

Waldemar Nowakowski, Piotr Bojarczak, Zbigniew Łukasik

# Metoda importu danych eksploatacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym do bazy danych

JEL: L92 DOI: 10.24136/atest.2019.155

Data zgłoszenia: 05.04.2019 Data akceptacji: 26.06.2019

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym odpowiadają za bezpieczne i sprawne prowadzenie ruchu kolejowego. Mimo ciągłego rozwoju tych urządzeń, podobnie jak inne urządzenia techniczne, ulegają one uszkodzeniom. Ze względu jednak na fakt, że urządzenia sterowania ruchem kolejowym są związane z bezpieczeństwem, wymaga się od nich nie tylko określonej niezawodności, ale również braku niedopuszczalnego ryzyka. Bardzo duża liczba urządzeń sterowania ruchem kolejowym, różnorodność ich typów, różnorodność rozwiązań technicznych, a także określona awaryjność powodują duże utrudnienie w zapewnieniu sprawności tych urządzeń. Dlatego też ich eksploatacja musi być wspierana przez diagnostykę techniczną. Uzyskane w wyniku diagnostyki technicznej informacje o zmianach stanu technicznego urządzeń są przechowywane w określonych zbiorach danych, przy czym w przypadku poszczególnych zakładów linii kolejowych PKP PLK S.A. są to najczęściej arkusze kalkulacyjne Excel pakietu Microsoft Office. Autorzy artykułu zaproponowali przeniesienie tych danych do relacyjnej bazy MS SQL za pomocą opracowanego w tym celu autorskiego oprogramowania.

**Słowa kluczowe:** urządzenia sterowania ruchem kolejowym, diagnostyka, baza MS SQL.

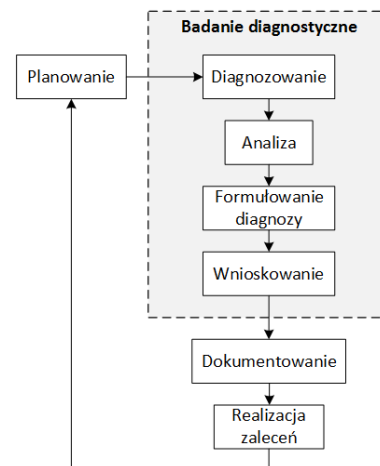
## Wstęp

Urządzenia i systemy sterowania ruchem kolejowym (srk) pełnią istotną rolę z zapewnieniu bezpiecznego przemieszczania się osób i przewozu ładunków. Dlatego też niezbędne jest zapewnienie wysokiego poziomu ich niezawodności, czyli zdolności do zachowania stanu zdadności, oraz bezpieczeństwa, rozumianego jako brak niedopuszczalnego ryzyka [4, 6, 7, 9, 18, 19, 20]. Dlatego też, cały czas trwają prace badawcze związane z rozwojem urządzeń srk, w tym również w zakresie wyposażania ich w funkcje diagnostyczne [8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17]. Wynika to z faktu, iż implementacja metod diagnostycznych może w znaczący sposób wpłynąć na zmniejszenie czasu odnowienia po wystąpieniu uszkodzenia, co powinno się również przyczynić się do zapewnienia przez te urządzenia i systemy odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Diagnostyka urządzeń i systemów srk realizowana jest jako proces obejmujący czynności związane z przygotowaniem i realizacją badań diagnostycznych, prowadzeniem analiz zgromadzonych danych oraz wnioskowaniem dotyczącym dalszej ich eksploatacji, a także zaleceń związanych z obsługą techniczną [1, 3]. W procesie diagnostycznym można wyróżnić [5]:

1. Planowanie diagnostyki:
  - zgłoszenie urządzeń do diagnostyki,
  - opracowanie harmonogramów diagnostycznych,
  - ustalenie zakresu i metod badania diagnostycznego.
2. Diagnozowanie, czyli realizacja badań w skład których wchodzi: pomiary, testy, kontrole, oględziny, próby funkcjonalne, mające na celu ustalenie:
  - stanu technicznego urządzenia,

- warunków, w których pracują urządzenia, a także niezbędnych materiałów eksploatacyjnych i obsługi technicznej,
  - kryteriów technicznych diagnozowania wynikających z dokumentacji technicznej, instrukcji, przepisów i norm.
3. Analiza techniczna w celu oceny:
    - stanu technicznego,
    - spełniania określonych kryteriów technicznych,
    - zapewnienia warunków pracy urządzeń.
  4. Formułowanie diagnozy:
    - stanu technicznego,
    - spełniania określonych kryteriów technicznych,
    - zapewnienia warunków pracy.
  5. Wnioskowanie w zakresie:
    - warunków eksploatacji,
    - zaleceń dotyczących dalszej obsługi technicznej,
    - modernizacji lub remontu.
  6. Dokumentowanie stanu technicznego urządzeń, zagrożeń, zaleceń oraz przyjętych decyzji eksploatacyjnych.
  7. Realizacja zaleceń wynikających z przeprowadzonych badań diagnostycznych.

Schemat powiązań pomiędzy poszczególnymi etapami procesu diagnostycznego przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1.** Etapy procesu diagnostycznego urządzeń srk (opracowanie własne na podstawie [5])

Celem badania diagnostycznego jest uzyskanie niezbędnych informacji dla sformułowania diagnoz mających na celu określenia: niezbędnych działań naprawczych, warunków technicznych dalszej eksploatacji oraz zaleceń obsługi technicznej [15, 21]. Wyniki przeprowadzonych badań są dokumentowane.

## 1. Diagnostyka urządzeń srk

Diagnostyka to dziedzina, która zajmuje się rozpoznawaniem badanego stanu rzeczy przez zaliczenie go do znanego typu lub gatunku, przez przyczynowe i całościowe wyjaśnienie tego stanu rzeczy, określenie jego fazy obecnej oraz przewidywanego dalszego rozwoju. Potrzeba diagnostyki urządzeń srk wynika z procesu ich destrukcji, który jest związany z czasem ich istnienia, intensywno-

ścią użytkownika, jakością obsługi technicznej, czy też poziomem jakości eksploatacyjnej. W zależności od momentu czasu, w którym jest przeprowadzana diagnoza, a chwilą jakiej ma dotyczyć ocena zmiany stanu, wyróżnić można następujące rodzaje diagnozy: diagnoza właściwa, dozorowanie, genezowanie, prognozowanie [22].

Diagnoza właściwa polega na określeniu stanu obiektu technicznego w tym samym czasie  $t_0$ , w którym przeprowadzane jest badanie, zgodnie z implikacją [2]:

$$R(X, Y) \Rightarrow [Y(t_0) \Rightarrow \Delta\{X(t_0)\}] \quad (1)$$

gdzie:  $R(X, Y)$  - relacja  $R: X \rightarrow Y$ ,

$Y(t_0)$  - zbiór wartości wielkości wyjściowych w chwili  $t_0$ ,

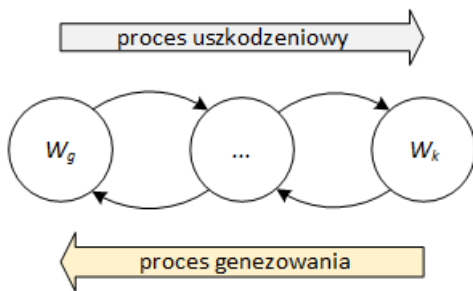
$\Delta\{X(t_0)\}$  - diagnoza w chwili  $t_0$ .

Dozorowanie polega na ciągłej (w pewnych odstępach czasowych) obserwacji obiektu technicznego, co skutkuje systematycznym odnawianiem diagnozy. Metoda ta służy do uzyskania informacji o niepożądanym stanie obiektu (np. przekroczeniu wartości dopuszczalnych), z wystarczająco małą zwłoką czasową.

Genezowanie polega na ustaleniu przyczyn aktualnego stanu obiektu technicznego. Tak więc w procesie genezowania ocenia się stany zaistniałe w chwilach poprzedzających chwilę  $t_0$ , w której przeprowadzane jest badanie obiektu. W przypadku uszkodzeń losowych genezowanie dotyczy przede wszystkim łańcucha uszkodzeniowego (przyczynowo-skutkowego), a tym samym opiera się na następującym wnioskowaniu logicznym:

$$W_k \Leftarrow W_{k-1} \Leftarrow \dots \Leftarrow W_g \quad (2)$$

jeśli w aktualnej chwili  $t_0$  jest stan  $W_k$  to musiał on być poprzedzony stanem  $W_{k-1}$ , a ten był następstwem stanu  $W_{k-2}$ , itd. Wnioskowanie takie może doprowadzić do zidentyfikowania ogniska uszkodzeniowego, które jest pierwszym, losowym uszkodzeniem stanu zdadności  $W_g$  (rys. 2).

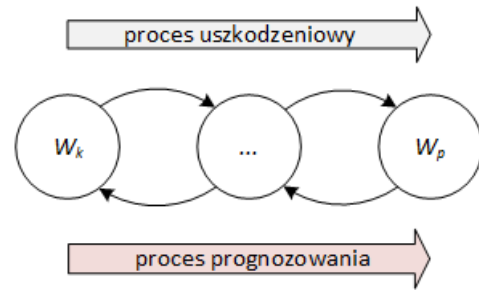


Rys. 2. Graficzna interpretacja procesu uszkodzeniowego i genezowania (opracowanie własne)

Prognozowanie polega na przewidywaniu stanów, które zaistnieją w przyszłości, czyli do przewidywania zmian własności obiektu w chwilach następujących po  $t_0$ . W przypadku uszkodzeń losowych prognozowanie, podobnie jak genezowanie, dotyczy przede wszystkim łańcucha uszkodzeniowego (przyczynowo-skutkowego) i może być oparte na następującym wnioskowaniu logicznym:

$$W_k \Rightarrow W_{k+1} \Rightarrow \dots \Rightarrow W_p \quad (3)$$

jeśli w aktualnej chwili  $t_0$  jest stan  $W_k$  to po nim nastąpi stan  $W_{k+1}$ , a ten wywoła stan  $W_{k+2}$ , itd., aż do chwili powstania stanu  $W_p$  (rys. 3). W wyniku takiej analizy skutków uszkodzeń można opracować sposoby, które zapobiegą rozwojowi łańcucha uszkodzeniowego.



Rys. 3. Graficzna interpretacja procesu uszkodzeniowego i prognozowania (opracowanie własne)

## 2. Metoda importu danych eksploatacyjnych do bazy danych

Dane eksploatacyjne dotyczące urządzeń i systemów srk mogą być cennym źródłem informacji, które pozwolą na przyjęcie odpowiednich strategii utrzymaniowych. Zakłady linii kolejowych PKP PLK S.A. w celu wykonywania sprawozdawczości analitycznej z zakresu awaryjności urządzeń srk przechowują dane w plikach arkuszy kalkulacyjnych Excel pakietu Microsoft Office, które zawierają:

1. Czas trwania uszkodzenia:
  - czas trwania usterki [godz.],
  - data wystąpienia zgodnie z E-1758 [rrrr-mm-dd gg:mm],
  - data zakończenia zgodnie z E-1758 [rrrr-mm-dd gg:mm],
2. Lokalizacja uszkodzenia:
  - sekcja eksploatacji,
  - zakład linii kolejowych (lista wybieralna),
  - nr linii wg Id-12 (D29),
  - rodzaj obiektu (lista wybieralna),
  - nazwa posterunku ruchu, obiektu, szlaku lub kategoria przejazdu,
  - typ urządzeń srk (lista wybieralna),
  - km obiektu lub początek szlaku,
3. Informacje o uszkodzeniu:
  - charakter uszkodzenia (lista wybieralna),
  - koszty (dla kradzieży i dewastacji) [w zł],
  - uszkodzenia podzespołu srk (lista wybieralna),
  - uszczegółowienie podzespołu srk (lista wybieralna),
  - objawy uszkodzenia wg odpisu w E-1758,
  - szczegółowy opis usterki zgodnie z E-1758,
  - kod błędu z panelu diagnostycznego,
  - uszkodzenie/zakłócenie zaistniałe w wyniku przejazdu po-  
jazdu szynowego [podać typ],
  - czas opóźnień pociągów wg SEPE [w min].

Przykładowy plik z danymi eksploatacyjnymi urządzeń srk przedstawiono na rysunku 4.

2016	opracował:	#NAZWA?	telefon:	
Czas trwania uszkodzenia				
Lp.	Czas trwania usterki [godz.]	Data wystąpienia zgodnie z E-1758 [rrrr-mm-dd gg:mm]	Data zakończenia zgodnie z E-1758 [rrrr-mm-dd gg:mm]	Lokalizacja
1	01:00	2017-10-29 niedziela 16:00	2017-10-29 niedziela 16:00	ST

Rys. 4. Widok pliku Excel z danymi eksploatacyjnymi urządzeń srk (źródło: PKP PLK S.A.)

Autorzy artykułu zaproponowali przechowywanie danych eksploatacyjnych w bazie danych MS SQL, której pola rekordu przedstawiono na rysunku 5.

## 2.1. Aplikacja do importu danych eksploatacyjnych

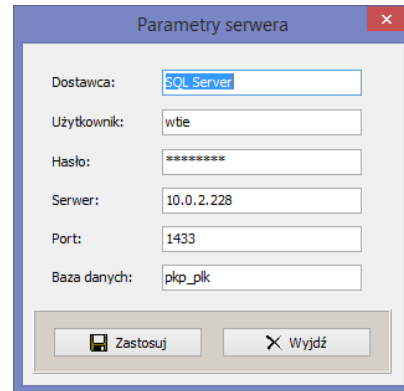
Interfejs programu do importu danych został podzielony na cztery główne sekcje (rys. 6). Pierwsza z nich, która znajduje się w lewej części okna jest typowym eksploratorem plików, który opiera swoje działanie na wyświetlaniu struktury drzewiastej katalogów w wybranym przez użytkownika folderze. Zawartość wybranej lokalizacji jest z kolei pokazywana w formie listy z kilkoma kolumnami szczegółów w głównej i największej części aplikacji. Z tego poziomu możliwe jest wybranie plików, które mają być zaimportowane. Opcje dotyczące dostępu do serwera, wprowadzane są z poziomu szybkich ustawień programu, które cały czas wyświetlane są w lewej dolnej części interfejsu.

Kolumna	Typ
DATA_WYST	nvarchar(80) NULL
DATA_ZAK	nvarchar(80) NULL
SEKCJA	char(160) NULL
ZAKLAD	nchar(320) NULL
LINIA	ntext NULL
OBIEKT	varchar(80) NULL
NAZWA_POST	text NULL
TYP_URZADZ	nvarchar(240) NULL
KM	nvarchar(80) NULL
SYG_ZAST	nvarchar(80) NULL
CHAR_USZKODZ	nvarchar(160) NULL
KOSZTY	nvarchar(80) NULL
USZKODZ_PODZ	nvarchar(160) NULL
USZCZEG_USZKODZ	nvarchar(160) NULL
OBJAWY_USZKODZ	nvarchar(160) NULL
OBJAWY_USTERKI	nvarchar(160) NULL
KOD_BLEDU	nvarchar(80) NULL
ZAKLOCENIE	nvarchar(160) NULL
OPOZNIENIE	nvarchar(40) NULL
ACTIVE	bit NULL

Rys. 5. Pola rekordu bazy danych (źródło: opracowanie własne)

Pierwszą czynnością powinna być parametryzacja dostępu do serwera MS SQL. W tym celu należy wybrać przycisk „Parametry

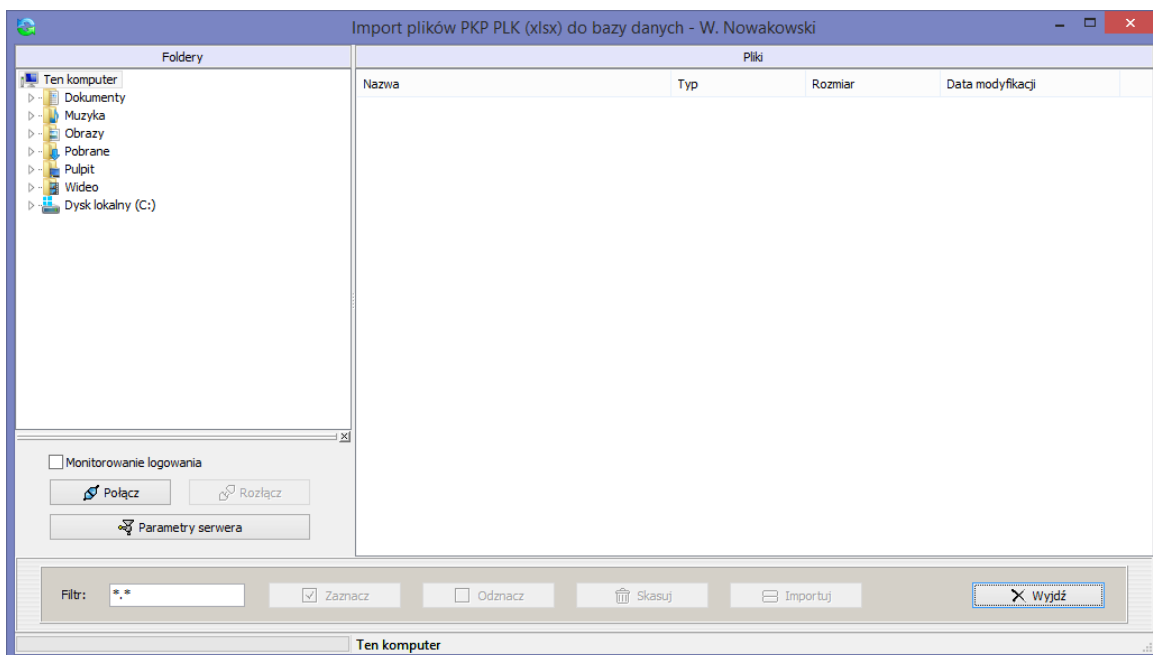
serwera”. Okno z przykładowymi parametrami serwera zostało przedstawione na rys. 7.



Rys. 7. Widok okna parametryzacji dostępu do serwera (źródło: opracowanie własne)

Po poprawnym wpisaniu parametrów należy wybrać przycisk „Zastosuj”, w wyniku czego parametry zostaną zapisane w pliku „config.ini”, który jest szyfrowany w celu ochrony hasła dostępowego do serwera. Plik z parametrami jest wczytywany przy każdym uruchomieniu programu, dlatego też czynność parametryzacji przeprowadzamy tylko jeden raz. Po wykonaniu parametryzacji możemy przystąpić do próby połączenia z serwerem. W tym celu wybieramy przycisk „Połącz”. Jeśli próba połączenia zakończy się sukcesem zostaniemy o tym poinformowani odpowiednim komunikatem „Połączenie z bazą danych jest aktywne”.

Kolejną czynnością jest wskazanie plików Excel, które mają zostać zaimportowane do bazy danych. W tym celu w eksploratorze plików umieszczonym w lewej górnej części okna zmieniamy katalog na ten, w którym przechowywane są te pliki. Wraz ze zmianą aktywnego katalogu aktualizowane jest okno po prawej stronie, w którym wyświetlana jest lista plików Excel znajdujących się w tym katalogu. W programie umożliwiono podgląd plików przed ich zaimportowaniem. Operacja ta jest dostępna po naciśnięciu prawego klawisza myszy i wybrania z podręcznego menu pozycji „Otwórz” (rys. 8).



Rys. 6. Widok okna głównego aplikacji do importu danych (źródło: opracowanie własne)

Pliki, które chcemy zaimportować do bazy wskazujemy poprzez ustawienie aktywności w polu *checkbox* znajdującym się z lewej strony nazwy pliku lub wskazaniu pliku i wybraniu opcji „Zaznacz”. Oczywiście zawsze możemy wykonać czynność odwrotną wybierając opcję „Odznacz” (rys. 8). Jeśli mamy nawiązane połączenie z bazą danych oraz wskazaliśmy pliki do importu możemy przystąpić do procesu wczytania danych naciskając przycisk „Import”. W czasie trwania importu jesteśmy informowani o postępie wczytywania danych poprzez odpowiednie komunikaty w belce statusu i aktualizację paska postępu (rys. 9).

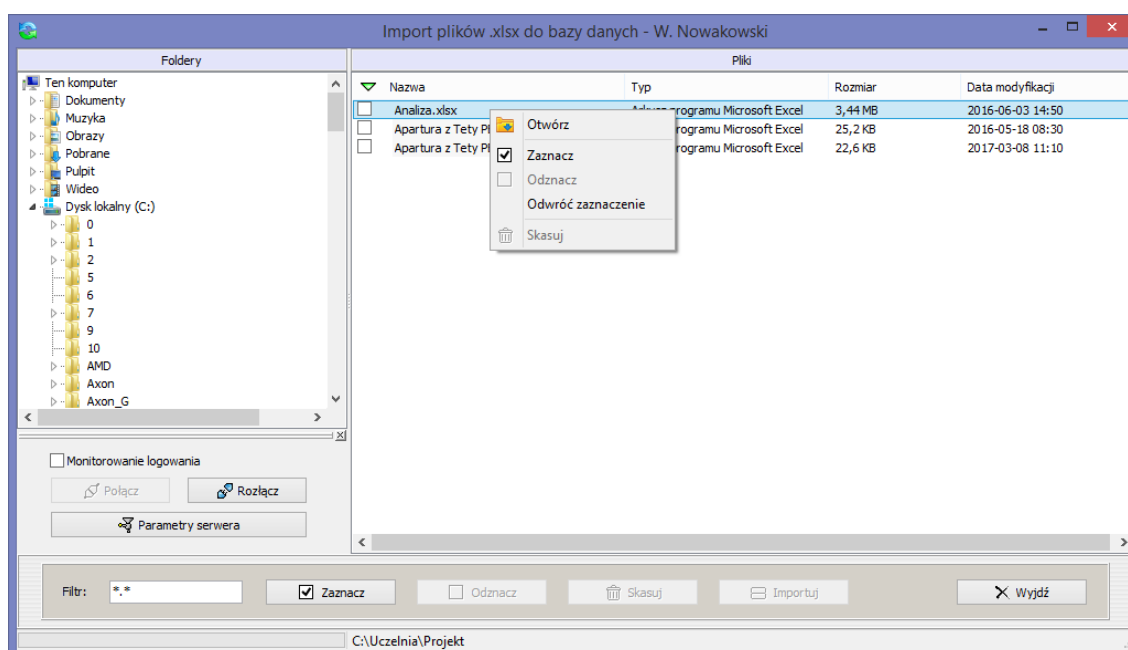
Na uwagę zasługuje fakt przystosowania oprogramowania do wykonania importu wielu plików Excel w czasie jednego procesu. Po zakończeniu czynności wczytywania danych do bazy danych program poinformuje nas stosownym komunikatem „Zakończono import plików do bazy”.

W celu uniemożliwienia wielokrotnego wczytania tych samych danych oprogramowanie zmienia nazwę wczytanych plików poprzez zmianę ich rozszerzenia z „.xlsx” na „.arch”. Dodatkowo nazwy

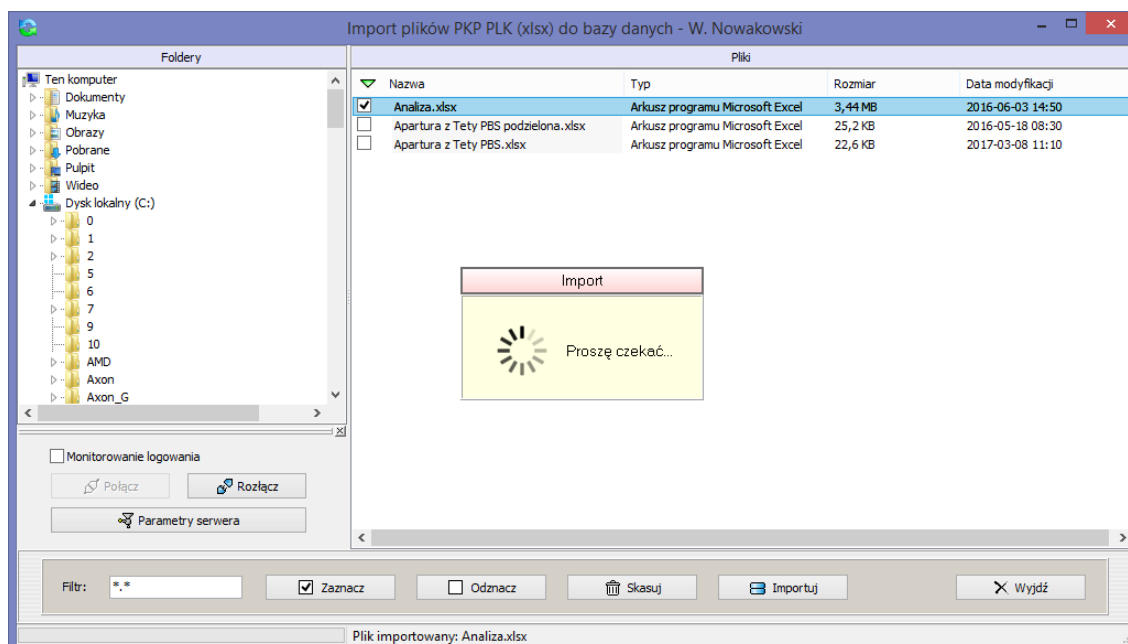
wszystkich zaimportowanych plików są wyświetlane w kolorze czerwonym (rys. 10).

Po wykonaniu importu, przed zamknięciem aplikacji, należy rozłączyć się z bazą danych, o czym poinformowani zostaniemy odpowiednim komunikatem „Połączenie z bazą danych nie jest aktywne”. Wynik działania w postaci przykładowych danych o uszkodzeniach urządzeń srk zaimportowanych do bazy MS SQL przedstawiono na rysunku 11.

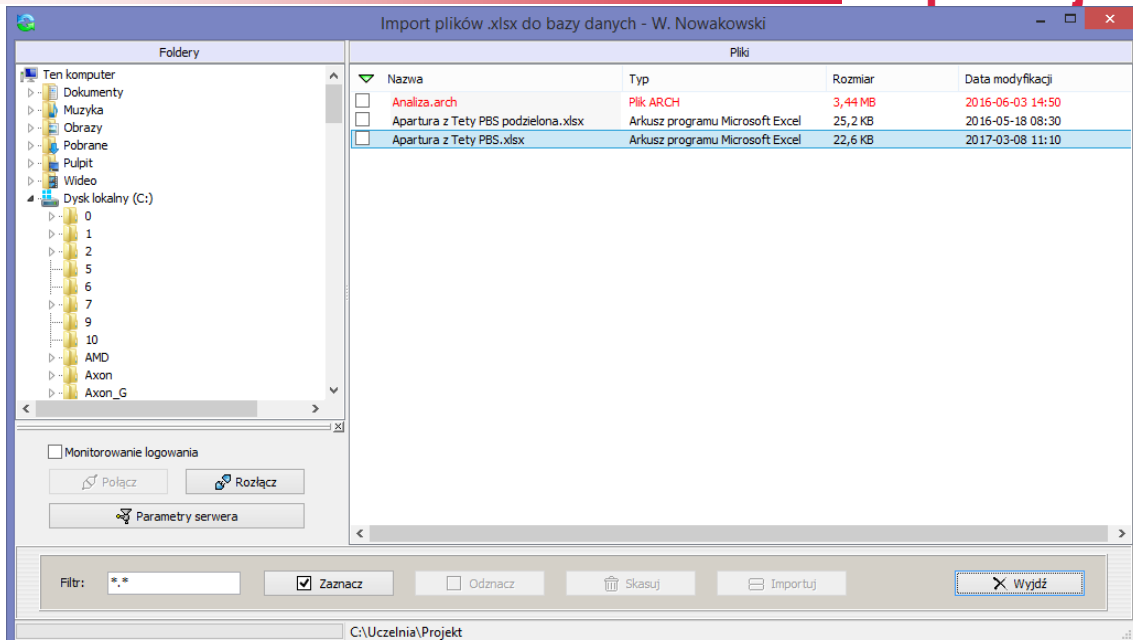
Aplikacja do importu danych została stworzona z wykorzystaniem środowiska Delphi w języku programowania Object Pascal, który wyróżnia się prostą składnią oraz posiadaniem wielu gotowych bibliotek, zwiększających efektywność tworzonych programów. Do zapewnienia komunikacji z bazą danych użyto komponentu UniDAC firmy Devart [24]. Pozostałe komponenty to otwarte pakiety m.in. Jedi VCL [23], LMD VCL [25], a także bibliotekami programistyczne o otwartym kodzie, m.in. CiniFile i Splitter.



Rys. 8. Widok podręcznego menu z opcją podglądu zawartości pliku (źródło: opracowanie własne)



Rys. 9. Okno główne aplikacji podczas importu danych (źródło: opracowanie własne)



Rys. 10. Okno główne aplikacji z wyróżnieniem plików zaimportowanych do bazy (źródło: opracowanie własne)

Monitorowanie logowania

Filtr: \*.\*  Zaznacz  Odnznacz

C:\Uczelnia\Projekt

Limit: 50 Długość tekstu: 100 Czynność:

Zmien	DATA_WYST	DATA_ZAK	SEKCJA	ZAKLAD	LINIA	OBIEKT	NAZWA_POST	TYP_URZADZ	KM	SYG_ZAST	CHAR_USZKODZ	KOSZTY	USZKODZ_POZD	USZCZEG_USZKODZ
edytuj	2017/10/29 15:00	2017/10/29 16:00	Skarżysko-Kanienna ...	Skarżysko-Kanienna	... 22	ST	Drzewica	1_system poza wymienionymi powyżej (np. SNZ)	36,000	2,000	kradzież		napełdy zwrotnicowe	syg_sygnałozator świetlny - głowica sem
edytuj	2017/10/29 15:00	2017/10/29 16:00	Skarżysko-Kanienna ...	Skarżysko-Kanienna	... 22	ST	Drzewica	1_system poza wymienionymi powyżej (np. SNZ)	36,000	2,000	kradzież		napełdy zwrotnicowe	syg_sygnałozator świetlny - głowica sem
edytuj	2017/10/29 15:00	2017/10/29 16:00	Skarżysko-Kanienna ...	Skarżysko-Kanienna	... 22	ST	Drzewica	1_system poza wymienionymi powyżej (np. SNZ)	36,000	2,000	kradzież		napełdy zwrotnicowe	syg_sygnałozator świetlny - głowica sem
edytuj	2017/10/29 15:00	2017/10/29 16:00	Skarżysko-Kanienna ...	Skarżysko-Kanienna	... 22	ST	Drzewica	1_system poza wymienionymi powyżej (np. SNZ)	36,000	2,000	kradzież		napełdy zwrotnicowe	syg_sygnałozator świetlny - głowica sem

Rys. 11. Przykładowe dane o uszkodzeniach urządzeń srk zaimportowane do bazy MS SQL

### Podsumowanie

W artykule przedstawiono metodę importu danych eksploatacyjnych do bazy danych MS SQL. Założono, że źródłem danych eksploatacyjnych mogą być informacje przygotowywane przez PKP PLK S.A. w celu realizacji sprawozdawczości analitycznej z zakresu awaryjności urządzeń srk. Dane te przechowywane są w plikach Excel, a tym samym niezbędne było rozpoznanie struktury tych plików, formatu danych, a następnie opracowanie autorskiego oprogramowania, które umożliwi import danych eksploatacyjnych do bazy danych MS SQL. Umożliwi to w przyszłości przetwarzanie danych i przeprowadzanie analizy niezawodnościowej urządzeń srk. W konsekwencji działania te mogą pozwolić na zmianę metod obsługi i serwisowania urządzeń i systemów srk.

### Bibliografia:

- Bergquist B., Soederholm P.: Data Analysis for Condition-Based Railway Infrastructure Maintenance, Quality and Reliability Engineering International, Volume 31, Issue 5, pp. 773-781, 2015.
- Będkowski L. Dąbrowski T.: Podstawy eksploatacji. Część 1. Podstawy diagnostyki technicznej, WAT, 2000.
- Cao Y., Li P., Zhang Y.: Parallel processing algorithm for railway signal fault diagnosis data based on cloud computing, Future Generation Computer Systems - The International Journal of eScience, Volume 88, pp. 279-283, 2018.
- Flammini F. Railway Safety, Reliability, and Security: Technologies and Systems Engineering. IGI Global, 2012.
- le-7 (E-14), Instrukcja diagnostyki technicznej i kontroli okresowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, PKP PLK S.A. 2018.
- Lewiński, A., Perzyński, T.: The reliability and safety of railway control systems based on new information technologies. Mikulski, J. (ed.), TST 2010, Communications in Computer and Information Science, Volume 104, pp. 427-433, 2010.

- Lovetei I.F., Szabo G.: Safety Modeling of Centralized Railway Traffic Control, Proceedings of 19th International Conference Transport Means 2015, pp. 294-297, 2015.
- Łukasik Z., Nowakowski W.: Sieciowe narzędzia diagnostyczne systemów sterowania ruchem kolejowym, Technika Transportu Szynowego (TTS) 12/2015, str. 2715-2718, 2015.
- 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.
- Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T.: Ujednolicenie struktur danych stosowanych w diagnostyce systemów sterowania ruchem kolejowym, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, R.17 nr 6, str. 995-998, 2016.
- Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T., Freimane J.: A fault diagnostic methodology for railway automatics systems, ICTE in Transportation and Logistics 2018 (ICTE 2018), Procedia Computer Science, Volume 149, pp. 159-166, 2019.
- 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.
- Nowakowski W., Bojarczak P., Łukasik Z.: A concept of diagnosis of railway automation systems. Proceedings of 22nd International Scientific Conference "Transport Means 2018", Part II, pp. 920-925, 2018.
- Nowakowski W., Bojarczak P., Łukasik Z.: A Diagnostic Method for Axle Counting Systems Based on the SNMP Protocol. In: Kováčiková T., Buzna L., Pourhashem G., Lugano G., Cornet Y., Lugano N. (Eds.), Intelligent Transport Systems – From Research and Development to the Market Uptake (INTSYS 2017), Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, Vol. 222, pp. 51-60, Springer, Cham, 2018.

15. Nowakowski W., Ciszewski T., Bukalski W., Łukasik Ł.: Symulator uszkodzeń urządzeń sterowania ruchem kolejowym, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 12/2018, str. 575-578, ISSN 1509-5878, DOI 10.24136/atest.2018.455, 2018.
16. 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.
17. Nowakowski W., Łukasik Z., Łukomski K.: Diagnostyka urządzeń sterowania ruchem kolejowym. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 6/2018, str. 632-635, 2018.
18. Mikulski J.: Evaluation of Railway Stations Reliability. Mikulski, J. (ed.), *TST 2013, Communications in Computer and Information Science*, Volume 395, pp. 105-114, 2013.
19. Perpinya X. (ed.): *Reliability and Safety in Railway*. InTech, 2012.
20. Tang L.: Reliability assessments of railway signaling systems: A comparison and evaluation of approaches. Norwegian University of Science and Technology, 2015.
21. Wu G: Design on Fault Diagnosis Expert System for Railway Signal Equipment, *Proceedings of the 2018 6th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology (ICMMCT 2018)*, AER-Advances in Engineering Research, Volume 152, pp. 36-41, 2018.
22. Żółtowski B.: *Podstawy diagnostyki maszyn*, Wydawnictwo Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1996.
23. <http://www.delphi-jedi.org>
24. <https://www.devart.com/unidac>
25. <https://www.lmdinnovative.com>

---

## Method of importing operational data of railway traffic control devices into the database

Railway control devices are responsible for the safe and efficient operation of railway traffic. Despite the continuous development of these devices, like other technical solutions, they are being damaged. However, since railway control devices are safety-related, they are not only required to be reliable, but also to be free from unacceptable risks. The very large number of control devices, the variety of their types, the variety of technical solutions, as well as the specific failure rate make it very difficult to ensure the efficiency of these equipment. Therefore, their operation must be supported by technical diagnostics. Information obtained as a result of technical diagnostics about changes in the technical condition of devices is stored in specific data sets. However, in the case of individual railway lines plants of PKP PLK S.A. these are most often Excel spreadsheets of Microsoft Office. The authors of the article proposed to transfer these data to the MS SQL relational database with the use of proprietary software developed for this purpose.

---

**Keywords:** railway traffic control devices, diagnostics, MS SQL database.

### Autorzy:

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

dr hab. inż. **Piotr Bojarczak** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, p.bojarczak@uthrad.pl

prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, z.lukasik@uthrad.pl