

Andrzej Kochan

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

SYMULATOR RZECZYWISTEGO RUCHU POCIĄGÓW SRP-WT

Rękopis dostarczono, maj 2013

Streszczenie: W artykule autor przedstawia genezę projektu i realizacji symulatora rzeczywistego ruchu pociągów SRP-WT. Symulator stanowi integralny element zintegrowanego stanowiska kierowania i sterowania ruchem kolejowym (ksrk) zrealizowanego w technice komputerowej, znajdującego się w Laboratorium Sterowania Ruchem Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Symulator SRP-WT współpracując z takimi podsystemami jak: podsystem przekazywania informacji o pociągu, centrum dyspozytorskie i nastawnica komputerowa pozwala na przeprowadzanie zajęć dydaktycznych wymagających złożonych sytuacji ruchowych. Oprócz celów dydaktycznych symulator znajduje zastosowanie w badaniach różnych właściwości komputerowych urządzeń ksrk budowanych w laboratorium jak i po za nim. W kolejnych punktach artykułu autor opisuje założenia dla architektury i funkcjonalności symulatora ruchu pociągu SRP-WT. W przedostatnim punkcie opisane zostały przykładowe zadania symulacyjne realizowane przez symulator w trakcie ćwiczeń dydaktycznych na stanowisku dyżurnego ruchu i dyspozytora liniowego. **Słowa kluczowe:** symulacja ruchu pociągów, kierowanie i sterowanie ruchem pociągów, testowanie urządzeń srk, szkolenia pracowników kolei

1. RUCH POCIĄGÓW

Ruch pociągów po sieci kolejowej jest istotą procesu transportowego. Zagadnienia z nim związane począwszy od zadań logistycznych a na problemach bezpieczeństwa kończąc wymagają ciągłych badań [9] [4]. Optymalizacja ruchu kolejowego z uwzględnieniem różnorodnych kryteriów stanowi rozległy obszar badawczy. Jednocześnie ze względu na gabaryty oraz złożoność infrastruktury kolejowej i pojazdów kolejowych badania prowadzone na rzeczywistych obiektach są bardzo kosztowne a w wielu przypadkach niemożliwe do realizacji. Dlatego też istotnym narzędziem badawczym są symulatory ruchu pociągów[8]. Istnieje wiele symulatorów związanych z ruchem kolejowym[9]. Mają one różny charakter, od rozrywkowego (np. gry strategiczne) po zaawansowane analizatory wybranych cech technicznych (np. właściwości układów zasilania[7]). W różnych dziedzinach oprócz celów badawczych symulatory realizują również cele dydaktyczne. Operatorzy pracując w warunkach symulowanych

przypominających rzeczywiste trenują odpowiednie sposoby postępowania w różnych sytuacjach. W systemach sterowania i kierowania ruchem kolejowym takie stanowiska treningowe pozwalają na doskonalenie umiejętności personelu między innymi w celu podniesienia bezpieczeństwa prowadzenia ruchu [2][4].

W Laboratorium Sterowania Ruchem kolejowym Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej od wielu lat działa zespół zajmujący się zagadnieniami zabezpieczenia ruchu kolejowego ze szczególnym uwzględnieniem komputerowych urządzeń srk. Zespół brał udział w pracach konstrukcyjnych i wdrożeniowych takich systemów ksr jak WSKR-2[10], SEPE-SPI[11], ILTOR-2[12], WT-UZ[13] i wielu innych. W laboratorium powstało zintegrowane stanowisko kierowania i sterowania ruchem kolejowym, w skład którego wchodzi takie podsystemy jak komputerowy sterownik zależnościowy, elektroniczny pulpit nastawczy, system przekazywania informacji o pociągu, centrum kontroli dyspozytorskiej, podsystem automatycznego powiadamiania dróżnika przejazdowego[6]. Wymienione podsystemy współpracują z rzeczywistymi urządzeniami przytorowymi. W laboratorium znajdują się dwa semafony pięciokomorowe i jeden napęd zwrotnicowy. Pozostałe elementy infrastruktury przytorowej są z rzeczywistych względów symulowane.

Wraz z poszerzaniem zagadnień dydaktyczno badawczych będących w kręgu zainteresowań pojawiła się potrzeba systematycznego podejścia do symulacji ruchu kolejowego dla wymienionych elementów zintegrowanego stanowiska kierowania i sterowania ruchem kolejowym. W celu praktycznej realizacji powstających koncepcji rozpoczęto prace mające na celu zaprojektowanie i zbudowanie programowego symulatora współpracującego z rzeczywistymi systemami ksr. Podstawowe założenia dla symulatora SRP-WT to wszechstronność zastosowań i współpraca z różnymi systemami.

Kolejne punkty artykułu opisują założenia dla architektury i funkcjonalności tworzonego symulatora. W przedostatnim punkcie opisane są przykładowe zadania symulacyjne realizowane przez symulator w trakcie ćwiczeń dydaktycznych na stanowisku dyżurnego ruchu i dyspozytora liniowego.

2. ARCHITEKTURA SYMULATORA

Symulator SRP-WT jest zrealizowany w postaci zbioru współpracujących ze sobą programów komputerowych. Aplikacja ma budowę modułową. Do głównych modułów (rys.1) SRP-WT należą:

- moduł przetwarzania sytuacji ruchowej,
- moduł bazy danych przechowujący dane konfiguracyjne oraz wyniki symulacji,
- moduły interfejsów wejściowych i wyjściowych,
- moduł panelu operatora.

Moduły główne wspomagane są przez moduły pomocnicze:

- moduł edycji konfiguracji,
- moduł wizualizacji sytuacji ruchowej,
- moduł wizualizacji parametrów jazdy pojazdu szynowego.

Moduł przetwarzania sytuacji ruchowej realizuje zadania symulacyjne. W przypadku symulacji w czasie rzeczywistym pracuje cyklicznie z krokiem czasowym określonym w konfiguracji zadania symulacyjnego. W każdym cyklu wyznacza położenie i parametry ruchu wszystkich uruchomionych pociągów (pojazdów szynowych), a także stany elementów układu torowego, na które ma wpływ.

Moduł baza danych służy do przechowywania danych konfiguracyjnych oraz wyników realizacji zadań symulacyjnych. Umożliwia przetwarzanie wyników symulacji w celach analitycznych na bieżąco w trakcie realizacji zadania symulacyjnego lub po jego zakończeniu. Moduł umożliwia również udostępnianie danych dla innych aplikacji analitycznych.

Moduły interfejsów realizują połączenie pomiędzy symulatorem i jego otoczeniem. Dla różnych zadań symulacyjnych (różne poziomy symulacji [4], różny cel i tryb symulacji) aktywowane są różne interfejsy. Przykładowe interfejsy to:

- interfejs wejściowy RT stanów urządzeń,
- interfejs wyjściowy RT stanów urządzeń (odcinki kontrolowane),
- interfejs wyjściowy RT parametrów ruchu pojazdów,
- interfejs wejściowy wyjściowy telegramów ruchowych,
- interfejs konfiguracji układu torowego – zapewnia możliwość zapisania konfiguracji do symulatora w różnych formatach, a także pobranie tej konfiguracji w wybranym formacie,
- interfejs konfiguracji rozkładu jazdy.

Dla konkretnego interfejsu określana jest funkcja, kierunek przepływu danych oraz format danych nadawanych lub odbieranych przez otoczenie. Dane wymieniane są z otoczeniem przy pomocy protokołu UDP/IP lub w postaci plików tekstowych.

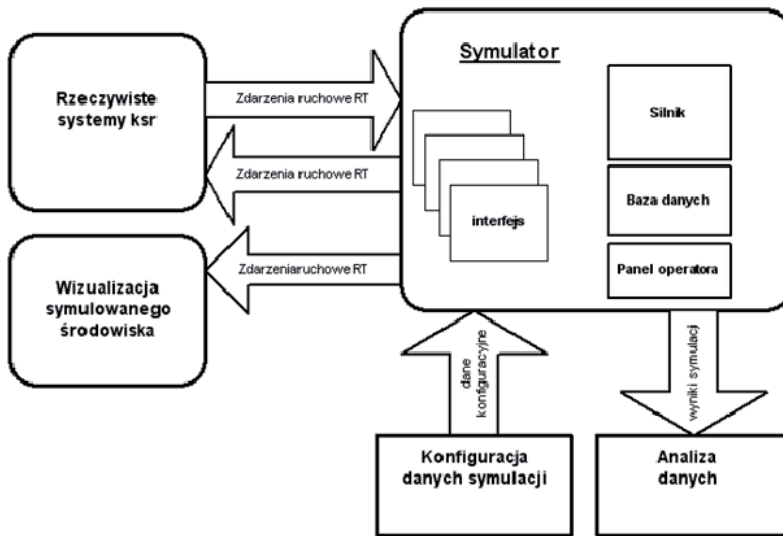
Moduł panelu operatora pozwala na zarządzanie zadaniami symulacyjnymi. Podstawowe jego funkcje to wybór zadania symulacyjnego, jego uruchomienie, wstrzymanie i zakończenie. Funkcje bardziej zaawansowane są związane z „ręcznym” oddziaływaniem na przebieg wykonywanego zadania symulacyjnego.

Moduł edycji konfiguracji nie jest modułem obowiązkowym. Spełnia rolę wspomagającą fazę przygotowania zadań symulacyjnych. Alternatywnie dane konfiguracyjne mogą być przygotowane w postaci plików tekstowych za pomocą dowolnego edytora tekstów.

Moduły wizualizacji sytuacji ruchowej i parametrów ruchu pojazdów są również elementami uzupełniającymi. Pozwalają na prezentację wyników symulacji w postaci odpowiedniej dla określonego odbiorcy (np. dyżurny ruchu, dyspozytor liniowy, maszynista).

Jednym z głównych celów praktycznych stawianych przed symulatorem jest jego mobilność i wszechstronność zastosowania. Z tego względu przy formułowaniu założeń dla implementacji symulatora wskazano na potrzebę zastosowania modułowej struktury, uniwersalnych interfejsów sieciowych, możliwość uruchamiania w środowiskach różnych systemów operacyjnych, łatwej migracji wdrożonych instancji symulatora. Wszystkie te cechy zostały zapewnione. Główne moduły realizujące proces symulacji zostały zaimplementowane w języku C++, zgodnie z metodologią obiektową. Do kompilacji kodu źródłowego używany jest kompilator gcc [16] co pozwala na uzyskiwanie kodu wykonywalnego dla różnych systemów operacyjnych (np. Windows, Linux, QNX). W roli magazynu danych zastosowana została relacyjna baza danych. Takie rozwiązanie jest

istotne szczególnie na etapie przetwarzania wyników symulacji. Przebieg symulacji niemal w każdym przypadku generuje bardzo dużo danych wynikowych i przetwarzanie ich przy pomocy prostych edytorów czy arkuszy kalkulacyjnych jest w praktyce bardzo trudne. Zastosowanie DBMS umożliwia zaawansowane wyszukiwanie danych w oparciu o powiązania występujące pomiędzy nimi, wykonywanie różnych funkcji na zagregowanych danych (np. średnie, ekstrema) przy pomocy języka SQL. Aplikacja SRP-WT wykorzystuje bazy PostgreSQL [14] jako główny magazyn danych oraz SQLite[15] jako podręczną bazę danych dla danych operacyjnych charakteryzującą się mobilnością (cała baza danych zrealizowana jest w postaci jednego pliku).



Rys. 1. Architektura symulatora SRP-WT

3. FUNKCJE SYMULATORA SRP-WT

Funkcjonalność symulatora można podzielić na obszary związane z:

- konfigurowaniem środowiska symulacji,
- sterowaniem przebiegiem symulacji,
- udostępnianiem wyników symulacji,
- realizacją zadania symulacyjnego, w czasie którego zwykle występuje interakcja z rzeczywistymi urządzeniami ksr.

Konfigurowanie środowiska symulacji to etap w czasie, którego określone są parametry zadania symulacyjnego (np. tryb uruchomienia, aktywne interfejsy, strumień danych), struktura i parametry układu torowego, rozkład jazdy (harmonogram) dla planowanej

sytuacji ruchowej oraz parametry pojazdów szynowych, których ruch jest symulowany. Parametry układu torowego opisują jego elementy (posterunki, tory, zwrotnice, semafony, odcinki kontrolowane itp.) oraz powiązania pomiędzy nimi (określenie sąsiedztwa) a także zasady ruchu obowiązujące na odpowiednich fragmentach sieci kolejowej.

Sterowanie przebiegiem symulacji może odbywać się w różnym zakresie i jest zależne od aktywnych interfejsów i strumieni danych. W najprostszym przypadku sterowanie przebiegiem sesji sprowadza się do jej uruchomienia. Przy bardziej złożonych symulacjach np. w czasie sesji treningowej sterowanie przebiegiem sesji polega na modyfikacji sytuacji ruchowej np.: uruchamianie dodatkowych pociągów, zamykanie torów czy generowanie sytuacji awaryjnych urządzeń wykonawczych.

Interakcja symulatora z rzeczywistymi urządzeniami ksr ma miejsce w przypadku zastosowania symulatora do testowania urządzeń rzeczywistych lub zastosowania symulatora w celach szkoleniowych, gdzie rzeczywisty pulpit operatorski potrzebuje danych o zmianach sytuacji ruchowej według odpowiednich scenariuszy. Interakcje polegają na przesyłaniu danych opisujących stany elementów układu torowego oraz parametry pojazdów a w szczególności ich położenie. Dane przesyłane są w obie strony. Udostępnianie wyników można przebiegać na dwa sposoby:

- w czasie rzeczywistym (RT),
- w postaci listy zdarzeń.

Udostępnianie wyników symulacji w czasie rzeczywistym jest możliwe tylko w przypadku zadania symulacyjnego uruchomionego w trybie czasu rzeczywistego (tzn. zdarzenia występują w momentach wynikających z realnego upływu czasu związanego z działaniem urządzeń). Zdarzenia opisujące zmiany sytuacji ruchowej wysyłane są do odbiorców zaraz po ich wystąpieniu w symulatorze.

Udostępnianie wyników w postaci listy zdarzeń jest możliwe dla dowolnych zadań symulacyjnych. Lista jest udostępniana w postaci pliku tekstowego w uzgodnionym formacie (np. csv, xml) lub bezpośrednio z bazy danych SRP-WT.

4. KONFIGURACJA

Konfiguracja symulatora obejmuje różnorodne zagadnienia. Polega na wprowadzeniu do symulatora za pośrednictwem odpowiednich interfejsów danych konfiguracyjnych opisujących i parametryzujących te zagadnienia. Najważniejsze, związane z zadaniami symulacyjnymi można podzielić na:

- konfigurację środowiska symulacji,
- konfigurację scenariuszy symulacji,
- konfigurację zadań symulacyjnych.

Dane konfiguracyjne środowiska symulacji stanowią statyczne opisy [3]: układu torowego, infrastruktury dodatkowej, pojazdów. Dane konfiguracyjne scenariuszy symulacji składają się z opisów granic obszaru symulacji, zasad prowadzenia ruchu na symulowanym obszarze, rozkładów jazdy oraz opisów dodatkowych zdarzeń mających wpływ na sytuację ruchową (np. zamknięcia torów, awarie urządzeń srk, ograniczenia

prędkości). Dane konfiguracyjne zadania symulacyjnego określają jakie scenariusze będą realizowane, rodzaj symulacji (w czasie rzeczywistym, statystyczna), czas trwania, aktywne interfejsy, sposób udostępniania danych oraz format tych danych.

Dane konfiguracyjne układu torowego zawierają listę elementów układu torowego oraz powiązań pomiędzy nimi. Rozróżniane są wszystkie podstawowe elementy układu torowego: odcinki kontrolowane, zwrotnice, sygnalizatory, tory stacyjne, tory szalkowe. Każdy typ może być uszczegółowiony (np. do urządzenia konkretnego producenta). Każdy z typów posiada atrybuty opisujące jego właściwości oraz stan. Konfiguracja powiązań definiuje relacje sąsiedztwa [3] pomiędzy nimi. Sąsiedztwo wraz ze stanami zwrotnic pozwala na wyznaczanie dróg jazdy pojazdów szynowych.

Konfiguracja pojazdów związana jest z typami taboru oraz atrybutami właściwymi dla pociągu w rozumieniu zasad prowadzenia ruchu. Konfiguracja parametrów taboru pozwala na dokładne odwzorowanie parametrów ruchu takich jak prędkość, przyspieszenie, położenie, krzywe hamowania itp. Konfiguracja parametrów pociągu z punktu widzenia przepisów ruchu kolejowego pozwala na generowanie danych umożliwiających symulację powstawania problemów w zakresie organizacji ruchu oraz dokumentacji ruchowej.

Zadanie symulacyjne definiowane jest przez odpowiedni zestaw parametrów. Przykładowy opis takiego zadania sformułowany w formie czytelnej dla człowieka brzmi następująco : *Ruch prowadzony automatycznie, w czasie rzeczywistym, symulowany ruch rzeczywisty w godzinach 06:00-09:00, start symulacji o godzinie 10:30, realizowany scenariusz dla linii kolejowej x, na szlakach wprowadzone zapowiadanie pociągów, jazda po jednym torze, rozkład jazdy generowany sztucznie przy założeniu uruchomienia 10 par pociągów, aktywny interfejs wyjściowy zdarzeń ruchowych do podsystemu kontroli dyspozytorskiej.*

Tak określone zadanie symulacyjne umożliwia np.: śledzenie na stanowisku kontroli dyspozytorskiej zmian sytuacji ruchowej zachodzących w czasie rzeczywistym na odcinku dyspozytorskim obejmującym linię x. Sytuacja ruchowa może być obserwowana na wykresie ruchu lub innych raportach np. o przebiegu pociągu.

5. PRZYKŁADOWE ZADANIA SYMULACYJNE

Symulator SRP-WT jest wykorzystywany m.in. na stanowisku dydaktycznym KSR-EDU. Jest to stanowisko zbudowane z wykorzystaniem systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym ILTOR-2. Przy jego pomocy prowadzone są zajęcia dydaktyczne, w czasie których studenci mogą zapoznać się z obsługą urządzeń ksrk w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. W skład stanowiska wchodzi dwa typy urządzeń:

- stacje operatorskie dyżurnego ruchu,
- stacja operatorska dyspozytora liniowego.

Połączenie symulatora z tymi urządzeniami kierowania i sterowania ruchem umożliwia realizację ćwiczeń w różnych warunkach ruchowych. Na potrzeby poszczególnych zagadnień mogą być generowane odpowiednie sytuacje ruchowe. Bez użycia symulatora

sytuacje takie musiały być tworzone „ręcznie” co zajmowało dużo czasu i było trudne do zastosowania w trakcie zajęć dydaktycznych.

Przykładem takiego ćwiczenia na stanowisku dyżurnego ruchu jest zorganizowanie ruchu pociągów znajdujących się na danej stacji i stacjach sąsiednich. Pociągi zostają rozmieszczone na torach i poruszają się zgodnie ze wskazaniami sygnalizatorów. Zadaniem operatora jest ewidencja zdarzeń ruchowych w dzienniku ruchu, również w sytuacjach awaryjnych oraz uzgadnianie możliwości zajęcia toru jeżeli wymagają tego zasady prowadzenia ruchu. Przy takim scenariuszu zadanie symulacyjne polega na:

- tworzeniu nowych pociągów na układzie torowym wg rozkładu jazdy,
- generowanie wskazań sygnalizatorów na podstawie rozkładu jazdy i aktualnej sytuacji ruchowej,
- przemieszczaniu pociągów po układzie torowym z zachowaniem rzeczywistych czasów jazdy,
- odbieraniu i wysyłaniu telegramów ruchowych przez posterunki sąsiednie,
- generowaniu stanów zamknięcia torów,
- generowaniu stanów awaryjnych łączności z sąsiednimi posterunkami.

Kolejnym przykładem jest ćwiczenie przeprowadzane na stanowisku dyspozytora liniowego polegające na rozwiązywaniu konfliktów ruchowych powstających w kontrolowanym obszarze sieci kolejowej. Operator biorący udział w ćwiczeniu ma za zadanie organizować ruch na wybranym obszarze sieci kolejowej, do którego należy kilkanaście posterunków połączonych szlakami kolejowymi. Pociągi zostają rozmieszczone na szlakach i posterunkach. Następnie rozpoczyna się ruch według rozkładu jazdy. Operator realizuje swoje zadania wysyłając do poszczególnych posterunków telegramy wstrzymania danego pociągu pozwalające na zmianę kolejności przemieszczających się pociągów. W tym scenariuszu zadanie symulacyjne polega na:

- tworzeniu nowych pociągów na układzie torowym wg rozkładu jazdy,
- wyprawianiu pociągów do kolejnych posterunków na podstawie rozkładu jazdy i aktualnej sytuacji ruchowej,
- przemieszczaniu pociągów po układzie torowym z zachowaniem rzeczywistych czasów jazdy,
- odbieraniu telegramów ruchowych i uwzględnianiu ich w regułach realizacji jazd pociągów.

Jak można zauważyć w niektórych punktach funkcje symulatora wykraczają po za realizację ruchu pojazdów szynowych po sieci kolejowej. Obejmują również logikę zasad kierowania ruchem kolejowym, która kształtuje ruch na sieci kolejowej w szerszym ujęciu.

6. PODSUMOWANIE

Aktualnie zachodzące zmiany gospodarcze wywołane potrzebą optymalizacji kosztów, jak również procesy integracji europejskich systemów transportu kolejowego obejmujących wdrażanie systemu ETCS wymagają ciągłych badań nad różnymi aspektami zjawisk związanych z ruchem kolejowym. Jednocześnie ze względu na gabaryty pojazdów

szynowych oraz infrastruktury kolejowej jak również rozproszony charakter sieci kolejowej trudno realizować takie badania na rzeczywistych obiektach. Odpowiedzią na takie zapotrzebowanie jest symulator SRP-WT rozwijany w Laboratorium Sterowania Ruchem Kolejowym Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. SRP-WT jest wszechstronnym narzędziem umożliwiającym sprawne prowadzenie zajęć dydaktycznych i szkoleniowych oraz badań wybranych elementów systemów ksrk. Przyjęte założenia takie jak realizacja programowa oraz modułowa architektura wsparta podejściem obiektowym pozwalają na swobodny rozwój funkcjonalności.

Obecnie prowadzone w laboratorium prace rozwojowe skupiają się na badaniach zjawisk ruchowych występujących na linii kolejowej wyposażonej w system ETCS. Badania są prowadzone dla funkcjonalności poszczególnych poziomów ETCS, jak również dla różnych wariantów w ramach poziomów (np. poziom I z uaktualnieniem i bez). Podobnie jak w przypadku innych środowisk symulacyjnych tak również w przypadku SRP-WT jakość symulacji zależy w dużym stopniu od zastosowanych modeli. Dlatego też cały czas rozwijane są modele pojazdów szynowych, układu torowego, urządzeń przytorowych srk (zwrotnica, sygnalizator, odcinek kontrolowany). Funkcjonalność symulatora rozwija się także w innym kierunku. W przypadku badań podsystemów ksrk współpracujących z innymi systemami symulacja samego procesu ruchowego jest niewystarczająca. Potrzebna jest również symulacja podsystemów, z którymi współpracuje badany obiekt. Budowa takich modeli jest dużym wyzwaniem ze względu na potrzebę odwzorowania logiki działania obiektów symulowanych. Możliwość jej odwzorowania w dużym stopniu zależy od istniejącej dokumentacji systemu jak i możliwości współpracy z jego konstruktorami.

Prace nad symulatorem mają charakter naukowy i praktyczny. Wyniki tych prac stanowią materiał dla prac inżynierskich, magisterskich i doktorskich. Otwartość projektu i możliwość angażowania nowych osób pozwala na ciągły rozwój oraz dopływ nowych pomysłów i koncepcji.

Bibliografia

1. Dąbrowa-Bajon M. Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2002.
2. Kochan A., Elementy kierowania ruchem kolejowym na stanowisku dydaktyczno-badawczym KSR-EDU, Międzynarodowa Konferencja Naukowa TRANSPORT XXI WIEKU, Stare Jabłonki, 18 – 21 września 2007;(w:) Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Seria: Transport, z. 62/2007.
3. Kochan A. „Metoda projektowania komputerowych systemów kierowania ruchem kolejowym” Rozprawa doktorska listopad 2011.
4. Kochan A. „Poziomy symulacji rzeczywistego ruchu pociągów”, XI Konferencja Naukowo-Techniczna Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie „Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym”, Kościelisko, 07.12.2012 r
5. Kochan A.,Karolak J., Implementacja podsystemu kontroli dyspozytorskiej na stanowisku dydaktyczno – badawczym KSR Sosna, Logistyka nr. 4/2009, Warszawa 2009.
6. Kochan A. Karolak J., : Laboratorium kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Technika Transportu Szynowego 9/2012. ISSN 1232-3829. Str. 2105 – 2115. 2012.
7. Nowosielski L. „Procesy przewozowe w transporcie kolejowym” Warszawa OWPW 1995.
8. Toruń A. „Wpływ systemu sterowania realizującego zasadę ruchomego odstępu blokowego na przepustowość linii kolejowej” Seminarium Naukowo Techniczne Instytutu Kolejnictwa, Czerwiec 2013.

9. Zakrzewski, K., Kochan, A. „Symulacja komputerowa rzeczywistych zdarzeń ruchowych” Konferencja „Transport XXI wieku” Białowieża 2010.
10. Dokumentacja Techniczno Ruchowa „Wieloprocessorowy system kierowania i sterowania ruchem WSKR-2 Błonie” DaimlerChrysler Rail Systems Zwus Sp. z o.o.
11. Dokumentacja Techniczno Ruchowa „System SEPE-SPI”, Kolejowe Zakłady Automatyki Poznań.
12. Dokumentacja Techniczno Ruchowa „ILTOR-2” Siemens Polska Sp. z o.o.
13. Dokumentacja Techniczno Ruchowa „Nastawnica komputerowa WT-UZ” Wydział Transportu Politechnika Warszawska.
14. <http://www.pstgresql.org>, kwiecień 2013.
15. <http://www.sqlite.org>, kwiecień 2013.
16. <http://gcc.gnu.org>, kwiecień 2013.

SIMULATOR OF THE REAL MOVEMENT OF TRAINS SRP-WT

Abstract: In this article author describes the genesis of the project and implementation of the simulator of the real movement of trains. The simulator is an integral part of an integrated management and control of the railway traffic stand (ksrk) realized with the computer technology, which is located in the Railway Traffic Control Laboratory of the Department of Transport, Warsaw University of Technology. The simulator SRP-WT working with subsystems such as communications subsystem of the train dispatching center and interlocking computer allows to take classes that require complex traffic situations. In addition to teaching purposes simulator is used to study various aspects of computer equipment ksrk constructed in the laboratory as well as third-party. In the following sections the article the author describes the foundation of the architecture and functionality of a moving train simulator SRP-WT. In the penultimate section describes the sample simulation tasks performed by the simulator during classes, at the stand of signalman and the train dispatcher.

Keywords: train movement simulation, train movement management and control, testing of interlocking devices, training of railway employees