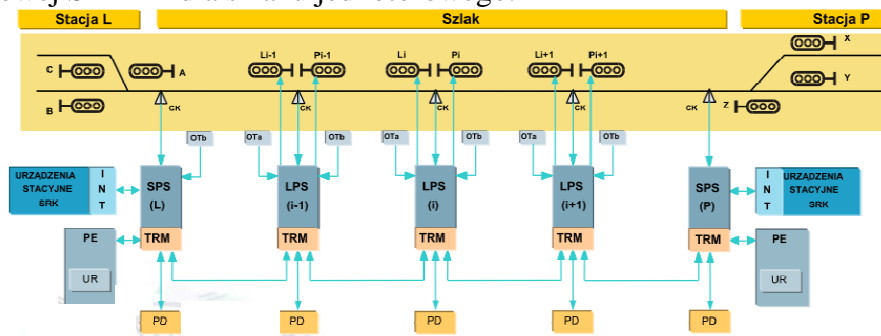
Poniżej zostaną scharakteryzowane wybrane stanowiska laboratoryjne przeznaczone do kształcenia studentów w zakresie nowych technologii w sterowaniu ruchem kolejowym

### **2.1. Stanowisko do badania komputerowej dwukierunkowej samoczynnej blokady liniowej typu SHL-12**

Samoczynna blokada liniowa (sbl) stanowi zespół urządzeń przeznaczonych do automatycznej regulacji następstwa pociągów prowadzonych w stałym odstępie drogi. Każdy odstęp wyposażony jest w izolowany odcinek toru oraz ustawiony przed nim sygnalizator (odstępowy), którego wskazania uzależnione są od tego, czy osłaniany odstęp jest zajęty, czy nie. Działanie tych urządzeń polega na zwieraniu przez zestawy kołowe pojazdów trakcyjnych odizolowanych od siebie toków szyn, w wyniku czego wyświetlają się na semaforach odstępowych odpowiednie obrazy sygnałowe.

Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej SHL-12 jest to zespół urządzeń realizujących wszystkie funkcje sbl w oparciu o strukturę rozproszoną, na którą składają się liniowe i stacyjne punkty sterowania rozmieszczone wzdłuż szlaku kolejowego, połączone pomiędzy sobą łączami transmisyjnymi [4].

Na rys. 1 przedstawiona została ogólna struktura komputerowego systemu samoczynnej blokady liniowej SHL-12 dla szlaku jednotorowego.



**Rys. 1.** Struktura sprzętowa systemu SHL-12, gdzie:

- A, B, C - semafory urządzeń srk na stacji L
- X, Y, Z - semafory urządzeń srk na stacji P
- Li - semafory odstępowe sbl dla kierunku P → L
- Pi - semafory odstępowe sbl dla kierunku L → P
- OTa,b - zestyki przekaźnika urządzenia wykrywania niezajętości
- INT - interfejsy do urządzeń stacyjnych srk

**Źródło:** Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej SHL-12, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2001.

Wszystkie punkty sterowania połączone są ze sobą linią transmisyjną, przez którą przesyłane są informacje umożliwiające realizację wszystkich funkcji systemu. Liczba elementarnych łączy transmisyjnych jest równa liczbie odstępów blokowych obsługiwanych przez SHL-12 szlaku plus łączy dla obsługi transmisji do urządzeń rejestrujących i sterujących zabudowanych na końcach szlaku.

Model samoczynnej blokady liniowej typu SHL-12 w wykonaniu laboratoryjnym (fot. 1) zawiera urządzenia dla trzech odstępów sbl jednotorowej linii kolejowej i zawiera [1]:

- dwa stojaki liniowe z modelami sygnalizatorów blokadowych,
- stojak powiązania sbl ze przekaźnikowymi urządzeniami stacyjnymi,
- stojak powiązania sbl z komputerowymi urządzeniami stacyjnymi.

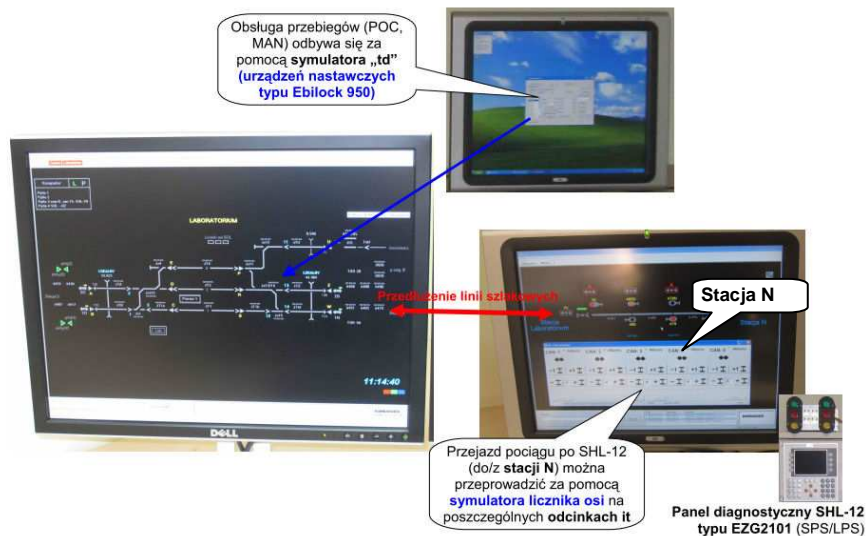
Urządzenia stacyjne są symulowane na komputerze za pomocą symulatora blokady SHL-12. Symulator umożliwia symulację wszystkich funkcjonalnych możliwości sbl wraz z wyjazdem pociągu ze stacji, przejazdu po szlaku i wjazdem na stację.



**Fot. 1.** Liniowe i stacyjne punkty sterowania komputerowej blokady liniowej SHL-12 z powtarzaczami semaforów odstępowych oraz panelami diagnostycznymi EZG-2101

**Źródło:** Kornaszewski M.: Nowoczesne metody sterowania systemami automatyki kolejowej na przykładzie rozwiązań firmy Bombardier (ZWUS) Polska. Materiały z Konferencji SEP O/Radom pt. „Nowoczesne metody sterowania z zastosowaniem kontrolerów i sterowników mikroprocesorowych”, Radom 2010

Komputerowa samoczynna blokada liniowa typu SHL-12 jest umiejscowiona pomiędzy stacją LABORATORIUM i stacją N. Połączenie ze stacją LABORATORIUM jest zrealizowane fizycznie na potrzeby dydaktyki, natomiast stacja N jest obsługiwana z wykorzystaniem symulatora blokady liniowej (rys. 2).



**Rys. 2.** Logiczne zestawienie połączeń przebiegów między stacją LABORATORIUM (pulpit z systemem nadrzędnym EbiScreen), a stacją N przez sbl typu SHL-12 (symulator blokady SHL-12)

**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

W warunkach laboratoryjnych funkcję rzeczywistego pulpitu sterującego przejmują komputerowy program symulujący obsługę blokady liniowej SHL-12, wykorzystujący analogiczne symbole graficzne jak oryginalny pulpit EAB-61401.

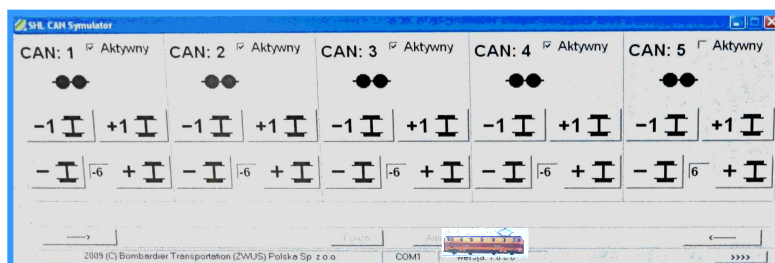


**Fot. 2.** Wygląd symulatora blokady SHL-12 i styczników wpływających na zachowanie się urządzeń srk na stacji N w logicznym połączeniu z blokadą liniową SHL-12 zaprojektowanych pod potrzeby Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym

**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

Po przygotowaniu blokady liniowej i ustawieniu kierunku blokady SHL-12 można przeprowadzić próby przejazdu pociągu w obu kierunkach z wykorzystaniem symulatora liczników osi (rys. 3).

- Przebieg może być realizowany na 3 sposoby:
- przejazd automatyczny,
  - ręcznie po jednej osi dodając i odejmując kolejno wjeżdżające i wyjeżdżające ze strefy osie,
  - ręcznie wg założonej liczby osi, po uprzednim wpisaniu parzystej liczby osi w odpowiednie pola poszczególnych aktywnych stref objętych transmisją CAN 1÷5.



**Rys. 3.** Fragment monitora pulpitu sterującego blokady SHL-12 z symulatorem liczników osi

**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

Stacja N jest poprzedzona semaforem wjazdowym C, na którym informacje o możliwych prędkościach (kolory wyświetlanych sygnałów) są na potrzeby Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym symulowane za pomocą styczników (fot. 2). Ponieważ jest to blokada liniowa typu komputerowego, to informacje muszą być podawane w sposób nadmiarowy z wykorzystaniem dwóch kanałów.

## 2.2. Stanowisko do badania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-5

Samoczynna sygnalizacja przejazdowa (ssp) przeznaczona jest do automatycznego zabezpieczenia ruchu na skrzyżowaniach w poziomie dróg kołowych z liniami kolejowymi. Urządzenia ssp są uruchamiane są za pomocą czujników torowych przez pociągi zbliżające się do przejazdu, które znalazły się w strefach oddziaływania układów rozpoznających jazdę taboru i kierunek jazdy lub wykorzystuje się obwody torowe.

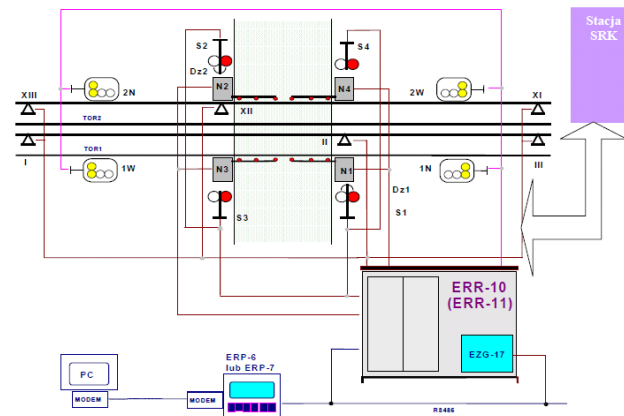
W komputerowych systemach ssp występują urządzenia, które posiadają następujące zadania funkcjonalne [5]:

- układy sterujące, których zadaniem jest wygenerowanie bezpiecznych sygnałów sterujących urządzeniami sygnalizacyjnymi i wykonawczymi na podstawie sygnałów kontrolnych pochodzących od czujników torowych,
- urządzenia oddziaływania, których zadaniem jest dostarczanie sygnałów informujących o obecności pojazdu szynowego w strefie przejazdu,
- urządzenia ostrzegawcze, których zadaniem jest ostrzeganie użytkowników dróg o zagrożeniu wywołanym przez nadjeżdżający pociąg i zamykanie przejazdu zaporami drogowymi, a także informowanie maszynistów o stanie pracy sygnalizacji przejazdowej,
- urządzenia kontrolne (uzk), których zadaniem jest wizualizacja, rejestracja pracy i usterek oraz wysyłanie komend sterujących do wybranego systemu sygnalizacji przejazdowej,
- urządzenia zasilające, których zadaniem jest zapewnienie ciągłego zasilania sygnalizacji przejazdowej.

System ssp typu SPA-5 może być instalowany na przejazdach kolejowych kategorii B lub C znajdujących się na liniach jedno- lub wielotorowych z trakcją elektryczną lub bez trakcji.



Może działać z czujnikami pociągu typu EOC-1 lub EOC-3 oraz czujnikami koła typu ELS-95 [3].



**Rys. 4.** Typowa konfiguracja systemu ssp typu SPA-5

**Źródło:** Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-5, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2008

Układy sterowania systemu ssp SPA-5 zlokalizowane są zwykle w jednym z wybranych typów szaf kontenerowych i połączone poprzez łącze transmisji szeregowej z urządzeniem zdalnej kontroli. Podstawowymi urządzeniami sterującymi w sygnalizacji ssp typu SPA-5 są programowalne sterowniki logiczne firmy Bernecker & Reiner typu MINICONTROL. Zadaniem sterowników PLC (A i B) jest załączanie, wyłączanie i stała kontrola sprawności urządzeń zewnętrznych zabezpieczających obszar przejazdu. Sterowniki komunikują się z urządzeniami zewnętrznymi poprzez moduły wejść i wyjść cyfrowych oraz porty transmisji danych.

Urządzenie zdalnej kontroli (powtarzacz ERP-7) zlokalizowane jest w pomieszczeniu nastawni i spełnia funkcje rejestracji, monitorowania oraz wysyłania poleceń sterujących dla maksymalnie 8 systemów.



**Fot. 3.** Widok ogólny stanowiska samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-5 produkcji Bombardier Transportation (ZWUS) Polska

**Źródło:** Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Nowoczesne laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym na Politechnice Radomskiej. XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „TRANSCOMP 2011”, Zakopane 2011

Model stanowiska do badania sygnalizacji przejazdowej SPA-5 zawiera [1]:

- stojak aparatuwy,
- stojak zasilania,

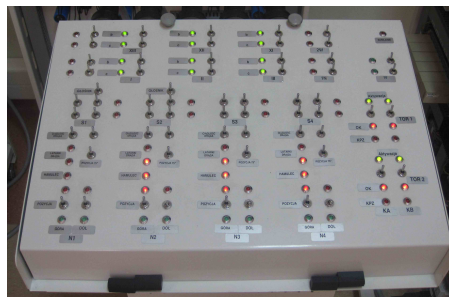
- pulpit symulacyjny sygnalizacji SPA-5 umożliwiający weryfikację wszystkich możliwości funkcjonalnych ssp wraz z jej włączeniem i zwolnieniem przez symulowany pociąg,
- powtarzacz ERP-7 (stanowisko uzk),
- urządzenie diagnostyczne EZG-1701,
- sygnalizator drogowy typu EHZ-77,
- sygnalizator ostrzegawczy maszynisty typu EHZ-5000.

Po ustawieniu sygnalizacji w tryb pracy automatycznej wykorzystując pulpit symulacyjny sygnalizacji SPA-5 można przeprowadzić weryfikację wszystkich funkcjonalnych możliwości ssp wraz z jej włączeniem i zwolnieniem przez symulowany pociąg. Symulator ssp jest wyposażony w szereg lampek (diod LED różnego koloru) oraz przełączników stabilnych 2-stanowych (fot. 4).

W konfiguracji urządzeń wchodzących w skład samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-5 należy wyróżnić:

- 4 napędy rogatkowe (N1÷N4),
- 4 sygnalizatory drogowe (S1÷S4),
- 2 tarcze ostrzegawcze przejazdowe umieszczone po prawej stronie przejazdu kolejowego (TOP 1N, TOP 2W).

Wśród wymienionych urządzeń przejazdowych pierwszy komplet stanowią urządzenia fizyczne umieszczone w laboratorium (N1, S1, TOP 1N).



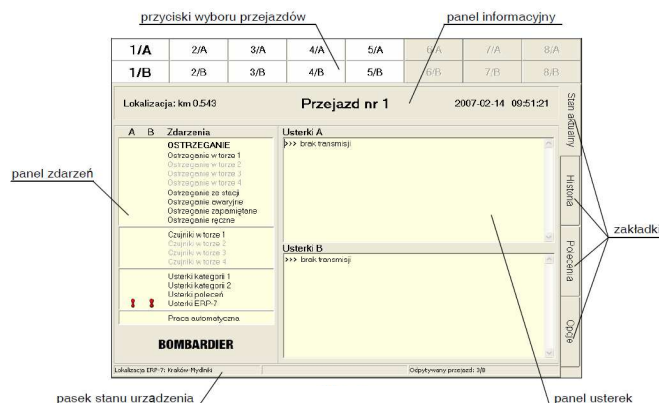
**Fot. 4.** Wygląd symulatora ssp typu SPA-5

**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

Kolejne ssp (1÷8) odpytywane są sekwencyjnie przez uzk, w równych odstępach czasowych, z dokładnością do kanału sterowania. Możliwe jest również zdalne monitorowanie systemu przez łącze telefoniczne i modem.

Obsługa urządzenia zdalnej kontroli typu ERP-7 odbywa się za pomocą kolorowego, dotykowego ekranu LCD (rys. 5). Operator ma do wyboru jedną z czterech zakładek umieszczonych z prawej strony ekranu: Stan aktualny, Historia, Polecenia, Opcje.

Do każdego przejazdu przypisane są dwa przyciski odpowiadające dwóm kanałom sterowania ssp. Decyzje w kanałach (A i B) wypracowywane są niezależnie i mogą wystąpić sytuacje, w których będą różnice między kanałami w zgłaszaniu zdarzeń i usterek. Stan pracy przejazdów sygnalizowany jest również przez panel diod LED umieszczony powyżej ekranu LCD. Diody określają stan pracy przejazdu poprzez zmianę kolorów i sposób świecenia (miganie) [3].



Rys. 5. Widok ogólny stanowiska uzk typu ERP-7

Źródło: Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-5, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2008

## PODSUMOWANIE

Kształcenie w zakresie nowych technologii w sterowaniu ruchem kolejowym na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu umożliwia studentom kontakt z istniejącymi od wielu lat rozwiązaniami technicznymi i metodami projektowania systemów sterowania ruchem, jak również z systemami srk wykonanymi w najnowszych technologiach. Kształcenie ma charakter problemowy, ponieważ uczy się studentów rzeczy niezbędnych w praktyce (jak to ma miejsce w Laboratorium Systemów SRK), a jednocześnie nie pomija się w XXI wieku uczenia przedmiotów teoretycznych, wpływających na myślenie i samodzielność.

W programie nauczania specjalności srk położony jest między innymi nacisk na kształtowanie samodzielności, innowacyjności i przedsiębiorczości studentów, a zaproponowane przedmioty mają ukształtować sposób myślenia studentów.

Wdrażanie do eksploatacji komputerowych systemów sterowania ruchem kolejowym, niezależnie od swego przeznaczenia (zwiększenie bezpieczeństwa), stanowi istotne wsparcie oraz ogranicza koszty pracy i stymuluje wzrost wydajności pracowników.

Współpracujące z UTH firmy z branży kolejowej biorą również czynny udział w przekazywaniu wiedzy i doświadczeń związanych ze swoją działalnością w organizowaniu praktyk i staży studenckich, a także w udzielaniu pomocy merytorycznej przy realizacji projektów naukowo-badawczych i rozwojowych oraz specjalistycznych projektów i programów Unii Europejskiej.

## EDUCATION IN NEW TECHNOLOGIES IN RAILWAY TRAFFIC CONTROL

### Abstract

Significant development of technology is also noticeable in the railways, particularly in devices of railway traffic control which are responsible for the safety and efficiency of rail vehicles. Differences in the structure of the next-generation systems of railway traffic control enforce adequate education in new technologies in this field. Students of the University of Technologies and Humanities in Radom have access to currently produced and used on the upgraded railway lines in Poland devices and



*systems of railway traffic control carried in the latest technologies. This is possible due to their physical models assembled in the Laboratory of Systems of Railway Traffic Control.*

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Bombardier Transportation (Rail Engineering) Polska Sp.z o.o.: *Zabudowa wyposażenia laboratorium srk dla Politechniki Radomskiej. Opis techniczny*, Katowice 2009.
2. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: *Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej SHL-12*, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2001.
3. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: *Samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-5*, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2008.
4. Dyduch J., Cholewa A.: *Tendencje rozwojowe kolejnictwa polskiego*. „Otwarty Rynek Kolejowy w Polsce”, Nowe technologie szansą rozwoju kolei, Warszawa 2009.
5. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, wyd. III, Radom 2009.
6. Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: *Nowoczesne laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym na Politechnice Radomskiej*. XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „TRANSCOMP 2011”, Zakopane 2011.
7. 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.
8. Kornaszewski M.: *Nowoczesne metody sterowania systemami automatyki kolejowej na przykładzie rozwiązań firmy Bombardier (ZWUS) Polska*. Materiały z Konferencji SEP O/Radom pt. „Nowoczesne metody sterowania z zastosowaniem kontrolerów i sterowników mikroprocesorowych”, Radom 2010.

### **Autorzy:**

**prof. Janusz DYDUCH** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

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

**dr inż. Roman PNIEWSKI** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu