

# Symulator komputerowy przełącznikowego systemu sterowania ruchem kolejowym typu E jako narzędzie szkolenia i doskonalenia zawodowego dyżurnych ruchu

Maciej Puchała, Andrzej Chyba, Paweł Okrzesik

Proces przygotowania kadry do obsługi systemów sterowania ruchem kolejowym może być prowadzony przy zastosowaniu komputerowych symulatorów odwzorowujących funkcje rzeczywistych obiektów. Artykuł przedstawia taką możliwość w odniesieniu do przygotowania zawodowego dyżurnych ruchu. Dodatkową zaletą prezentowanego symulatora jest udostępnienie go w internecie, co umożliwia korzystającym z niego ćwiczenie funkcji obsługi pulpitu w dowolnym czasie i w dowolnym miejscu. Może to być również elementem e-learningu zawodowego dla dyżurnych ruchu.



dr inż. Maciej Puchała  
Zakład Organizacji  
i Ekonomiki Transportu  
Politechniki Krakowskiej  
[mpuchala@pk.edu.pl](mailto:mpuchala@pk.edu.pl)



dr inż. Andrzej Chyba  
Zakład Organizacji  
i Ekonomiki Transportu  
Politechniki Krakowskiej  
[chyba@autocom.pl](mailto:chyba@autocom.pl)



inż. Paweł Okrzesik  
student studiów  
II stopnia na kierunku  
Transport Wydziału  
Inżynierii Lądowej  
Politechniki Krakowskiej  
[pokrzesik@gmail.com](mailto:pokrzesik@gmail.com)

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym (srk) można podzielić według kryterium przeznaczenia na następujące grupy [4]:

- urządzenia sterowania ruchem na stacjach,
- urządzenia sterowania ruchem na liniach, w tym urządzenia zabezpieczenia na przejazdach drogowo-kolejowych,
- urządzenia specjalne (dla stacji przemysłowych, metro).

W grupie urządzeń sterowania ruchem kolejowym na stacjach w przeważającej części funkcjonują na sieci PKP urządzenia przełącznikowe i mechaniczne.

W skali całej sieci PKP udział poszczególnych rodzajów urządzeń sterowania ruchem na stacjach przedstawia się następująco (procent z ogólnej liczby zwrotnic uzależnionych w przebiegach pociągowych) [19]:

- mechaniczne kluczowe – 10%,
- mechaniczne scentralizowane – 33%,
- elektryczne suwakowe – 7%,
- przełącznikowe – 43%,
- przełącznikowo-komputerowe – 2%,
- komputerowe – 5%.

Urządzenia przełącznikowe stanowią prawie połowę urządzeń srk zainstalowanych na sieci kolejowej w Polsce. Dyżurni ruchu obsługujący te urządzenia muszą w dalszym ciągu nabywać umiejętności posługiwania się pulpitemi kostkowymi stanowiącymi ele-

ment współpracy operatora z systemem, tak w zakresie uzyskiwania informacji o stanie procesu jak też wydawania poleceń sterujących.

## Kształcenie i doskonalenie zawodowe dyżurnych ruchu

W okresie funkcjonowania techników kolejowych przygotowanie do zawodu dyżurnego ruchu odbywało się w nich na specjalności „Ruch i przewozy kolejowe”. Po zmianie modelu szkolnictwa średniego w Polsce, a także po przekształceniu się przedsiębiorstwa PKP w szereg spółek kapitałowych i redukcji poziomu zatrudnienia następowało stopniowe przekształcanie specjalizowanych techników kolejowych w średnie szkoły zawodowe o profilu bardziej ogólnym. Specjalność „Ruch i przewozy kolejowe” zaczęto zastępować bardziej ogólną specjalnością „Technik transportu kolejowego”. Ilość szkół prowadzących specjalności dla przyszłych dyżurnych ruchu nie jest duża i nie zawsze cieszą się one zainteresowaniem wśród uczniów – w efekcie droga przygotowywania dyżurnych ruchu przez technika i szkoły policealne prawie uległa likwidacji. Stąd uruchamianie kursów przez wyspecjalizowane firmy szkoleniowe, także we współpracy ze spółkami Grupy PKP lub innymi przedsię-

biorstwami. Niekiedy szkolenia odbywają się w trybie wewnątrzzakładowym.

Obecnie dyżurni ruchu są najczęściej pracownikami spółki PKP, PLK S.A., a kandydaci do tego zawodu kształceni są głównie w zawodowych szkołach policealnych [6], w firmach szkoleniowych, jak np. CS Szkolenie i Doradztwo Sp. z o.o. [3], Hagans Logistic Sp. z o.o. [7], oraz w mniejszym zakresie w zawodowych szkołach ponadgimnazjalnych. Bardzo często te podmioty korzystają z bazy danych techników kolejowych.

W opracowanym przewodniku po zawodach [9], w grupie klasyfikacyjnej „Transport i łączność” znajduje się grupa transportu kolejowego i wyszczególniony jest zawód dyżurnego ruchu [10]. W klasyfikacji zawodów i specjalności zawód dyżurnego ruchu zamieszczony jest pod kodem 831204 [11]. Zawód ten opisany jest według następującego wzorca:

- zadania i czynności,
- środowisko pracy,
- wymagania psychologiczne,
- wymagania fizyczne i zdrowotne,
- warunki podjęcia pracy w zawodzie,
- możliwości awansu w hierarchii zawodowej,
- możliwości podjęcia pracy przez dorosłych,
- polecana literatura,
- inne zawody z tej klasy.

Przygotowanie zawodowe dla zatrudnionych już przez zarządcę infrastruktury kandydatów na dyżurnych ruchu prowadzone jest w dwu wariantach (kandydat posiada wykształcenie średnie kierunkowe lub posiada tylko wykształcenie średnie ogólne) i obejmuje:

- a) szkolenie teoretyczne,
- b) staż stanowiskowy i szkolenie praktyczne w jednostce organizacyjnej pracodawcy, w dyspozycji i w jednostce zajmującej się eksploatacją pojazdów kolejowych,
- c) zajęcia próbne – wykonywanie pracy pod nadzorem na stanowisku, na którym kandydat ma być zatrudniony.

Szczegółowy program i harmonogram przygotowania zawodowego (stażu zawodowego) zawiera Rozporządzenie Ministra Infrastruktury [20]. Następnym etapem jest zdanie egzaminu kwalifikacyjnego przed Komisją UTK, który przeprowadza się na wniosek pracodawcy.

Egzamin ten składa się z następujących trzech części:

- a) teoretycznej,
- b) praktycznej,
- c) z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy – według programu opracowanego przez pracodawcę zgodnie z przepisami ustawy – Kodeks pracy.

Również zakres tematyczny egzaminu kwalifikacyjnego, jak też skład i zasady powołania komisji szczegółowo precyzuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lutego 2011 [20].

W procesie przygotowania zawodowego dyżurnych ruchu, jak też podczas doskonalenia zawodowego już w okresie pracy, podkreśla się szczególną rolę samokształcenia jako formy zdobywania wiedzy. Forma ta musi wynikać z osobistego zaangażowania pracownika i jego dążenia do coraz lepszego poznania tajników związanych z wykonywanym zawodem. Forma ta może być również wspierana przez wykorzystanie komputerowych symulatorów stanowisk związanych z prowadzeniem ruchu pociągów [17].

## Możliwości wspierania nauki zawodu związanego z ruchem kolejowym

Prowadzenie ruchu kolejowego jest nierozdzielnie związane z obsługą urządzeń sterowania ruchem kolejowym, obsługą pojazdów trakcyjnych, a także z wymianą informacji między posterunkami ruchu, czy między nimi a pojazdami trakcyjnymi. Stąd na etapie przygotowania kandydatów do zawodów związanych bezpośrednio z ruchem kolejowym bardzo istotne jest zapewnienie możliwości praktycznego opanowania techniki pracy z różnymi urządzeniami.

W dzisiejszych warunkach praktyczną naukę obsługi różnych urządzeń w kolejnictwie można realizować następująco:

- na oryginalnych urządzeniach zainstalowanych na posterunkach ruchu lub w pojazdach,
- na oryginalnych urządzeniach zainstalowanych w pracowniach laboratoryjnych szkół czy firm szkoleniowych,
- na symulatorach stanowiących kombinację oryginalnych urządzeń i techniki komputerowej,
- na symulatorach komputerowych.

Wykonywanie ćwiczeń na urządzeniach w posterunkach ruchu, czy w lokomotywach jest z oczywistych powodów bardzo ograniczone i dostępne właściwie tylko dla kandydatów już zatrudnionych u przewoźnika lub zarządcy infrastruktury. Kandydat ma przy tym najczęściej możliwość poznania tylko typowego zakresu pracy na urządzeniach.

Większe możliwości pracy na oryginalnych urządzeniach np. srk stwarzają specjalistyczne pracownie, w których gromadzi się różne systemy. Pracownie takie wymagają jednak dużych pomieszczeń i sporych nakładów finansowych, co przy malejącej liczbie szkolonych osób nie jest zbyt efektywne.

Przykładem symulatora bazującego na oryginalnych urządzeniach może być kabina maszynisty lokomotywy pociągowej EP09, w której manipulatory są rzeczywiste, a symulowane są efekty dźwiękowe, wskazania przyrządów i wskaźników, efekty drgań czy widok za oknem kabiny związany z sytuacją, w jakiej znalazł się maszynista [18]. W zadanej sytuacji musi on odpowiednio reagować. Można inscenizować przy tym także sytuacje ekstremalne. W podanym tu przypadku symulator oznacza odpowiednio przygotowane urządzenie sterowane programem komputerowym, którego zadaniem jest w miarę wierne odtwarzanie warunków rzeczywistych występujących podczas pracy np. maszynisty czy dyżurnego ruchu. Brak jest tylko ryzyka związanego ze spowodowaniem wypadku.

Natomiast symulatory komputerowe, czy programy komputerowe wspomagające proces kształcenia, to również pewna forma symulatorów, jednak bez urządzeń specjalistycznych. Programy symulacyjne uruchamiane są na typowych zestawach mikrokomputerów i uczestnik szkolenia ma możliwość ćwiczenia czynności manualnych tak w trakcie szkolenia jak też samodzielnie po zakończeniu szkolenia. Funkcje symulowania sytuacji rzeczywistych przejmują na siebie odpowiednio skonstruowany program. Możliwe jest zademonstrowanie na jednym zestawie komputerowym obsługi bardzo różnorodnych urządzeń i dla szerokiego zakresu sytuacji ruchowych.

Symulatory komputerowe można uruchamiać na pojedynczym komputerze PC, można je wykorzystywać w sieciach lokalnych lub można pracować przez internet.

Przykładem programu lokalnego jest DEMO pulpitu hybrydowych urządzeń stacyjnych sterowania ruchem kolejowym typu OSA-H [14]. Pulpit ten sterowany jest klawiaturą i myszką jak w urządzeniach rzeczywistych, a wskazania wyświetlane są na ekranie monitora. Przykładem symulatora uruchamianego na komputerze PC, udostępnionego na stronach internetowych może być symulator ISDR opisywany dalej w niniejszym artykule. Jest on dostępny w internecie pod adresem [www.isdr.pl](http://www.isdr.pl).

## Zastosowanie symulacji komputerowej w procesie kształcenia i doskonalenia zawodowego

Symulacja to technika służąca do imitowania działania całego systemu lub naśladowania pewnej sytuacji (ekonomicznej, militarnej, mechanicznej, itp.) poprzez użycie odpowiednich modeli lub urządzeń w celu zdobycia informacji lub w celach dydaktycznych. Jeżeli symulacja realizowana jest przy pomocy programu komputerowego, wówczas mówimy o symulatorze komputerowym. Jak wynika z tego określenia, symulatory komputerowe budowane dla celów dydaktycznych stanowią jedną z klas narzędzi wykorzystywanych w procesie kształcenia czy doskonalenia zawodowego.

Inne przykładowe zastosowania symulatorów komputerowych to:

- badanie konstrukcji mechanicznych czy budowlanych pod względem wytrzymałości,
- badanie i projektowanie nowych układów elektronicznych,
- badanie zachowania się systemów ekonomicznych czy społecznych,
- symulowanie działania różnego rodzaju sieci, itd.

Trudno dzisiaj znaleźć dziedzinę gospodarki, w której nie byłyby stosowane mniej lub bardziej złożone systemy symulacyjne.

W obszarze dydaktyki również coraz szersze zastosowanie znajdują symulatory komputerowe. Można wskazać następujące szczególne przypadki ich zastosowania:

- szkolenie oraz doskonalenie umiejętności obsługi urządzeń technicznych – symulator odtwarza rzeczywistą sytuację w sposób doskonały, planuje ścieżkę szkolenia w zależności od postępów oraz umożliwia ocenę postępów,
- ćwiczenie zachowań operatora w sytuacjach ekstremalnych, które występują w rzeczywistości bardzo rzadko, a wymagają natychmiastowej reakcji i mogą być powtarzane wielokrotnie,
- sprawdzanie efektów i ćwiczenie zachowań w wojskowości, gdzie użycie np. niektórych rodzajów broni nie jest możliwe bez koniecznej potrzeby; wypracowywanie reakcji w sytuacjach kryzysowych,

- szkolenie obsługi wielkich statków oceanicznych; szkolenie obsługi nowoczesnych, bardzo zaawansowanych, a jednocześnie drogich urządzeń medycznych. Zastosowanie symulatorów komputerowych w procesie nauczania zalicza się dzisiaj do całego kompleksu narzędzi i metod zwanego e-learningiem [17].

### Funkcjonalność systemu E w sterowaniu ruchem pociągów na stacji

Pierwsze przekaźnikowe urządzenia sterowania ruchem kolejowym systemu E rozpoczęto instalować na sieci PKP w 1948 r. w oparciu o elementy produkowane na licencji zakupionej od szwedzkiej firmy L.M. Ericsson. Licencja ta obejmowała wytwarzanie przekaźników, sygnalizatorów świetlnych, napędów zwrotnicowych i rogatkowych, dławików torowych i innych podzespołów. Rozwiązania schematowe wzorowano na urządzeniach szwedzkich, dostosowując je do polskich przepisów. Wkrótce wprowadzono szereg usprawnień, polegających m.in. na zastąpieniu przekaźników zaciskowych przekaźnikami wtykowymi oraz opracowaniu uniwersalnych pulpitów nastawczych [13].

Tak uformowany system rozpoczęto wprowadzać na sieć PKP w szerszym zakresie i stał się on podstawowym systemem przekaźnikowych urządzeń stacyjnych w przedsiębiorstwie PKP. Lata eksploatacji wykazały wiele zalet systemu, do których należą przede wszystkim prostota i przejrzystość układów oraz duża niezawodność działania. Z drugiej strony system charakteryzuje się małą sprawnością, powodowaną ograniczonymi możliwościami sekcyjnego zwalniania przebiegów, długimi czasami działania przekaźników i brakiem przebiegowego nastawiania zwrotnic i sygnałów – z uwagi na to jest odpowiedni głównie dla małych i średnich stacji, choć został zastosowany także na wielu dużych węzłach.

Elementy systemu projektowane i montowane są indywidualnie na podstawie tablic zależności i planu schematycznego urządzeń srk. Jako elementy zależnościowe stosowane są głównie przekaźniki wtykowe typu JRK, zasilane prądem stałym o napięciu 24V. Do podstawowych obwodów grupy zależnościowej systemu E zaliczyć można [21]:

- obwody sterujące zwrotnic i wykolejnic, w których kontrolowane są warunki przedstawienia zwrotnic i wykolejnic (utwierdzenie, niezajętość),
- obwody sygnałowe, w których kontrolowane są warunki wyświetlenia sygnału zezwalającego (położenia zwrotnic i wykolejnic, niezajętość odcinków, wykluczenie przebiegów sprzecznych, stan blokady liniowej i stacyjnej),
- obwody utwierdzające i zwalnające, od-

powiadające za utwierdzenie i zwalnianie przebiegów,

- obwody kontroli zwolnienia, w których kontrolowana jest poprawność działania niektórych przekaźników i innych elementów.

Obwody te współpracują z urządzeniami zewnętrznymi poprzez obwody grupy nastawczej, do których zaliczają się m.in. obwody nastawcze i kontrolne zwrotnic oraz obwody świateł na sygnalizatorach. Niezajętość odcinków torowych i zwrotnicowych kontrolowana jest układowo – w typowym rozwiązaniu stosowane są w tym celu klasyczne obwody torowe ze złączami izolowanymi.

System E współpracować może z różnymi rodzajami blokad liniowych, a także z innymi rodzajami urządzeń stacyjnych za pośrednictwem przekaźnikowej blokady stacyjnej. Jako interfejs operatora typowo stosowany jest pulpit nastawczy typu kostkowego, na którym umieszczony jest plan świetlny układu torowego wraz z przyciskami sterującymi i innymi elementami. Większość czynności na pulpicie nastawczym wykonywana jest poprzez obsłużenie jednego przycisku. W ostatnich latach rozpoczęto wprowadzanie elektronicznych pulpitów nastawczych w nowych lub modernizowanych urządzeniach systemu E [5].

Cechą charakterystyczną obsługi urządzeń systemu E jest indywidualne nastawianie zwrotnic i wykolejnic przy pomocy trójpołożeniowych przycisków nastawczych. Położenie zwrotnicy sygnalizowane jest świeceniem odpowiedniej szczeliny kontrolnej kolorem żółtym. Powstały także układy nastawiania przebiegowego, stosowane jako uzupełnienie podstawowych obwodów systemu, jednak znalazły zastosowanie jedynie na niektórych większych stacjach.

Po przygotowaniu drogi przebiegu obsługiwany jest przycisk sygnałowy sygnalizatora będącego początkiem przebiegu. Wraz z jego naciśnięciem następuje równoczesne utwierdzenie przebiegu, sygnalizowane podświetleniem szczeliny wzdłuż drogi przebiegu na biało i wyświetlenie sygnału zezwalającego na jazdę. Sygnał wygaszany jest samoczynnie wraz z zajęciem przez tabor odcinka za sygnalizatorem lub poprzez podciągnięcie w górę przycisku sygnałowego. Zajętość odcinka sygnalizowana jest podświetleniem szczeliny na pulpicie kolorem czerwonym.

Utwardzenie drogi przebiegu, łącznie z drogą ochronną, zwalniane jest w zasadzie wraz ze zjechaniem taboru z ostatniego odcinka drogi przebiegu. W systemie E przeważnie przebiegi nie są zwalniane sekcyjnie, jednak w razie potrzeby możliwy jest podział na 2 - 3 sekcje, przy czym każda sekcja stanowi jakby osobny przebieg. Zależnie od potrzeb ruchowych, przebiegi manewrowe mogą zostać zaprojektowane jako utwier-

dzane, zamykane lub wolne. Ręczne (doraźne) zwolnienie utwierdzenia przebiegu następuje bezzwłocznie po podciągnięciu w górę plombowanego przycisku odpowiedniego sygnalizatora.

W przypadku uszkodzenia odcinka izolowanego zwrotnicy jej przestawianie możliwe jest poprzez obsłużenie jej przycisku równocześnie z podciągnięciem w górę plombowanego przycisku pomocniczego danej zwrotnicy. Rozprucie zwrotnicy sygnalizowane jest miganiem szczelin świetlnych zwrotnicy na czerwono i dzwonkiem. Wyłączenie sygnalizacji rozprucia dokonywane jest podciągnięciem w górę plombowanego przycisku kasowania rozprucia danej zwrotnicy.

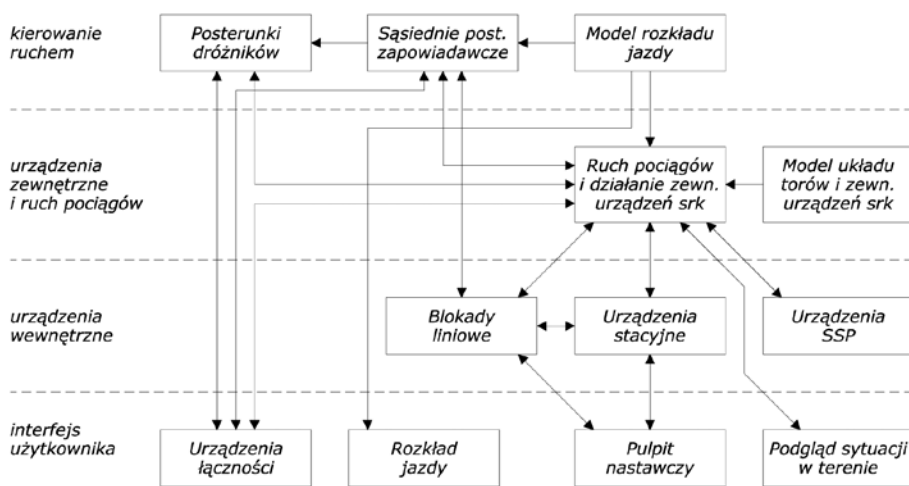
W razie usterki uniemożliwiającej wyświetlenie sygnału zezwalającego na jazdę na semaforze istnieje możliwość wyświetlenia na nim sygnału zastępczego. Odbywa się to poprzez podciągnięcie w górę przycisku sygnału zastępczego danego semafora, którego użycie rejestrowane jest licznikiem. Sygnał zastępczy zostaje wygaszony samoczynnie po 90 sekundach lub poprzez wciśnięcie przycisku sygnału zastępczego. Droga przebiegu zabezpieczana jest w takim przypadku przeważnie poprzez wyłączenie napięcia nastawczego.

### Założenia budowy oraz logika symulatora

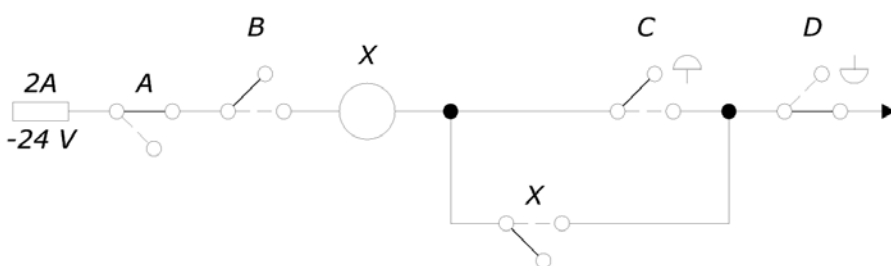
Podstawowym celem opisywanego programu symulacyjnego jest odwzorowanie działania urządzeń stacyjnych systemu E oraz typowych współpracujących z nim blokad liniowych wraz z możliwością symulacji wybranych usterek. Symulacja obejmuje także działanie urządzeń na przejazdach drogowo-kolejowych. Ponadto w programie stworzono rozbudowaną warstwę symulacji ruchu pojazdów i kierowania ruchem, dzięki czemu poza obsługą samych urządzeń srk odwzorowane są podstawowe czynności związane z prowadzeniem ruchu (np. porozumiewanie się z sąsiednimi posterunkami) [16].

Infrastruktura wraz z ruchem kolejowym stanowią skomplikowany system złożony z wielu powiązanych ze sobą podsystemów o różnych właściwościach. Model symulacyjny zastosowany w programie składa się z szeregu modeli składowych stanowiących przeważnie oddzielne moduły programowe, których układ w przybliżeniu odpowiada układowi powiązań urządzeń i posterunków rzeczywistej stacji (rys. 1). Układ ten, a także modele urządzeń i układu torowego, można modyfikować, dzięki czemu możliwe jest odwzorowanie innych stacji, a w dalszej perspektywie również innych rodzajów urządzeń stacyjnych i liniowych.

Podstawą funkcjonowania programu jest moduł odpowiadający za działanie ze-



1. Sposób powiązania modułów programowych symulatora



$$X := A \text{ and } (\text{not } B) \text{ and } (X \text{ or } C) \text{ and } (\text{not } D)$$

2. Przykładowy obwód przekaźnika i jego odwzorowanie w postaci równania logicznego

wewnętrznych urządzeń srk oraz symulację ruchu pojazdów, do której wykorzystywany jest dokładny, sieciowy model układu torów i urządzeń posterunku. Stan zewnętrznych urządzeń srk zależy od sygnałów przekazywanych z innych modułów programu (głównie z modułu symulującego działanie warstwy zależnościowej systemu). Model ruchu pojazdów uwzględnia ich masę, moc oraz opory ruchu, dzięki czemu uzyskano realistyczne czasy jazdy. Sterowanie ruchem pojazdów odbywa się na podstawie sygnałów na sygnalizatorach przytorowych oraz sygnałów otrzymywanych bezpośrednio od użytkownika programu.

Z modelem urządzeń zewnętrznych powiązany jest model urządzeń wewnętrznych, tzn. przekaźnikowej warstwy zależnościowej połączonej z pulpitem nastawczym. Realizacja zależności w systemie E opiera się na układach przekaźników elektromagnetycznych, które zamykają bądź otwierają obwody pod wpływem prądu elektrycznego.

W programie odwzorowano działanie najważniejszych przekaźników, takich jak przekaźniki nastawcze zwrotnic, sygnałowe, utwierdzające i zwalniające. Przekaźniki te reprezentowane są w programie przez zmienne logiczne, lub – w przypadku przekaźników czasowych albo działających z opóźnieniem – przez zmienne liczbowe odliczające czas do wzbudzenia lub zwol-

nienia przekaźnika. Stan przekaźników ustalany jest przy pomocy równań logicznych, które tworzone są z wykorzystaniem uproszczonych schematów ich obwodów elektrycznych. Zasadę odwzorowania stanu obwodu przekaźnika poprzez równanie logiczne przedstawiono na rys. 2.

W równaniach sprawdzany jest stan elementów kontrolowanych w danym obwodzie, np. przycisków lub innych przekaźników. Wynik równania określa, czy dany obwód jest otwarty, czy zamknięty, co w efekcie określa wartość zmiennej reprezentującej przekaźnik. Symulacja działania pozostałych obwodów lub urządzeń (np. blokad liniowych) przebiega w sposób uproszczony, z zachowaniem logiki działania rzeczywistych urządzeń. Model działania blokad liniowych oparty jest o grafy stanów, w których określono możliwe stany blokady oraz warunki przejść pomiędzy tymi stanami.

W procesie kierowania ruchem na szlakach zasadniczą rolę odgrywają moduły sąsiednich posterunków zapowiadawczych. Zadaniem tych modułów jest przyjmowanie i wyprawianie pociągów na końcach torów szlakowych, obsługa blokad liniowych oraz komunikacja z użytkownikiem programu (zapowiadanie pociągów). Wyprawienie pociągu na szlak przez sąsiedni posterunek zapowiadawczy uwarunkowane jest sytuacją ruchową na torze szlakowym, stanem

blokad liniowej oraz otrzymaniem pozwolenia od użytkownika w przypadku ruchu dwukierunkowego. Komunikacja z użytkownikiem polega na wymianie określonych telefonogramów, w których podawany jest numer pociągu, numer toru, godzina lub inne informacje.

Poza modułami sąsiednich posterunków zapowiadawczych przewidziano moduły posterunków dróżników i posterunków stwierdzania końca pociągu. Moduły te symulują działanie urządzeń na przejazdach drogowo-kolejowych lub potwierdzenia wjazdu pociągu z właściwym osygnalizowaniem na podstawie informacji otrzymywanych od użytkownika lub sąsiednich posterunków zapowiadawczych oraz obserwacji ruchu pociągów w rejonie posterunku.

## Funkcjonalność symulatora

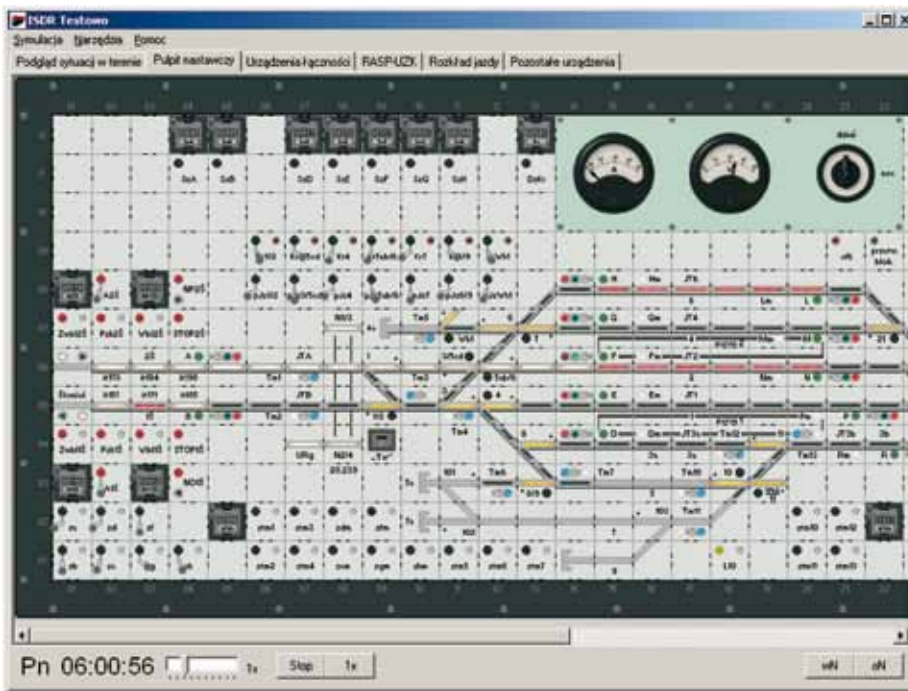
Program odwzorowuje działanie urządzeń srk i prowadzenie ruchu kolejowego na niewielkiej stacji węzłowej według ustalonego rozkładu jazdy. Do zadań użytkownika należy obsługa urządzeń srk i porozumiewanie się z innymi posterunkami technicznymi, jak również z maszynistami. Możliwe jest także wprowadzanie różnych obostrzeń związanych z usterkami urządzeń i innymi sytuacjami (np. wydawanie rozkazów pisemnych, zamknięcie toru szlakowego, telefoniczne zapowiadanie pociągów).

Najważniejsze elementy interfejsu użytkownika rozmieszczone zostały na kilku zakładkach, do których należą [16]:

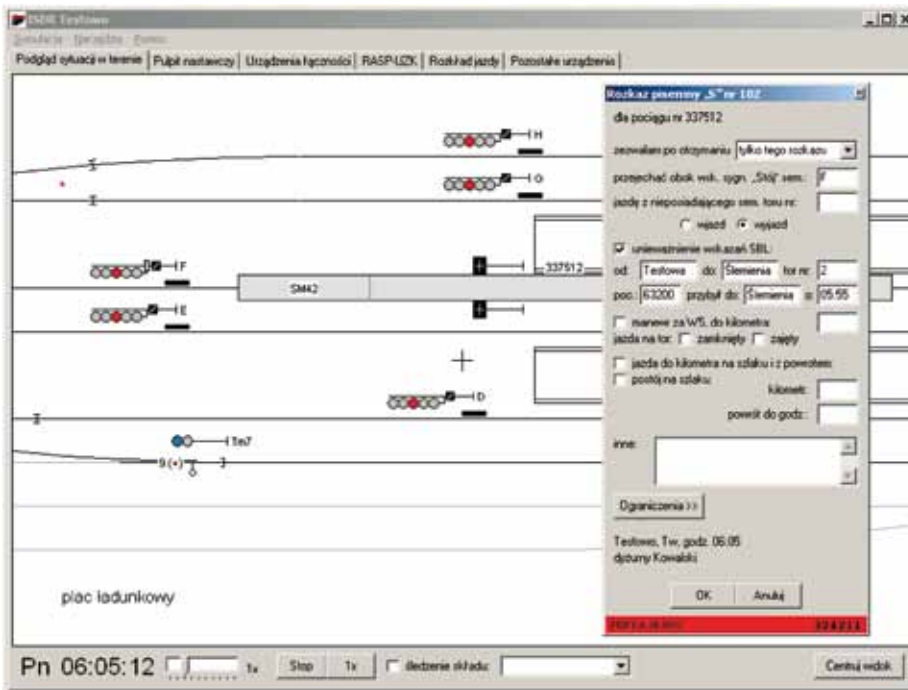
- Podgląd sytuacji w terenie,
- Pulpit nastawczy,
- Urządzenia łączności,
- Rozkład jazdy,
- inne, np. urządzenia przejazdowe.

Zasadniczym elementem interfejsu użytkownika z punktu widzenia symulacji urządzeń srk jest kostkowy pulpit nastawczy (rys. 3). Zawiera on elementy sterownicze i sygnalizacyjne urządzeń stacyjnych systemu E, a także półsamoczynnych blokad liniowych typu C i Eap oraz samoczynnej blokady liniowej typu Eac. Odwzorowano wszystkie podstawowe oraz doraźne funkcje tych urządzeń. Obsługa przycisków odbywa się przy użyciu lewego i prawego klawisza myszy, co odpowiada wcisnięciu i podciągnięciu w górę przycisków. Jednoczesna obsługa dwóch przycisków realizowana jest poprzez kolejne naciśnięcie pierwszego i drugiego przycisku z przytrzymanym klawiszem Shift.

Z symulacją działania urządzeń srk związana jest symulacja występowania usterek tych urządzeń, dzięki której możliwe jest wywołanie różnych sytuacji wymagających ich awaryjnej obsługi. Odwzorowano m.in. takie usterki jak: uszkodzenie odcinka izolowanego, przepalenie żarówki sygnalizatora, usterki w obwodzie nastawczym lub kontrolnym



3. Widok okna programu z otwartą zakładką Pulpit nastawczy



4. Widok okna programu z otwartą zakładką Podgląd sytuacji w terenie i formularzem rozkazu pisemnego „S”

zwrótnicy, rozprucie pozorne, przerwanie żył blokady liniowej między posterunkami ruchu, itp. Usterki występować mogą losowo lub na żądanie użytkownika.

Kolejnym istotnym elementem programu jest podgląd sytuacji w terenie (rys. 4). Jest to plan układu torowego posterunku ruchu wykonany w naturalnej skali, na którym zobrazowane jest położenie składów pociągów i manewrów oraz aktualne stany zewnętrznych urządzeń srk. Podgląd sytuacji w terenie umożliwia prowadzenie ruchu pociągów w przypadku wystąpienia przeszkód w działaniu urządzeń srk. Narzędzie to spełnia w programie następujące funkcje:

- podgląd rzeczywistego stanu urządzeń srk,
- korbowanie napędów zwrótnic i wykolejnic w razie przeszkód w ich działaniu,
- sprawdzanie niezajętości torów i rozjazdów w razie usterek lub braku urządzeń kontroli niezajętości,
- podawanie sygnałów i poleceń składom pociągów i manewrów,
- wydawanie rozkazów pisemnych „O”, „S” oraz „N”,
- łączenie i rozłączanie taboru,
- sprawdzanie osygnalizowania składów pociągów (sygnały końca pociągu).

Na zakładce Urządzenia łączności (rys. 5) umieszczone zostały narzędzia służące do

telefonicznego porozumiewania się z innymi posterunkami technicznymi oraz radiotelefonicznego porozumiewania się z obsługą pojazdów trakcyjnych. Narzędzie odpowiadające za łączność telefoniczną składa się z trzech elementów:

- manipulatora centralki dyspozycyjnej,
- przycisków służących do wybierania telefonogramów,
- okna rozmowy.

Manipulator służy do wyboru abonenta i nawiązywania oraz odbierania połączeń. Prowadzenie rozmowy polega na wybraniu gotowych wzorów telefonogramów wraz z podaniem parametrów takich jak numer pociągu, numer toru, godzina czy powód nawiązywania łączności. Podstawowymi funkcjami łączności telefonicznej w programie są zapowiadanie pociągów między posterunkami ruchu oraz powiadamianie dróżników przejazdowych o jeździe pociągów. Możliwe jest również wprowadzanie telefonicznego zapowiadania pociągów oraz zamykanie torów szlakowych.

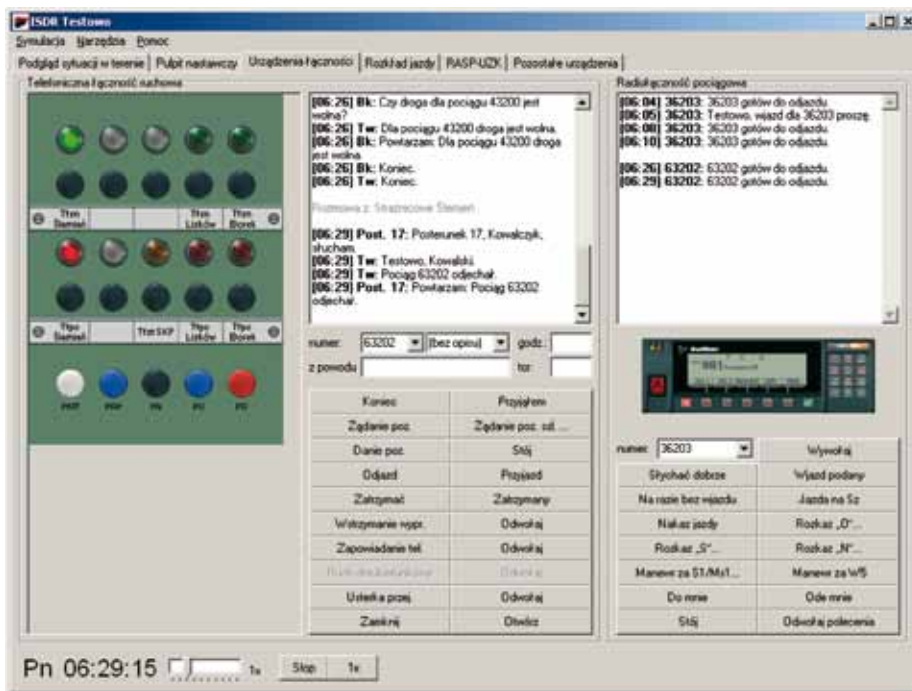
Radiolączność pociągowa działa na zasadzie podobnej do łączności telefonicznej i przeznaczona jest do przekazywania obsadzie pojazdów trakcyjnych poleceń i rozkazów, a także wysyłania sygnału „Alarm”.

Do pozostałych elementów programu należą manipulatory urządzeń na przejazdach drogowo-kolejowych, urządzenia zdalnej kontroli samoczynnych sygnalizacji przejazdowych oraz rozkład jazdy. Rozkład jazdy pokazywany może być w formie statycznego wyciągu z rozkładu jazdy dla posterunku ruchu lub w postaci interaktywnej tabeli, imitującej w uproszczeniu działanie Systemu Wspomagania Dyżurnego Ruchu. Podobnie jak w rzeczywistości, w tabeli pokazywane są informacje o opóźnieniach pociągów, a także możliwe jest wprowadzanie rzeczywistych czasów przyjazdu i odjazdu pociągów przez użytkownika.

Bardziej szczegółowy opis realizacji poszczególnych funkcji symulatora znajduje się w instrukcji jego obsługi dostępnej na stronie [www.isdr.pl](http://www.isdr.pl) [8].

## Możliwości rozbudowy symulatora

Podczas tworzenia programu położono duży nacisk na uniwersalność i modułową budowę kodu źródłowego, co ma w przyszłości ułatwić tworzenie na jego podstawie symulatorów innych posterunków i urządzeń. Operacja taka polegać będzie głównie na podmianie niektórych modeli i plików wykorzystywanych w symulacji (np. modelu układu torowego, urządzeń zależnościowych, pulpitu nastawczego czy rozkładu jazdy), tworzonych w dedykowanych edytorach oraz dodania, właściwego powiązania i skonfigurowania gotowych modułów programowych.



5. Widok okna programu z otwartą zakładką Urządzenia łączności



6. Widok symulatora wykorzystującego rzeczywisty pulpit nastawczy, opartego na modułach programowych ISDR

Program ukierunkowany jest na symulację działania urządzeń przełącznikowych typu E. Odzworowanie posterunków z innymi rodzajami urządzeń możliwe będzie po opracowaniu modeli symulacyjnych tych urządzeń - pozostałe moduły programowe i elementy programu (np. moduły urządzeń zewnętrznych, współpracujących posterunków technicznych czy urządzeń łączności) nie będą wymagały istotnych zmian.

Przewidywana jest możliwość rozbudowy symulatora do wersji wielostanowiskowej, odwzorowującej prowadzenie ruchu przez kilka kolejnych posterunków ruchu. Dla każdego posterunku ruchu przygotowana byłaby oddzielna aplikacja, komunikująca się z pozostałymi poprzez sieć lokalną. Dodatkowo symulacja mogłaby obejmować stanowisko dyspozytora odcinkowego, który koordynowałby ruch pociągów na odcinku i wprowadzałby dane dla Systemu Wspomagania Dyżurnego Ruchu. Prowadzenie ruchu przez kilku użytkowników pozwalałoby na symulowanie praktycznie dowolnych

sytuacji ruchowych na szlakach, co w zasadniczej wersji ograniczone jest funkcjonalnością modułów odpowiadających za działanie sąsiednich posterunków zapowiadawczych.

Możliwe jest także połączenie programu z zewnętrznym pulpitem nastawczym, który w takim układzie działa równolegle do pulpitu odwzorowanego w programie. Do tego celu wykorzystane mogą zostać nieużywane pulpity dawnych pracowni techników kolejowych lub pulpity zdemontowane podczas modernizacji urządzeń. Połączenie programu z pulpitem nastawczym realizowane jest w takim przypadku przez sterownik mikroprocesorowy, przekształcający sygnały cyfrowe z programu na sygnały analogowe sterujące elementami pulpitu i na odwrót. Zbudowany w ten sposób symulator jest znacznie prostszy i tańszy od tradycyjnych symulatorów bazujących na technice przełącznikowej, a jednocześnie ma większe możliwości realistycznego odwzorowania ruchu kolejowego. Symulator wykonany w tej technice przedstawiony został na rys. 6.

## Wykorzystanie symulatora w procesie szkolenia i doskonalenia zawodowego dyżurnych ruchu

Podczas szkolenia przyszłych dyżurnych ruchu, zarówno w szkołach jak i na kursach, a nawet na nastawniach, możliwości obsługi rzeczywistych urządzeń srk są ograniczone, co utrudnia dobre zapoznanie się z ich działaniem i eksploatacją. Tymczasem zarówno egzamin potwierdzający kwalifikacje zawodowe technika transportu kolejowego [1], jak i egzamin kwalifikacyjny na dyżurnego ruchu [20] obejmują część praktyczną. Przygotowywanie się do tych egzaminów wymaga stworzenia różnych możliwości praktycznego ćwiczenia obsługi urządzeń srk – zarówno grupowo w czasie zajęć dydaktycznych, jak i samodzielnie w ramach indywidualnych potrzeb. Standardy wyposażenia dydaktycznego pracowni kształcenia zawodowego w zawodzie „Technik transportu kolejowego” opracowane przez KOWEZIU [12] zalecają, aby szkoły z laboratorium techniki ruchu kolejowego dysponowały nie tylko różnymi systemami liniowych i stacyjnych urządzeń srk, ale także stanowiskami komputerowymi z programami symulacyjnymi prowadzenia ruchu kolejowego.

Symulator ISDR z bardzo bogatymi funkcjami w zakresie obsługi przełącznikowych urządzeń typu E oraz różnych typów blokad liniowych wychodzi naprzeciw wskazanym powyżej potrzebom. Symulator może znaleźć zastosowanie jako uzupełnienie szkolenia praktycznego, pozwalając na ćwiczenie obsługi urządzeń srk i podstaw prowadzenia ruchu kolejowego w różnych sytuacjach, a także w przypadku usterek, co jest trudne do osiągnięcia w warunkach rzeczywistych. Oprócz obsługi samego programu użytkownik może dodatkowo prowadzić odpowiednie dokumenty, takie jak Dziennik ruchu posterunku zapowiadawczego. Ćwiczenia z wykorzystaniem symulatora odbywać się mogą w jednostce prowadzącej szkolenie w określonym wymiarze godzinowym lub na prywatnym komputerze szkolonej osoby w jej własnym zakresie [2].

## Zakończenie

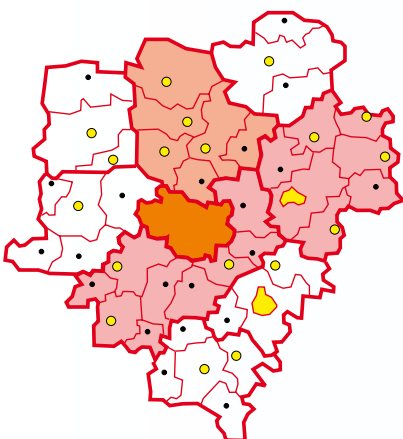
Celem artykułu było przedstawienie pewnej propozycji wspomagania procesu przygotowania do zawodu dyżurnego ruchu. Proces ten uległ modyfikacji w związku z likwidacją techników kolejowych i nielicznymi szkołami średnimi przygotowującymi do wykonywania zawodów związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego. Jak przedstawiono w artykule, dużą wagę przywiązuje się do samokształcenia przyszłych adeptów w tym zawodzie. Szczególnie proces samokształcenia może być wspomagany poprzez zastosowanie komputerowego symulatora pulpitu dyżurnego ruchu. Dostępność tego

symulatora na stronie internetowej sprawia, że może być szeroko używany nie tylko przez profesjonalistów, ale także przez entuzjastów transportu kolejowego, budując popularność tej dziedziny gospodarki. Jest to jego funkcja popularyzatorska, dobrze wpisująca się w koncepcję ustawicznego kształcenia. Wśród zgromadzonej wokół symulatora społeczności użytkowników znalazło się wielu pracowników kolei, a także uczniów szkół technicznych o profilu związanym z transportem kolejowym. Chociaż przeważająca ich większość używa programu w ramach własnych zainteresowań, dowodzi to, że technika symulacji komputerowej jest atrakcyjną formą zdobywania wiedzy o ruchu kolejowym i działaniu urządzeń srk. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Centralna Komisja Egzaminacyjna: „Informator o egzaminie potwierdzającym kwalifikacje zawodowe – technik transportu kolejowego” - MENiS, Warszawa 2005,
- [2] Chyba A., Okrzesik P., Puchała M.: „Symulator komputerowy przekaźnikowego systemu (typu E) sterowania ruchem pociągów na stacji jako narzędzie szkolenia i doskonalenia zawodowego dyżurnych ruchu” - X Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym”, Zakopane 30 listopada - 2 grudnia 2011 r. - Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, seria Materiały Konferencyjne nr 96,
- [3] Czarnocki J.: „Co dalej ze szkoleniami zawodowymi dla potrzeb transportu szynowego?” - Infrastruktura transportu nr 4/2011,
- [4] Dąbrowa-Bajon M.: „Podstawy sterowania ruchem kolejowym – funkcje, wymagania, zarys technik” – Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002,
- [5] Dyduch J., Kornaszewski M.: „Systemy sterowania ruchem kolejowym” - Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2007,
- [6] [http://www.apedukacja.pl/transport\\_kolejowy\\_kolejnictwo,184.html](http://www.apedukacja.pl/transport_kolejowy_kolejnictwo,184.html) – strona internetowa Szkoły Policealnej,
- [7] <http://www.hagans.pl/szkolenia/kursy-kwalifikacyjne> - strona internetowa Ośrodka Kształcenia Zawodowego,
- [8] <http://www.isdr.pl> - strona internetowa zawierająca prezentowany symulator,
- [9] <http://zawody.kaszur.pl/index.php?show=clsf> – profile zawodowe różnych specjalności,
- [10] <http://zawody.kaszur.pl/index.php?show=job&id=831202#req> – profil kursu przygotowującego do zawodu dyżurnego ruchu,
- [11] [http://www.zawodyregulowane.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=32&Itemid=226](http://www.zawodyregulowane.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=226) – Wymagania stawiane dyżurnemu ruchu oraz profil przygotowania zawodowego,
- [12] Krajowy Ośrodek Wspierania Edukacji Zawodowej i Ustawicznej: „Standardy wyposażenia dydaktycznego pracowni kształcenia zawodowego – technik transportu kolejowego”,
- [13] Makowski S.: "Program automatyzacji sterowania ruchem na PKP do 2000 roku" - Automatyka Kolejowa nr 11/1989,
- [14] Mielnik R., Puchała M.: „Doskonalenie zawodowe pracowników PKP w zakresie obsługi i eksploatacji komputerowo – przekaźnikowego systemu urządzeń stacyjnych OSA-H” – XIII Konferencja Naukowa „Pojazdy Szynowe '98” Katowice – Ustroń 8 – 10 października 1998 r. – Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport zeszyt nr 33,
- [15] Molecki B.: „Oprogramowanie symulacyjne a problematyka transportu szynowego” - Technika Transportu Szynowego, 10/1997,
- [16] Okrzesik P., „Koncepcja symulatora komputerowego urządzeń sterowania ruchem kolejowym typu E dla potrzeb dydaktyki” – praca dyplomowa inżynierska, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011,
- [17] Puchała M.: „Miejsce zarządzania wiedzą w procesie zarządzania” – Ogólnopolska Konferencja Naukowo – Techniczna „Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w kolejnictwie”, Krynica 17 – 19 listopada 2004 r., Zeszyty Naukowe – Techniczne SITKRP – Oddział w Krakowie zeszyt nr 117 seria Materiały Konferencyjne (nr 66) - Kraków 2004,
- [18] Puchała M.: „Doskonalenie zawodowe pracowników przedsiębiorstwa PKP wynikające z wdrażania systemów komputerowych” - [w:] Aleksander Tadeusz [red.] „Środowiska wychowawcze i edukacja dorosłych w dobie przemian” – Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2003,
- [19] Roczny raport 2009 – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2010,
- [20] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lutego 2011 w sprawie pracowników zatrudnionych na stanowiskach bezpośrednio związanych z prowadzeniem i bezpieczeństwem ruchu kolejowego, prowadzeniem określonych rodzajów pojazdów kolejowych oraz pojazdów kolejowych metra,
- [21] Zajączkowski A., Kalicińska K., Olen-drzyński W.: „Elektryczne urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego - urządzenia stacyjne” - WKŁ, Warszawa 1976,

## Call for Papers — zaproszenie do publikacji „Plany Transportowe”



Redakcja „Przeglądu Komunikacyjnego” planuje wydać w połowie roku 2013 numer tematyczny dotyczący zagadnień związanych z opracowywaniem „Planów zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego” zgodnie z zakresem definiowanym w „Ustawie o publicznym transporcie zbiorowym”.

Prosimy o nadsyłanie materiałów dotyczących prowadzonych prac oraz opisów wdrożonych lub planowanych rozwiązań.

Termin nadsyłania artykułów: **30.04.2013 r.**

**O zakwalifikowaniu do druku decyduje także kolejność zgłoszeń.**

Artykuły przygotowane zgodnie z wytycznymi Przeglądu Komunikacyjnego należy nadsyłać na adres: [artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl](mailto:artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl)

Informacje dotyczące sugerowanych obszarów tematycznych publikacji dostępne są na stronie <http://przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl/> w zakładce „Call for Papers”