

Jarosław MOCZARSKI<sup>1</sup>

### **STRUKTURA PROCESU INFORMACYJNO-DECYZYJNEGO W OBSŁUGIWANIU URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM**

*Zmiany stanu technicznego urządzeń srk są efektem procesów starzenia i zużycia ich elementów, a także realizacji celowych działań obsługowych. Informacja o niekorzystnej zmianie stanu technicznego powoduje powstanie problemu decyzyjnego. Jego rozwiązanie obejmuje zdefiniowanie celu niezbędnych działań obsługowych, a także określenie terminu i zakresu ich realizacji. Obsługiwanie urządzeń jest realizowane zgodnie z uproszczoną strategią według ресурсu. Dla wdrażania nowych, efektywnych strategii eksploatacji systemów srk niezbędna jest umiejętność oceny ich stanu technicznego. Do efektywnego kierowania procesem obsługiwanym przydatne są metody modelowania realizowanych sekwencji działań.*

### **THE STRUCTURE OF INFORMATION-DECISION PROCESS IN THE SIGNALING DEVICES MAINTENANCE**

*Changes of the signaling devices technical state are the result of the ageing and wearing process of its components, as well as of the realization of targeted maintenances. Information about adverse change of the technical state gives rise to the decision-making problem. Its solution involves defining the aim of necessary maintenance operations and to establish the timing and extent of their implementation. Devices maintenance is carried out in accordance with simplified strategy by resource. For implementation of new, effective signaling systems exploitation strategies necessary is the skill of appreciation their technical condition. To effectively manage the maintenance process are useful the methods of operations sequence modeling.*

## **1. WSTĘP**

Eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym towarzyszą liczne oddziaływania destrukcyjne. Są to procesy niesterowalne, powodowane fizyko-chemicznym oddziaływaniem środowiska naturalnego, taboru, przewożonych ładunków, innych systemów srk, a także czynników roboczych towarzyszących funkcjonowaniu każdego

---

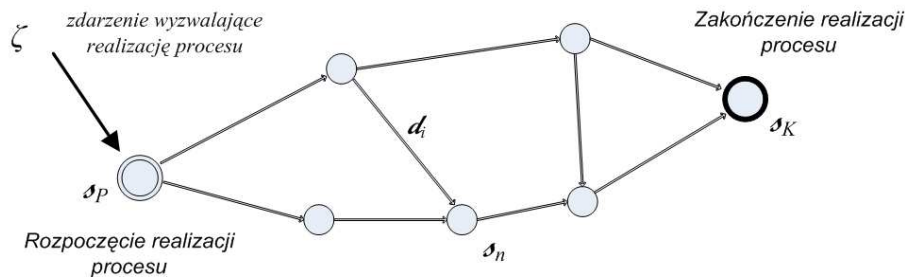
<sup>1</sup>Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel: 022 234 75 96;  
Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50, 04-275 Warszawa, tel: 022 47 31 082, e-mail: jmoczarski@ikolej.pl

urządzenia [1]. Oddziaływania destrukcyjne powodują zmianę stanu technicznego urządzeń, prowadzą do niekorzystnych zmian obniżających ich potencjał eksploatacyjny oraz efektywność funkcjonowania. Dla odtworzenia lub podtrzymania wymaganego stanu technicznego są realizowane procesy obsługowe (konserwacje, regulacje, naprawy).

Oznaczmy:

- $\zeta$  – zdarzenie;  $\zeta \in \mathcal{Z}$ , ( $\mathcal{Z}$  – zbiór zdarzeń w systemie eksploatacji),
- $\Theta$  – problem decyzyjny wywołany zajściem odpowiedniego zdarzenia,
- $d$  – działanie;  $d \in \mathcal{D}$ , ( $\mathcal{D}$  – zbiór działań w systemie eksploatacji)
- $s$  – stan techniczny urządzenia srk;  $s \in \mathcal{S}$  (zbiór stanów technicznych urządzenia srk).

Proces (łac. *processus* = postępowanie) [5] oznacza zmianę stanu, kolejno następujące po sobie stadia rozwoju dowolnego systemu. Procesy sterowalne są sekwencjami działań celowych  $d_i$ . Ich realizacja służy osiągnięciu zaplanowanego przez człowieka, pożądanego, nowego stanu (funkcjonalnego lub technicznego) urządzeń srk. Realizacja procesu oraz każdego działania  $d_i$  musi zostać wywołana zajściem odpowiedniego zdarzenia  $\zeta_i$  [3]. Na rysunku 1 przedstawiono proces obsługiwanego urządzeń srk jako sekwencję działań celowych  $d_i$  powodujących zmianę początkowego  $s_P$  stanu technicznego urządzenia na stan końcowy  $s_K$ .



Rys.1. Proces jako sekwencja działań

Realizacja poszczególnych działań jest powodowana zajściem odpowiednich zdarzeń. W szczególności, zdarzeniem wywołującym realizację działania  $d_i$  może być zakończenie realizacji działania  $d_{i-1}$ .

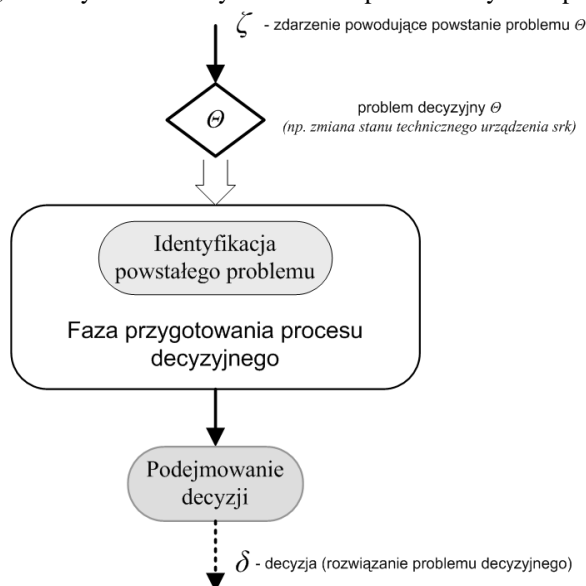
## 2. ZARZĄDZANIE PROCESEM OBSŁUGIWANIA URZĄDZEŃ SRK

Organizowaniem oraz realizacją procesu eksploatacji urządzeń srk w PKP PLK S.A. zajmują się Zakłady Linii Kolejowych, Sekcje eksploatacji oraz Zespoły diagnostyczne.

W systemie eksploatacji można wyróżnić dwa podstawowe podsystemy: system wykonywania eksploatacji (SWE), w którym odbywa się fizyczna realizacja działań i procesów oraz system decyzyjny (SD). Zarządzanie procesami odbywa się w systemie decyzyjnym. Pojęcie zarządzania można odnosić wyłącznie do procesów. Stanowią one zmienny w czasie ciąg działań wywoływanych zajściem odpowiednich zdarzeń i

prowadzących do przekształceń systemu lub jego elementów. Fizyczna realizacja działań służących celowej zmianie stanu technicznego urządzeń srk ma miejsce w Sekcjach eksploatacji (zespoły monterskie) oraz w Zespołach diagnostycznych (diagności odpowiednich specjalności). Zarządzanie, traktowane jako proces informacyjno-decyzyjny, jest realizowane przez dyrektora Zakładu Linii Kolejowych, naczelnika Sekcji eksploatacji oraz głównego inżyniera Zespołu diagnostycznego. Podejmowane decyzje są efektem rozwiązywania problemów decyzyjnych powstających w trakcie eksploatacji urządzeń. Decyzje są podejmowane w efekcie przetworzenia informacji. W systemach decyzyjnych (np. w Systemie Zarządzania Procesem Obsługiwaną – SZPO lub Systemie Zarządzania Procesem Diagnostycznych – ZSPD) zachodzą procesy konwersji informacji na decyzje. Efektem każdej decyzji w procesie zarządzania jest podjęcie odpowiednich działań. Decyzja jest w istocie informacją, więc proces zarządzania eksploatacją urządzeń srk polega na konwersji informacji wejściowych na informacje wyjściowe – decyzje.

Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji w procesie obsługiwaną urządzeń srk jest działaniem, w którym można wyróżnić kilka podstawowych etapów (rys. 2).



Rys.2. Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w procesie obsługiwaną urządzeń srk

Dla identyfikacji zdarzenia i powstałego problemu, a także podjęcia decyzji oraz wdrożenia niezbędnych działań potrzebny jest dostęp do informacji. W fazie przygotowania procesu decyzyjnego następuje zbieranie i analiza informacji od użytkownika urządzeń, z systemu diagnostycznego oraz od monterów działkowych, niezbędnych dla rozpoznania problemu, zidentyfikowania przyczyn jego wystąpienia oraz przygotowania możliwych rozwiązań. W fazie podejmowania decyzji, na podstawie przyjętych kryteriów, następuje ocena alternatywnych rozwiązań problemu, wybór najlepszego rozwiązania (podjęcie decyzji) i jego implementacja.

W systemie obsługiwanym, podstawowe problemy decyzyjne dotyczą potrzeby realizacji prac obsługowych podtrzymujących stan zdadności urządzenia (obsługi zapobiegawcze) lub przywracających ten stan, w przypadku gdy jest wymagana realizacja obsługi naprawczej. Realizacją każdego działania powinna być poprzedzona określeniem metody, miejsca i terminu wykonania, oceną dostępności (i przygotowaniem) niezbędnych zasobów oraz ułożeniem planu prac.

Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w systemie obsługiwanym urządzeń srk polega przede wszystkim na definiowaniu celów oraz określaniu terminów i zakresu realizacji poszczególnych działań i procesów. Efektywność podejmowania decyzji jest uwarunkowana dostępem do informacji o przebiegu procesów destrukcyjnych, zmianach stanu technicznego urządzeń srk oraz o zagrożeniach jakie niosą powstające problemy i ich skutkach.

### 3. DIAGNOSTYKA W ZARZĄDZANIU PROCESEM OBSŁUGIWANIA URZĄDZEŃ SRK

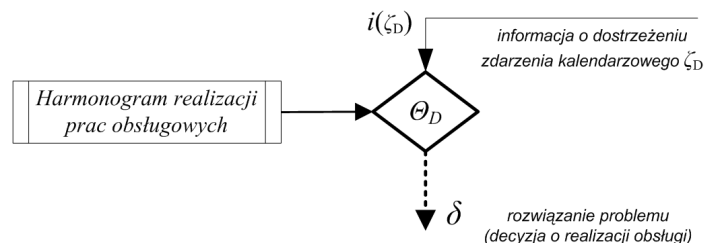
Eksplatacja urządzeń sterowania ruchem kolejowym w spółce PKP PLK S.A. odbywa się zgodnie z obowiązującą prostą strategią obsług cyklicznych, stanowiącą uproszczoną wersję strategii według resursu. Ogólne zasady eksploatacji urządzeń srk, metody oraz częstotliwość realizacji prac obsługowych są opisane w instrukcjach i regulaminach. Realizacja procesu diagnostycznego oraz okresowych kontroli prac wykonywanych przez monterów działowych odbywa się również zgodnie z wytycznymi zawartymi w instrukcjach i harmonogramach.

Zdarzenie  $\zeta$  generuje problem decyzyjny  $\Theta$  tylko wtedy, gdy zostanie ono dostrzeżone i zidentyfikowane, a informacja o jego zaistnieniu dotrze do kierującego procesem obsługiwanym.

Wśród podstawowych zdarzeń [2] powodujących powstanie problemu decyzyjnego w Systemie Zarządzania Procesem Obsługiwanym wyróżniamy:

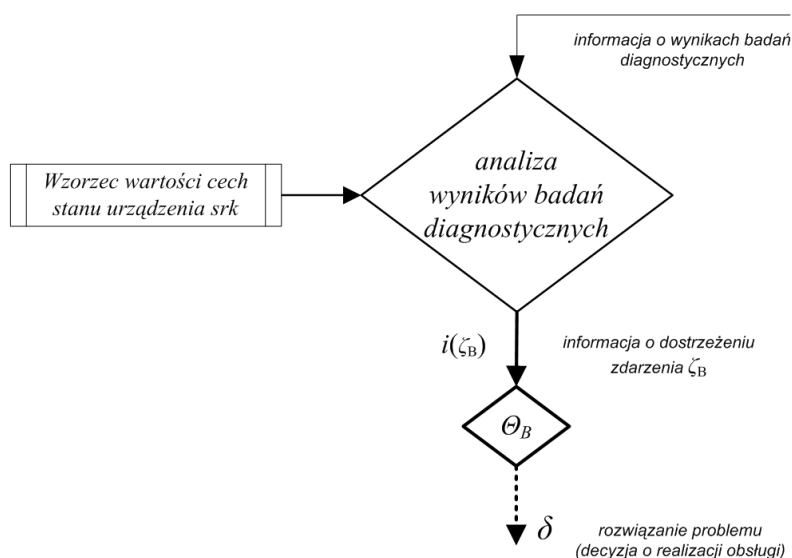
- zdarzenie typu D – upływ czasu kalendarzowego, po którym jest wymagana realizacja obsługi,
- zdarzenie typu B – przekroczenie dopuszczalnych wartości parametrów urządzenia (cech stanu).

Dla zdarzenia czasu rzeczywistego (real time event) typu  $\zeta_D$  powstanie problemu decyzyjnego  $\Theta_D$  polegającego na potrzebie wykonania obsługi następuje w przypadku zgodności zapisu w ułożonym wcześniej harmonogramie prac z momentem czasu rzeczywistego (rys. 3).



Rys.3. Powstanie problemu decyzyjnego po dostrzeżeniu zdarzenia czasu rzeczywistego

Ocena stanu technicznego urządzeń srk realizowana przez Zespoły diagnostyczne umożliwia uzyskanie informacji o istotnej zmianie wartości cech stanu urządzenia i potrzebie wykonania obsługi zapobiegawczej lub naprawczej (rys. 4).



Rys.4. Powstanie problemu decyzyjnego po analizie wyników badań diagnostycznych

W przypadku przedstawionym na rys. 3 podjęcie działania obsługowego  $d$  jest bezpośrednim efektem wystąpienia zdarzenia kalendarzowego  $\zeta_D$ . Rozwiązanie problemu decyzyjnego  $\Theta_D$  jest ograniczone do zagadnień organizacyjnych (np. przydziału zasobów). Uproszczona strategia wg resursu ułatwia zarządzanie procesem obsługi, jednak usługi są realizowane niezależnie od rzeczywistych potrzeb warunkowanych stanem technicznym urządzenia. Postępowanie obsługowe staje się przez to kosztowne i nieefektywne.

Postępowanie diagnostyczne obejmuje szereg działań realizowanych zgodnie z wytycznymi zawartymi w instrukcji Ie-7 [4], dokumentacjach techniczno-ruchowych urządzeń srk oraz innych dokumentach wewnętrznych PKP PLK S.A. Wśród podstawowych działań diagnostycznych można wskazać:

- badania diagnostyczne podstawowe,
- badania diagnostyczne rozszerzone,
- badania diagnostyczne doraźne,
- badania diagnostyczne urządzeń sbl,
- jazdy kontrolne,
- badania techniczne rozjazdów.

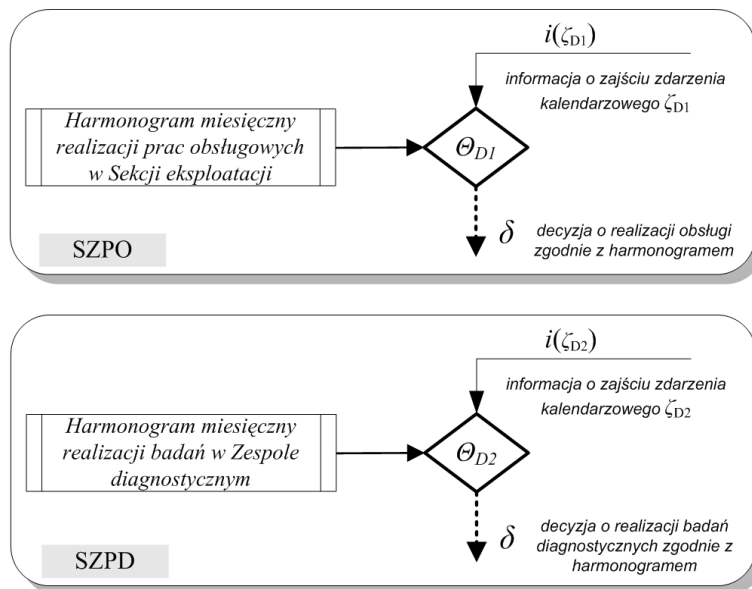
Wyniki badań są zapisywane w odpowiednich protokołach z badań, książkach kontroli urządzeń E 1758, kartach napędów zwrotnicowych lub książkach obwodów torowych.

Prowadzona działalność diagnostyczna i kontrolna nie oznacza, że obsługiwane urządzenia srk odbywa się zgodnie ze strategią według stanu technicznego. Ocena stanu urządzeń srk realizowana przez Zespoły diagnostyczne polega na okresowym monitorowaniu wartości wybranych parametrów i w praktyce służy przede wszystkim dozorowaniu stanu i wykrywaniu zagrożeń awaryjnych. Działalność Sekcji i Zespołów odbywa się w sposób niezależny, a obsługiwane zapobiegawcze urządzeń jest realizowane przez Sekcje eksploatacji zgodnie z uproszczoną strategią według resursu. Wyniki badań diagnostycznych są przekazywane (między innymi do Sekcji eksploatacji) w formie protokołu zawierającego zalecenia dotyczące trybu usuwania stwierdzonych nieprawidłowości.

#### 4. PROBLEMY DECYZYJNE W REALIZACJI PRAC OBSŁUGOWYCH

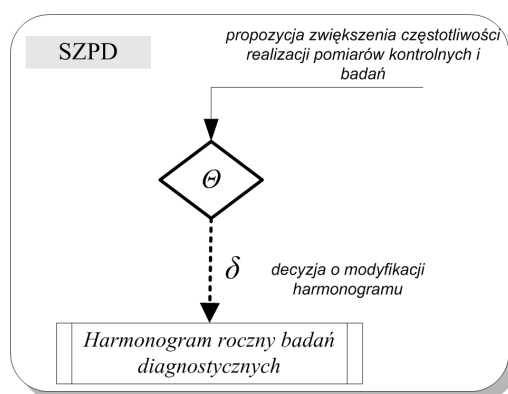
Zdarzenia zachodzące w systemie eksploatacji urządzeń srk oraz jego otoczeniu powodują powstawanie różnych problemów decyzyjnych w jednostkach organizacyjnych zajmujących się zarządzaniem procesem obsługi.

Informacja o zajściu zdarzenia kalendarzowego  $\zeta_D$  powoduje powstanie podobnych problemów decyzyjnych (rys. 5) w Systemie Zarządzania Procesem Obsługi (w Sekcji eksploatacji) oraz w Systemie Zarządzania Procesem Diagnostycznym (w Zespole diagnostycznym).



Rys.5. Problemy decyzyjne w Sekcji eksploatacji i w Zespole diagnostycznym wywołane zdarzeniami typu kalendarzowego

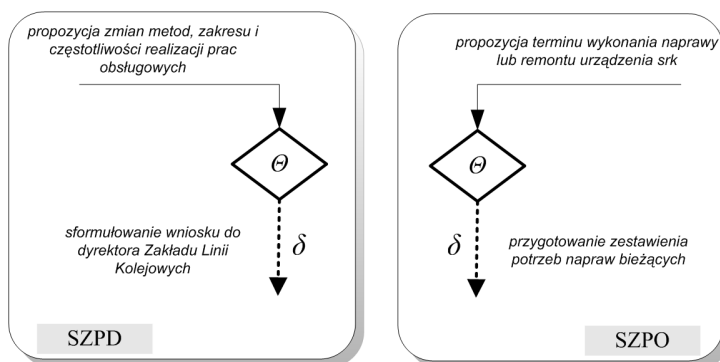
Analiza wyników badań diagnostycznych prowadzona w Zespole diagnostycznym może spowodować sformułowanie propozycji zwiększenia częstotliwości realizacji pomiarów kontrolnych i badań (rys. 6).



Rys.6. Modyfikacja harmonogramu badań diagnostycznych jako efekty analizy wyników badań

Prowadzi ona do zmian w rocznym harmonogramie badań diagnostycznych, a następnie w harmonogramach miesięcznych

Analiza wyników badań diagnostycznych może także skutkować propozycjami zmian metod, zakresu i częstotliwości realizacji prac obsługowych oraz propozycją terminu wykonania naprawy lub remontu urządzenia srk (rys. 7).

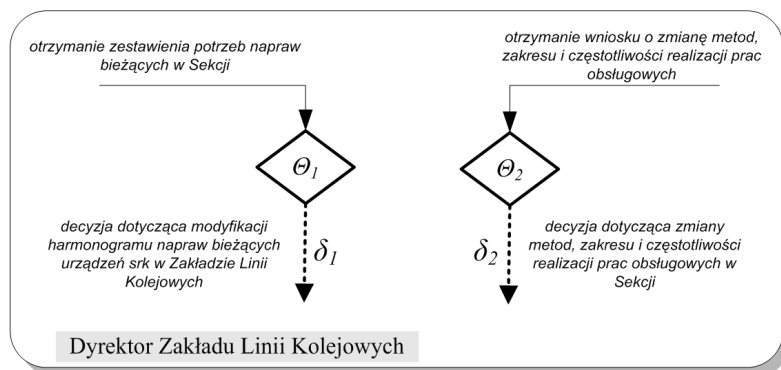


Rys.7. Wnioskowanie o wprowadzenie zmian dotyczących realizacji prac obsługowych oraz wykonanie napraw bieżących urządzeń srk

Propozycja zmian skierowana do Sekcji eksploatacji skutkuje przygotowaniem odpowiedniego wniosku do dyrektora Zakładu Linii Kolejowych. Propozycja terminu wykonania naprawy lub remontu skierowana również do Sekcji prowadzi do

przygotowania zestawienia potrzeb napraw bieżących, które należy zrealizować w Sekcji i przesłania tego zestawienia do Zakładu Linii Kolejowych.

Wniosek i propozycja (rys. 7) skierowane do dyrektora Zakładu Linii Kolejowych powodują powstanie problemów decyzyjnych przedstawionych na rysunku 8.



Rys.8. Decyzje dyrektora Zakładu Linii Kolejowych dotyczące wprowadzenia zmian w realizacji prac obsługowych oraz wykonania napraw bieżących urządzeń srk

Efektom rozwiązania problemu  $\Theta_1$  jest decyzja dotycząca modyfikacji harmonogramu napraw bieżących urządzeń srk w Zakładzie Linii Kolejowych. Rozwiązaniem problemu  $\Theta_2$  jest skierowane do Sekcji eksploatacji polecenie zmiany metod, zakresu i częstotliwości realizacji prac obsługowych. W efekcie następuje modyfikacja rocznego harmonogramu realizacji prac obsługowych w Sekcji.

## 5. PODSUMOWANIE

Starzenie i zużywanie się elementów urządzeń srk może doprowadzić do obniżenia efektywności ich funkcjonowania i zakłóceń w ruchu pociągów, wzrostu kosztów eksploatacji, a nawet zagrożenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Stosowane w praktyce eksploatacyjnej działania profilaktyczne służą minimalizacji prawdopodobieństwa wystąpienia takich zagrożeń.

Istotnym elementem procesu obsługi urządzeń jest zarządzanie, ukierunkowane przede wszystkim na określanie terminów oraz zakresu realizacji obsługi. Stosowana w PKP PLK S.A. uproszczona strategia eksploatacji według resursu ułatwia zarządzanie, ograniczając liczbę niezbędnych do rozwiązywania problemów decyzyjnych. Jednocześnie minimalizuje zapotrzebowanie na informacje eksploatacyjne oraz upraszcza strukturę systemu informacyjnego niezbędnego do zarządzania procesem obsługi. Istotną wadą stosowanej strategii jest jej niewielka efektywność oraz znaczne koszty utrzymywania urządzeń w wymaganym stanie technicznym.

Wprowadzenie badań diagnostycznych pozwala uzupełnić stosowaną aktualnie strategię eksploatacji elementami strategii według stanu technicznego. Takie podejście jest niezbędne dla zwiększenia efektywności realizacji prac obsługowych oraz obniżenia



kosztów eksploatacji urządzeń srk. Jednocześnie zwiększa ono liczbę problemów decyzyjnych, które musi w sposób efektywny rozwiązywać zarządzający procesem obsługiwanym, a także wymaga dostępu do informacji o zmianach stanu technicznego urządzeń i przebiegu procesu obsługiwanego.

Dla wdrożenia nowej strategii eksploatacji niezbędna jest analiza procesów realizowanych w systemie obsługiwanym, identyfikacja występujących zdarzeń i działań oraz wymiana informacji umożliwiających dostrzeżenie i efektywne rozwiązywanie problemów decyzyjnych.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyduch J., Moczarski J.: *Podstawy eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Monografia, Radom 2009.
- [2] Moczarski J.: *The influence of the information access on signaling devices maintenance process course*. Materiały konferencyjne 10<sup>th</sup> International Conference "Computer systems aided science, industry and transport". Zakopane 2006.
- [3] Moczarski J.: *Strategy by state in signaling systems exploitation*. Logistyka nr 6/2009.
- [4] Ie-7. *Instrukcja diagnostyki technicznej i kontroli okresowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. PKP PLK S.A. Warszawa 2005.
- [5] *Słownik wyrazów obcych*. PWN, Warszawa 1994.