

Katarzyna CHRUZIK, Aleksander DRZEWIECKI, Rafał WACHNIK

WYKORZYSTANIE METODY FMEA DO OCENY RYZYKA W MMS

Streszczenie. W publikacji opisano zagadnienia związane z zarządzaniem ryzykiem operacyjnym w procesie utrzymania pojazdów kolejowych. Temat ten został podjęty w nawiązaniu do aktualnych wymagań prawa europejskiego w tym zakresie – Rozporządzenie Komisji (UE) nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. w sprawie systemu certyfikacji Podmiotów Odpowiedzialnych za Utrzymanie (ECM) w zakresie obejmującym wagony towarowe. Rozporządzenie to nakłada na podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych obowiązek budowy i wdrożenia Systemu Zarządzania Utrzymaniem (Maintenance Management System – MMS). W artykule przedstawiono rozwiązania dedykowane dla najczęściej występującego w Polsce typu ECM - Przewoźnika kolejowego. W pracy opisano również wymagania prawne oraz przedstawiono rozwiązania przeznaczone do zarządzania ryzykiem operacyjnym, z uwzględnieniem ryzyka technicznego dla ECM.

Słowa kluczowe. Bezpieczeństwo, System Zarządzania Bezpieczeństwem, ocena ryzyka

THE USE OF FMEA METHOD FOR RISK ASSESMENT IN MMS

Summary. This article presents issues related to the maintenance of railway vehicles. Subject was taken in connection with the current requirements of European law in this area – Commission Regulation (EU) No. 445/2011 of 10 May 2011 on a system of certification of entities in charge of maintenance for freight wagons and amending Regulation (EC) No. 653/2007. This regulation imposes on the parties responsible for maintenance of the railway vehicles construction of Maintenance Management System (MMS). The article focuses on the presentation of ECM solutions dedicated to the Polish market realities, where the entity is usually the railway undertaking. There is also described the assumptions and form dedicated to operational risk assessment, taking into account technical risk for ECM.

Keywords. Safety, Maintenance Management System, risk assesment

1. WPROWADZENIE

Ogólne wymagania prawne stawiane Systemom Zarządzania Utrzymaniem (MMS), opisane w innych publikacjach [1], nie opisują jednoznacznie metod zarządzania ryzykiem wymaganych w przedsiębiorstwach. Nakładają jedynie obowiązek zapewnienia identyfikacji zagrożeń, ich szacowania i wartościowania, wprowadzania działań korygujących, jeżeli to niezbędne wraz ciągłym monitorowaniem, oraz komunikowania o ryzyku.

W Polsce około 85% podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie jest jednocześnie przewoźnikami kolejowymi i usługi związane z tym procesem świadczą one głównie dla

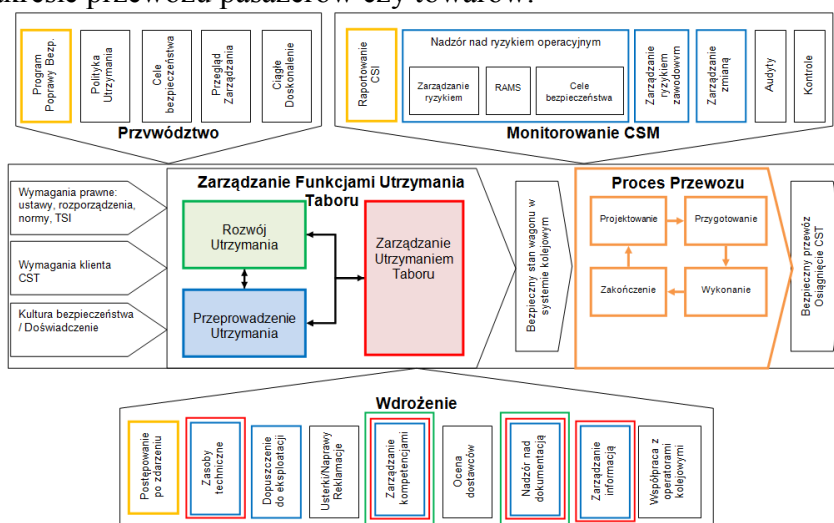
swoich potrzeb. W związku z tym, pełnią one z reguły wszystkie funkcje samodzielnie, wspomagając się w razie potrzeby dostawcami zewnętrznymi – rzadko jednak świadcząc usługi ECM na zewnątrz. Na rynku można zidentyfikować pewną grupę podmiotów (ok. 15 firm) podejmujących się świadczenia usług ECM na zewnątrz, jednak w kontekście całkowitej grupy zgłoszonych ECM (ok. 100 firm) stanowią one mniejszość.

Biorąc po uwagę te informacje, możliwym stało się, zgodnie z wymaganiami prawnymi [2], opracowanie uniwersalnego systemu zarządzania ryzykiem dla „typowego polskiego ECM”, nadającego się do wdrożenia w zdecydowanej większości przedsiębiorstw kolejowych w Polsce. Nie ulegało wątpliwości, iż taki system należało opracować w sposób, który będzie pozwalał na jego integrację z już funkcjonującymi systemami zarządzania u przewoźników i zarządców infrastruktury. Minimalnym obszarem do integracji są tutaj Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) wymagane przez obowiązujące przepisy prawa [3]. W tym obszarze integracji modyfikacji wymagała m.in. metoda oceny ryzyka operacyjnego, stosowana już w przedsiębiorstwach kolejowych [4], oraz wyposażenie jej w możliwość łatwego zarządzania zagrożeniami związanymi z poszerzeniem działalności organizacji, jako podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie. Działania te zostały opisane w kolejnych punktach publikacji.

2. SYSTEM ZARZĄDZANIA UTRZYMANIEM (MMS) DLA POLSKIEGO PODMIOTU ODPOWIEDZIALNEGO ZA UTRZYMANIE

Biorąc pod uwagę fakt, iż zwykle podmiot, który zdecydował się na budowę systemu MMS, miał już funkcjonujące systemy zarządzania (np. ISO, SMS), „nowe” rozwiązanie powinno wykorzystywać jak najwięcej już funkcjonujących elementów z innych systemów.

Analizując procesy wymagane w Systemie Zarządzania Bezpieczeństwem i Systemie Zarządzania Utrzymaniem, szczególnie u przewoźników kolejowych, którzy będą pełnił obydwie te funkcje, trudno nie odnieść wrażenia, że brak integracji może utrudnić funkcjonowanie tych podmiotów. Patrząc na mapę procesów Zintegrowanego Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Utrzymaniem (rys. 1) gdzie kolorem pomarańczowym zaznaczone są specyficzne wymagania SMS, jasno widać pełne funkcjonalne powiązania procesów w zakresie przewozu pasażerów czy towarów.



Rys. 1. Mapa procesów MMS

Fig. 1. MMS process map

Dla tak zidentyfikowanych zależności pomiędzy określoną liczbą procesów przygotowano komplet procedur pozwalających opisać działania, przywołać dokumenty oraz sprecyzować odpowiedzialność za konkretne działania (tabela 1).

Tabela 1. Wykaz procedur MMS

Nr procedury	Procedura
MMS-01	Rozwój Utrzymania
MMS-02	Zarządzanie Utrzymaniem Taboru
MMS-03	Przeprowadzenie Utrzymania
MMS-04	Nadzór nad zasobami technicznymi
MMS-05	Dopuszczenie do Eksploatacji
MMS-06	Identyfikacja zagrożeń i analiza ryzyka operacyjnego
MMS-07	Identyfikacja i ocena ryzyka zawodowego
MMS-08	Nadzór nad środkami Technicznymi RAMS
MMS-09	Zarządzanie zmianami
MMS-10	Usterki/Naprawy Reklamacje
MMS-11	Zarządzanie personelem
MMS-12	Ocena dostawców
MMS-13	Nadzór nad dokumentami i zapisami Systemu Zarządzania Utrzymaniem
MMS-14	Dostęp, wymiana i zarządzanie informacją
MMS-15	Przegląd zarządzania Systemu Zarządzania Utrzymaniem i ciągłe
MMS-16	Audyty bezpieczeństwa
MMS-17	Działania korygujące i zapobiegawcze

Szczegółnej pracy wymagała w tym zestawie procedura MMS-06 - Ocena ryzyka operacyjnego, która została opisana w następnym punkcie publikacji.

3. OCENA RYZYKA OPERACYJNEGO Z WYKORZYSTANIEM METODY FMEA W MMS

W procesie dostosowywania Sytemu Zarządzania Utrzymaniem do istniejących już systemów, zmodyfikowano narzędzie do oceny ryzyka operacyjnego, opracowane na potrzeby Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS). W sposób innowacyjny w transporcie kolejowym zastosowano metodę FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Opiera się ona na ocenie zidentyfikowanych wcześniej zagrożeń. Zagrożenia te są identyfikowane i katalogowane za pomocą specjalnego formularza (tabela 2) przez wszystkich pracowników w danym przedsiębiorstwie kolejowym. Następnie wyznaczona jednostka oceniająca (zgodnie z Rozporządzeniem KE 352/2009) zajmuje się szacowaniem i oceną poszczególnych zagrożeń (jednostką ta może być na dzień dzisiejszy wyznaczona komórka przedsiębiorstwa).

Do szacowania wykorzystuje się trzy parametry:

- W – prawdopodobieństwo wystąpienia,
- Z – łatwość wykrycia,
- S – skutek zagrożenia.

Dla ww. parametrów opracowano innowacyjne, ujednolicone i stosowane w Polsce tabele wartości (tabele 3-5). Wartości prawdopodobieństwa, łatwości wykrycia i skutków przydziela się w skali 1-10, a ich iloczyn stanowi poziom ryzyka dla danego zagrożenia.

Tabela 2

Form. MMS/06-1 Rejestr zagrożeń

Rejestr zagrożeń

Zagrożenie to stan, który może prowadzić do wypadku¹⁾

Założono dnia: Odpowiedzialny za prowadzenie rejestru:

lp.	Data zgłoszenia *	Zagrożenie*	Prawdopodobne źródło zagrożenia*	Przewidywane skutki	Podmiot odpowiedzialny za zagrożenie	Pracownik (stanowisko) zgłaszający zagrożenie*	Proponowane środki bezpieczeństwa	uwagi
1.								

Tabela 3

Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia

Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia W	Częstotliwość [1 błąd/ na pociągokilometr)	Punktacja
Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia jest znikome praktycznie nie występuje	1/5 200 000	1
Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia jest niewielkie. Przyczyny zagrożenia występują bardzo rzadko	1/4 500 000 1/3 800 000	2 3
Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia jest średnie. Przyczyny zagrożenia występują sporadycznie, co jakiś czas.	1/2 500 000 1/2 000 000 1/1 500 000	4 5 6
Prawdopodobieństwo wystawienia zagrożenia jest wysokie. Przyczyny zagrożenia występują rzadko.	1/1 000 000 1/750 000	7 8
Prawdopodobieństwo wystawienia zagrożenia jest bardzo wysokie. Jest niemal pewne, że dane zagrożenie wystąpi	1/500 000 1/100 000	9 10

Dane zawarte w tabeli nr 3 są propozycją autora i odnoszą się do wykonanej przez przewoźnika kolejowego sumarycznej pracy przewozowej w zakresie przewozu rzeczy i osób. Wielkość danych wskazanych w kolumnie 2 tabeli powinna zależeć od wielkości wykonanej pracy przewozowej, przy czym dla pierwszej z tych wartości w kolumnie 2 wskazano wartość nieznacznie przekraczającą wielkość pracy przewozowej przewidywanej w skali roku.

Tabela 4

Prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia

Prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia Z	Punktacja
Prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia jest bardzo wysokie. Ujawnienie przyczyny błędu jest pewne.	1 2
Prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia jest wysokie. Stosowane środki kontroli pozwalają na ujawnienie przyczyny błędu. Zauważalne są symptomy wystąpienia przyczyny.	3 4
Przeciętne prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia. Stosowane środki kontroli być może pozwolą na ujawnienie przyczyny błędu. Można ustalić i określić symptomy wskazujące na możliwość wystąpienia zagrożenia.	5 6
Niskie prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia. Jest bardzo prawdopodobne, że stosowane środki kontroli nie pozwolą na ujawnienie przyczyny błędu. Ustalenie przyczyny błędu jest bardzo trudne.	7 8

¹⁾ Zgodnie z wymogami Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 352/2009 z dnia 24 kwietnia 2009 w sprawie przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka.

* Pola obowiązkowe

cd. tabeli 4

Skutki wystąpienia zagrożenia nie mają znaczenia dla poziomu bezpieczeństwa i nie wiążą się z kosztami	9 10
--	---------

W trakcie obliczania szacowanej wartości prawdopodobieństwa wykrycia zagrożenia należy uwzględnić najlepszy środek/metodę kontroli, jaki jest aktualnie stosowany.

Tabela 5

Skutek zagrożenia

Skutek zagrożenia S	Punktacja
Skutki wystąpienia zagrożenia nie mają znaczenia dla poziomu bezpieczeństwa i nie wiążą się z kosztami	1
Skutki wystąpienia zagrożenia mogą być niewielkie i doprowadzić jedynie do nieznacznego obniżenia poziomu bezpieczeństwa (np. zakłócenia w prowadzeniu ruchu) lub / oraz kosztów: w poz. 2 do 10 000 euro i w poz. 3 do 50 000 euro	2 3
Skutki wystąpienia zagrożenia mogą być dość znaczne i prowadzić do obniżenia poziomu bezpieczeństwa (np. incydent, ranni itp.) lub / oraz kosztów: w poz. 4 do 100 000 Euro, w poz. „5” do 250 000 euro, w poz. 6 do 500 000 tys. euro	4 5 6
Skutki wystąpienia zagrożenia mogą być poważne i doprowadzić do wystąpienia znacznego obniżenia poziomu bezpieczeństwa (np. wypadek kolejowy, ciężko ranni itp.) lub / oraz kosztów: w poz. 7 do 750 000 euro, w poz. 8 do 1 000 000 euro	7 8
Skutki wystąpienia zagrożenia mogą być bardzo poważne i doprowadzić do wystąpienia drastycznego obniżenia poziomu bezpieczeństwa (np. poważny wypadek kolejowy, ofiary śmiertelne itp.) lub / oraz kosztów: w poz. 9 do 2 000 000 euro, w poz. 10 powyżej 2 000 000 euro	9 10

Dla poszczególnych zagrożeń należy przydzielić wartości z powyższych tabel oraz obliczyć poziom ryzyka dla danego zagrożenia.

$$R = W \cdot Z \cdot S \quad (1)$$

Następnie zajmujemy się oceną poszczególnych poziomów ryzyka. Do tego celu wykorzystywana jest macierz ryzyka (tabela 6). Zaproponowane progi akceptacji ryzyka zostały uznane w przez przedsiębiorstwa kolejowe w Polsce.

Tabela 6

Macierz ryzyka - Poziom akceptowalności ryzyka w branży kolejowej

KLASA RYZYKA	RYZYKO R	POZIOM RYZYKA
1	$R \leq 120$	AKCEPTOWALNE
2	$120 < R \leq 150$	TOLEROWANE
3	$R > 150$	NIEAKCEPTOWALNE

Jeśli poziom ryzyka dla danego zagrożenia przekracza przyjęty próg, jednostka określa scenariusz postępowania z konkretnym zagrożeniem. Przydzielona zostaje również osoba odpowiedzialna za wdrożenie działań. Po zrealizowaniu zaplanowanego scenariusza jednostka oceniająca sprawdza ponownie poziom ryzyka, a jeśli zostanie osiągnięty zadowalający poziom, procedura zostaje zakończona. W innym wypadku zostają podjęte dodatkowe działania. Cały proces jest zapisywany na specjalnym formularzu (tabela 7).

Tabela 7

Form. MMS/06-2 – formularz FMEA

IDENTYFIKACJI ZAGROZEŃ I OCENY RYZYKA METODĄ FMEA														
Aktualna ocena ryzyka i środków kontroli								Dodatkowe środki kontroli						
Nr	Zagrożenie	Ewentualne konsekwencje	Istniejące środki kontroli	W	Z	S	R	Zalecane środki kontroli	Odpowiedzialny	Termin	W	Z	S	R
1. PLANOWANIE; PROJEKTOWANIE														
2. PERSONEL														
²¹	Zły stan psychofizyczny pracownika	Niewłaściwe wykonywanie pracy	Nadzór przełożonego	5	5	5	125	Zakup alkomatów i wrywkowa kontrola pracowników	Dział Bieżącego Utrzymania (BU)	30 dni	3	2	5	30
²²	Brak kwalifikacji	Nienależyta realizacja planów utrzymaniowych	Kontrola przełożonych	2	4	3	24							

Zagrożenia są pogrupowane zgodnie z procesami zidentyfikowanymi w danym przedsiębiorstwie. Dla każdego zagrożenia określa się obszar jego występowania:

- bez wyróżnika – ryzyko własne,
- z wyróżnikiem **w** – ryzyko wspólne (w ramach systemu kolejowego),
- z wyróżnikiem **p** – pozostałe ryzyko.

Pozwala to na zarządzanie ryzykiem w poszczególnych obszarach, ułatwia również w znaczny sposób komunikowanie ryzyka, szczególnie wobec zaangażowanych stron (inni przewoźnicy, zarządcy infrastruktury czy np. dostawcy).

4. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono aktualny stan prac w zakresie budowy Systemów Zarządzania Utrzymaniem w Polsce:

- proponowaną przez autorów mapę procesów dla Systemu Zarządzania Utrzymaniem dla podmiotu pełniącego wszystkie funkcje MMS,
- procedury wymagane dla poszczególnych funkcji,
- opisano również sposób wykorzystania metody FMEA do oceny ryzyka w Systemie Zarządzania Utrzymaniem (MMS)

Wykorzystanie takiego podejścia do zbudowania Systemu MMS w konkretnym przedsiębiorstwie może znacznie uprościć ten proces. Natomiast wykorzystanie przedstawionej metody do oceny ryzyka umożliwia korzystanie z ujednoliconego podejścia do oceny ryzyka w polskim transporcie kolejowym, oraz lepsze zarządzanie zagrożeniami zanim przekształcą się one w konkretne niepożądane zdarzenia.

Bibliografia

1. Wachnik R., Drzewiecki A.: System Zarządzania Utrzymaniem pojazdów kolejowych (MMS), Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z.73, s. 115-123.
2. 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.
3. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym.
4. Sitarz M., Chrużik K., Wachnik R.: Zintegrowany system zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym. System Zarządzania Bezpieczeństwem. Badania symulacyjne oceny ryzyka. Część VIII. Technika Transportu Szynowego, nr 5-6/2011, s. 89-93.