

Waldemar Nowakowski, Tomasz Ciszewski, Wojciech Bukalski, Łukasz Łukasik

Symulator uszkodzeń urządzeń sterowania ruchem kolejowym

JEL: L92 DOI: 10.24136/atest.2018.455

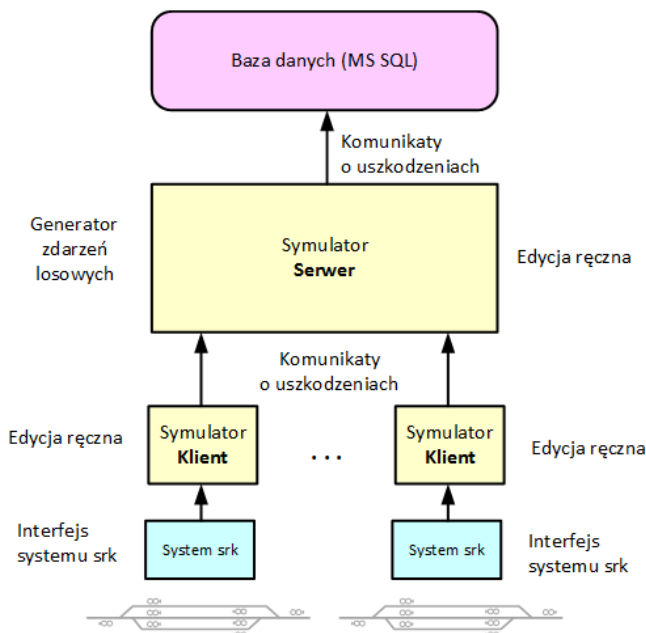
Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym mogą przebywać w różnych stanach eksploatacyjnych. Wynika to z procesu ich destrukcji, który związany jest z czasem istnienia urządzeń, intensywnością użytkowania, czy jakością obsługi technicznej [5, 7, 8]. Badania eksploatacyjne są źródłem cennej wiedzy, która pozwala nie tylko na doskonalenie konstrukcji urządzeń srk, ale również na sterowanie procesem eksploatacji [1, 3, 4]. W tym celu opracowywane są narzędzia informatyczne wspomagające proces diagnostyczny [2, 6, 9, 10, 11]. Pomocnym w testowaniu tych narzędzi może być, zaproponowany przez autorów artykułu, symulator uszkodzeń dedykowany urządzeniom srk.

Słowa kluczowe: symulacja, uszkodzenia, systemy srk.

Wstęp

Oprogramowanie symulatora uszkodzeń pracuje w konfiguracji klient-serwer, przy czym przewidziano możliwość uruchomienia wielu klientów i jednego serwera. Serwer gromadzi dane o uszkodzeniach urządzeń srk oraz pozwala na ich przesłanie do bazy danych MS SQL. Komunikacja pomiędzy klientami i serwerem realizowana jest przy użyciu protokołu TCP/IP i chroniona w wyniku szyfrowania. Zakres przesyłanych danych oraz ich forma jest zgodna ze strukturą bazy danych.



Rys. 1. Struktura blokowa systemu symulacji zdarzeń (źródło: opracowanie własne)

Podstawowym zadaniem realizowanym przez symulator uszkodzeń jest generowanie zdarzeń losowych zgodnie z przyjętym rozkładem, wynikającym z przeprowadzonej wcześniej analizy danych rzeczywistych. Dodatkowo przewidziano współpracę symulatora z systemami srk przy wykorzystaniu zaproponowanego protokołu wymiany danych. Dlatego też oprogramowanie symulatora uszko-

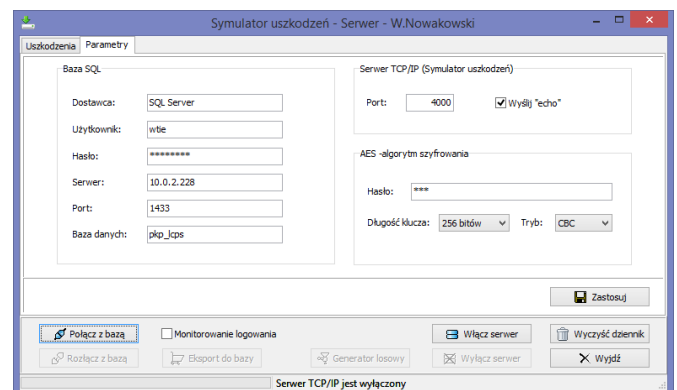
dzeń urządzeń srk składa się z dwóch odrębnych narzędzi, czyli: „Symulator uszkodzeń – Serwer” i „Symulator uszkodzeń – Klient”. Przyjęto, że serwer może przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP pozyskiwać dane od wielu klientów. W celu zapewnienia bezpieczeństwa informacja wymieniana pomiędzy klientem a serwerem jest szyfrowana z użyciem szyfru blokowego AES (ang. Advanced Encryption Standard). Dodatkowo każdy z elementów tego systemu ma możliwość ręcznej edycji danych. Strukturę systemu symulatora uszkodzeń przedstawiono na rysunku 1.

1. Oprogramowanie „Symulator uszkodzeń - Serwer”

Oprogramowanie „Symulator uszkodzeń - Serwer”, zwane w skrócie serwerem, jest głównym elementem systemu symulacji uszkodzeń. Parametryzacja jest pierwszą czynnością jaką należy przeprowadzić po uruchomieniu serwera. Czynność ta obejmuje m.in. parametryzację dostępu do bazy danych MS SQL, w tym zdefiniowanie:

- dostawcy,
- użytkownika,
- hasła,
- adresu IP serwera bazy danych,
- portu serwera bazy danych,
- nazwy bazy danych.

Kolejne parametry, które wymagają zdefiniowania, to port serwera TCP/IP, informacja o wysyłaniu „echa” do klientów po otrzymaniu komunikatów, a także parametry szyfrowania, w tym: hasło, długość klucza i tryb szyfrowania. Parametry związane z szyfrowaniem danych muszą być zgodne w kliencie i serwerze. Przykładowy ekran z aktywną zakładką „Parametry” przedstawiono na rysunku 2.



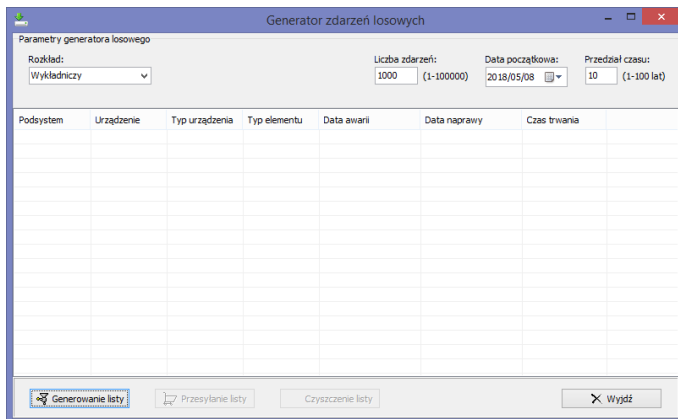
Rys. 2. Parametryzacja serwera uszkodzeń (źródło: opracowanie własne)

Podstawowym zadaniem serwera jest generacja zdarzeń losowych informujących o uszkodzeniach systemów srk. W tym celu należy wybrać przycisk „Włącz serwer”. W wyniku przeprowadzenia tej czynności w oknie głównym aplikacji pojawi się pusta tabela zawierająca następujące pola:

- podsystem,
- urządzenie,
- typ_urządzenia,
- typ_elementu,
- data_awarii,
- data_naprawy,

- czas_trwania,
- aktywność.

Użytkownik zostaje powiadomiony o aktualnym stanie symulatora komunikatem w dzienniku zdarzeń: „Serwer TCP/IP został włączony” oraz uaktywniony zostaje przyciski „Wyłącz serwer”. Po aktywowaniu serwera można przystąpić do generowania uszkodzeń poprzez wybranie przycisku „Generator losowy”. Wyświetlone zostanie wówczas okno generatora (rys. 3).

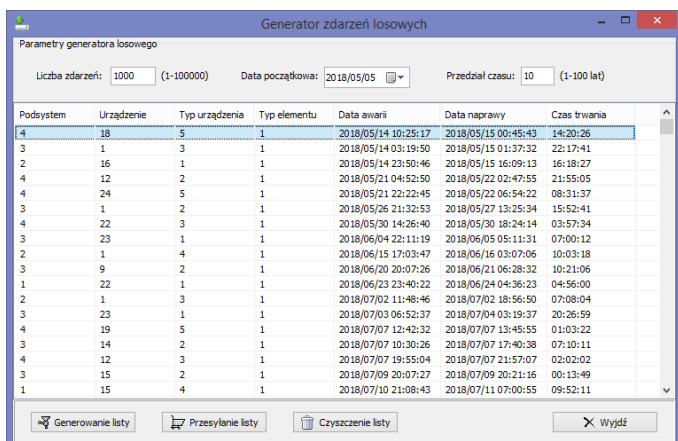


Rys. 3. Okno generatora uszkodzeń – rozkład wykładniczy (źródło: opracowanie własne)

Użytkownik powinien ustawić następujące parametry:

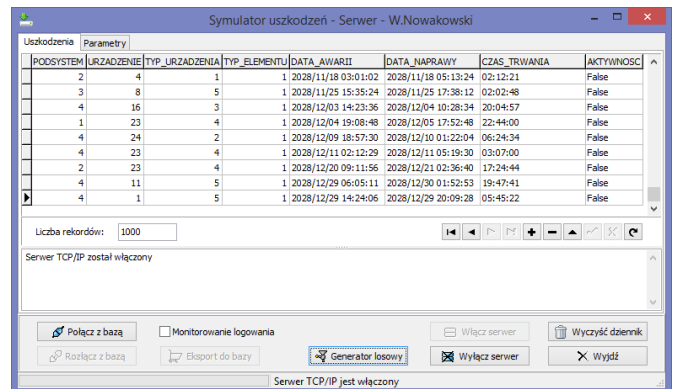
- typ rozkładu (wykładniczy, normalny (Gaussa), logarytmiczno-normalny),
- liczbę zdarzeń (w zakresie od 1 do 100.000),
- datę początkową okresu,
- przedział czasu (w latach od 1 do 100).

W przypadku wyboru rozkładu normalnego (Gaussa) lub rozkładu logarytmiczno-normalnego można zmienić: wartość średnią i odchylenie standardowe w zakresie od 1-24 godz. i od 1-60 min. Następnie po wybraniu przycisku „Generowanie listy” wygenerowana zostanie lista zawierająca uszkodzenia, przy czym czasy ich trwania są funkcją opisaną zgodnie z przyjętym rozkładem (rys. 4). W tym celu została wykorzystana biblioteka *AMRandom* (autorstwa Alan Miller's), rozpowszechniana na zasadach „open source” [12].



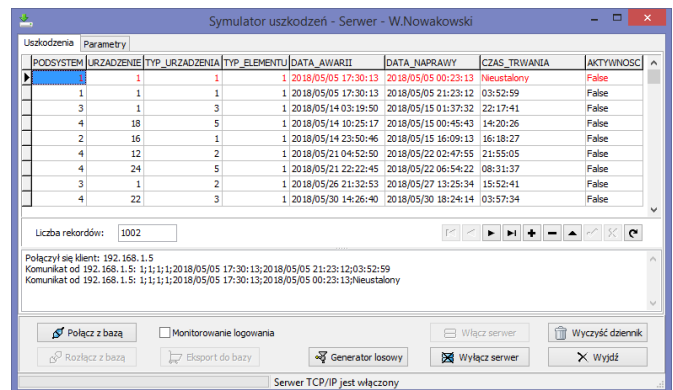
Rys. 4. Lista wygenerowanych zdarzeń losowych (źródło: opracowanie własne)

Tak wygenerowane dane można przesłać do głównej listy symulatora uszkodzeń (rys. 5) wybierając przycisk „Przesyłanie listy”.



Rys. 5. Lista wygenerowanych zdarzeń losowych w oknie głównym symulatora (źródło: opracowanie własne)

Kolejną funkcjonalnością oprogramowania „Symulator uszkodzeń - Serwer” jest pośredniczenie w przekazywaniu informacji o zdarzeniach do bazy danych MS SQL, generowanych przez poszczególnych klientów (systemy srk). Po aktywowaniu serwera (wykorzystującego do komunikacji protokół TCP/IP) mogą połączyć się z nim klienci oraz mogą oni rozpocząć przesyłanie komunikatów o awarii urządzeń srk. Informacje te aktualizują listę uszkodzeń w oknie głównym aplikacji, przy czym rekordy listy są sortowane wg. pola „data_awarii”. Użytkownik ma podaną aktualną liczbę rekordów, które znajdują się na liście uszkodzeń. Dodatkowo w oprogramowaniu serwera udostępniono grupę przycisków pozwalającą na zmianę aktywnej pozycji na liście, ręczne dodawanie, usuwanie i modyfikację wskazanych rekordów. Jeśli serwer otrzyma niepoprawne dane od klienta, wynikające na przykład z błędnych dat awarii i naprawy, rekordy takie są wyświetlane w kolorze czerwonym (rys. 6). Przed wyeksportowaniem danych do bazy danych rekordy takie należy usunąć lub zmodyfikować. Użytkownik ma na bieżąco aktualizowaną liczbę rekordów, które znajdują się na liście uszkodzeń.



Rys. 6. Niepoprawna informacja o uszkodzeniu uzyskana od klienta (źródło: opracowanie własne)

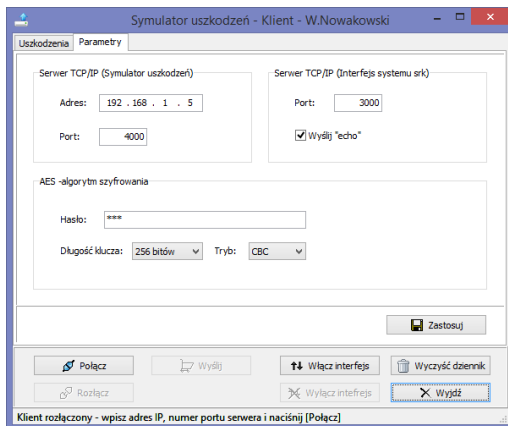
W celu przesłania rekordów znajdujących się w tabeli uszkodzeń wymagane jest połączenie z bazą danych MS SQL. Połączenie może nastąpić bez monitorowania logowania, na podstawie danych ustawionych podczas parametryzacji lub z monitorowaniem logowania, podczas którego użytkownik ma możliwość edycji parametrów logowania. Jeśli połączenie z bazą danych przebiegnie pomyślnie wówczas użytkownik otrzyma komunikat: „Połączenie z bazą danych jest aktywne” oraz zostanie aktywowany przycisk „Eksport do bazy”. Po wykonaniu eksportu danych do bazy lista uszkodzeń jest czyszczona a użytkownik otrzymuje komunikat: „Zakończono eksport danych do bazy”. Jeśli użytkownik nie planuje wykonania kolejnego eksportu danych powinien rozłączyć się

z bazą MS SQL, o czym zostanie poinformowany stosownym komunikatem. Rozłączenie z bazą danych MS SQL następuje po wybraniu przycisku „Rozłącz z bazą”. Po rozłączeniu można wyłączyć serwer przyciskiem „Wyłącz serwer”, a następnie wybrać przycisk „Wyjdź”. Na rysunku 7 przedstawiono tabelę bazy MS SQL z wyeksportowanymi przez serwer przykładowymi rekordami.

2. Oprogramowanie „Symulator uszkodzeń - Klient”

Oprogramowanie „Symulator uszkodzeń - Klient”, zwane dalej klientem, zapewnia wymianę danych pomiędzy systemem srk a symulatorem. W tym celu założono, że każdy system srk będzie współpracował z oddzielnym klientem (patrz rys. 1).

Pierwszą czynnością, jaką należy wykonać po uruchomieniu klienta, jest parametryzacja. Użytkownik musi podać adres IP i port serwera symulatora uszkodzeń, port serwera interfejsu systemu srk, a także parametry związane z szyfrowaniem, w tym: hasło, wielkość klucza i tryb szyfrowania. Parametry te mogą być zmieniane wyłącznie w stanie braku łączności z serwerem. Nawiązanie połączenia powoduje zablokowanie edycji parametrów. Po wykonaniu parametryzacji należy wybrać przycisk „Zastosuj”. Wówczas parametry będą przez oprogramowanie klienta zapamiętane, a tym samym nie trzeba będzie ich ustawiać przy powtórnym jego uruchomieniu. Parametry są przechowywane z zaszyfrowanym pliku, co dodatkowo zwiększa bezpieczeństwo tego środowiska symulacyjnego. Przykładowy ekran pozwalający na parametryzację klienta przedstawiono na rysunku 8.

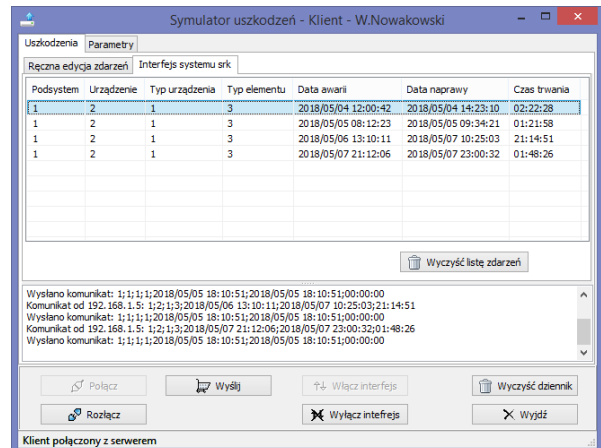


Rys. 8. Widok zakładki „Parametry” oprogramowania klienta (źródło: opracowanie własne)

Podsystem	Urządzenie	Typ urządzenia	Typ elementu	Data awarii	Data naprawy	Czas trwania
1	2	1	3	2018/05/04 12:00:42	2018/05/04 14:23:10	02:22:38
1	2	1	3	2018/05/05 08:12:23	2018/05/05 09:34:21	01:21:58
1	2	1	3	2018/05/06 13:10:11	2018/05/07 10:25:03	21:14:51
1	2	1	3	2018/05/07 21:12:06	2018/05/07 23:00:32	01:48:26

Rys. 7. Tabela z wyeksportowanymi rekordami do bazy MS SQL (źródło: opracowanie własne)

Po wykonaniu parametryzacji można przystąpić do próby nawiązania połączenia z serwerem symulatora uszkodzeń. W tym celu wybieramy przycisk „Połącz”. Po połączeniu z serwerem zostaje uaktywniona zakładka „Uszkodzenia”, a w oknie „Dziennik” pojawia się komunikat „Połączono się z serwerem: ...”. Dodatkowo nieaktywny staje się przycisk „Połącz”, natomiast aktywne przyciski „Rozłącz” i „Wyślij”. Kolejną czynnością jest aktywowanie interfejsu systemu srk, które przeprowadzamy przyciskiem „Włącz interfejs”. W wyniku tych czynności klient jest gotowy do współpracy z systemem srk. Wszystkie otrzymywane z systemu srk komunikaty o uszkodzeniach są przez oprogramowanie klienta sprawdzane i automatycznie przekierowywane do serwera (rys 9).



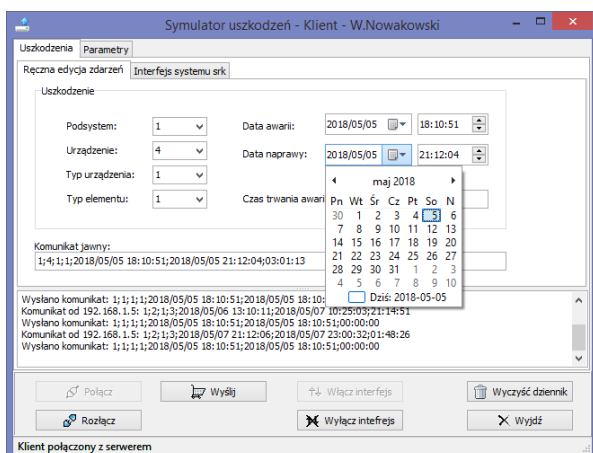
Rys. 9. Okno klienta z listą uszkodzeń otrzymanych z systemu srk (źródło: opracowanie własne)

Ręczną symulację zdarzeń przeprowadzamy w wyniku obsługi pól znajdujących się na zakładce „Ręczna edycja zdarzeń”. Użytkownik z rozwijanej listy ma możliwość wyboru:

- podsystemu,
- urządzenia,
- typu urządzenia,
- typu elementu.

Następnie musi wskazać datę awarii i datę naprawy. Pola te można zmieniać w wyniku edycji lub w wyniku wyboru. Niepoprawne wskazanie dat prowadzi do wyświetlenia komunikatu „Data naprawy wcześniejsza niż data awarii”. Ostatnie pole, czyli „Czas trwania awarii”, jest obliczane automatycznie w wyniku porównania daty awarii i daty naprawy. Każda zmiana danych symulacyjnych

proceedzi do aktualizacji komunikatu przesyłanego do serwera, którego postać można obserwować w polu „Komunikat jawny”. Wynik przykładowej symulacji przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Widok zakładki „Ręczna edycja zdarzeń” (źródło: opracowanie własne)

Po zakończeniu edycji użytkownik może przesłać komunikat do serwera wybierając przycisk „Wyślij”. Opcja ta jest dostępna wyłącznie jeśli klient jest połączony z serwerem. Jeśli serwer ma ustawioną opcję wysyłania „echa”, użytkownik otrzyma zwrotnie informację: „Wysłano komunikat ...” zapisaną w oknie „Dziennika”.

W dowolnej chwili użytkownik ma możliwość wyczyszczenia „Dziennika” poprzez wybór przycisku „Wyczyść dziennik”.

W celu zakończenia pracy programu należy rozłączyć się z serwerem wybierając przycisk „Rozłącz”, a następnie wybrać przycisk „Wyjdź”.

Podsumowanie

W artykule opisano autorskie oprogramowanie komputerowe służące do symulowania uszkodzeń związanych z eksploatacją systemów sterowania ruchem kolejowym. Zdarzenia te zasilają przygotowaną w tym celu bazę danych MS SQL. Umożliwi to testowanie narzędzi diagnostycznych dedykowanych systemom sterowania ruchem kolejowym. Zakłada się, że przedstawione narzędzia informatyczne znajdą zastosowanie w badaniach eksploatacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, co ostatecznie doprowadzi do zmiany metod ich obsługi i serwisowania.

Bibliografia:

1. Ciszewski T., Nowakowski W., Interoperability of IT systems in the international railways, Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences, Rajecke Teplice, Slovakia, 2016, Part I, pp. 312-320, 2016.
2. Hei X., Ma W., Wang L., et al., Design and implementation of a distributed railway signalling simulator, Book Series: WIT Transactions on the Built Environment, Volume 114, pp. 81-88, 2010.
3. Kornaszewski M., Bojarczak P., Pniewski R., Introduction of World Innovative Technologies to Railway Transport in Poland, Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences, Rajecke Teplice, Slovakia, 2016, Part III, pp. 1036-1043, 2016.

4. Kornaszewski M., Chrzan M., Olczykowski Z., Implementation of New Solutions of Intelligent Transport Systems in Railway Transport in Poland, Book Series: Communications in Computer and Information Science, Volume 715, pp. 282-292, 2017.
5. Lewinski A., Perzyński T., The Reliability and Safety of Railway Control Systems Based on New Information Technologies, Book Series: Communications in Computer and Information Science, Volume 104, pp. 427-433, 2010.
6. Łukasik Z., Nowakowski W., Sieciowe narzędzia diagnostyczne systemów sterowania ruchem kolejowym, Technika Transportu Szynowego (TTS) 12/2015, str. 2715-2718, 2015.
7. Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T., Bezpieczeństwo danych w diagnostyce systemów sterowania ruchem kolejowym, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, R.17 nr 6, str. 264-267, 2016.
8. Nowakowski W., Diagnostyka systemów automatyki kolejowej jako metoda poprawy bezpieczeństwa. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu. Seria Monografie, Nr 218. Radom 2018.
9. Nowakowski W., Ciszewski T., Łukasik Z., The Concept of Railway Traffic Control Systems Remote Diagnostic. Communications in Computer and Information Science, Smart Solutions in Today's Transport, Vol. 715, pp. 471-481, Mikulski J. (Eds.), Springer-Verlag, 2017.
10. Nowakowski W., Łukasik Z., Łukomski K., Diagnostyka urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 6/2018, str. 632-635, 2018.
11. Ozturk V., Rende F.S., Ince O., et al., A general railway data model for simulations and simulators. Simulation-transactions of the Society for Modeling and Simulation International, Volume 90, Issue 7, pp. 833-849, 2014.
12. <https://www.esbconsult.com/download.htm>.

Failures simulator of railway traffic control devices

Railway traffic control systems may have different working conditions. It results from their destruction process, which is related to the age of the devices, intensity of their operation or technical service quality. Operating tests are the source of valuable knowledge that allows not only to perfect the construction of railway traffic control devices, but also to control the operating process. In order to do that IT tools are developed, supporting the diagnostic process. What can be helpful in testing these tools can be, proposed by the authors of the article, a failures simulator dedicated to railway traffic control devices.

Keywords: simulation, failures, railway traffic control devices.

Autorzy:

dr hab. inż. **Waldemar Nowakowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, w.nowakowski@uthrad.pl

dr inż. **Tomasz Ciszewski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, t.ciszewski@uthrad.pl

mgr inż. **Wojciech Bukalski** – eSeRKA, wojciech.bukalski@eserka.pl

mgr **Łukasz Łukasik** – Transportowy Dozór Techniczny, l.lukasik@op.pl