

BEZPIECZEŃSTWO WDRAŻANIA NOWYCH TECHNOLOGII W TRANSPORCIE SZYNOWYM

Marek Pawlik

dr inż., Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50, 04-275, Warszawa, tel.: +48 22 473 1070, e-mail: mpawlik@ikolej.pl

Streszczenie. *Transport szynowy ze względu na duże masy pojazdów i małe wartości współczynnika tarcia zawsze wymagał szczególnie starannego uwzględniania kwestii bezpieczeństwa. Z oczywistych względów ma to zastosowanie do wdrażania nowych technologii. Praktyczne stosowanie odpowiedniego podejścia wymaga jednak zdefiniowania bezpieczeństwa i innych związanych z nim pojęć oraz określenia kryteriów akceptacji nowych technologii w tym zakresie. Artykuł analizuje te zagadnienia w świetle powszechnie obowiązującego prawa oraz uwarunkowań technicznych współczesnych rozwiązań wprowadzanych w transporcie szynowym.*

Słowa kluczowe: *transport szynowy, bezpieczeństwo, interoperacyjność*

1. Wprowadzenie

Masy własne pociągów pasażerskich wynoszą kilkaset ton. Przykładowo poruszające się od niedawna po polskich torach pociągi pen dolino posiadają masę własną wynoszącą niemal dokładnie czterysta ton. Pociągi towarowe są często wielokrotnie cięższe. Ich masy przekraczają niekiedy cztery tysiące ton. Przykładowo, już pięćdziesiąt lat temu, budując Centralną Magistralę Kolejową zakładano ruch pociągów o masach pięć tysięcy ton. Oczywiście w transporcie szynowym mamy także pojazdy lżejsze, w szczególności pojazdy poruszające się bezpośrednio w ruchu miejskim, czyli tramwaje. Jednakże dla wszystkich pojazdów szynowych konieczne jest branie pod uwagę niskich wartości tarcia pomiędzy kołem i szyną wynikających ze stosowanych materiałów. W przypadku pociągów oznacza to drogi hamowania, które są na tyle długie, że w normalnych warunkach eksploatacyjnych z miejsca rozpoczęcia hamowania nie widać miejsca, gdzie zatrzyma się pojazd. Dlatego od zarania transportu kolejowego konieczne było stosowanie odpowiedniego podejścia do zagadnień bezpieczeństwa.

Powstaje jednak, niemal natychmiast, pytanie o definicję bezpieczeństwa. W transporcie szynowym niemal każdy ma poczucie, że bezpieczeństwem się zajmuje, chociaż często nie potrafi go precyzyjnie zdefiniować. Dla potrzeb bezpieczeństwa stosuje się odpowiednie przepisy sygnalizacyjne i ruchowe, które muszą być znane i przestrzegane przede wszystkim przez dyżurnych ruchu i maszynistów. Dla potrzeb bezpieczeństwa stosuje się odpowiednie rozwiązania techniczne

budując linie i stacje kolejowe. Sporządza się dowody bezpieczeństwa wyposażając linie i stacje kolejowe w systemy i urządzenia sterowania ruchem kolejowym. Wprowadza się zabezpieczenia przed pożarem, przed porażeniem elektrycznym, przed dostępem osób niepowołanych. Dla potrzeb bezpieczeństwa wyposaża się linie w bezprzewodowe systemy transmisji zapewniające możliwość wymiany informacji pomiędzy personelem przytorowym i pokładowym w każdym momencie i w każdym punkcie sieci kolejowej. Dla potrzeb bezpieczeństwa definiuje się procedury wymiany informacji w sytuacjach zagrożeń. Dla potrzeb bezpieczeństwa stosuje się systemy kontroli czujności maszynisty. Istnieje także silne powiązanie pomiędzy bezpieczeństwem a interoperacyjnością, dla której zdefiniowano „wymaganie zasadnicze bezpieczeństwo” [1,8].

Stawiana jest niekiedy teza, iż kolej jest bezpieczna, bo stosuje odpowiednie rozwiązania techniczne i proceduralne. Czy jednak bezpieczeństwo można uznać za zapewnione w stu procentach? Fakt, że zdarzają się wypadki kolejowe [7], pokazuje, że nie jest to oczywiste. Czy bezpieczeństwo oznacza całkowity brak wypadków? Przepisy prawa definiują bezpieczeństwo i nie jest ono tożsame z całkowitym brakiem wypadków.

2. Definicja bezpieczeństwa

Za najistotniejszy dokument prawny definiujący kwestie bezpieczeństwa w transporcie kolejowym uznać należy dyrektywę parlamentu europejskiego w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych [2]. Dyrektywa ta definiuje między innymi:

- „wspólne wymagania bezpieczeństwa (CST)”, które oznaczają minimalne poziomy bezpieczeństwa, które muszą być osiągnięte przez różne części systemu kolejowego i przez system kolei jako całość, wyrażone w kryteriach akceptacji ryzyka;
- „wspólne metody oceny bezpieczeństwa (CSM)”, które oznaczają sposoby oceny: poziomu bezpieczeństwa, spełniania wymagań bezpieczeństwa oraz zgodności z innymi wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa;
- „systemy zarządzania bezpieczeństwem”, które oznaczają organizacje i środki przyjęte przez zarządcę infrastruktury lub przewoźnika kolejowego w celu zapewnienia bezpiecznego zarządzania działaniem odpowiednio zarządcy lub przewoźnika; oraz
- „władze bezpieczeństwa”, czyli krajowe podmioty, którym powierzono zadania w zakresie bezpieczeństwakolei zgodnie z postanowieniami dyrektywy oraz wszelkie podmioty dwunarodowe, którym zadania te zostały powierzone przez Państwa Członkowskie w celu zapewnienia ujednoczenia reżimu bezpieczeństwa dla wyspecjalizowanej infrastruktury granicznej.

Definiuje także: wypadek, poważny wypadek, czy incydent, ale nie definiuje bezpieczeństwa jako takiego. Aby znaleźć taką definicję trzeba sięgnąć do bardziej szczegółowych dokumentów – do dokumentów definiujących wspólne metody oceny bezpieczeństwa.

Na podstawie dyrektywy wydane zostały rozporządzenia przyjmujące wspólne metody bezpieczeństwa. Obowiązuje sześć takich rozporządzeń definiujących sześć komplementarnych wspólnych metod bezpieczeństwa. Jedna z nich dedykowana jest wprowadzaniu w systemie kolei i/lub jego częściach zmian technicznych, eksploatacyjnych i/lub organizacyjnych. Tym samym przy wprowadzaniu nowych technologii w transporcie kolejowym stosowanie tej metody jest wymagane. Jednocześnie stwierdzić należy, że w przypadku lekkiego transportu szynowego (metra i tramwajów) metodę tę stosuje się niekiedy jako najlepszą dostępną praktykę, szczególnie wówczas, gdy mamy do czynienia z nowymi rozwiązaniami technicznymi. Jest to wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka [4]. Rozporządzenie definiujące tą metodę definiuje „bezpieczeństwo” jako brak niedopuszczalnego ryzyka szkody. Jednocześnie definiuje:

- „ryzyko”, które oznacza częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień powagi tej szkody;
- „analizę ryzyka”, która oznacza systematyczne wykorzystywanie wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania zagrożeń i szacowania ryzyka;
- „wycenę ryzyka”, która oznacza procedurę opierającą się na analizie ryzyka, która ma na celu ustalenie, czy osiągnięto poziom dopuszczalnego ryzyka;
- „ocenę ryzyka”, która oznacza całościowy proces obejmujący analizę ryzyka i wycenę ryzyka;
- „zarządzanie ryzykiem”, które oznacza planowe stosowanie polityki, procedur i praktyk zarządczych w ramach zadań dotyczących analizy, wyceny i nadzoru ryzyka;
- „kryteria akceptacji ryzyka”, które oznaczają kryteria, na podstawie których oceniana jest dopuszczalność danego ryzyka; kryteria te stosuje się, aby ustalić, czy poziom ryzyka jest na tyle niski, że nie jest konieczne podejmowanie natychmiastowych działań w celu jego zredukowania;
- „zasady akceptacji ryzyka”, które oznaczają zasady, które są stosowane w celu wyciągnięcia wniosku o dopuszczalności lub niedopuszczalności ryzyka związanego z określonym zagrożeniem lub określonymi zagrożeniami;
- „szacowanie ryzyka”, które oznacza proces prowadzący do uzyskania pomiaru poziomu analizowanego ryzyka, na który składają się następujące etapy: analiza częstotliwości, analiza skutków i połączenie tych dwóch typów analiz; a także
- „zagrożenie”, które oznacza stan, który może prowadzić do wypadku; i
- „rejestr zagrożeń”, czyli dokument, w którym rejestruje się i opatruje odniesieniami zidentyfikowane zagrożenia, związane z nimi środki i źródło zagrożeń oraz wskazuje organizację, która ma nimi zarządzać; oraz

- „wymogi bezpieczeństwa”, które oznaczają właściwości bezpieczeństwa (jakościowe lub ilościowe) odnoszące się do systemu i jego eksploatacji (w tym zasady eksploatacji) oraz utrzymania, które są konieczne do spełnienia prawnych lub wewnętrznych celów w zakresie bezpieczeństwa; i
- „środki bezpieczeństwa”, które oznaczają pakiet działań zmniejszających częstotliwość zagrożeń albo łagodzących ich skutki, który ma na celu osiągnięcie lub utrzymanie dopuszczalnego poziomu ryzyka.

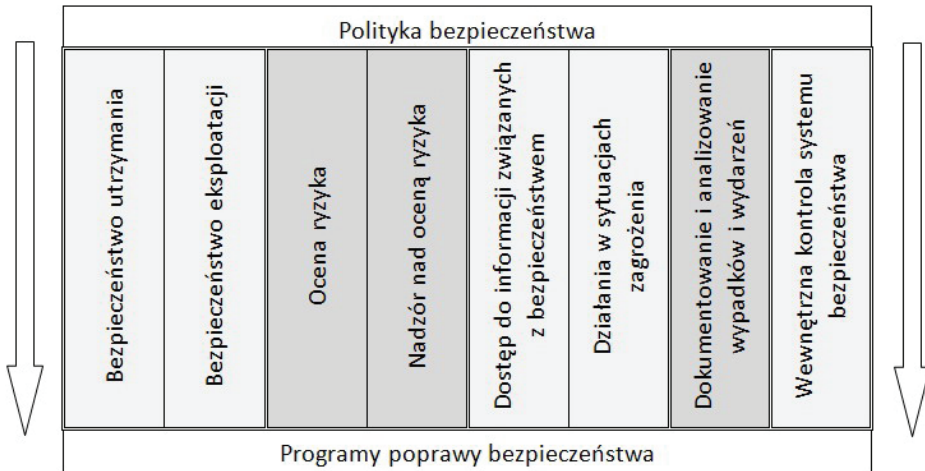
Systemowe podejście do zagadnień bezpieczeństwa jest z pewnością bardzo cenne, ale niestety jest trudne dla większości osób zajmujących się zawodowo transportem kolejowym. Jest prawdą, że zagadnieniom bezpieczeństwa koleje poświęcały wiele uwagi od początku swojego istnienia, a to oznacza, że podejście do tych zagadnień na kolei ukształtowało się na długo przed wyodrębnieniem się nauki o bezpieczeństwie, często określanej mianem „inżynierii bezpieczeństwa”. Tym samym w zakresie bezpieczeństwa w transporcie kolejowym upowszechnione mamy zatowizowane, acz kompletne i wewnętrznie spójne podejście do bezpieczeństwa oparte na precyzyjnie zdefiniowanych wymaganiach ujętych w dokumentach normatywnych (np. normach EN-PN, kartach UIC) oraz instrukcjach (np. instrukcjach sygnalizacyjnych i ruchowych wydanych przez zarządców infrastruktury, a obowiązujących wszystkich zaangażowanych w procesy eksploatacyjne czy instrukcjach utrzymania). To zaś jest przyczyną postrzegania bezpieczeństwa w tak różny sposób przez różnych pracowników kolei, którzy znają i przestrzegają te przepisy, które mają zastosowanie do ich zakresów obowiązków. Także tu szukać należy przyczyn niechęci do wprowadzania w transporcie kolejowym nowych rozwiązań, które nie wpisują się w obowiązujące przepisy i podnoszenia argumentu, że „przepisy pisane były krwią” i nawet jeśli nie są zrozumiałe to muszą być bezwzględnie przestrzegane.

Spojrzenie na bezpieczeństwo kolei w świetle inżynierii bezpieczeństwa pozwala dostrzec całościowy obraz. Wymaga jednak rozróżniania związanych z bezpieczeństwem powyżej przywołanych pojęć oraz zrozumienia podstaw stosowania systemów zarządzania bezpieczeństwem i rejestrów zagrożeń. Co zatem kryje się za systemem zarządzania bezpieczeństwem.

3. Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem – systemowe podejście do bezpieczeństwa

Jak już wspomniano, „systemy zarządzania bezpieczeństwem” to organizacje i środki przyjęte przez zarządcę lub przewoźnika w celu zapewnienia bezpiecznego zarządzania działaniem odpowiednio zarządcy lub przewoźnika. Analizując wymagania prawne i praktyczne implementacje takich systemów, których stosowanie jest od kilku lat obowiązkowe, wydzielić można dziesięć obszarów: polityka bezpieczeństwa, bezpieczeństwo utrzymania, bezpieczeństwo eksploatacji, ocena ryzyka, nadzór nad oceną ryzyka, dostęp do informacji związanych z bezpieczeń-

stwem, działania w sytuacjach zagrożenia, dokumentowanie i analizowanie wypadków i wydarzeń, wewnętrzna kontrola systemu bezpieczeństwa oraz programy poprawy bezpieczeństwa. Relacje pomiędzy tymi obszarami przedstawia schemat na rys. 1.



Rys.1. Obszary Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem
Źródło: opracowanie własne

Polityka bezpieczeństwa: Każdy zarządca jak i każdy przewoźnik musi mieć znaną wszystkim pracownikom 'politykę bezpieczeństwa', przedstawiającą kompleksowo zagadnienia bezpieczeństwa w jego działalności. Pracownicy muszą zgodnie z zasadami inżynierii bezpieczeństwa znać nie tylko te regulacje, które dotyczą ich zakresu obowiązków, ale także rozumieć całościowe podejście do bezpieczeństwa swojego pracodawcy.

Bezpieczeństwo utrzymania: Zarządca względnie przewoźnik eksploatuje już istniejącą infrastrukturę, względnie już istniejące środki transportu oraz wprowadza do eksploatacji rozwiązania nowe, które muszą współpracować z rozwiązaniami już eksploatowanymi. Konieczne jest zagwarantowanie, że wszystkie eksploatowane środki techniczne będą utrzymywane zgodnie z mającymi do nich zastosowanie właściwymi procedurami przy wykorzystaniu właściwych elementów zapasowych oraz właściwych narzędzi i zgodnie z zachowaniem wszelkich mających zastosowanie procedur. W pełni komplementarne do bezpieczeństwa utrzymania musi być bezpieczeństwo eksploatacji.

Bezpieczeństwo eksploatacji: Zarówno istniejące, jak i nowe środki techniczne wykorzystywane są w procesie eksploatacji. Proces ten poza środkami technicznymi wykorzystuje także przepisy i procedury stosowane przez pracowników. Bezpieczeństwo zależy nie tylko od dyżurnych ruchu i maszynistów, ale także od torowców, dróżników, rewidentów, komisarzy odbiorczych, instruktorów i wielu innych pracowników, których zasady pracy ze względów bezpieczeństwa muszą być i są szczegółowo określone.

Ocena ryzyka: Systemowo do identyfikacji ryzyk służą analizy wypadków i wydarzeń kolejowych oraz analizy zmian. Każda zmiana, czy to techniczna, czy to eksploatacyjna, czy organizacyjna, która może mieć wpływ na bezpieczeństwo wymaga analizy z wykorzystaniem wszystkich dostępnych informacji. To ten proces uznać można za podstawowy przy wprowadzaniu nowych technologii i dlatego jemu poświęcony jest kolejny rozdział tego artykułu w którym powiązано opis stosowanej w tym zakresie wspólnej metody bezpieczeństwa z przykładami nowych technologii wprowadzanych w transporcie szynowym.

Nadzór nad oceną ryzyka: Konieczne jest systemowe zagwarantowanie prowadzenia ocen ryzyka we wszystkich właściwych sytuacjach. Nadzór taki musi być realizowany przez zarządcę/przewoźnika, zarówno dla wszelkich zmian technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych, które mają wpływ na bezpieczeństwo.

Dostęp do informacji związanych z bezpieczeństwem: Wymaga się, aby dla potrzeb bezpieczeństwa, precyzyjnie określone były zasady wymiany informacji związanych z bezpieczeństwem. Jest to szczególnie istotne w świetle liberalizacji transportu kolejowego, której bezpośrednim skutkiem jest obecność wielu przewoźników na sieci kolejowej zarządzanej przez osobny wyodrębniony podmiot. Obecnie w Polsce mamy jedenastu zarządców i około sześćdziesięciu przewoźników kolejowych. Trwają jednak prace nad zmianami w Ustawie o Transporcie Kolejowym, których skutkiem z dużym prawdopodobieństwem będzie powstanie w najbliższych latach wielu drobnych zarządców infrastruktury o charakterze usługowym. Zapewnienie prawidłowego dostępu do informacji związanych z bezpieczeństwem jest szczególnie istotne w sytuacjach wypadków i wydarzeń kolejowych. Musi ono mieć jednak miejsce także wówczas, gdy pojawiają się zagrożenia w normalnej eksploatacji.

Działania w sytuacjach zagrożenia: Określone muszą być działania jakie muszą być podejmowane w sytuacjach zagrożenia. Nie może być wątpliwości co do podziału takich zadań, co do ich kolejności, co do zasad współpracy wszystkich zaangażowanych stron. Musi być jasne kto i jak włącza wewnętrzne służby porządkowe (Służbę Ochrony Kolei), zewnętrzne służby ratunkowe oraz zespoły kolejowego ratownictwa technicznego, a także kto powołuje zespoły kryzysowe i kto im przewodniczy oraz kto wchodzi w ich skład. Z góry zdefiniowane jest wszystko od tras objazdowych do powiązania z zasadami narzuconymi przez ustawę o zarządzaniu kryzysowym.

Dokumentowanie i analizowanie wypadków i wydarzeń: Zdefiniowane muszą być reguły dokumentowania i analizowania wypadków i wydarzeń. Zbierane dane muszą być przekazywane władzy bezpieczeństwa oraz wykorzystywane w celu analizy stanu bezpieczeństwa, w tym tendencji zmian poziomu bezpieczeństwa oraz wsparcia procesów decyzyjnych w zakresie minimalizacji występowania zagrożeń i minimalizacji skutków wypadków i wydarzeń.

Wewnętrzna kontrola systemu bezpieczeństwa: Kluczowe dla wewnętrznej kontroli systemu bezpieczeństwa prowadzonej przez zarządców i przewoźników są wymogi bezpieczeństwa i środki bezpieczeństwa. Określone muszą być procedury, których stosowanie zapewnia wprowadzanie i utrzymywanie stosowania środków

bezpieczeństwa zastosowanych dla ograniczenia ryzyka do poziomu ryzyka akceptowalnego oraz sprawdzanie skuteczności tych środków bezpieczeństwa. Zdefiniowane muszą być cykliczne kontrole bezpieczeństwa. Określone muszą być na przykład częstotliwości audytów bezpieczeństwa, struktury odpowiedzialne za ich prowadzenie, zasady ich dokumentowania czy zakresy analiz. Określone muszą być także sytuacje, w których uruchamia się dedykowane analizy wspierające monitorowanie bezpieczeństwa na przykład w związku ze wzrostem częstotliwości występowania zdarzeń poprzedzających wypadki, jak na przykład wzrost ilości przejechań poza koniec zezwolenia na jazdę, nawet jeśli pojazdy nie wyjeżdżały poza obszary dróg ochronnych.

Programy poprawy bezpieczeństwa: Wszystkie powyższe działania uwzględniać należy przy opracowywaniu programów poprawy bezpieczeństwa. Zarządcy i przewoźnicy raportując raz do roku stan bezpieczeństwa do władzy bezpieczeństwa zobowiązane są przedkładać także programy poprawy bezpieczeństwa określające cele jakie w zakresie bezpieczeństwa sami sobie postanowili postawić. Cele określone są ilościowo i jakościowo. Dotyczą nie tylko ilości wypadków i wydarzeń, ale także minimalizacji skutków, minimalizacji częstotliwości występowania zdarzeń poprzedzających wypadki, podnoszenia kompetencji personelu kluczowego dla bezpieczeństwa, poprawy warunków pracy i koordynacji działań służb ratunkowych oraz wszelkich innych aspektów wpływających na poziom bezpieczeństwa. Programy poprawy bezpieczeństwa, poza celami zawierającymi także plany umożliwiające realizację przyjętych celów.

Widząc całość systemu zarządzania bezpieczeństwem nie możemy stracić z oczu konkretnych zagrożeń, które występują w działalności poszczególnych podmiotów, czy ich jednostek organizacyjnych. Pełna wiedza w tym zakresie gromadzona jest w rejestrach zagrożeń.

4. Rejestry zagrożeń – analiza kompletu indywidualnych ryzyk

Systemy zarządzania bezpieczeństwem nie zastępują wspomnianych już istotnych dla bezpieczeństwa dokumentów normatywnych i instrukcji. Pozwalają natomiast na ich uporządkowanie. Podstawowym narzędziem w tym zakresie są rejestry zagrożeń. Stworzenie takiego rejestru wymaga szeroko zakrojonej analizy. Na przykład w odniesieniu do systemu sterowania ruchem należy uwzględnić rozwiązania, których stosowanie ma w szczególności nie dopuścić do zderzeń czołowych pociągów, do najechań przez pociąg na tył innego pociągu, do zderzeń pociągów na rozjazdach, w tym wtargnięć pojazdów kolejowych z bocznicy na tory główne, do wykolejeń wskutek przestawienia zwrotnicy pod jadącym pociągiem, do zderzeń z pojazdami drogowymi na przejazdach kolejowo-drogowych, czy do przekroczeń prędkości i przejazdu pojazdów kolejowych poza koniec drogi, która została im udostępniona. Podobnie różne rodzaje ryzyk należy zdefiniować i przeanalizować

w odniesieniu do drogi kolejowej, zasilania trakcyjnego, taboru trakcyjnego, pasażerskiego i towarowego, przewozu ładunków niebezpiecznych, korzystania z kolei przez osoby niepełnosprawne, długich wiaduktów, tuneli, centrów logistycznych, powiązań z bocznicami kolejowymi, itp.

Wszystkie zidentyfikowane zagrożenia umieszczane są w rejestrze. Każdy zarządca i każdy przewoźnik musi mieć własny rejestr. Każdy rejestr musi być powiązany z zakresem działalności konkretnego podmiotu oraz oczywiście ze stosowanymi przez dany podmiot środkami bezpieczeństwa, w tym dokumentami normatywnymi oraz instrukcjami, procesami, procedurami, itp. powiązanymi z poszczególnymi zagrożeniami.

lp.	zagrożenie	możliwe przyczyny	potencjalne skutki	środki bezpieczeństwa	odpowiedzialny za ich stosowanie
	- zagrożenie: pożar w wagonie pasażerskim				
	- możliwe przyczyny:		niewłaściwy (palny materiał) w budowie wagonu zaproszenie ognia przez pasażera / pasażerów		
	- potencjalne skutki:		zniszczenie wagonu utrata zdrowia / życia przez pasażerów		
	- środki bezpieczeństwa:		badanie materiałów (EN 45545) udostępnienie środków gaśniczych		
	- odpowiedzialny za ich stosowanie:		producent taboru przewoźnik		

Rys. 2. Możliwa struktura rejestru zagrożeń wraz z przykładem

Źródło: opracowanie własne

Wówczas gdy wprowadzane są nowe rozwiązania, niezależnie od ich charakteru, zawsze prowadzona musi być weryfikacja kompletności rejestru i adekwatności środków bezpieczeństwa. Aby było to możliwe dla nowych rozwiązań technicznych wymaga się prowadzenia oceny znaczenia zmiany oraz oceny i wyceny ryzyka dla zmian znaczących.

5. Oceny znaczenia zmiany– procesy i przykłady zgrubnej oceny nowych technologii

Każde nowe rozwiązanie, także wówczas, gdy jest ono nowe tylko w miejscu gdzie ma być zastosowane, oceniane jest najpierw z punktu widzenia czy ma wpływ na bezpieczeństwo. Jeśli wpływ taki istnieje, to niezależnie od tego czy bezpieczeństwo ma ulec poprawie, czy też dostrzegamy, że może zostać obniżone, przeprowadzona musi zostać ocena znaczenia zmiany. W ramach tej oceny, bazując na fachowym osądzie, stosuje się sześć kryteriów: skutków awarii, inno-

wacji, złożoności, monitoringu, odwracalności oraz dodatkowości. Stosowana analiza musi być dokumentowana wraz z podaniem kompetencji zespołu w zakresie koniecznym dla fachowego osądu zmiany. Jeśli w odniesieniu do choćby jednego kryterium zespół uzna, że zmiana jest znacząca, wówczas przeprowadzone muszą zostać: analiza ryzyka oraz wycena ryzyka, łącznie stanowiące ocenę ryzyka.

Kryterium „skutków awarii” bierze pod uwagę potencjalnie najpoważniejsze, ale wiarygodne skutki awarii ocenianego systemu, przy uwzględnieniu istnienia barier zabezpieczających, pozostających poza ocenianym systemem. Przykładowo **wdrożenie nowej technologii w zakresie pulpitu dyżurnego ruchu** przy zachowaniu nastawnicy, czyli niezmiennych i bezpiecznych zależności pomiędzy poszczególnymi drogami przebiegu przez stację ocenione może być jako mające wpływ na bezpieczeństwo, ale nie znaczące, gdyż zabezpieczone niezmiennymi w tym przypadku zależnościami pozostającymi poza pulpitem nastawczym. Oczywiście jeśli nowej technologii towarzyszyć będą inne reguły zobrazowania sytuacji ruchowej lub inne procedury działania w sytuacjach awarii bądź zakłóceń eksploatacyjnych, to pojawi się także innowacja i z jej powodu konieczne będzie uznanie zmiany za znaczącą.

Kryterium „innowacji” bierze pod uwagę innowacje dotyczące zarówno całej branży kolejowej, jak i innowacje wprowadzane lokalnie. Przykładowo **wdrożenie nowego typu klocków hamulcowych – klocków typu LL**, które było testowane w ramach projektu Eurotrain na różnych sieciach kolejowych i w różnych warunkach pogodowych przy współpracy wielu przewoźników i wielu zarządców infrastruktury, prowadzące do wprowadzenia takich klocków przez przewoźników kolejowych z różnych krajów należy do pierwszej grupy, natomiast **wprowadzenie zasady ruchomego odstępu blokowego w zarządzaniu następstwem pociągów na konkretnej linii**, wymagające bezpiecznej współpracy urządzeń pokładowych i przytorowych, odpowiedniego systemu bezpiecznej kontroli jazdy należy do drugiej grupy. Z oczywistych względów w świetle kryterium „innowacji” za znaczące uznać należy wszelkie rozwiązania techniczne wprowadzane po raz pierwszy, na przykład na bazie świadectwa tymczasowego pozwalającego na badania eksploatacyjne. Przykładowo za zmianę znaczącą uznać należy **zabudowę i badania w ramach eksploatacji nadzorowanej nowego typu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej**. Dlatego analizy ryzyka oraz rejestry zagrożeń muszą być opracowywane przed badaniami eksploatacyjnymi, niezależnie od tego, czy mamy do czynienia z nowym typem budowli, na przykład **nowym typem rozjazdu**, **nowym typem urządzenia**, na przykład **nowym typem blokady liniowej**, czy **nowym typem trakcyjnej sieci powrotnej**, czy **nowym typem radia kabiny nowego**. Jeśli nie mamy do czynienia z nowym typem budowli bądź urządzenia, dla którego wymaga się świadectwa typu, a na przykład z nowym sposobem wykorzystania już istniejącego typu urządzenia, na przykład **nowym globalnie lub lokalnie sposobem wykorzystania systemu telewizji użytkowej**, to po analizie zmiany możemy uznać, że jest ona nieznacząca.

Wówczas, gdy mamy do czynienia z dopuszczeniem do eksploatacji nowej lub zmodernizowanej linii kolejowej lub nowego taboru, wycena i ocena ryzy-

ka muszą być przeprowadzone niezależnie od wyniku oceny znaczenia zmiany. Wynika to z zapisów rozporządzenia w sprawie interoperacyjności kolei [5]. To samo rozporządzenie zawiera zapisy określające rolę wyceny i oceny ryzyka w przypadku modernizacji istniejącego taboru. W takiej sytuacji zmianę uznaje się za znaczącą (jeśli zmiana byłaby nieznacząca, to nie mielibyśmy do czynienia z modernizacją). Przeprowadzana wówczas ocena i wycena ryzyka służy do ograniczenia dostosowania taboru do aktualnie obowiązujących wymagań do zakresu modernizacji. Przykładowo wymianie układów biegowych nie musi towarzyszyć wprowadzenie stref kontrolowanego zgniotu, ale brak związku musi zostać pokazany w raporcie z wyceny i oceny ryzyka.

Kryterium „złożoności zmiany” bierze pod uwagę skalę zróżnicowania elementów składowych systemu i relacji między nimi. Przykładowo z wysoką złożonością zmiany będziemy mieli do czynienia przy **wprowadzaniu mechatronicznych wózków kolejowych**. Wózki takie w założeniu mają zarówno znacznie lepiej współpracować z infrastrukturą, jak i w istotny sposób poprawiać komfort jazdy. Wózki takie wykorzystują wiele elementów i urządzeń **opartych na różnych technologiach (mechanika, elektryka, elektronika, w tym elementy programowalne, hydraulika, pneumatyka)**. Dodatkowo relacje między urządzeniami i elementami współtworzącymi takie wózki są na tyle skomplikowane, że prace utrzymaniowe, nawet przy pełnej dostępności urządzeń i elementów, wymagają wysokich kwalifikacji personelu i dedykowanych narzędzi.

Kryterium „monitoringu” bierze pod uwagę zdolność, bądź jej brak, do monitorowania zmiany po jej wprowadzeniu w całym cyklu życia systemu i możliwość podejmowania odpowiednich interwencji. Przykładowo, **zastąpienie obecnie stosowanych systemów kontroli niezajętości torów rozwiązaniem opartym na nawigacji satelitarnej**, musiałoby obejmować mechanizmy monitorowania systemu GPS. Bezpośrednie monitorowanie jest w tym przypadku raczej poza zasięgiem transportu kolejowego, ale możliwe jest wprowadzenie monitorowania pośredniego opartego na analizie odbieranych sygnałów. Wyzwaniem wówczas pozostaje jednak podejmowanie odpowiednich interwencji. Za takie można by uznać natychmiastowe przejście do wykorzystywania rezerwowego bezpiecznego systemu kontroli. To zaś oznaczałoby pozostawienie obwodów torowych lub liczników osi, względnie wprowadzenie równolegle innej nowej technologii, a to najprawdopodobniej postawi pod znakiem zapytania wdrażanie opartego na nawigacji satelitarnej systemu kontroli niezajętości torów i rozjazdów ze względów ekonomicznych.

Z kryterium „monitoringu” wiąże się kryterium „odwracalności zmiany” biorące pod uwagę zdolność, bądź brak takiej zdolności, powrotu do systemu sprzed zmiany lub zabezpieczenia się przed konsekwencjami wprowadzenia zmiany. Przykładem może być tu **wprowadzenie bezpiecznej kontroli jazdy z sygnalizacją kabinową stanowiącą jedyne źródło informacji o zezwoleniu na jazdę**. Niewłaściwe funkcjonowanie systemu oznacza w tym przypadku ryzyko, nie tylko oparcia nadzoru nad prowadzeniem pojazdu przez maszynistę na danych nieodzwierciedlających sytuacji ruchowej, ale także błędnego informowania ma-

szynisty o ograniczeniach ruchu – o dozwolonej prędkości i miejscu, do którego pojazd może bezpiecznie dojechać. Dlatego przy takich wdrożeniach często pozostawia się sygnalizację przytorową, jako rezerwę wykorzystywaną w sytuacjach awarii bezpiecznej kontroli jazdy. Tego samego typu rezerwę pozostawia się często przy **wdrażaniu nowych systemów zdalnego sterowania**. Zcentralizowana obsługa przez dyspozytora może interwencyjnie być zastępowana obsługą miejscową urządzeń sterowania, realizowaną przez dyżurnych ruchu. W obu wskazanych przypadkach, w sytuacji stwierdzenia, że nowe rozwiązanie techniczne jednak nie zapewnia bezpieczeństwa na odpowiednim poziomie, istnieć będzie możliwość stałej rezygnacji z jego wykorzystywania, czyli odwrócenia zmiany. Zapewnienie „odwracalności” wprost, w wielu przypadkach stanowiłoby czynnik podważający zasadność zastosowania nowej technologii. Dlatego dopuszcza się zastąpienie bezpośredniej odwracalności możliwością zastosowania w przyszłości dodatkowych środków bezpieczeństwa. Z taką sytuacją będziemy mieli do czynienia przy wprowadzaniu bezprzewodowej cyfrowej łączności radiowej. Zastępując wykorzystywany obecnie rozgłoszeniowy simpleksowy system łączności działający w paśmie 150 MHz systemem GSM-R akceptujemy ryzyko utraty łączności lokalnie, wskutek uszkodzenia obiektu radiokomunikacyjnego, odcinkowo na wielu kilometrach, wskutek uszkodzenia kontrolera stacji bazowych, a nawet globalnie w skali sieci, wskutek uszkodzenia urządzeń warstwy centralowej, na przykład serwera zarządzającego zestawianiem połączeń. Dlatego stosuje się podwójne pokrycie radiowe z wykorzystywaniem przez co drugi obiekt innego kabla światłowodowego oraz dubluje kontrolery i centra sterowania siecią, a także buduje wykorzystywane światłowodowe sieci szkieletowe w technologiach pozwalających na centralne zarządzanie siecią oraz jej rekonfigurowanie. Dodatkowo definiuje się możliwe scenariusze dla sytuacji katastroficznych, tzw. disasterrecovery i analizuje ich wpływ na bezpieczeństwo ruchu pociągów. Odwrócenie zmiany nie będzie bowiem możliwe gdyż urządzenia łączności analogowej nie będą utrzymywane, a prawo do korzystania z częstotliwości 150 MHz zostanie kolei zabrane. O tym jak będzie ono wykorzystane zdecyduje Urząd Komunikacji Elektronicznej, który jest krajowym zarządcą częstotliwości.

Nie bez znaczenia jest jeszcze kryterium „dodatkowości”, biorące pod uwagę nagromadzenie zmian, które wcześniej uznano za nieznaczące, chociaż związane z bezpieczeństwem. Przykładowo prowadzone i oceniane **niezależnie: przebudowa tunelu, podbicie torów i wymiana sieci trakcyjnej**, mogłyby być uznane za mające wpływ na bezpieczeństwo ale nie stanowiące znaczącej zmiany. Zakup taboru piętrowego do obsługi przewozów po linii wykorzystującej zmodernizowany tunel wymaga wymiany informacji pomiędzy zaangażowanymi stronami, bo mimo, że sam zakup taboru istniejącego typu, może być uznany za mający wpływ na bezpieczeństwo ale nie stanowiący znaczącej zmiany, to w powiązaniu ze zmianami wprowadzonymi w infrastrukturze może prowadzić do ryzyka porażenia elektrycznego wskutek nadmiernego zbliżenia górnych przewodów jezdnych do dachu pojazdu. Dlatego uruchomienie czy

zmiana usługi transportu pasażerów przez zmodernizowany tunel nowym taborem będzie zmianą znaczącą. Będzie nią także ze względu na zagrożenia pożarowe oraz wyzwania ewakuacyjne i przeciwdziałanie panice.

6. Analiza i wycena ryzyka – trzy ścieżki oceny i akceptacji ryzyka

Wówczas gdy zmiana zostanie fachowym osądem przez kompetentny zespół uznana za znaczącą, konieczne jest przeprowadzenie analizy i wyceny ryzyka niezależnie od tego, czy towarzyszące nowej technologii zmiany to zmiany techniczne, eksploatacyjne, czy organizacyjne. W przypadku wdrażania nowych technologii w transporcie szynowym raport z wyceny i oceny ryzyka jest zwykle opracowywany przez dostawcę czy wykonawcę, a nie zarządcę czy przewoźnika, gdyż tam są eksperci, którzy mogą dostrzec ryzyka związane z wprowadzanymi nowymi rozwiązaniami i ich wzajemnymi zależnościami. Aktywność zarządcy i/lub przewoźnika jest jednak przy takiej ocenie konieczna, bo to jego pracownicy będą zwracali uwagę na wszelkiego typu ewentualne przyszłe kłopoty eksploatacyjne.

Zarządca i/lub przewoźnik będzie musiał uzupełnić swój rejestr zagrożeń o zagrożenia wynikające z rozpoczęcia stosowania nowej technologii. Także wówczas, gdy dane zagrożenia już w rejestrze istnieją, konieczna będzie weryfikacja adekwatności środków bezpieczeństwa i spełniania wymogów bezpieczeństwa. Dobrą praktyką jest więc udostępnianie przez zarządców i/lub przewoźników ich aktualnych rejestrów zagrożeń podmiotom realizującym prace zmierzające do wdrożenia nowych rozwiązań technologicznych w transporcie szynowym.

Wszystkie zidentyfikowane ryzyka poddawane są ocenie. Ocena może być prowadzona z wykorzystaniem jednej z trzech ścieżek, z którymi wiążą się także kryteria akceptacji ryzyka. Te ścieżki to oparcie się na kodeksach postępowania, odwołanie się do rozwiązania referencyjnego stosowanego w podobnych warunkach eksploatacyjnych oraz jawna ocena ryzyka. Akceptowalne jest stosowanie różnych ścieżek dla różnych ryzyk. Kodeksem postępowania są na przykład Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności, które bezpieczeństwo zgodnie z wymaganiami dyrektywy w sprawie interoperacyjności [1] traktują jako jedno z wymagań zasadniczych. Za systemy odniesienia uznać można wszystkie rozwiązania bezpiecznie stosowane na sieci i w taborze posiadające świadectwa typu, wydawane na bazie rozporządzenia w sprawie świadectw i wymagań szczegółowych, odniesionych do wymagań zasadniczych, w tym wymagania zasadniczego „bezpieczeństwo” [3,6]. Powiązanie wymagań krajowych ujętych w tak zwanej liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [3] z wymaganiami zasadniczymi budzi niekiedy zdziwienie, ale jest nie tylko wymagane prawem europejskim, ale także bardzo pomocne przy wprowadzaniu nowych technologii.

7. Podsumowanie

Kolej, jako system transportu konkurujący z innymi rodzajami transportu, musi wdrażać nowe technologie w eksploatacji i utrzymaniu. Musi towarzyszyć temu ocena znaczenia zmiany oraz ocena i wycena ryzyka, której prawidłowe przeprowadzenie musi być weryfikowane w ramach niezależnej oceny bezpieczeństwa. Wszystkie ryzyka związane z bezpieczeństwem muszą być ujęte w rejestrach zagrożeń zarządców i przewoźników wraz ze wskazaniem odpowiednich środków bezpieczeństwa pozwalających na spełnienie wymogów bezpieczeństwa, które na poziomie ogólnym, dzięki formalnie przyjętym i znanym pracownikom politykom bezpieczeństwa, są zrozumiałe dla wszystkich pracowników, których zakresy zadań obejmują działania mające związek z bezpieczeństwem.

Bibliografia

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.UE.L.2008.191.1) z późniejszymi zmianami.
- [2] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 95/18/WE w sprawie przyznawania licencji przedsiębiorstwom kolejowym, oraz dyrektywę 2001/14/WE w sprawie alokacji zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej i pobierania opłat za użytkowanie infrastruktury kolejowej oraz certyfikację w zakresie bezpieczeństwa (Dz.U.UE.L.2004.164.44) z późniejszymi zmianami.
- [3] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei z 26 września 2013 r.
- [4] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009 (Dz.U.U.E.L.121/8).
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa 254/2016 z dnia 25 lutego 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei (Dz.U.2016.254).
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju 720/2014 z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz.U.2014.720).
- [7] European Union Agency for Railways, Railway Safety Performance in the European Union 2016, ISBN 978-92-9205-050-4 ISSN 1831-1512 doi:10.2821/129870 TR-AB-16-001-EN-C

- [8] Interoperacyjność systemu kolei UE, infrastruktura, sterowanie, energia, tabor”, Praca zbiorowa, redaktor merytoryczny Pawlik M., KOW, Warszawa 2015, ISBN 978-83-943085-0-6