

MADEJ Ludwik, LESIAK Piotr

BAZA DANYCH POMIAROWYCH POMOCĄ W PODEJMOWANIU DECYZJI UTRZYMANIOWYCH LINII KOLEJOWYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono bazy danych stworzone i wykorzystywane przez Centrum Diagnostyki PKP PLK S.A. do gromadzenia i analiz wyników pomiarów elementów infrastruktury kolejowej, takich jak: defektoskopowych badań ręcznych i zautomatyzowanych szyn kolejowych, badań geometrii toru oraz badań urządzeń awaryjnych stanów taboru. Tworzenie raportów przy pomocy graficznego kreatora, zapewnia komfort tworzenia baz oraz elastycznego z nich korzystania, co istotnie wpływa na decyzje utrzymaniowe linii kolejowych.

WSTĘP

Diagnostyka stanu infrastruktury kolejowej jest jednym z najważniejszych procesów w utrzymaniu dróg kolejowych, toteż tworzone są coraz doskonalsze narzędzia pomiarowe, czego przykładem mogą być produkty firmy MERMEC [10]. Zadaniem diagnostyki jest monitorowanie stanu elementów infrastruktury i na tej podstawie wydawanie ostrzeżeń, ograniczeń, zaleceń naprawy [1, 3]. Tak było w czasach tzw. „diagnostyki papierowej”, gdy ogromna liczba raportów utrudniała rozszerzoną analizę i prognozowanie.

Wprowadzenie cyfrowego zapisu wyników pomiarów pozwoliło na archiwizację ich rezultatów w postaci baz danych. Dzięki takiej bazie i możliwości szybkiego analizowania wyników pomiarów, Centrum Diagnostyki PKP PLK S.A. wstąpiło na nowy poziom diagnostyki i prognozowania rozwoju defektów.

Pozwala to na efektywne i właściwe lokowanie zasobów i prac utrzymaniowych na poszczególnych odcinkach linii kolejowych, a co za tym idzie zoptymalizowanie wydatków ponoszonych na utrzymanie.

Pierwsze prace nad stworzeniem tej bazy danych, prowadziła ówczesna Politechnika Radomska, w ramach mobilnego symulatora stanów awaryjnych taboru, na zlecenie PKP PLK S.A.[4, 5, 8].

1. BAZY DANYCH CENTRUM DIAGNOSTYKI PKP PLK S.A.

Utrzymywanie infrastruktury kolejowej w zadowalającym stanie, wymaga znajomości stanu każdego pojedynczego jej elementu [6]. Generuje to ogromną ilość danych. Rozwiązania informatyczne a w szczególności bazodanowe umożliwiają zbieranie, szybkie przetwarzanie, wizualizowanie i wszechstronne analizowanie danych [13].

Na sieci PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. stare systemy informatyczne pozwalały tylko na zbieranie i archiwizację danych pomiarowych. Wszelkie analizy i raportowanie odbywało się „ręcznie”. Nie było też możliwe wykonywanie porównań i analiz rezultatów

pomiarów w krótkim czasie. Był to proces żmudny i długotrwały, ponieważ dane, które istniały nie były ze sobą powiązane i pozostawały rozrzucone obszarowo, jak również w ogromnej mierze były przechowywane w formie papierowej.

Wraz ze wzrostem liczby rodzajów pomiarów i wymogu skrócenia czasu analizy powstała konieczność takiego uporządkowania i zintegrowania danych, aby możliwe było sprawne nimi operowanie. W tym celu w Centrum Diagnostyki stworzono Bazę Danych Pomiarowych zwaną dalej BDD, która realizuje zbieranie, przetwarzanie oraz tworzy wizualizację danych pomiarowych. Struktura BDD była tworzona w oparciu o wytyczne, charakterystyczne dla współczesnych systemów baz danych tj.:

Centralna baza danych (CBD): zastosowanie centralnego serwera bazy danych, zapewnia obsługę całego przedsiębiorstwa w jednym miejscu. CBD zapewnia poprzez połączenia tak sieciowe jak i Internet, dostęp do wszystkich zgromadzonych danych niezależnie od miejsca pracy użytkownika. Bezpośrednie transmisje danych z urządzeń pomiarowych przyjmowane są tak w czasie rzeczywistym pomiaru jak i w sesjach przesyłania danych do archiwizacji.

Bezpieczeństwo i niezawodność: architektura systemu oparta na technologii klient-serwer pozwala na bezpieczną wielostanowiskową pracę z każdego miejsca wyposażonego w dostęp do Intranetu firmowego. Brak aplikacji na terminalach końcowych zwiększa bezpieczeństwo danych jak również pozwala uniknąć problemów z różnymi konfiguracjami oprogramowania wykorzystywanymi w PKP Polskich Liniach Kolejowych S.A. BDD posiada rozbudowany system uprawnień ‘podmiotowych’, przypisujący każdemu użytkownikowi prawo do wykonania tylko pewnego podzbioru operacji jak również ‘przedmiotowych’, dających operatorowi dostęp tylko do tych danych, które są terytorialnie podległe jego jednostce zatrudnienia. System umożliwia definiowanie różnych uprawnień i wyjątków.

Modułowa budowa systemu: przy dużej rozległości działania systemu, użytkownik obsługuje tylko tą część, za którą jest odpowiedzialny.

W BDD rozwiązanie to zaimplementowano w zdefiniowanych grupach użytkowników np.:

- analityk geometrii toru,
- operator geometrii toru,
- analityk DSAT,
- operator DSAT,
- analityk badań defektoskopowych,
- operator badań defektoskopowych,
- analityk (ta grupa ma możliwość przeglądania wszystkich pomiarów prócz DSAT).

Każda z tych grup ma dostęp tylko do odpowiedniego modułu BDD.

Otwartość na integrację z innymi systemami informatycznymi: stosowanie standardów zgodnych z rozwiązaniami MY SQL umożliwia szeroką wymianę danych zarówno plikową jak i bezpośrednią „base to base” [12]. Otwartość BDD jest szczególnie ważną cechą dla nowoczesnego, rozwijającego się przedsiębiorstwa. Ciągłe wprowadzanie nowych systemów diagnostyki dostarczanych przez różnych producentów i stosujących własne standardy zapisu wyników pomiarów w tym fotografii i filmów wymaga zapewnienia otwartości architektury BDD w celu umożliwienia integracji danych.

Na obecnym etapie ze względu na założony charakter korelacji zależności i niepełny zakres niezbędnych danych zapisanych w BDD baza wspomaga podejmowanie decyzji krótko i średnioterminowych (o zasięgu nie dłuższym niż 12 miesięcy).

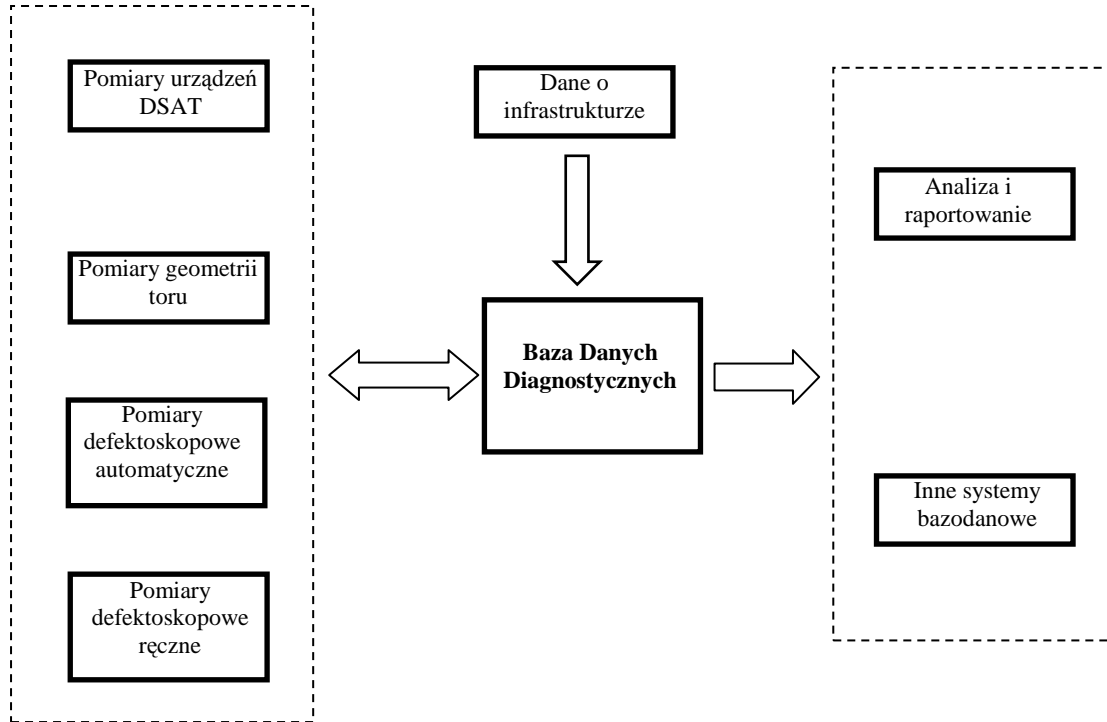
2. STRUKTURA ZBIERANIA DANYCH POMIAROWYCH

Baza Danych Diagnostycznych oparta jest na technologii My SQL i gromadzone są tu pomiary z czterech podstawowych grup działalności Centrum Diagnostyki:

- badań defektoskopowych ręcznych,

- badań defektoskopowych automatycznych (wagon defektoskopowy) [9],
- badań geometrii toru (pojazdy pomiarowe EM120) [2],
- badań urządzeń DSAT [4, 5, 7].

W celu poprawnej lokalizacji pomiarów jak również do odpowiednio działających praw dostępu zaimplementowany został moduł infrastruktury z podziałem terytorialnym wg instrukcji PKP PLK S.A. Id 12 [7].



Rys. 1. Schemat wymiany danych w BDD

Dla modułu DSAT gromadzone są z jednej strony dane o nastawionych i rzeczywistych temperaturach na symulatorach zainstalowanych na wagonie a z drugiej zbierane są wartości temperatur zmierzonych przez urządzenie zabudowane w torze. Na tej podstawie można przeprowadzać analizy poprawności działania urządzeń DSAT. Dla tego modułu gromadzone są informacje np. o:

- rodzaju symulacji,
- temperaturach zadanych poszczególnych grzałek symulatorów,
- temperaturach poszczególnych grzałek symulatorów,
- data, czas i lokalizacja GPS wykonanego pomiaru,
- temperatury zarejestrowane przez badane urządzenie DSAT.

Dla modułu geometrii toru gromadzone są informacje z pojazdu pomiarowego EM120 i są to np.:

- pliki tekstowe z informacją o usterkach klasy C,
- pliki danych, w których zawarte są informacje z czujników systemu pomiarowego, co umożliwia wyrysowywanie wykresów geometrii toru dla poszczególnych parametrów.

Moduł defektoskopii automatycznej przechowuje dane np. o:

- opisie każdej wady,
- lokalizacji wady względem GPS oraz kilometrażu linii,
- zalecenie, co do dalszego postępowania z wadą,
- zestaw zdjęć z miejsca wykrycia wady.

Moduł defektoskopii ręcznej zbiera informacje z jednotokowych aparatów ultradźwiękowych i są to np.:

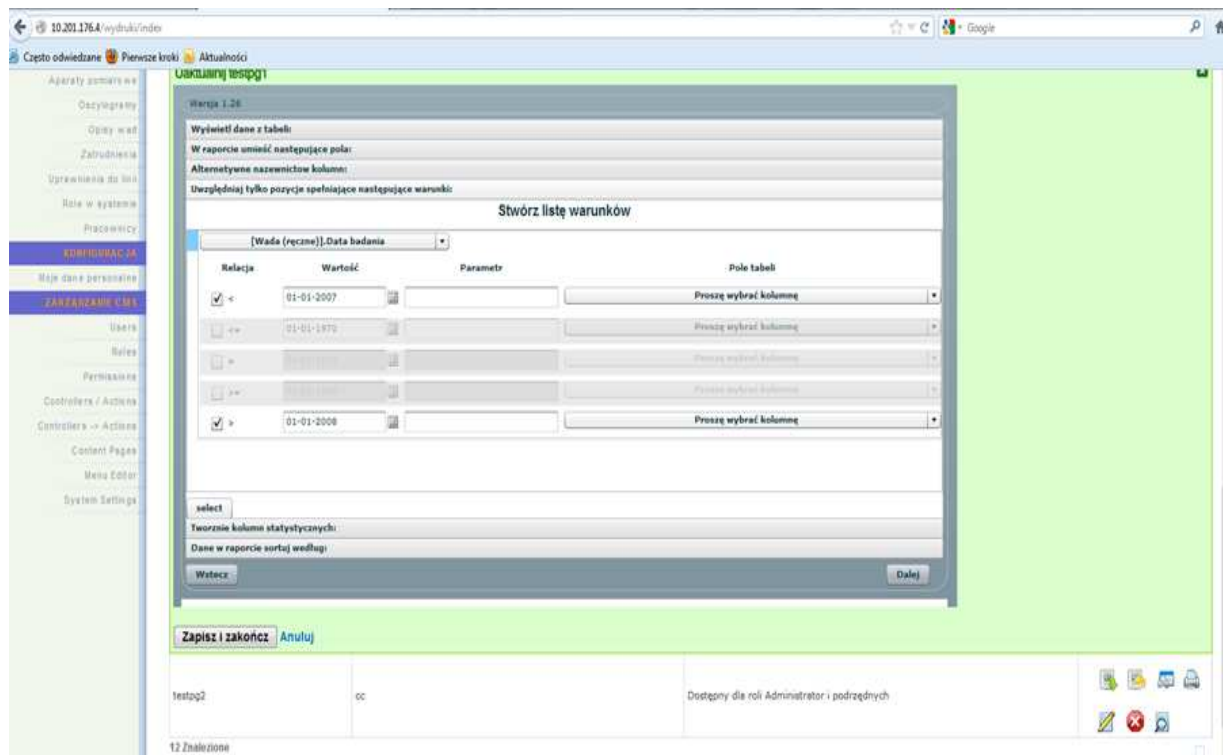
- lokalizacja wykrytej wady (linia, tor, tok, kilometr),
- opis wady,
- opis szyny lub spoiny/zgrzeiny, w której wystąpiła wada,
- zalecenie co do dalszego postępowania z wadą,
- dane o operatorze i aparacie, którym było przeprowadzone badanie.

W module infrastruktury zostały zawarte informacje o początku i końcu linii, przypisaniu odcinków linii do poszczególnych sekcji i zakładów, lokalizacji infrastruktury przytorowej oraz stacji kolejowych.

W celu zapewnienia możliwości prawidłowej i dokładnej analizy stanu infrastruktury najistotniejszym warunkiem jest przedstawienie danych zgromadzonych w bazie w sposób czytelny dla użytkownika. Dlatego, poszczególne podstawowe moduły pomiarów są uszeregowane w taki sposób, aby interfejs był intuicyjny a czytanie danych proste i zrozumiałe. Informacje są hierarchizowane i schodząc coraz niżej otrzymuje się je coraz bardziej szczegółowe. Ze względu na ogromną ilość danych należało stworzyć zaawansowane narzędzia wyszukiwania, filtrowania i eksportu do innych aplikacji w celu dalszej analizy.

Jednym z najważniejszych modułów w nowoczesnych systemach bazodanowych jest moduł raportowy. Powinien on umożliwiać wykonywanie predefiniowanych raportów jak i konstruowanie własnych przy użyciu zaawansowanych narzędzi kreowania lub bezpośredniego zapytania bazy. W Bazie Danych Diagnostycznych w tym module zaimplementowano różnego rodzaju narzędzia wyszukiwania i eksportu informacji, od najprostszego znanego z przeglądarek „szukaj” gdzie definiuje się kryteria tylko dla jednego rodzaju danych, a po wyszukaniu interesującego zakresu można go wyeksportować do podstawowych programów edycyjnych typu EXCEL lub ADOBE READER, do zaawansowanego kreatora zapytań, w którym można wykonywać skomplikowane zestawienia i raporty np. KD7.

W tym kreatorze wykonując poszczególne kroki graficznego edytora tworzy się złożone zapytania. Narzędzie to oprócz wszystkich cech, które zawierają proste mechanizmy wyszukiwania jest wyposażone w narzędzia do tworzenia warunków logicznych jak również wypełnianie raportu danymi z kilku modułów danych jednocześnie.



Rys. 2. Tworzenie raportów przy pomocy graficznego kreatora

Główne kroki tworzenia raportu to:

- wybór głównej tabeli raportu,
- wybór pól z tabel,
- wybór listy warunków,
- tworzenie kolumn z danymi statystycznymi,
- sortowanie.

Ilość zgromadzonych danych pomiarowych zawartych w Bazie Danych Diagnostycznych przedstawia tabela 1.

Tab. 2. Ilości zgromadzonych danych pomiarowych w rozbiciu na poszczególne pomiary

Rodzaj badania	Ilość danych	Dane są gromadzone od roku
Badania defektoskopowe (ilość kart badań / zarejestrowanych wad)	68404szt / 7065331szt	1999
Pomiary geometrii toru (ilość pomiarów / w podziale na km)	6089szt / 175746km	2009
Badania DSAT (ilość zarejestrowanych badań urządzeń)	611szt	2009

W najbliższej przyszłości do Bazy Danych Pomiarowych zostanie dołożony moduł złamań, w którym będą ewidencjonowane wraz z historią naprawy wszystkie pęknięcia szyn na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Udostępniane będą dla służb drogowych również nagrania wideo szlaku z pojazdów pomiarowych. Jednym z najbliższych głównych zadań jest przetransformowanie lokalizacji kilometrowej linii na współrzędne GPS co będzie skutkowało przejściem na nowe standardy pomiaru lokalizacji obiektów i jednoznacznym wyznaczeniem lokalizacji usterek wykrywanych za pomocą pojazdów pomiarowych oraz ręcznych przyrządów wyposażonych w odbiorniki GPS.

PODSUMOWANIE

Prowadzenie rozszerzonego, dokładniejszego prognozowania stanu nawierzchni torowej wymaga automatycznego powiązania danych diagnostycznych z danymi o obciążeniu poszczególnych szlaków i linii kolejowych jak i stanie taboru.

Duża ilość gromadzonych danych o nawierzchni kolejowej w powiązaniu z informacjami o infrastrukturze, jej obciążeniu wraz z informacjami o stanie elementów trakcji i automatyki kolejowej pozwala tworzyć i implementować algorytmy prognozowania stanu nie tylko nawierzchni, ale całych odcinków linii w różnym horyzoncie czasowym.

BIBLIOGRAFIA

1. Bałuch H. Utrzymanie nawierzchni kolejowej w fazie chronicznego kryzysu. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne - Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Kolejnictwie, Krynica, 17-19 listopada 2004.
2. Bałuch M.: Interpretacja pomiarów i obserwacji nawierzchni kolejowej. Wyd. Politechniki Radomskiej, seria monografie, nr 79, Radom 2005.
3. Bogdaniuk B.: Wspomaganie decyzji przy utrzymaniu nawierzchni kolejowej. Technika Transportu Szynowego, R. 10, nr 1-2, 2003.
4. Bojarczak P., Chałko L., Gołąbek P., Lesiak P.: Mobilny symulator stanów awaryjnych taboru. Seminarium Automatyki i Telekomunikacji, „Systemy Sterowania Ruchem Kolejowym oczekiwania PKP PLK S.A. a oferta producentów”, Białowieża 2009 (płyta CD).
5. Diagnostyka funkcjonalna urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru. Zlecenie nr 2432/46/Z, Politechnika Radomska, 2006-2009.
6. Instrukcja Id – 1 Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych. PKP PLK S.A. Warszawa 2005.
7. Instrukcja Id-12 (D-29) Wykaz linii. PKP PLK S.A. Warszawa 2009.
8. Lesiak P., Bojarczak P., Chałko L., Dobrosławski T., Gołąbek P., Pawełczyk M.: Mobile diagnostics of the sideway faulty state detection devices for railway cars. "Reliability, safety and diagnostics of transport structures and means 2008". University of Pardubice, Czech Republic, pp.181-187, 25-26 September 2008.
9. Lesiak P.: Mobilna diagnostyka szyn w torze kolejowym. Wyd. Politechniki Radomskiej, seria monografie, nr 116, Radom 2008.
10. Materiały firmy MERMEC. Internet <http://www.railway-technology.com/contractors/track/mermec/>
11. track/mermec/
12. Stones R., Matthew N.: Bazy danych i MySQL. Od podstaw. Helion, 2003.
13. Zabielski M.: Informatyczne wspomaganie przedsiębiorstwa kolejowego. Rynek Kolejowy, 2005, nr 6.

MEASURING DATABASE AS A TOOL FOR DECISION MAKING IN RAILWAY LINES MAINTENANCE

Abstract

The paper presents database created and used by Diagnostic Headquarter of Polish Railway Lines for acquisition and the analysis of measuring results of railway infrastructure. Measurements comprise data coming from manual and automatic ultrasonic flaw detectors, track gauge measuring systems and systems checking the state of side track devices. Creation of database reports with the use of graphic generator allows for easy creation and the use of it what in turn has a large impact on decision making in railway lines maintenance.

Autorzy:

Mgr inż. **Ludwik Madej** – Centrum Diagnostyki PKP PLK S.A. w Warszawie, Dr hab. inż. **Piotr Lesiak**, prof. nadzw. - Uniwersytet - Technologiczno - Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki