

Zarządzanie konfiguracją w procesie utrzymania wagonów towarowych – podejście interdyscyplinarne

Adam JABŁOŃSKI¹, Marek JABŁOŃSKI²

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie kluczowych aspektów zarządzania konfiguracją w utrzymaniu wagonów towarowych. Autorzy odnoszą się do miejsca i roli podejścia systemowego w kształtowaniu podstawowych mechanizmów zarządzania konfiguracją, koncentrując się na czynnikach, których zastosowanie może wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa i interoperacyjności kolei. Zarządzanie utrzymaniem wagonów towarowych przedstawione w niniejszym artykule kształtuje nowy obraz zarządzania bezpieczeństwem oraz stanowi jednocześnie ważny obszar wchodzący w zakres dyrektywy interoperacyjności w transporcie kolejowym. Wdrożony system zarządzania utrzymaniem wpływa na bezpieczeństwo i interoperacyjność w systemie kolejowym oraz zapewnia zdolność wagonów towarowych do świadczenia usług przewozowych.

Słowa kluczowe: zarządzanie utrzymaniem, zarządzanie konfiguracją, bezpieczeństwo, wagon towarowy

1. Wstęp

Nowoczesne spojrzenie na problemy kolejnictwa wymaga wielowymiarowego podejścia uwzględniającego zarówno aspekty technologiczne, jak i organizacyjno-zarządcze. Do tej pory, wiele rozwiązań stosowanych na kolei nie było silnie skoncentrowanych na eksponowanie problematyki zarządzania. Obecnie szczególnego znaczenia nabierają te metody zarządzania, które uwzględniają aspekty technologiczne rozpatrywane w kontekście systemowym. W zakresie procesów utrzymania taboru kolejowego rozwijają się różne koncepcje wspomagające ten proces, a nawet go rewolucjonizujące. Do najważniejszych trendów należy zaliczyć koncepcję prewencyjnego systemu utrzymania wykorzystującego założenia konserwacji zależnej od stanu tworu technicznego (ang. *Condition Based Maintenance*).

Czynnikiem wyzwalającym potrzebę przeprowadzenia czynności przeglądowo-naprawczych są przesłanki, że dany pojazd kolejowy w najbliższym czasie ulegnie awarii. Do tego służy system mierników – detektorów zabudowanych na pojeździe, tworzących inteligentny system komunikacji pomiędzy użytkownikiem a skomplikowanym tworem technicznym. W procesie utrzymania pojazdów kolejowych coraz częściej wykorzystywane jest podejście komponentowe (ang. *Component Based Maintenance*). Polega ono

na dekompozycji pojazdu kolejowego na poszczególne komponenty, które po wydzieleniu mogą być utrzymywane samodzielnie. W tej metodzie konfigurowanie pojazdu opiera się na funkcjonowaniu efektywnego systemu logistycznego zorientowanego na montażu gotowego wagonu towarowego z tych wydzielonych komponentów, które podlegają przeglądowi lub naprawie. Wymagania techniczne będą postawione nie tyle całemu pojazdowi, co w szczególności jego kluczowym komponentom.

Interpretacja tego typu ma szczególne znaczenie w rozpatrywaniu pojęcia zarządzania konfiguracją dotyczącego procesu utrzymania wagonów towarowych. Wagon towarowy jest tworem technicznym składającym się z komponentów (ostoi, wózka, nadwozia pojazdu, zestawów kołowych, resorów, urządzeń ciągnowo-zderznych oraz hamulców), które powinny być tak ze sobą połączone, aby zapewniać bardzo ważną cechę z punktu widzenia bezpieczeństwa, jaką jest integralność systemu pojazdu. Zarządzanie konfiguracją w takim ujęciu będzie stanowić proces polegający na zapewnieniu integralności systemu pojazdu nawet wtedy, gdy poszczególne komponenty wagonu towarowego ulegną wymianie. W tym aspekcie można wyróżnić pojęcia konfigurowania i zarządzania konfiguracją.

Podczas wymiany (wymiana w trakcie utrzymania oznacza wymianę części na inne części o identycznych

¹ Dr hab. inż.; OTTIMa plus Sp. z o.o., Stowarzyszenie Południowy Klaster Kolejowy; e-mail: adam.jablonski@ottima-plus.com.pl.

² Dr hab. inż.; OTTIMa plus Sp. z o.o., Stowarzyszenie Południowy Klaster Kolejowy; e-mail: marek.jablonski@ottima-plus.com.pl.

funkcjach i osiągnięciach w procesie utrzymania prewencyjnego lub naprawczego) [2] będzie następować konfigurowanie, czyli składanie z elementów tworzących konfigurację. Zarządzanie konfiguracją jest natomiast pojęciem szerszym i polega na zapewnieniu pełnej identyfikacji oraz identyfikowalności komponentów i czynności utrzymaniowych służących zapewnieniu przedmiotowej integralności systemu pojazdu w całym cyklu eksploatacji wagonu towarowego. Konfiguracja wagonu towarowego składa się z połączonych ze sobą ostoi, wózka, nadwozia pojazdu, zestawów kołowych, resorów, urządzeń ciągnięto-zderznych oraz hamulców w sposób zgodny z normami technicznymi i regulacjami, zapewniając przy tym bezpieczną eksploatację wagonu towarowego.

W artykule przyjęto założenie, że warunkiem skutecznego i efektywnego systemu utrzymania wagonów towarowych zapewniającego oczekiwany poziom bezpieczeństwa, jest łączne wykorzystanie zarządzania konfiguracją, podejścia komponentowego oraz zarządzania zmianą techniczną i eksploatacyjną. To założenie powinno być rozpatrywane i implementowane do praktyki w sposób kompleksowy.

Celem artykułu jest przedstawienie kluczowych aspektów zarządzania konfiguracją w utrzymaniu wagonów towarowych. Autorzy odnoszą się do miejsca i roli podejścia systemowego w kształtowaniu podstawowych mechanizmów zarządzania konfiguracją. Skoncentrowali się przy tym na tych czynnikach, których zastosowanie może wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa i interoperacyjności kolei mając świadomość, iż zasady przedstawione w artykule mogą stanowić jednocześnie kanwę dyskusji w zakresie zdefiniowania jednolitego podejścia do zmian w doskonaleniu zasad utrzymania wagonów towarowych. Artykuł może być także przyczynkiem do modyfikacji funkcjonujących w polskich warunkach systemów zarządzania utrzymaniem w kierunku podejścia komponentowego.

2. Zarządzanie utrzymaniem wagonów towarowych – interpretacja kluczowych pojęć

Zarządzanie utrzymaniem wagonów towarowych jest ważnym podsystemem zarządzania bezpieczeństwem, który charakteryzuje się kompleksowym podejściem do utrzymania wagonów towarowych, uwzględniającym czynniki techniczne, organizacyjne, zarządcze i ludzkie. Stanowi jednocześnie ważny obszar wchodzący w zakres dyrektyw interoperacyjności w transporcie kolejowym. Wraz z aspektami infrastruktury, energii i sterowania w sposób całościowy wyczerpuje podstawowe komponenty systemu kolejowego.

2.1. Utrzymanie wagonów towarowych z punktu widzenia wymagań dyrektywy o interoperacyjności

Warto zwrócić uwagę, w jaki sposób dyrektywa o interoperacyjności postrzega procesy utrzymania. Utrzymanie według tej dyrektywy to procedury, urządzenia towarzyszące, centra logistyczne dla prac związanych z utrzymaniem oraz rezerwy umożliwiające obowiązkowe utrzymanie korekcyjne i profilaktyczne celem zapewnienia interoperacyjności systemu kolei Unii oraz wymaganej wydajności [2]. Na potrzeby TSI system kolei dzieli się na następujące podsystemy:

Strukturalne

1. Związane z siecią: infrastruktura, energia, sterowanie – urządzenia przytorowe.
2. Związane z pojazdem: sterowanie – urządzenia pokładowe, tabor.

Funkcjonalne

1. Ruch kolejowy.
2. Utrzymanie (dla podsystemu utrzymanie nie stworzono osobnej TSI ze względu na ścisłe powiązanie zasad utrzymania z rozwiązaniami technicznymi podlegającymi utrzymaniu; TSI utrzymanie w nowelizacji dyrektywy została włączona do specyfikacji TSI Tabor).
3. Aplikacje telematyczne dla przewozów pasażerskich i dla przewozów towarowych.

Według Rozporządzenia Komisji (UE) NR 321/2013 z dnia 13 marca 2013 r. dotyczącego technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – wagony towarowe” systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające decyzję 2006/861/WE utrzymanie to zbiór działań, których celem jest zapewnienie jednostce funkcjonalnej zachowanie lub przywrócenie stanu, w którym może wykonywać wymagane funkcje. Akta uzasadnienia projektu utrzymania zawierają wyjaśnienia dotyczące sposobu, w jaki czynności utrzymania są określone i zaplanowane w celu zapewnienia zachowania charakterystyk taboru w dopuszczalnych granicach w całym okresie jego eksploatacji. W takich aktach powinny znaleźć się dane wejściowe, aby ustalić kryteria kontroli oraz okresowość czynności utrzymania. Czynności utrzymania obejmują m.in.: kontrole, monitorowanie, badania, pomiary, wymiany, regulacje, naprawy. Czynności utrzymania dzielą się na:

- prewencyjne czynności utrzymania (planowane i kontrolowane) oraz
- naprawcze czynności utrzymania.

Opis utrzymania zawiera następujące elementy:

1. Hierarchię i funkcjonalny opis elementów określający granice taboru przez zestawienie wszystkich elementów należących do konstrukcji danej

jednostki taboru i uporządkowanie ich według odpowiedniej liczby dyskretnych poziomów. Ostatnim elementem w hierarchii jest wymienny element.

2. Listę części zawierającą opisy techniczne części zamiennych (zespołów wymiennych). Lista zawiera wszystkie części, które wymagają wymiany w określonych warunkach, lub które mogą wymagać wymiany w następstwie wadliwego działania elektrycznego czy mechanicznego, albo które zgodnie z przewidywaniami będą wymagały wymiany po uszkodzeniu w wyniku wypadku. Wskazuje się składniki interoperacyjności i odnosi je do odpowiedniej deklaracji zgodności,
3. Wartości graniczne, które w czasie eksploatacji nie mogą być przekroczone. Dozwolone jest podanie ograniczeń eksploatacyjnych w trybie pracy podczas awarii (osiągnięte wartości graniczne).
4. Wykaz odniesień do europejskich regulacji prawnych, którym podlegają elementy lub podsystemy – plan utrzymania, tj. uporządkowany zbiór zadań do realizacji utrzymania, w tym czynności, procedury i środki. Opis tego zbioru zadań obejmuje:
 - a) rysunki dotyczące instrukcji demontażu / montażu niezbędne w celu prawidłowego montażu / demontażu części podlegających wymianie,
 - b) kryteria utrzymania,
 - c) sprawdziany i testy dotyczące w szczególności części istotnych pod względem bezpieczeństwa; obejmują one inspekcję wzrokową i badania nieniszczące (w stosownych przypadkach, np. w celu wykrycia nieprawidłowości, które mogą mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo),
 - d) narzędzia i materiały wymagane w celu wykonania zadania,
 - e) materiały eksploatacyjne niezbędne do wykonania zadania,
 - f) wyposażenie i sprzęt ochrony osobistej.
5. Niezbędne próby i procedury, jakie należy wykonać po każdej czynności utrzymaniowej przed ponownym oddaniem taboru do eksploatacji. Kompetencje zawodowe pracowników wymagane

w związku z eksploatacją i utrzymaniem jednostek nie są objęte zakresem „Technicznych specyfikacji interoperacyjności” (TSI)[10].

2.2. Utrzymanie wagonów towarowych z punktu widzenia wymagań Rozporządzenia Komisji (UE) nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r.

Zgodnie z wymaganiami w nim zawartymi, w sprawie systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie w zakresie obejmującym wagony towarowe oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 653/2007 [11], każdy podmiot, którego wagony towarowe są zarejestrowane w Krajowym Rejestrze Wagonów Towarowych (ang. *Nationality Vehicle Register*) powinien wskazać, kto będzie podmiotem odpowiedzialnym za ich utrzymanie (ang. *Entity in Charge of Maintenance*), jeśli ma zaprojektowany i wdrożony system zarządzania utrzymaniem (ang. *Maintenance Management System*).

W tym systemie podmiot powinien w sposób skuteczny i efektywny³ zarządzać procesami⁴ kształtującymi ten system z uwzględnieniem zarządzania ryzykiem [9] związanym z czynnościami utrzymaniami wchodzącymi w zakres systemu zarządzania utrzymaniem.

Rozporządzenie stanowi wytyczne nie tylko z punktu widzenia postawionych wymagań, dotyczących procesu utrzymania wagonów towarowych, ale także sprzyja tworzeniu różnych wariantów w zakresie modeli biznesu firm. Przez implementację owego rozporządzenia jest możliwe kształtowanie modeli biznesu dla jednostek odpowiedzialnych za utrzymanie wagonów towarowych lub warsztatów naprawczych. Stwarza także warunki stosowania outsourcingu⁵ niektórych procesów realizowanych przez podmioty zewnętrzne. Rozporządzenie umożliwia certyfikację podmiotów jako jednostek odpowiedzialnych za utrzymanie wagonów towarowych, które mogą być także przewoźnikami kolejowymi lub zarządcami infrastruktury, a także

³ Skuteczność jest tu rozumiana w układzie jak działania są planowane i osiągnane wyniki z ich realizacji. Efektywność jest związana z tym, jak nakłady poniesione na przyjęte działania pozwalają na osiągnięcie założonych wyników.

⁴ Proces jest ciągiem powiązanych ze sobą działań, które doprowadzają do przekształcenia wszelkich nakładów w produkt procesu. Na proces składają się trzy podstawowe rodzaje działań: tworzące wartość dodaną (najistotniejsze z punktu widzenia klienta), transportowe (związane z przekazywaniem produktów procesu między działami, pionami lub organizacjami) oraz kontrolne (które są stworzone przede wszystkim do kontroli przepływu wyników procesu [5]. Proces według normy ISO 9000 to zbiór działań wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących, które przekształcają stan wejściowy w wyjściowy [7], G. Rummler i A. Brache określają proces jako ciąg czynności zaprojektowanych, a następnie wykonywanych w ten sposób, aby w ich wyniku powstał produkt lub usługa [13]. Według M. Hammera i J. Champy'ego, proces jest to sekwencja działań realizowanych wewnątrz przedsiębiorstwa, a wykonywanych w celu dostarczenia klientowi konkretnej usługi lub produktu [3]. M. Porter definiuje proces jako łańcuch wartości, w którym przez realizację poszczególnych działań zwiększa się wartość zaangażowana w tworzenie lub dostarczanie produktu lub usługi. Każde kolejne działanie wykonywane w procesie powinno dodawać nową wartość do efektu wcześniejszej czynności [8].

⁵ Outsourcing (skrót z ang. *outside-resource-using*) – wydzielenie ze struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa niektórych samodzielnie realizowanych przez nie funkcji i przekazanie ich do wykonania innym podmiotom.

na zasadach dobrowolności warsztatami naprawczymi. To elastyczne podejście zapewnia regulowanie rynku z punktu widzenia zapewnienia kryterium jakości i bezpieczeństwa w transporcie kolejowym.

2.3. Rola systemowego podejścia w procesie utrzymania wagonów towarowych

Systemowe podejście do realizacji procesu utrzymania wagonów towarowych, ma istotne znaczenie do zapewnienia oczekiwanego poziomu bezpieczeństwa w odniesieniu do przeprowadzanych czynności utrzymaniowych. Według słownika języka polskiego, system jest rozumiany między innymi jako:

1. Układ elementów mający określoną strukturę i stanowiący logicznie uporządkowaną całość.
2. Zespół wielu urządzeń, dróg, przewodów itp., funkcjonujących jako całość.
3. Uporządkowany zbiór twierdzeń, poglądów, tworzących jakąś teorię.
4. Określony sposób wykonywania jakiejś czynności lub zasady organizacji czegoś [17].

Według S. Beera, system to grupa zespolonych w jedną całość elementów, którą cechuje złożoność i nieokreślona bliżej wewnętrzna spójność [1]. Podejście systemowe wymaga przestrzegania minimum następujących rygorów: ścisłość, niezmienność, zupełność, rozłączność, funkcjonalność. Wdrożenie podejścia systemowego powinno być kompatybilne z mechanizmami oceny, która także musi spełniać wymagania podejścia systemowego.

System zarządzania według normy ISO 9000 to system służący do ustalania polityki i celów oraz do osiągnięcia tych celów [7]. Pojęcie systemu w normach ISO 9000 ma fundamentalne znaczenie, gdyż na nim opiera się logika całej rodziny tych norm. System jest tym pojęciem, na którym jest budowana struktura tych norm – założenia poszczególnych wymagań.

Utrzymanie w takim ujęciu powinno być wciągnięte w logikę budowy funkcjonalnych systemów zarządzania. W tym wypadku będzie to zbiór działań, których celem jest zapewnienie jednostce funkcjonalnej zachowania lub przywrócenia stanu, w którym może wykonywać wymagane funkcje⁶ [10]. W podobny sposób są kształtowane wymagania przedmiotowego systemu zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych.

2.4. System zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych – założenia metodyczne

Wagon towarowy oznacza pojazd bez własnego napędu, przystosowany do przewozu ładunku lub innych materiałów wykorzystywanych do takich działań, jak budowa lub utrzymanie infrastruktury. System zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych może być rozumiany jako narzędzie składające się z wielu metod i technik zarządzania technologicznego, zapewniające skuteczny i efektywny proces utrzymania, którego wynikiem jest ciągła zdolność wagonów towarowych do eksploatacji. Założenia utrzymania wagonów towarowych wynikają z prawidłowego stosowania dokumentacji eksploatacyjnej. Dokumentacja dotycząca eksploatacji składa się między innymi z:

- opisu eksploatacji w trybie normalnym, w tym charakterystyki eksploatacyjnej oraz ograniczeń danego pojazdu kolejowego (np. skrajnia pojazdu, maksymalna prędkość eksploatacyjna, nacisk osi, skuteczność hamowania, zgodność z systemami detekcji pociągów),
- opisu eksploatacji w trybie pracy podczas awarii (kiedy w urządzeniach lub funkcjach występują awarie bezpieczeństwa), o ile są one racjonalnie możliwe do przewidzenia, łącznie z odnośnymi dopuszczalnymi ograniczeniami i warunkami eksploatacyjnymi danego pojazdu kolejowego, które mogą wystąpić [13].

Założenia systemu zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych, powinny opierać się na stosowaniu w ocenie technicznej kryteriów sprawności oraz czasu. Jak piszą autorzy Kodeksu UIC 579-1, aby utrzymać park wagonowy w dobrym stanie według kryterium „sprawność”, do sprawdzenia i zidentyfikowania procesów zużyciowych typu wagonu są potrzebne następujące źródła informacyjne:

- system doświadczalnego pomiaru, który pozwala na obserwację wagonu podczas eksploatacji (np. przyczyny wyłączenia z eksploatacji, uszkodzenia wynikające ze zużycia części i podzespołów, przyczyny uszkodzeń itp.),
- system do określenia reprezentacyjnej próby losowej określonego typu wagonu,
- bank danych, który umożliwia rozpoznanie użytkownika (wykorzystania) wagonu.

⁶ System utrzymania musi obejmować następujące funkcje: a) funkcja zarządzania, która umożliwia nadzór nad funkcjami utrzymania określonymi w lit. b) do d) i ich koordynowanie, a także pozwala zapewnić bezpieczny stan wagonu towarowego w systemie kolejowym; b) funkcja rozwoju utrzymania, która umożliwia przyjęcie odpowiedzialności za zarządzanie dokumentacją dotyczącą utrzymania, w tym zarządzanie konfiguracją, w oparciu o dane projektowe i operacyjne, jak również o wyniki działań i korzyści z doświadczenia; c) funkcja zarządzania utrzymaniem taboru, która umożliwia zarządzanie wycofaniem wagonu towarowego do celów utrzymania i jego przywróceniem do eksploatacji po zakończeniu utrzymania; oraz d) funkcja przeprowadzania utrzymania, które umożliwia przeprowadzanie wymaganego utrzymania technicznego wagonu towarowego lub jego części, włącznie z dokumentacją dotyczącą dopuszczenia do użytkowania.

Aby utrzymać park wagonowy w dobrym stanie według kryterium „czasu” do sprawdzenia i do zidentyfikowania procesów zużyciowych typu wagonu są potrzebne przynajmniej następujące źródła informacyjne:

- sprawdzenie reprezentatywnej próby losowej wagonu każdego typu po przebiegu znanego okresu użytkowania,
- ocena danych różnego pochodzenia dla poszczególnych części [4].

2.5. Zarządzanie ryzykiem w procesie utrzymania wagonów towarowych

Rozporządzenie Komisji (UE) nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. dotyczące certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie wagonów towarowych mówi o tym, że wdrożenie systemu, obejmujące operacje związane z utrzymaniem wagonów towarowych, powinno obejmować swoim zakresem także ocenę prawidłowości stosowania procesu zarządzania ryzykiem. Ryzyko, które zdefiniowano w Systemie Zarządzania Utrzymaniem wynika bezpośrednio z operacji związanych z utrzymaniem wagonów towarowych i dotyczy w szczególności zarządzania technologicznego. Ryzyko techniczne adekwatne do tego systemu obejmuje trzy podstawowe elementy:

- 1) ryzyko wywołane przez system techniczny (w przypadku tego systemu za system techniczny uważa się wagon towarowy),
- 2) ryzyko związane z operatorem⁷, czyli podmiotem obsługującym dany system techniczny oraz,
- 3) ryzyko związane ze środowiskiem pracy, w którym dany system pracuje.

Ryzyko techniczne jest tu rozumiane jako ryzyko poniesione w wyniku niesprawności systemów, w tym przypadku systemu zarządzania utrzymaniem, a także procesów utrzymania, niewystarczającej kontroli, błędów człowieka lub niewłaściwego zarządzania. Ryzyko techniczne powinno być ciągle dokumentowane z uwzględnieniem warstw zapobiegania, ochrony i przeciwdziałania, przez odpowiednie działania reaktywne, działania prewencyjne i prognostyczne oraz podstawowe metody generowania informacji dotyczących bezpieczeństwa. Po zebraniu tych danych i identyfikacji ryzyka, informacje dotyczące ryzyka powinny być weryfikowane w kategoriach skutków oraz priorytetów i obowiązków związanych z reakcją i strategią łagodzenia ryzyka. Wszystkie informacje, włączając w to ryzyko, jego skutki, priorytety, obowiązki i strategie powinny być gromadzone. Prawi-

dłowe rozumienie zasad funkcjonowania systemu zarządzania utrzymaniem może nastąpić tylko wtedy, gdy ww. pojęcia zastosowane łącznie, stworzą czytelne podwaliny ich właściwej interpretacji.

3. Zarządzanie konfiguracją w zarządzaniu utrzymaniem wagonów towarowych

Aby móc zarządzać utrzymaniem wagonów towarowych należy zdefiniować jego miejsce i rolę w całym cyklu życia wagonu towarowego. Proces zarządzania utrzymaniem powinien uwzględniać wszystkie fazy cyklu życia w tzw. układzie „od kołyski do grobu”. Zarządzanie cyklem życia wagonów towarowych powinno być powiązane z zarządzaniem zmianami mającymi wpływ na bezpieczeństwo systemu kolejowego [9]: zmianami technicznymi, organizacyjnymi i eksploatacyjnymi [9]. Rozporządzenie to opiera się na założeniach pojęcia bezpiecznej integracji, która oznacza działania mające na celu zapewnienie, aby włączenie elementu (np. nowego typu pojazdu, projektu sieci, podsystemu, części, elementu składowego, składnika, oprogramowania, procedury, organizacji) do większego systemu, nie spowodowało niedopuszczalnego ryzyka w odniesieniu do otrzymanego systemu [16].

W przypadku zmiany w konfiguracji mamy do czynienia ze zmianą techniczną, która w kontekście bezpieczeństwa systemu kolejowego może polegać na innym rozkładzie interfejsów, które w nowo powstałej strukturze w aspekcie technicznym mogą generować nieprzewidziane sytuacje skutkujące powstaniem potencjalnych zagrożeń. W odniesieniu do zarządzania systemem działającym, jakim jest system zarządzania utrzymaniem, ważną rolę odgrywają sprzężenia zwrotne dodatnie i ujemne. Podstawą rozróżnienia jest ich wpływ na przyjęte przez badacza / zarządzającego normy pożądanych stanów i zachowania systemu jako całości. Wzajemne oddziaływania zwrotne wewnątrz systemu oraz między systemem i otoczeniem, prowadzące w konsekwencji do odchylenia się stanów i zachowań systemu od pożądanej normy, nazywa się sprzężeniami zwrotnymi dodatnimi. Jeśli natomiast skutkiem wzajemnych oddziaływań jest utrzymanie stanu i zachowań systemu w pobliżu pożądanej normy – mówi się o sprzężeniu zwrotnym ujemnym [14]. Zarządzanie konfiguracją jest ważne do zapewnienia zgodności i aktualności informacji na temat zmieniającego się systemu technicznego w całym cyklu życia systemu [15].

⁷ Nie należy mylić ryzyka technicznego dotyczącego operatora tego systemu z systemem zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowisku pracy operatora. Są to dwa odmienne rodzaje ryzyka o innej skali rozumienia i interpretacji. W praktyce kolejnictwa są one bardzo często mieszane i mylone. Nie każde ryzyko techniczne jest ryzykiem BHP i odwrotnie.

Zarządzanie konfiguracją jest wymagane zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. w sprawie systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie w zakresie obejmującym wagony towarowe oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 653/2007 w podpunkcie: Wymogi i kryteria oceny w odniesieniu do funkcji rozwoju utrzymania [11]:

1. Organizacja musi posiadać procedurę mającą na celu określenie wszystkich działań związanych z utrzymaniem, wywierających wpływ na bezpieczeństwo oraz na elementy istotne ze względów bezpieczeństwa, oraz zarządzanie takimi działaniami.
2. Organizacja musi posiadać procedury mające na celu zagwarantowanie spełnienia zasadniczych wymagań w zakresie interoperacyjności, w tym aktualizacje w ciągu całego cyklu eksploatacyjnego, poprzez:
 - a) zapewnienie zgodności ze specyfikacjami dotyczącymi podstawowych parametrów interoperacyjności, podanymi w odpowiednich technicznych specyfikacjach interoperacyjności (TSI),
 - b) weryfikowanie we wszystkich okolicznościach spójności dokumentacji utrzymania z zezwoleniem na dopuszczenie do użytkowania (w tym z ewentualnymi wymogami krajowego organu ds. bezpieczeństwa), deklaracjami zgodności z TSI, deklaracjami weryfikacji oraz dokumentacją techniczną,
 - c) zarządzanie wszelkiego rodzaju wymianami w ramach utrzymania zgodnie z wymogami dyrektywy (UE) 2016/797 oraz odpowiednich TSI,
 - d) określanie potrzeby przeprowadzenia oceny ryzyka, co do ewentualnego wpływu przedmiotowej wymiany na bezpieczeństwo systemu kolei,
 - e) zarządzanie konfiguracją wszystkich zmian technicznych wywierających wpływ na integralność systemu pojazdu.

Wtedy będzie spełniona integralność wagonu towarowego, czyli taki jego stan, w którym wszystkie komponenty będą stanowiły zwartą całość, dzięki czemu zostanie zapewniony oczekiwany akceptowalny poziom bezpieczeństwa systemu kolejowego. Wtedy integralność staje się wynikiem konfiguracji, co jeszcze nie przesądza o bezpieczeństwie systemu kolejowego, które zależy od wielu innych ważnych czynników, których nie sposób opisać w jednym artykule. Zatem konfiguracja powinna zapewnić pełną integralność wagonu towarowego. Funkcjonalności⁸ wagonu towarowego będą natomiast właściwie zapewnione, gdy osiągnięta konfiguracja będzie zapewniać pełną integralność wagonu towarowego. Na rysunku 1 przedstawiono zakres danych, które mogą być przedmiotem analizy w procesie zarządzania konfiguracją [6].

Wskazane podejście można z powodzeniem zastosować do identyfikacji obszarów zarządzania konfiguracją w zakresie utrzymania wagonów towarowych. Zarządzanie konfiguracją w zakresie budowy wagonu towarowego składającego się z ostoi, wózka, nadwozia pojazdu, zestawów kołowych, resorów, urządzeń ciągnowo-zderznych oraz hamulców powinno być uzupełnione o takie dodatkowe, ważne dla prawidłowości utrzymania wagonów towarowych zagadnienia m.in., jak: wykaz części zamiennych, stosowane materiały eksploatacyjne, narzędzia serwisowe, oznakowanie wagonu towarowego, dokumentacja systemu utrzymania DSU, instrukcje napraw, instrukcje technologiczne, wykorzystywany specjalistyczny personel i jego kompetencje. Dokumentacja systemu utrzymania jest kluczowym dokumentem, na podstawie którego przeprowadza się czynności utrzymaniowe. Jest to bardzo szczegółowy przewodnik prowadzenia prac utrzymaniowych, który wyznacza pełny zakres tych czynności. Pokazuje, jakie czynności należy wykonać

Zespół główny	Układy	Instalacje	Wyposażenie	Pakiety	Dane	Opisy	Doświadczenia	Zmiany
1. Zespoły napędu	1. Układ roboczy	1. Instalacja hydrauliczna	1. Wyposażenie podstawowe	1. Części zamienne	1. Dane handlowe	1. Katalog części	1. Koncepcje	1. Zmiany stałe
2. Zespoły podwozia	2. Układ silnika spal.	2. Instalacja pneumatyczna	2. Wyposażenie specjalne	2. Materiały eksploatacyjne	2. Dane techniczne	2. Instrukcja obsługi	2. Analizy	2. Odstępstwa
3. Zespoły nadwozia	3. Układ połączeń	3. Instalacja elektryczna	3. Wyposażenie jednorazowe	3. Narzędzia serwisowe	3. Wymagania	3. Instrukcja napraw	3. Badania	3. Identyfikacje
4. Kabina operatora	4. Układ sterowania	4. Oprogramowanie	4. Kolorystyka	4. Opakowania do wysyłki	4. Normy zewnętrzne	4. Prospekty i reklamy	4. Patenty	
	5. Układ nawigacji			5. Transport i oznakowanie			5. Zalecenia	
							6. Klasyfikacje	

Rys. 1. Schemat zapisu dziedzin wiedzy wyrobu (maszyny samojezdnej) [6]

⁸ Według słownika języka polskiego funkcjonalny: 1) dobrze spełniający swoją funkcję, 2) dotyczący funkcjonowania lub funkcji czegoś w jakimś systemie, <http://sjp.pwn.pl/haslo.php?id=2558726>.

na poszczególnych poziomach utrzymania. Na podstawie opisanych rozważań widać, jak obszerną dziedziną jest zarządzanie konfiguracją i w jakim zakresie może się ona odnosić do procesu utrzymania wagonów towarowych. Ponadto należy zwrócić uwagę, że zarządzanie konfiguracją ma szczególne znaczenie do zapewnienia bezpieczeństwa i interoperacyjności w systemie kolejowym, w którym muszą być zdefiniowane i opanowane jego wszystkie podstawowe interfejsy, rozpatrywane jako relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi technicznymi komponentami wagonu towarowego podczas jego eksploatacji, ujawniane za pomocą zmiennych pomiarowych poddawanych pomiarom w trakcie przeprowadzania czynności utrzymaniowych, zgodnie z wytycznymi DSU.

4. Zarządzanie konfiguracją w systemie VPI

System VPI (*Vereinigung des Privatgüterwagen*) jest specjalistycznym systemem określającym wymagania dla utrzymania wagonów towarowych eksploatowanych na rynku niemieckim. W zestawie zasad opisanych w formie przewodnika, wymagania dla utrzymania wagonów towarowych są opisane w jednym dokumencie składającym się z poszczególnych modułów tematycznych. Kluczowym założeniem tego systemu jest zastosowanie w procesie utrzymania podejścia komponentowego (ang. *Component Based Maintenance*) zawartego w 9 modułach: Część ogólna utrzymania wagonów towarowych, Ostoja / wózki, Nadwozie pojazdu, Zestawy kołowe, Resory, Urządzenia ciągnowo-zderzne, Hamulce, Elektroniczna wymiana danych, Badania nieniszczące.

Cechą tego systemu jest silne ukierunkowanie na specjalistyczną ocenę techniczną i dopuszczenia przeprowadzane w celu oceny kompetencji w zakresie czynności utrzymania lub naprawy wagonów towarowych i ich poszczególnych komponentów. Wdrożenie systemu polega na implementacji wytycznych przewodnika utrzymania VPI stosowanego dla wagonów zarejestrowanych w krajach Europy zachodniej. W zależności od zakresu działania zakładu naprawczego te przewodniki są indywidualnie interpretowane z zachowaniem pełnej zgodności technicznej z wymaganiami. Podczas oceny przeprowadzanej przez uprawnione jednostki certyfikujące, sprawdzany jest sposób wdrożenia przedmiotowych wytycznych. Utrzymanie w należyłym stanie według założeń systemu VPI można podzielić na 5 poziomów analogicznych jak w innych standardach europejskich, np. w Polsce [12]:

- **Poziom 1:** Wszystkie kontrole i czynności nadzoru, które wykonuje się przed odjazdem lub na trasie. Te badania i kontrole są opisane w wymaganiach AVV i przepisach dotyczących zestawienia pociągu i są wykonywane przez przedsiębiorstwa kolejowe.

- **Poziom 2:** Inspekcje, badania, testy, szybka wymiana podzespołów, działania prewencyjne i korekcyjne o ograniczonym zakresie między planowanymi przebiegami. Wykonuje je zwykle zakład serwisowy. Jeżeli zleceniodawcą jest przedsiębiorstwo kolejowe, prace wykonuje się z uwzględnieniem przepisów AVV, załącznik 10. Jeżeli zleceniodawcą jest posiadacz / ECM, prace mogą być wykonywane zgodnie z wytycznymi wykonywania utrzymania w należyłym stanie VPI lub na polecenie zgodnie z AVV, załącznik 10.
- **Poziom 3:** Działania (zwykle uproszczone rewizje), głównie są wykonywane w specjalistycznych warsztatach. Obejmuje działania prewencyjne i korekcyjne oraz planowaną wymianę podzespołów. Wykonują je autoryzowane warsztaty zgodnie z wymaganiami posiadacza / ECM.
- **Poziom 4:** Działania utrzymania w należyłym stanie o większym zakresie, zwykle zwane rewizjami. Może tutaj chodzić o podzespoły lub cały pojazd. Wykonują je autoryzowane warsztaty zgodnie z wymaganiami posiadacza / ECM.
- **Poziom 5:** Modyfikacje, poważne naprawy, odnowienie, modernizacje, o ile nie wymagają zmiany dopuszczenia. Wykonują je autoryzowane warsztaty zgodnie z wymaganiami posiadacza / ECM.

Przedstawione poziomy utrzymania zaproponowane w systemie VPI w aspekcie zakresu wymaganych czynności utrzymaniowych, wykorzystują podejście komponentowe. Konfigurację tworzą komponenty w postaci ostoi, wózka, nadwozia pojazdu, zestawów kołowych, resorów, urządzeń ciągnowo-zderznych oraz hamulców. Komponenty te, traktowane osobno, jak i w ramach zachowania integralności systemu pojazdu, powinny być utrzymywane z zastosowaniem zintegrowanego systemu zarządzania obejmującego wymagania VPI, wymagania systemu zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych według rozporządzenia 445/2011 oraz wymagania systemów zarządzania jakością procesów spawalniczych. Na rysunku 2 przedstawiono conceptualny model wdrożenia systemu VPI w ramach podejścia komponentowego. Z punktu widzenia formalizacji systemu należy wytyczne, opublikowane przez Stowarzyszenie VPI i subskrybowane przez użytkownika, opracować w formie własnych instrukcji, które będą obejmować specyficzny zakres działalności użytkownika. Podręcznik VPI należy dostosować do specyficznych wymagań podmiotu wdrażającego system. Warunkiem certyfikacji systemu VPI jest posiadanie wdrożonego certyfikowanego systemu jakości spawania (standardy według norm PN-EN ISO 3834-2 oraz PN-EN 15085-2). Platformą do wdrożenia systemu VPI są wymagania systemu zarządzania utrzymaniem MMS według rozporządzenia 445/2013, głównie w zakresie funk-

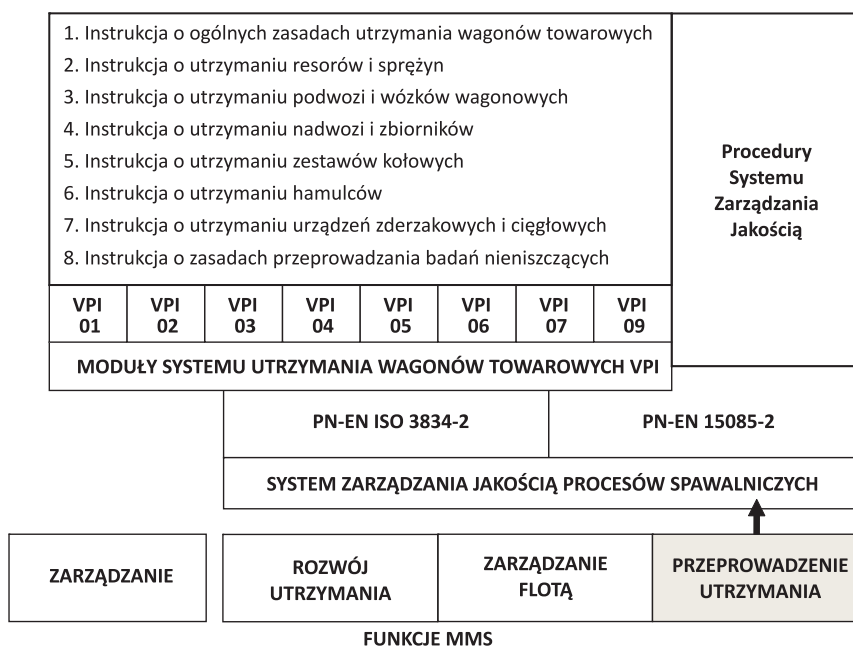
cji czwartej – przeprowadzanie utrzymania. Dlatego w wyniku wdrożenia systemu VPI powstaje zintegrowany system oparty na systemie MMS, systemach jakości spawania i wymaganiach owego systemu VPI. Kluczowym aspektem jest jednoznaczne zdefiniowanie zakresu certyfikacji systemu i odpowiedzialności w ramach łańcucha wartości, w którym po spełnieniu odpowiednich warunków jakościowych i bezpieczeństwa mogą brać udział także podwykonawcy (rys. 2).

Zakres czynności utrzymaniowych w systemie VPI odnosi się do poszczególnych, wymienionych komponentów i dopiero po dokonaniu przeglądów i napraw odpowiednich do wymaganego zakresu, montowany jest ostateczny układ połączonych ze sobą komponentów, zapewniających po ich montażu integralność systemu pojazdu. Tak więc sama idea podejścia komponentowego w procesie utrzymania sprzyja, a nawet wymusza potrzebę skutecznego zarządzania konfiguracją, co w szczególności ma kluczowe znaczenie dla bezpiecznej eksploatacji wagonu towarowego. Potencjalnie można sobie wyobrazić sytuację nieprawidłowo zbudowanej konfiguracji, która w warunkach eksploatacji może stwarzać zagrożenia. Dlatego w niektórych przypadkach jest niezbędne wykonanie dodatkowych ekspertyz w zakresie zgodności technicznej zastosowanego typu wózka z nadwoziem i innymi komponentami wagonu towarowego. Należy zaznaczyć, że podejście komponentowe wprowadza większą elastyczność w budowie struktury przeglądów taboru i tym samym umożliwia zarówno optymalizację kosztów przy jednoczesnym zwiększeniu nacisku na parametry bezpieczeństwa dla tych kom-

ponentów, jak i całego pojazdu kolejowego. W ujęciu operacyjnym proces zarządzania konfiguracją powinien umożliwiać udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

- Jakie zastosowano komponenty – podzespoły – części w wagonie towarowym?
- Jakie komponenty zostały poddane kontroli, przeglądowi, naprawie?
- Jakie metody i techniki pomiaru zastosowano i dla jakich komponentów?
- Jakie przyrządy pomiarowe zostały kalibrowane?
- Czy w przypadku wprowadzenia zmiany nie zastosowano błędnej części?
- Czy wszystkie zabudowane komponenty – podzespoły – części są zgodne z wymaganiami i czy osiągają w ramach integralności wymaganą zgodność techniczną?
- Które wersje danego komponentu – podzespołu – części zostały zabudowane?
- Jakie wersje komponentu – podzespołu – części były dotychczas eksploatowane?
- Jakie wersje i rodzaje dokumentacji towarzyszą eksploatacji i utrzymaniu wagonu towarowego?
- Czy testy i kontrole komponentu – podzespołu – części, jak i całego wagonu, zostały wykonane według aktualnych wymagań?
- Czy wszelkie wystawione dokumenty potwierdzające zgodność zostały wystawione prawidłowo?

Przedstawiony katalog pytań nie wyczerpuje w całości zagadnienia zarządzania konfiguracją, ale wskazuje jego generalny zakres. Zarządzanie konfi-



Rys. 2. Struktura zintegrowanego systemu zarządzania utrzymaniem wagonów towarowych, w którym centralną funkcję odgrywa system VPI [opracowanie własne]

guracją jest złożonym procesem obejmującym zbiór wszystkich identyfikowalnych zadań odnoszących się do eksploatacji i utrzymania wagonu towarowego zachodzących w cyklu jego życia, które powinny być kontrolowane i możliwe do zweryfikowania w razie potrzeby.

5. Zakończenie

Zarządzanie utrzymaniem wagonów towarowych zarówno w aspekcie organizacyjnym, jak i technicznym, wymaga podejścia opisanego w niniejszym artykule. Jest to podejście systemowe, mające wymiar holistyczny. Wynikiem jego zastosowania powinien być system utrzymania wagonów towarowych, ograniczający liczbę negatywnych zdarzeń. Istotnym czynnikiem wpływającym na umiejętne zarządzanie utrzymaniem wagonów towarowych jest optymalne zarządzanie konfiguracją kształtującą akceptowalny poziom bezpieczeństwa i interoperacyjności zgodny z wymaganiami określonymi w przepisach prawa.

Według autorów artykułu, tylko tak przedstawione podejście holistyczne, oparte na szerokiej interdyscyplinarnej wiedzy, może sprzyjać znalezieniu nowych przestrzeni w poszukiwaniu kreatywnych sposobów poprawy bezpieczeństwa wagonów towarowych, nie negując dotychczasowego dorobku teoretycznego i praktycznego w tym zakresie. Ujęcie holistyczne sprawia, że proces utrzymania wagonów towarowych, szczególnie o długim czasie eksploatacji, może zapewnić oczekiwany poziom bezpieczeństwa oraz korzystne parametry ekonomiczne.

Literatura

1. Beer S.: *Cybernetyka w zarządzaniu*, PWN, Warszawa 1963, s. 13, za: J. Jamroga, B. Nogalski, Elementy teorii systemów i cybernetyki, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, 1982, s. 21.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej.
3. Hammer M., Champy J.: *Reengineering w przedsiębiorstwie*, Neumann Management Institute, Warszawa 1996.
4. Kodeks UIC 579-1 VE, *Wagony towarowe, Naprawa rewizyjna, metodologia dla określania częstości i zakresu napraw rewizyjnych*, trzecie wydanie, marzec 2003, s.7.
5. Manganelli R.L., Klein M.M.: *Reengineering*, PWE, Warszawa 1998, s. 27.
6. Polak A.S.: *Zarządzanie konfiguracją w praktyce budowy maszyn*, Problemy Jakości, kwiecień 2007, s. 37.
7. PN-EN ISO 9000:2006: *Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia*.
8. Porter M.: *Competitive Advantage*, Free Press, New York 1985, s. 3.
9. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) Nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r. (z późn. zm.) w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009.
10. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 321/2013 z dnia 13 marca 2013 r. dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – wagony towarowe” systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające decyzję 2006/861/WE, Dz.U. L 104 z 12.4.2013.
11. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. w sprawie systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie w zakresie obejmującym wagony towarowe oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 653/2007.
12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 października 2005 r. w sprawie ogólnych warunków technicznych eksploatacji pojazdów kolejowych, Dz.U. 2016, poz. 226).
13. Rummler G., Brache A.: *Podnoszenie efektywności organizacji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2000, s. 75.
14. Urbanowska-Sojkin E., Banaszyk P., Witczak H.: *Zarządzanie strategiczne przedsiębiorstwem*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004, s. 32.
15. Whyte J., Stasis A., Lindkvist C.: *Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and „big data”*, Internationale Journal of Project Management, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.006>.
16. Zalecenie Komisji z dnia 5 grudnia 2014 r. w sprawie kwestii związanych z dopuszczeniem do eksploatacji i użytkowaniem podsystemów strukturalnych i pojazdów na podstawie dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE i 2004/49/WE.
17. <http://sjp.pwn.pl/szukaj/system>.
18. <http://sjp.pwn.pl/slownik/2564266/konfiguracja>.

Configuration Management in the Maintenance of Freight Wagons – an Interdisciplinary Approach

Summary

This article presents the key aspects of configuration management in the maintenance of freight wagons. The authors of the article significantly relate to the place and role of the system approach in the development of the fundamentals of configuration management, focusing on the factors, the use of which can improve railway safety and interoperability.

Maintenance Management System of freight wagons due to multiple accidents to railway, can create an important area falls within the scope of Directives of interoperability of rail transport. Maintenance Management System is implemented to the safety and interoperability in the railway system and can provide the ability of wagons to carries freight services through them.

Keywords: maintenance management, configuration management, safety, freight wagon

Управление конфигурацией в процессе содержания грузовых вагонов – междисциплинарный подход

Резюме

Целью статьи является представление ключевых аспектов управления конфигурацией в содержании грузовых вагонов. Авторы в статье относятся к месту и роли системного подхода в формированию основных механизмов управления конфигурацией, сосредоточив внимание на этих факторах, употребление которых может повлиять на улучшение безопасности и совместимости железной дороги. Управление содержанием грузовых вагонов представлено в этой статье формирует новую сферу управления безопасностью и одновременно является важной областью входящей в состав директивы совместимости в железнодорожном транспорте. Внедренная система управления содержанием влияет на безопасность и совместимость в железнодорожной системе и гарантирует способность грузовых вагонов к тому, чтобы предоставлять транспортные услуги.

Ключевые слова: управление содержанием, управление конфигурацией, безопасность, грузовой вагон