

Selekcja danych eksploatacyjnych z urządzeń sterowania ruchem kolejowym na potrzeby procesów gromadzenia i analizy danych z obiektów transportu kolejowego

Selection of exploitation data from railway traffic control devices for the purposes of gathering and analyzing data processes from railway transport objects



Janusz Dyduch

Prof. dr hab. inż.

Kierownik Zakładu Systemów Sterowania w Transporcie

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu



Mieczysław Kornaszewski

Dr hab. inż., prof. nadzw.

Zakład Systemów Sterowania w Transporcie

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

Streszczenie: Ocena niezawodności i bezpieczeństwa systemów technicznych wymaga gromadzenia i przetwarzania wiarygodnych danych charakteryzujących zachodzące procesy. Szczególnie istotnymi danymi dla procesów decyzyjnych są te pochodzące z bieżącej eksploatacji, gdyż mogą one posłużyć do zbudowania modeli zachodzących zjawisk eksploatacyjnych i pozwolą określić spodziewane zachowanie się obiektu w przyszłości. Urządzenia sterowania ruchem kolejowym (srk) funkcjonują często w bardzo trudnych warunkach eksploatacyjnych i środowiskowych. Gromadzenie informacji o ich stanie technicznym może być wykorzystywane do właściwej profilaktyki tych urządzeń, a także do predykcyjnego utrzymania ruchu kolejowego. Pozwoli to również na dobór takiej strategii utrzymania ruchu kolejowego, która będzie miała przełożenie na optymalne użytkowanie urządzeń srk.

Słowa kluczowe: Urządzenia sterowania ruchem kolejowym; Dane eksploatacyjne; Selekcja danych; Gromadzenie i analiza informacji

Abstract: The evaluation of the technical systems reliability and safety requires collecting and processing of reliable data which characterizes the processes. The data from current exploitation is particularly important for decision-making processes. It can be used for creation of occurring exploitation phenomena models and allows to determine the expected object behaviour in the future. The railway traffic control devices often work in very difficult exploitation and environmental conditions. The information about their technical condition can be gathered and used for a proper prophylaxis as well as a predictive maintenance of railway traffic. It will allow to choose a maintenance strategy which will consist in optimal use of railway traffic control devices.

Keywords: Railway traffic control devices; Exploitation data; data selection; Information gathering and analysing

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym najczęściej pracują w różnicowanych, często skrajnych warunkach eksploatacji. Długoletnie doświadczenia z eksploatacji tych systemów potwierdzają zależność ich funkcjonowania od poprawnego działania poszczególnych podzespołów oraz efektywnego zarządzania ich eksploatacją. Selekcja danych eksploatacyjnych obiektów sterowania ruchem kolejowym jest szczególnie istotnym punktem analizy danych eksploatacyjnych z tych obiektów.

Dane eksploatacyjne obiektów technicznych najczęściej są gromadzone po to, aby określić ich pochodzenie, ich umiejscowienie w systemie eksploatacji oraz ich relacje z pozostałymi obiektami. Dobrze jest również znać wartości graniczne właściwości funkcjonalnych tych obiektów.

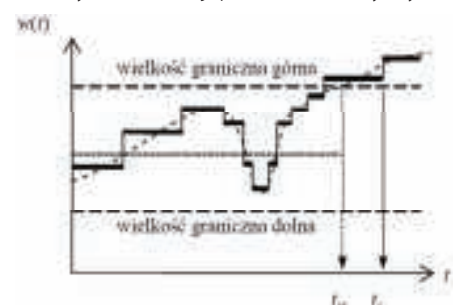
Interesujące w aspekcie zarządzania eksploatacją są zjawiska przekroczenia granicznych, dopuszczalnych poziomów zmienności. Na rys. 1 przedstawiono fragment ciągłego przebiegu zmienności atrybutu oraz możliwą transformację na funkcję skokową. Rysunek ilustruje chwilę rzeczywistego przekroczenia górnego poziomu granicznego t_{zr} oraz aproksymację chwili obserwacji tego zdarzenia t_z [8].

Zbieranie i analiza danych eksploatacyjnych z urządzeń sterowania ruchem kolejowym należą do podstawowych przedsięwzięć organizacyjnych w procesie sterowania ruchem pociągów, pozwalających na [2]:

- porównanie jakości eksploatacji tych samych urządzeń srk przez różne obsługi;
- wyznaczenie okresu adaptacji,

normalnej eksploatacji oraz zużycia i starzenia;

- dobór modelu matematycznego rozkładów czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, czasu naprawy i czasu przeglądów profilaktycznych dla każdego z wyznaczonych okresów;
- oszacowanie intensywności uszkodzeń poszczególnych obiektów sterowania ruchem kolejowym i na tej podstawie wykrycie



1. Rzeczywista t_{zr} i modelowa t_z chwila zajścia zdarzenia, gdzie $w(t)$ – wartość atrybutu w chwili t [8]

- obiektów częściej uszkodzających się;
- analizę przyczyn częściej uszkodzających się obiektów srk;
- wyciągnięcie wniosków eksploatacyjnych, mających na celu zapobieganie niektórym uszkodzeniom;
- opracowanie propozycji dotyczących udoskonalenia konstrukcji poszczególnych elementów, układów, podzespołów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym;
- określenie racjonalnych zestawów części zapasowych i planów zaopatrzenia;
- wyznaczenie okresów przeglądów profilaktycznych i napraw;
- wymianę doświadczeń pomiędzy obsługami technicznymi odnośnie metodyki zapobiegania, wykrywania i usuwania uszkodzeń.

Organizacja zbierania i analizy danych eksploatacyjnych z urządzeń sterowania ruchem kolejowym

Dane charakteryzujące procesy zużycia i starzenia obiektów oraz informacje o usterkach i uszkodzeniach gromadzi się w wyniku obserwacji procesu eksploatacji prowadzonych w sposób bierny lub czynny. Bierna obserwacja eksploatacji polega na gromadzeniu danych istniejących i zapisywanych w rutynowej dokumentacji, natomiast czynna pozwala gromadzić dane określone pod kątem spełnienia celu badań, co wymaga zastosowania specjalnych procedur i nośników danych. Niestety przy użyciu każdej z tych metod istnieje możliwość uzyskania niepoprawnego lub niepełnego zbioru informacji, wynikająca np. z

błędu człowieka lub systemu rejestrującego.

Prawidłowo zorganizowane zbieranie i analiza danych eksploatacyjnych z urządzeń sterowania ruchem kolejowym nie zakłóca działania i warunków pracy całego systemu, pozwala na badanie systemów wielkich i złożonych, z uwzględnieniem również wpływu otoczenia. Dobrze funkcjonujący system zbierania danych eksploatacyjnych z urządzeń srk umożliwia [11]:

1. Wyznaczanie ogólnych liczbowych miar niezawodności, jak np. sumaryczny czas pracy, sumaryczny czas naprawy, sumaryczna liczba uszkodzeń w zadanym przedziale czasu eksploatacji.
2. Wyznaczanie funkcyjnych miar niezawodności, takich jak: funkcja niezawodności, funkcja intensywności uszkodzeń, parametr strumienia uszkodzeń, funkcja wiodąca rozkładu, itp.
3. Wyznaczanie parametrycznej niezawodności obiektu srk, np. prawdopodobieństwa zgodności cech mierzalnych i niemierzalnych obiektu z wymaganiami, w zadanym przedziale czasu eksploatacji.
4. Wyznaczanie modeli uszkodzeń na podstawie analizy fizyczno-chemicznych procesów zachodzących w obiekcie (zużycie, korozja, zmęczenie).
5. Diagnozowanie aktualnego stanu niezawodnościowego obiektu srk, np. wyznaczenie tendencji zmian wskaźników niezawodności, ustalanie słabych ogniw, itp. Do diagnozowania aktualnego stanu niezawodnościowego obiektu sterowania ruchem kolejowym niezbędna jest informacja zebrana z różnych okresów eksploatacji,

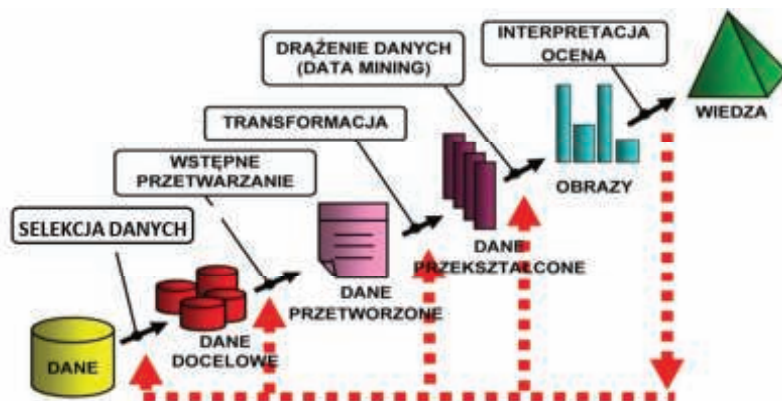
dotycząca skutków uszkodzeń ze względu na bezpieczeństwo, wykonanie zadania, poniesione nakłady na naprawy, itp.

6. Prognozowanie stanów niezawodnościowych obiektów srk na podstawie matematycznych modeli prognozowanych procesów uszkodzeń.
7. Skuteczne przeprowadzenie zestawów eksploatacyjnych, np. wykrywanie uszkodzeń w różnych obsłudach (kontrola stanu technicznego, profilaktyka), wystarczalność części zamiennych, stopień wykorzystania oprzyrządowania obsługowego, itp.

Po przepracowaniu przez dany obiekt sterowania ruchem kolejowym określonej liczby godzin lub upływie pewnego kalendarzowego okresu, można przystąpić do statystycznego opracowania danych z eksploatacji poszczególnych obiektów srk. Dane te obejmują zazwyczaj część eksploatowanych urządzeń srk (tzw. próbę), ponieważ bieżąca analiza statystyczna całego zbioru wyprodukowanych seryjnie urządzeń jest bardzo trudna i wymaga ogromnego wysiłku [13].

Statystyczne opracowanie danych eksploatacyjnych obiektów sterowania ruchem kolejowym można podzielić na następujące etapy (rys. 2) [13]:

1. Wstępna analiza uzyskanych danych eksploatacyjnych.
2. Zbiorcze zestawienie danych o uszkodzeniach i naprawach.
3. Wyznaczenie okresów pracy badanych urządzeń srk.
4. Opracowanie szeregów rozdzielczych.
5. Weryfikacja hipotezy o kształcie rozkładu czasu pracy T między uszkodzeniami, czasu naprawy T_n i czasu przeglądu profilaktycznego T_p .
6. Oszacowanie parametrów badanych zbiorów, w tym głównie średnich: czasu pracy między uszkodzeniami \bar{T} , czasu naprawy \bar{T}_n oraz czasu przeglądu profilaktycznego \bar{T}_p .
7. Oszacowanie wskaźników niezawodności.



2. Proces odkrywania wiedzy [13]

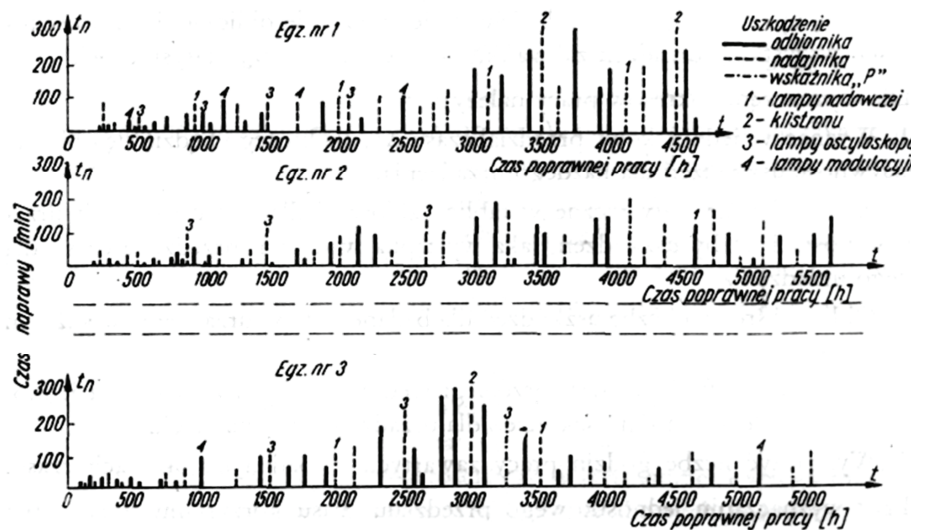
Preselekcja danych eksploatacyjnych z obiektów sterowania ruchem kolejowym

Wstępna analiza uzyskanych danych z obiektów sterowania ruchem kolejowym ma na celu przeprowadzenie tzw. preselekcji danych eksploatacyjnych, czyli selekcji tych danych przez wyeliminowanie z opracowania statystycznego danych nie-wiarygodnych, sprawdzenie pod względem ich formalnej poprawności oraz posegregowanie danych z poszczególnych obiektów według odpowiednich okresów ich pracy.

Niezwykle istotnym problemem jest przestrzeganie wiarygodności i dokładności zbieranych danych eksploatacyjnych. Często dane z urządzeń srk wskutek zaniedbań obsługi, względnie braków w dokumentacji eksploatacyjnej, nie odzwierciedlają rzeczywistej liczby uszkodzeń i czasu ich naprawy. Niekiedy dane takie pisane są z pamięci i często dotyczą tylko najważniejszych uszkodzeń. Ponadto istnieją urządzenia sterowania ruchem kolejowym, które pracują w bardzo różniących się warunkach eksploatacji, np. zainstalowane są i pracują w warunkach wzmożonej wilgotności, czy występowania drgań mechanicznych (np. urządzenia przytorowe) itp. Mogło to przyczynić się do powstania nietypowych uszkodzeń, związanych z nadmiernym wpływem czynników klimatycznych, mechanicznych, itp.

Nośniki i media transmisji danych eksploatacyjnych mogą być zróżnicowane:

- tradycyjne dokumenty źródłowe, którymi są „karty uszkodzeń”, są wypełniane przez pracowników. Dokumenty te są dostarczane do modułu logicznego przetwarzania systemu eksploatacji;
- dane elektroniczne, które są zbierane „online” przez zainstalowane w określonych miejscach systemów czujniki i przesyłane bezpośrednio do systemu gromadzenia danych eksploatacyjnych lub wprowadzane z klawiatury przez pracowników nadzorujących określone urządzenia;
- system mieszany, najczęściej spotykane rozwiązanie.



3. Przykład graficznego zestawienia danych o uszkodzeniach i naprawach wybranych obiektów sterowania ruchem kolejowym [10]

Zbieranie informacji o procesie eksploatacji obiektów sterowania ruchem kolejowym i przekazywanie ich do jednostki koordynującej badania eksploatacyjne odbywa się w oparciu o specjalne dokumenty źródłowe, tzw. karty. Karty zawierające informacje o użytkowaniu i odnowie obiektów sterowania ruchem kolejowym powinny być wypełniane okresowo, np. w cyklach dobowych, w oparciu o aktualne informacje służb eksploatacyjnych [1]. Czynnikiem ułatwiającym analizę wstępną i preselekcję danych eksploatacyjnych jest przedstawienie ich w postaci graficznej, jak np. na rys. 3.

Z rys. 3 wynika, po jakim czasie pracy urządzenia nastąpiło uszkodzenie, ile czasu trwała naprawa i co zostało uszkodzone. Rodzaj uszkodzonego elementu czy urządzenia srk można odpowiednio zaznaczyć, z odpowiednią legendą na rysunku. Przedstawione w ten sposób dane o uszkodzeniach i naprawach obiektów srk ułatwiają preselekcję danych eksploatacyjnych i znacznie upraszczają dalsze obliczenia, zarówno wskaźników niezawodności całych urządzeń, jak też oszacowanie intensywności uszkodzeń poszczególnych elementów lub podzespołów.

Przy dokonywaniu wstępnej selekcji odrzuca się dane z takich egzemplarzy tego samego typu urządzenia srk, które sugerują, że obsługa wypełniała formularze niesumienne. Na przykład, odrzuca się dane z obiektów srk, w których liczba uszkodzeń różni się co

najmniej o rząd wielkości w porównaniu ze średnią liczbą uszkodzeń w innych egzemplarzach, dane o uszkodzeniach nagromadzone nierównomiernie w czasie w poszczególnych okresach eksploatacji (np. długi okres brak uszkodzeń, a później od razu występująca duża liczba uszkodzeń), itp. Urządzenia sterowania ruchem kolejowym pracujące w znacząco różniących się warunkach eksploatacji będą wykazywały nadmierną liczbę uszkodzeń tego samego typu, np. o charakterze mechanicznym, wskutek nadmiernych wstrząsów, nadmiernej liczby przebieg napięciowych, itp., wskutek podwyższonej wilgotności, np. po instalacji w pobliżu akwenu wodnego [9].

Wyznaczenie okresów pracy urządzeń sterowania ruchem kolejowym ma na celu wyodrębnienie typowych okresów w pracy urządzenia (tzw. krzywa wannowa na rys. 4), to jest:

- okresu adaptacji (docierania),
- okresu normalnej eksploatacji (właściwej pracy),
- okresu starzenia (przyspieszonego zużycia).

Krzywa $\lambda(t)$ na rys. 4 może mieć różny przebieg w zależności od charakteru dominujących uszkodzeń. Wielkość λ w tym przypadku oznacza intensywność uszkodzeń obiektów sterowania ruchem kolejowym. Najczęściej przyjmuje się jednak, że krzywa ma postać zbliżoną do wanny i dlatego nazywana jest krzywą wannową. Ma-



4. Typowy przebieg funkcji intensywności uszkodzeń $\lambda(t)$ [4]

lejąca funkcja intensywności uszkodzeń oznacza, że w obiekcie powstają procesy adaptacyjne, stała intensywności uszkodzeń oznacza stabilizację procesów fizycznych (zanik adaptacji), rosnąca funkcja $\lambda(t)$ świadczy o tym, że w obiekcie zachodzą procesy starzenia (zużycia, degradacji).

Intensywność uszkodzeń charakteryzuje prawdopodobieństwo powstania uszkodzenia obiektu srk w chwili $(t+\Delta t)$, pod warunkiem, że w chwili t obiekt ten był w stanie zdatności. Intensywność uszkodzeń oznacza względny spadek niezawodności systemu sterowania ruchem kolejowym na jednostkę czasu. Inaczej mówiąc jest to frakcja uszkodzonych obiektów srk odniesiona do liczby obiektów wyróżnionych w systemie srk, istniejących na początku przedziału badania. Jeśli dane z eksploatacji serii badanych urządzeń srk zostały dostarczone od chwili rozpoczęcia pracy przez te urządzenia, to wyznaczenie okresów pracy urządzeń znacznie się upraszcza, ponieważ będzie się jednocześnie obliczać dane o uszkodzeniach wszystkich urządzeń zakwalifikowanych do analizy statystycznej.

Dla wyznaczenia okresów pracy urządzeń sterowania ruchem kolejowym należy [3]:

1. Wyznaczyć jednostkowy przedział czasu Δt_i dla którego będzie się obliczać intensywność uszkodzeń dla każdego urządzenia srk.
2. Zestawić dane statystyczne w tablicy zbiorczej dla poszczególnych urządzeń w postaci liczby uszkodzeń, jaka wystąpiła w danym przedziale czasu dla każdego urządzenia srk.
3. Obliczyć średnią liczbę uszkodzeń dla badanego typu urządzenia w każdym przedziale czasu.
4. Wykreślić w funkcji czasu przebiegi średniej liczby uszkodzeń na

jednostkę czasu, tj. intensywności uszkodzeń dla urządzeń naprawialnych sterowania ruchem kolejowym.

5. Wyznaczyć liczbę godzin pracy zawartych w badanych okresach czasu.

W praktyce przedziały czasów pracy urządzeń sterowania ruchem kolejowym są różne, przy czym im urządzenie srk jest bardziej złożone, tym czasy te są krótsze.

Średnią liczbę uszkodzeń w każdym jednostkowym przedziale czasu obliczamy ze wzoru:

$$\Delta m_{sr}(\Delta t_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta m_j(\Delta t_i) \quad (1)$$

gdzie: $\Delta m_{sr}(\Delta t_i)$ - średnia liczba uszkodzeń w i -tym jednostkowym przedziale czasu, N - liczba zakwalifikowanych do analizy statystycznej urządzeń srk badanego typu, $\Delta m_j(\Delta t_i)$ - liczba uszkodzeń w i -tym przedziale j -tego urządzenia srk tego samego typu.

Jeśli okaże się, że wykreślone przebiegi mają nieregularny, zygzakowaty charakter, nie pozwalający na wyciągnięcie wniosków co do długości wyznaczonych okresów, to zwiększa się jednostkowy przedział czasu 2- i 3-krotnie, a niekiedy nawet i 5-krotnie. Powyższa analiza ma charakter jakościowy. Można ją jednak oprzeć na ścisłych przesłankach przez wykorzystanie statystyki matematycznej, np. weryfikując hipotezę o słuszności założenia $\Lambda_p(t) = \Lambda_p = \text{const}$ w rozpatrywanym okresie pracy.

Jeśli badane urządzenia sterowania ruchem kolejowym mają różniące się liczby przepracowanych godzin, to powyższe obliczenia dokonuje się po wstępnym przegrupowaniu tych urządzeń wg przepracowanych godzin. Po tak przeprowadzonej preselekcji danych eksploatacyjnych urządzeń

sterowania ruchem kolejowym oraz wstępnym przygotowaniu zebranych danych eksploatacyjnych srk można przystąpić do ich dalszego opracowania statystycznego [12].

Celem statystycznej analizy wyników badań eksploatacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym powinno być wnioskowanie o właściwościach probabilistycznych całego zbioru urządzeń srk reprezentowanych przez część tego zbioru, nazywanego próbą (próbą).

W przypadku obiektów nienaprawialnych sterowania ruchem kolejowym (np. żarówka w sygnalizatorze świetlnym przytorowym) liczbą doświadczeń jest najczęściej liczba pracujących i uszkodzonych obiektów srk w ciągu określonego czasu. W przypadku urządzeń naprawialnych sterowania ruchem kolejowym będzie to liczba zaobserwowanych w danym przedziale czasu uszkodzeń (napraw, przeglądów profilaktycznych, itp.) w badanej grupie urządzeń srk.

Wnioskowanie statystyczne o zbiorze urządzeń srk na podstawie wyników badania reprezentującej go próbki może polegać na [12]:

- weryfikacji określonej hipotezy statystycznej, dotyczącej postaci funkcyjnej rozkładu zmiennej losowej lub wartości liczbowych parametrów tego rozkładu;
- estymacji (oszacowaniu) nieznanych wartości liczbowych określonych parametrów probabilistycznych rozpatrywanego zbioru.

Najczęściej taką zmienną losową jest czas, a więc w zależności od potrzeby może to być np. czas poprawnej pracy do uszkodzenia lub między uszkodzeniami T , czas naprawy T_n lub czas przeglądu profilaktycznego T_p .

Dane eksploatacyjne obciążone błędem grubym

Błędy grube danych eksploatacyjnych mogą wystąpić m.in. w trakcie rejestracji wyników, przy wprowadzaniu ich do baz danych oraz mieć swoje źródło np. przy przesuwaniu przecinka podczas zapisu wyniku lub podczas zamiany jednostek. Pojęcie błędu, występujące w pomiarze naukowym,

ściśle łączy się z niemożliwą do całkowitego uniknięcia niepewnością, która w sposób nierozdzielny związana jest z istotą wykonywania pomiaru przy wykorzystaniu danej metody. Należy więc dążyć do minimalizacji rozmiarów błędów oraz znalezienia sposobu na oszacowanie ich wielkości.

Do wykrywania wyniku obciążonego błędem grubym i znalezienia „outliera”, tj. punktu, obiektu, wartości, znacznie odstającej od reszty w zbiorze danych, przy założeniu normalności rozkładu badanej próby, służą m.in. odpowiednie testy, np. Grubbsa (test T), czy Q-Dixona (test Q) [6].

Błędem grubym może być obciążona największa lub najmniejsza wartość wyniku w analizowanej próbce danych eksploatacyjnych. Test Grubbsa jednorazowo, podobnie jak w przypadku testu Q Dixona, daje możliwość wykrycia jednej wartości odstającej (poprzez porównanie z parametrem krytycznym). Dlatego należy go powtarzać do momentu, gdy w zbiorze danych nie zaobserwuje się kolejnych wartości odstających od pozostałych wyników.

Wyniki obciążone błędem grubym powinny zostać usunięte z próby ze względu na fakt, że mogą zaburzyć wyniki ewentualnej analizy statystycznej.

Dane pozyskiwane z badań eksploatacyjnych

Badania eksploatacyjne są zorientowane przede wszystkim na wyznaczenie odpowiednich miar (wskaźników) i ocenę obiektu technicznego eksploatowanego w określonym systemie eksploatacji, tj. wg założonego procesu eksploatacji. Wynik oceny jest bezpośrednią informacją w procesie po-

dejmowania decyzji eksploatacyjnych.

Źródła danych mogą stanowić zbiór obiektów podlegających obserwacji w trakcie badań eksploatacyjnych. Obserwacje te dostarczają danych w postaci obrazów zjawisk eksploatacyjnych wykonanych podczas badań eksploatacyjnych, odwzorowujących ich atrybuty poprzez wartości odpowiednich zmiennych. Związki między eksploatowanymi obiektami reprezentowane są przez relacje liczbowe między zmiennymi i gromadzone w bazach danych (rys. 5). Pojawienie się informacji wymagającej archiwizacji może odbywać się w sposób czynny (diagnozowanie, rutynowe obserwacje obiektów i ich parametrów) lub bierny (uszkodzenia, zdarzenia losowe). System badawczy powinien „zauważyć” taką informację, wstępnie przeanalizować jej wiarygodność i zarchiwizować. Wykorzystanie zgromadzonych danych odbywa się zwykle z pewnym opóźnieniem wynikającym z konieczności zapisania większej liczby danych [7].

Dane o eksploatacji obiektów technicznych klasyfikuje się w zależności od przyjętych kryteriów w odniesieniu do obiektów i wyróżnia:

- dane identyfikacyjne, stałe, odnoszące się do obiektów na wyższym poziomie złożoności (przedsiębiorstwo, instalacja, stałe numery identyfikacyjne, daty instalacji, modyfikacji, kasacji, specjalne właściwości i akcesoria),
- dane o bieżącym użytkowaniu (regularne, generowane w procesie użytkowania),
- dane o losowych zakłóceniach eksploatacyjnych (uszkodzenia, naprawy, obsługi profilaktyczne, modernizacje).

Najważniejszymi danymi ze względu na zarządzanie eksploatacją są dane pochodzące z bieżącej eksploatacji, gdyż na ich podstawie można budować modele zjawisk eksploatacyjnych i określać spodziewane zachowanie się systemu lub procesu w przyszłości.

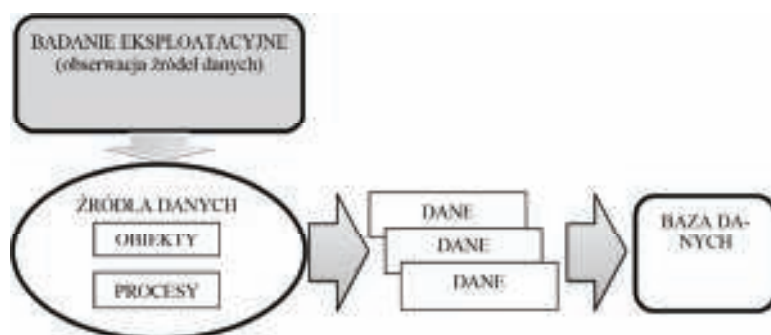
Struktura typowego systemu gromadzenia danych z urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym

Systemy gromadzenia danych np. z urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym oparte są najczęściej na dedykowanym oprogramowaniu śledzenia, rejestracji i analizy, którego celem jest zbieranie i prezentacja na jednolitej platformie programowej statusów urządzeń z sieci kolejowej dla potrzeb utrzymaniowych (rys. 6).

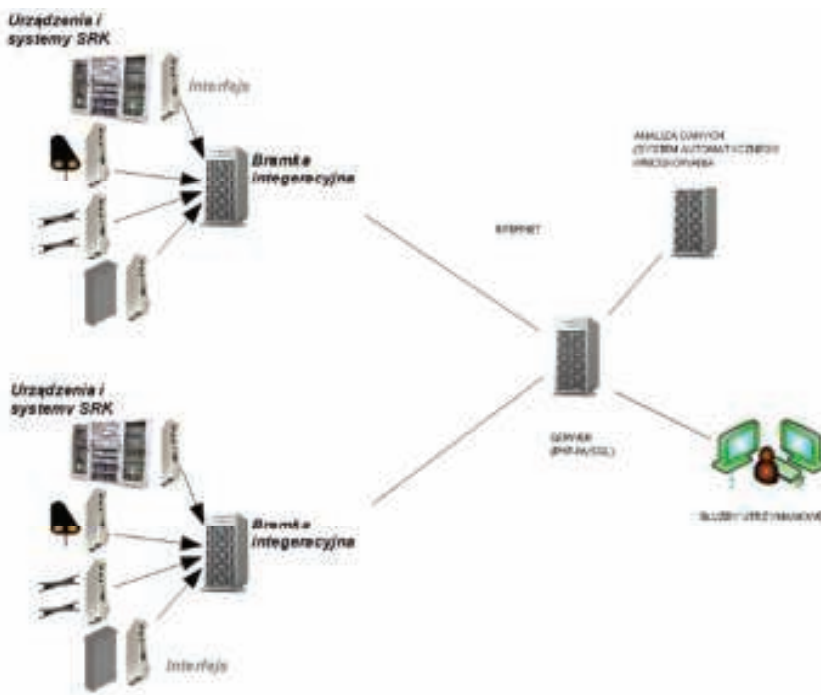
Informacje o statusach urządzeń srk mogą być zbierane przez interfejsy bezpośrednie z tych urządzeń lub z dedykowanych systemów diagnostycznych przez producentów. Informacje te są przesyłane łącznie do bramek integracyjnych, które pełnią funkcje lokalnych buforów danych. W jednostce takiej gromadzone są dane o stanie urządzeń z określonego obszaru sieci kolejowej. Po zaszyfrowaniu informacja o stanach urządzeń jest przesyłana do centralnego serwera. Informacje zgromadzone w centralnej bazie danych na bieżąco są poddawane analizie i mogą być wykorzystane przez odpowiednie systemy automatycznego wnioskowania [5].

Wnioski

Ocena niezawodności i bezpieczeństwa systemów technicznych wymaga zgromadzenia i przetworzenia wiarygodnych danych charakteryzujących zachodzące procesy. Dane uzyskiwane z obserwacji eksploatacyjnych obciążone są często znaczną niepewnością wynikającą z ich niepełności, ograniczeń i niespełnienia warunków badań oraz zafałszowań. Niepewność danych eksploatacyjnych związana jest m.in. z procesem ich pozyskiwania, archiwizacji i przetwarzania. Modelowanie zjawisk eksploatacyjnych wymaga wprowadzania



5. Idea pozyskiwania danych ze źródeł danych [7]



6. Struktura typowego systemu gromadzenia danych z urządzeń i systemów srk [5]

nia założeń i ograniczeń modelowych dotyczących postrzegania obiektów oraz ich zachowania się w czasie i przestrzeni. Modele wymagają następnie opisanie atrybutów obiektów i ich stanów w czasie. Niestety czynniki, takie jak: ograniczony czas obserwacji, naturalna zmienność procesów, pozyskanie danych niepełnych (m.in. ucięcie danych), brak informacji o przyczynach zdarzeń lub subiektywne podejmowanie decyzji przyczyniają się do wprowadzania niepewności do gromadzonych danych.

Dane uzyskane z obiektów srk, które nie uszkodziły się w okresie obserwacji lub chwila ich uszkodzenia nie jest ściśle określona, analizuje się najczęściej przy wykorzystaniu metody największej wiarygodności. Pozyskiwanie i przetwarzanie danych eksploatacyjnych często kojarzone jest z odkrywaniem wiedzy, co ma na celu identyfikację regularności istniejących danych w bazie danych.

Selekcja danych eksploatacyjnych obiektów sterowania ruchem kolejowym poprzez wyeliminowanie niewiarygodnych danych (np. obciążonych błędem grubym), zweryfikowanie ich formalnej poprawności oraz posegregowanie danych eksploatacyjnych z poszczególnych obiektów srk, takich jak np.: nastawnica kolejowa (sygnalizatory i wskaźniki torowe, zwrotnice i

wykolejnice, elementy kontroli niezajętości torów i rozjazdów kolejowych, elementy sterowania i kontroli, elementy zasilania, interfejsy), blokada liniowa (elementy kontroli niezajętości torów i rozjazdów kolejowych, sygnalizatory torowe, elementy sterowania i kontroli, elementy zasilania, interfejsy), sygnalizacja przejazdowa (elementy detekcji pojazdu szynowego, napędy i drągi rogatek, sygnalizatory drogowe, sygnalizatory torowe, elementy sterowania i kontroli, elementy zasilania, interfejsy), urządzenia tor-pojazd (elementy punkowego przesyłania informacji, elementy sterowania i kontroli, elementy zasilania, interfejsy), urządzenia zdalnego sterowania (elementy sterowania i kontroli, elementy zasilania, interfejsy) znacznie ułatwi i przyspieszy proces analizy danych eksploatacyjnych i obliczeń statystycznych oraz zwiększy możliwość przewidywania ich stanów (np. na podstawie symulacji). ◀

Materiały źródłowe

[1] Dyduch J., Kornaszewski M.: Badania eksploatacyjne miarodajnym źródłem informacji o pracy urządzeń systemów automatyki przejazdowej. Prace Naukowe TRANSPORT Nr 15, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej. Radom 2002.

- [2] Dyduch J., Moczarski J.: Podstawy eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2008.
- [3] Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [4] Kornaszewski M.: Modelowanie odnowy systemów sterowania ruchem kolejowym w procesie eksploatacji. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Radom 2013.
- [5] Kornaszewski M., Pniewski R.: Komputerowe wspomaganie procesu eksploatacji systemów srk, Logistyka 06/2014.
- [6] Lach S.: Wykrywanie oraz eliminacja błędów grubych w pomiarach piezometrycznych dla zapory Koronowo w latach 2010-2015. Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce: nauki techniczne i inżynieryjne, Cz. 5, Poznań 2017.
- [7] Młyńczak M.: Analiza danych eksploatacyjnych w badaniach niezawodności obiektów technicznych. Zeszyty Naukowe WSOWL Nr 1 (159), Wrocław 2011.
- [8] Młyńczak M.: Metodyka badań eksploatacyjnych obiektów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- [9] Prażewska M. (red): Niezawodność urządzeń elektronicznych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.
- [10] Sztarski M.: Niezawodność i eksploatacja urządzeń elektronicznych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1972.
- [11] Ważyńska-Fiok K.: Niezawodność systemów technicznych. PWN, Warszawa 1990.
- [12] Ważyńska-Fiok K.: Podstawy teorii eksploatacji i niezawodności systemów transportowych. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1993.
- [13] Żółtowski B.: Doskonalenie systemów eksploatacji maszyn. Problemy Eksploatacji Nr 2, Radom 2012.