

Krzysztof BOJDA¹

PROJEKT SYSTEMU WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIEM EKSPLOATACJĄ POJAZDÓW SZYNOWYCH

W artykule przedstawiono problem zarządzania eksploatacją pojazdów szynowych realizujących przewozy w oparciu o zadany rozkład jazdy. W procesie planowania eksploatacji uwzględnić należy również szereg uwarunkowań technicznych, takich jak przeglądy oraz naprawy, a także w szczególności zakłócenia nieplanowe. Przedstawiono projekt tworzony systemu informatycznego służącego do wspomagania planowania przydziału zadań przewozowych oraz prac obsługowych dla pojazdów szynowych.

THE PROJECT OF SUPPORT SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF ROLLING STOCK OPERATION

The article introduces the problem of managing the operation of rail vehicles performing services based on a specified timetable. The planning of exploitation process should also include a number of technical considerations, such as maintenance, repairs and in particular, unplanned disruptions. The paper presents the project of computer system used to support the allocation of transport tasks and maintenance works for rail vehicles.

1. WSTĘP

Planowanie procesu eksploatacji pojazdu szynowego stanowi złożone zagadnienie wymagające utrzymywania wysokiej dyscypliny przetwarzania danych. Założony wstępnie rozkład jazdy, będący podstawową formą opisu realizowanych zadań otrzymywanych od zleceniodawcy przewozów, w praktyce ulegać może dynamicznym zmianom. Na przebieg procesu eksploatacji wpływ ma szereg czynników takich jak np. pojazdy kołowe, uwarunkowania atmosferyczne, uszkodzenia infrastruktury, obecność innych pojazdów szynowych na szlaku, opóźnienia wtórne, a także inne zdarzenia niepożądane pochodzące z otoczenia systemu [1].

Prace obsługowe dla danego pojazdu kolejowego wykonuje się według określonego harmonogramu przeglądów, zdefiniowanego w dokumentacji systemu utrzymania. Założenia cyklu przeglądowo-naprawczego definiują maksymalne terminy wykonania poszczególnych przeglądów w oparciu o przebieg pojazdu, liczbę godzin pracy silników

¹Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Politechnika
Wrocławska, ul. I. Łukasiewicza 7/9, 50-371 Wrocław, krzysztof.bojda@pwr.wroc.pl, tel. (+48) 71 320 20 04

(tzw. motogodzin) oraz czas. Wskazane wcześniej zakłócenia w procesie eksploatacji skutkują odchyleniami od zaplanowanych przebiegów dziennych oraz prognozowanej liczby motogodzin, a tym samym koniecznością stałej aktualizacji danych i monitorowania parametrów opisujących bieżący stan systemu (dostępność taboru, terminy wykonania przeglądów, tankowania, itp.).

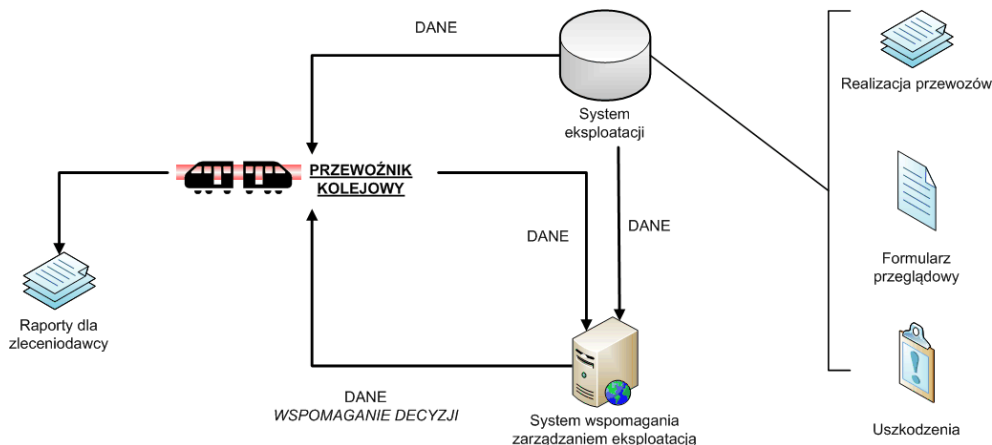
Znaczące uszkodzenie pojazdu w wyniku eksploatacji, zdarzeń losowych lub wypadków może skutkować skierowaniem pojazdu do naprawy poza normalnym cyklem utrzymania, co zwykle wiąże się z koniecznością wyłączenia go z ruchu na dłuższy (i niemożliwy wstępnie do sprecyzowania) okres czasu.

Uwzględnienie powyższych faktów wymaga szerszego horyzontu planowania zadań przewozowych oraz serwisowych. Istotnym ułatwieniem jest wdrożenie informatycznego systemu wspomagania zarządzaniem eksploatacją, będącego przedmiotem niniejszego opracowania.

2. INFORMATYCZNY SYSTEM WSPOMAGANIA ZARZĄDANIEM EKSPLOATACJĄ

System wspomagający proces zarządzania eksploatacją pojazdów szynowych zrealizowany jest w formie aplikacji internetowej, gdzie całość stworzonego oprogramowania wraz z repozytorium danych ulokowana jest w jednej fizycznej lokalizacji (na komputerze pełniącym funkcję serwera).

Koncepcję funkcjonowania systemu, wraz z ideowym schematem przepływu danych, przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Koncepcja systemu wspomagania zarządzania eksploatacją pojazdów szynowych.

3. FUNKCJONALNOŚĆ SYSTEMU

Docelowa funkcjonalność systemu, zdefiniowana przy udziale jego przyszłych użytkowników obejmuje [1]:

- ewidencjonowanie pojazdów,

- sygnalizację zbliżających się terminów przeglądów,
- interaktywne formularze do rejestracji regularnych czynności serwisowych,
- generowanie raportów eksploatacyjnych dla przewoźnika oraz zleceniodawcy,
- analizę statystyczną kosztów eksploatacji,
- moduł wspomaganie decyzji dotyczących wykonywania napraw w pojazdach,
- możliwość eksportu zestawień do arkusza kalkulacyjnego,
- wydruk dokumentów wg formatu określonego dokumentacją techniczną pojazdów.

Użytkownicy systemu:

- pracownik biura:
 - użytkownik aktywny,
 - obserwator,
- serwisant,
- administrator,
- zamawiający przewozy.

Aplikacja składa się z trzech modułów funkcjonalnych:

- moduł serwisowy,
- moduł przewozów,
- moduł statystyk.

Najważniejsze funkcje modułów funkcjonalnych omówione zostały w kolejnych punktach. Uzupełnienie stanowi moduł administracyjny, służący do zarządzania użytkownikami oraz tabelami słownikowymi.

4. MODUŁ SERWISOWY

Moduł serwisowy aplikacji stanowi podstawowe narzędzie aktualizacji danych dotyczących przeglądów oraz napraw eksploatowanych pojazdów. Z uwagi na przyjęty sposób aktualizacji danych, ekran dodawania zdarzenia (rys. 2.) umożliwił będzie zarówno rejestrowanie zdarzeń bieżących, jak i archiwalnych.

Dodawanie zdarzenia

Numer pojazdu SA135-003 Okres wyłączenia pojazdu 12/09/2011 14:00 → 12/09/2011 22:00

Liczba motogodzin A [h] 4532 Liczba motogodzin A [h] 4532

Przebieg całkowity [km] 462130

Typ przeglądu / zdarzenia PU3-1

UWAGI

KOSZTY

Wykonawca PESA Bydgoszcz

Koszt całkowity [zł] 1234,56

Naprawa gwarancyjna

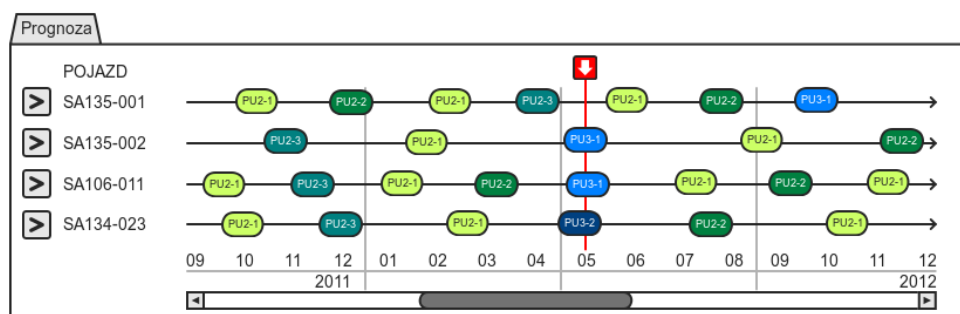
Dodaj zdarzenie

Rys. 2. Projekt okna dialogowego rejestracji zdarzeń związanych z eksploatacją pojazdu.

Istotnym celem wdrożenia systemu jest bowiem stworzenie kompletnej cyfrowej bazy danych dotyczącej historii procesu eksploatacji każdego z pojazdów szynowych począwszy od momentu włączenia go do eksploatacji. W podstawowym zakresie formularz umożliwiać będzie odnotowanie wyłącznie informacji o przebyciu danego przeglądu, bez konieczności uzupełniania szczegółowego opisu wykonanych czynności.

Pożądanym modelem funkcjonowania modułu serwisowego jest jednakże dokładna rejestracja przeglądów, z odnotowaniem wykonanych napraw w rozbiciu na poszczególne elementy (grupy elementów) struktury konstrukcyjnej pojazdu.

Zadaniem pracowników działu technicznego oraz serwisu będzie bieżąca aktualizacja informacji o wykonanych na danym pojeździe przeglądach, co umożliwi następnie prawidłowe planowanie przydziałów pojazdów do zadań przewozowych (obiegów). Na podstawie zgromadzonych danych i przeprowadzonego wnioskowania możliwe będzie wykonanie przez system prognozy terminów przeglądów (rys. 3.).



Rys. 3. Projekt modułu prognozowania terminów przeglądów pojazdów szynowych.

5. MODUŁ PRZEWOZÓW

Planowanie przydziału pojazdów do zadań przewozowych (obiegów), a następnie rejestracja wykonania założonego planu odbywa się w module przewozów.

Zestawienie zadań przewozowych w obiegi (rys. 4.) wykonywane jest po zmianie rozkładu jazdy i uwarunkowane jest szeregiem kryteriów weryfikujących poprawność, takich jak:

- ograniczenia typu taboru,
- zgodność dni kursowania,
- spójność łączenia zadań przewozowych (początek i koniec w tym samym punkcie).

Zagadnienie algorytmu projektowania obiegów taboru omówione zostało szczegółowo w ramach odrębnego artykułu dotyczącego tworzonego systemu.

Służby planistyczne przewoźnika w oparciu o dane dotyczące dyspozycyjności poszczególnych pojazdów dokonują z założonym wyprzedzeniem przydziału konkretnych pojazdów do obiegów. Informacja ta dostępna jest także dla użytkowników działu dyspozytury, którzy na bieżąco raportują wykonanie przewozów. Dostępność aktualizowanych cyklicznie wartości parametrów pojazdu (przebieg oraz liczba

motogodzin) pozwalają określić rzeczywisty czas, jaki pozostał do wykonania następnych czynności obsługowych oraz odpowiednio dopasować przydział zadań.

Do zadań dyspozytury należy także rejestracja zdarzeń niepożądanych, które wystąpiły w trakcie realizacji przewozów. Wykorzystany do tego celu może być formularz rejestracji zdarzeń (por. rys. 2.), zaprojektowany w sposób umożliwiający dodawanie zdarzeń dowolnego typu.

W przypadku przerwania realizacji uprzednio założonego obiegu istnieje możliwość uzupełnienia trasy przejazdu danego pojazdu do dowolnego punktu na sieci kolejowej uwzględnionego w słowniku danych systemu.

Numer obiegu	Opis	Uwagi	Pociągi																																																		
1	pojazd 1 SA135/1 60t	dozwolony dla SA106	69518 Legnica (10:18:00) → Wrocław Gl. (11:25:00) 66830/1 Wrocław Gl. (12:22:00) → Trzebnica (13:15:00) 69832/3 Trzebnica (13:23:00) → Wrocław Gl. (14:14:00) 66834/5 Wrocław Gl. (14:41:00) → Trzebnica (15:34:00) 69836/7 Trzebnica (15:39:00) → Wrocław Gl. (16:33:00) 66207 Wrocław Gl. (22:45:00) → Legnica (23:51:00) 9999/101 Legnica (24:00:00) → Miłkowice (24:30:00)	edytuj • usuń																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																														
3D	pojazd 5 SA134/4 150t	dozwolony dla SA106, SA132, SA135	69514 Legnica (03:04:00) → Wrocław Gl. (04:03:00) 66820/1 Wrocław Gl. (04:39:00) → Trzebnica (05:33:00) 69822/3 Trzebnica (05:38:00) → Wrocław Gl. (06:30:00) 66824/5 Wrocław Gl. (06:55:00) → Trzebnica (07:50:00) 69826/7 Trzebnica (07:56:00) → Wrocław Gl. (08:48:00) 66832/3 Wrocław Gl. (13:33:00) → Trzebnica (14:27:00) 69834/5 Trzebnica (14:32:00) → Wrocław Gl. (15:34:00) 66836/7 Wrocław Gl. (15:44:00) → Trzebnica (16:40:00) 69838/9 Trzebnica (16:50:00) → Wrocław Gl. (17:42:00) 66840/1 Wrocław Gl. (18:38:00) → Trzebnica (19:33:00) 69842/3 Trzebnica (19:42:00) → Wrocław Gl. (20:34:00) 66207 Wrocław Gl. (22:45:00) → Legnica (23:51:00)	edytuj • usuń																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																														

Rys. 4. Okno modułu przewozów z wizualizacją zaplanowanych obiegów – przydział pociągów do obiegu oraz prezentacja dobowego obciążenia.

Karta pojazdu

Wybór pojazdu: SA134-023 Ostatnia aktualizacja danych: 2011-09-10 22:45 (Dyspozytor)

Liczba motogodzin A [h]: 4532
Liczba motogodzin B [h]: 4498
Przebieg całkowity [km]: 462130

PLANOWANIE

Dzień	Zadanie	[km]
2011-09-01	Obieg 1A	165
2011-09-02	Obieg 2	240
2011-09-03	brak zadań	0
2011-09-04	Obieg 1A	165
...		

Planuj

LIMITY MIĘDZYPRZEGLĄDOWE

Typ przeglądu	Pozostało [km]	Pozostało [mth]	Pozostało [dni]
PU1-1	-	-	-
PU1-2	1550	52	4
PU2-1	21400	276	26
PU2-2	124004	3995	212
PU3-1

Zarejestruj przegląd

Rys. 5. Projekt okna dialogowego modułu karty pojazdu.

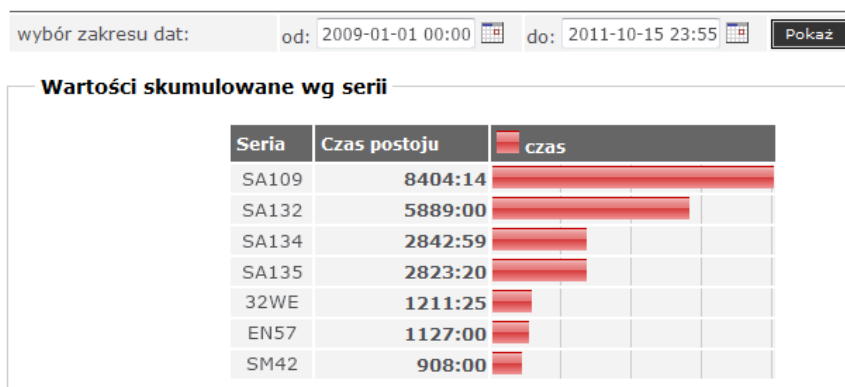
Informacje dotyczące aktualnego stanu danego pojazdu zebrane są w tzw. karcie pojazdu (rys. 5.). Po każdorazowym wpisie dokonanym w jednym z miejsc powstawania informacji (stanowiska serwisu, dyspozytury, planistów) system uaktualnia zebrane dane.

6. MODUŁ STATYSTYK

Tab. 1. Wybrane parametry statystyczne systemu ze wskazaniem elementów składowych

Składnik uczestniczący w wyznaczeniu wskaźnika	Liczba pojazdów	Rodzaj serii	Przebieg pojazdu	Czas obserwacji	Status zdolności pojazdu	czas wykonania przeglądu	czas wykonania naprawy	czas przejścia w stan niezdatności	koszt naprawy elementu
Wskaźnik statystyczny									
wskaźnik gotowości technicznej systemu w badanym okresie	X			X	X				
wskaźnik gotowości technicznej serii pojazdów w badanym okresie	X	X		X	X				
średni czas oczekiwania na obsługę j-tego rodzaju w i-tym pojeździe szynowym						X	X	X	
średni czas (efektywnej) obsługi j-tego rodzaju w i-tym pojeździe szynowym						X	X		
koszt materiałów eksploatacyjnych, zużytych na jednostkę przebiegu			X						X

.W oparciu o zebrane dane aplikacja udostępniać będzie zestawienia statystyczne, dotyczące wskaźników niezawodnościowych systemu transportowego. Wybrane wskaźniki wraz ze wskazaniem elementów składowych przedstawiono w tab. 1.



Rys. 6. Okno modułu statystyk – zestawienie skumulowanych czasów efektywnej obsługi pojazdów w podziale na serie (dane przykładowe).

6. PODSUMOWANIE

W referacie przedstawiono ogólne założenia funkcjonalne systemu wspomaganie zarządzaniem eksploatacją pojazdów szynowych. Omówiono koncepcję działania systemu z uwzględnieniem rzeczywistych uwarunkowań otoczenia. Zasadniczym celem wdrożenia jest integracja i poprawa dostępności do danych dla wszystkich użytkowników aplikacji poprzez gromadzenie w jednym miejscu archiwalnych oraz bieżących parametrów eksploatacyjnych dostępnych obecnie w odrębnych formularzach przeglądowych lub rejestrowanych w sposób nieusystematyzowany.

Możliwy jest dalszy rozwój projektu poprzez integrację z istniejącymi systemami obsługującymi proces realizacji przewozów kolejowych, co analizowane będzie w ramach dalszych prac nad systemem.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bojda K., Młyńczak M., Restel F. J.: *Koncepcja informatycznego systemu wspomaganie zarządzaniem eksploatacją autobusów szynowych*, Logistyka, 6/2010, s. 371-380.
- [2] Hebda M., Mazur T., Pelc H.: *Teoria eksploatacji pojazdów*, Warszawa, WKiŁ, 1978.
- [3] Sacha K.: *Inżynieria oprogramowania*, Warszawa, PWN 2010.
- [4] Schöbel A.: *Optimization in Public Transportation*. Springer 2006.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



DOLNY
ŚLĄSK

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego