Komunikacja tramwajowa, zagrożenia, ryzyko zagrożeń, zarządzanie ryzykiem, Trans-Risk, Tram-Risk

Adam KADZIŃSKI [1]
Adrian GILL [2]

KONCEPCJA IMPLEMENTACJI METODY TRANS-RISK DO ZARZĄDZANIA RYZYKIEM W KOMUNIKACJI TRAMWAJOWEJ

Na świecie funkcjonuje kilkaset sieci komunikacyjnych tramwajów elektrycznych. Warto czynić starania aby podróżowanie tramwajami w miastach odbywało się przy akceptowanym ryzyku zagrożeń. Kierując się taką potrzebą, sformułowano problematykę badawczą zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej. Wskazano na jej znaczenie na tle celów stawianych systemom zarządzania bezpieczeństwem w organizacjach związanych z transportem. Odwołując się do stanu wiedzy w zakresie zarządzania ryzykiem w transporcie zaproponowano metodykę badań. Jej istotą jest implementacja ogólnych zasad Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu zawartych w metodzie TRANS-RISK – w procedurach, modelach i miarach ryzyka metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej. Przewiduje się, że pozytywne wyniki wstępnych aplikacji metody TRAM-RISK zachęcą do jej wdrożenia.

ON THE IMPLEMENTATION OF THE TRANS-RISK METHOD FOR RISK MANAGEMENT IN TRAM SERVICE

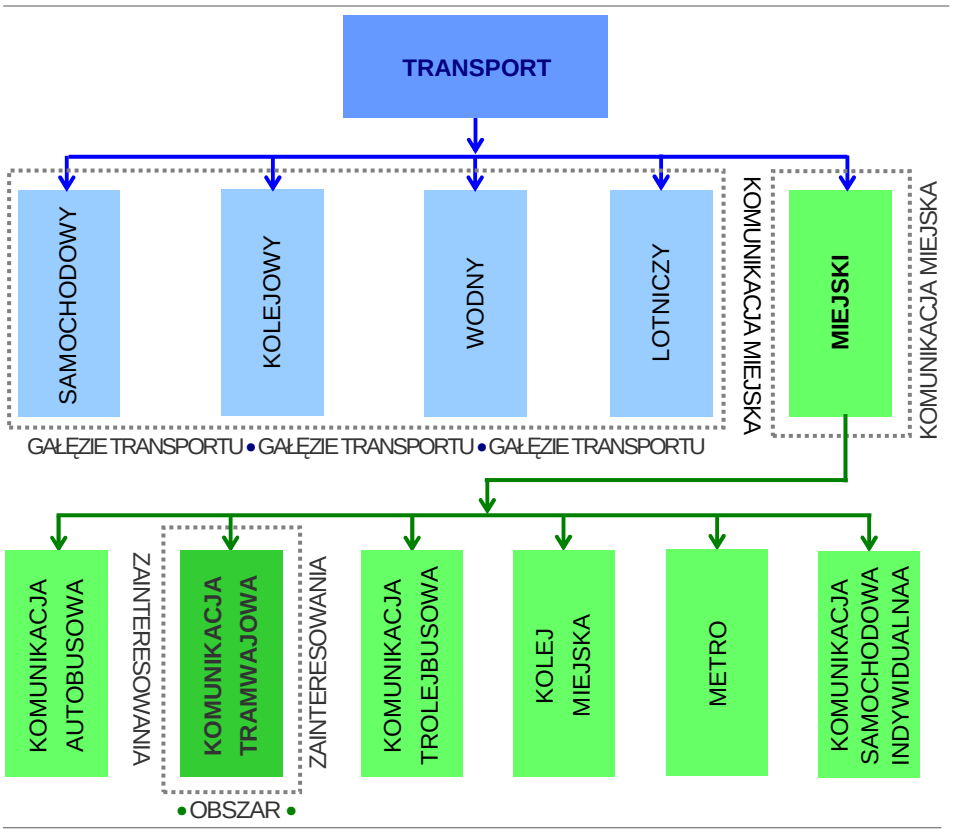
There are several hundred electric tram networks all around the world. It is essential that travelling by tram takes place by the acceptable risk of hazards. To achieve this goal, we have formulated the research problem of risk management of hazards in tram service. We stress its importance in the context of requirements which need to be met by the safety management systems used in transportation organizations. Referring to the state of the art within transportation risk management, we propose the respective research methodology. It is based on the implementation of the general principles of the Integrated System of Transport Safety, which are included in the Trans-Risk method, within the procedures, models and risk measures of the Tram-Risk method, which is designed for risk management of hazards in tram service. We are strongly convinced that promising results of the first applications of the Tram-Risk method will encourage its implementation.

[1] Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3, tel. (61) 665 2267, e-mail: adam.kadzinski@put.poznan.pl
[2] Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3, tel. (61) 665 2017, e-mail: adrian.gill@put.poznan.pl

1. WSTĘP DO PROBLEMATYKI BADAWCZEJ

W pierwszej połowie XIX wieku, w wielu miastach świata, coraz bardziej rozrastających się przestrzennie, pojawił się problem przemieszczania ludności między miejscami jej zamieszkiwania a zakładami pracy. Problem ten z upływem czasu stawał się coraz bardziej wyraźny. Stało się oczywistym, że rozwiązaniem problemów przemieszczania ludności w aglomeracjach miejskich może być rozwiązane tylko przez zorganizowanie efektywnego transportu miejskiego.

Transport miejski – w pracy [16] ze względu na specyfikę problematyki eksploatacyjno-ekonomicznej wynikającej z charakteru pasażerskich potrzeb przewozowych i sposobu ich zaspokajania – stawiany jest na równi (rys. 1) z gałęziami transportu samochodowego, kolejowego, wodnego i lotniczego (wyodrębnionymi na zasadzie tzw. pionowej klasyfikacji transportu). Transport miejski zamiennie nazywa się komunikacją miejską.



Rys. 1. Struktura gałęziowa transportu uwzględniająca zasady tzw. pionowej klasyfikacji transportu i strukturę komunikacji miejskiej według kryterium eksploatowanych środków transportu i wykorzystywanej infrastruktury transportowej. Opracowanie własne na podstawie [16]

W komunikacji miejskiej (rys. 1), ze względu na eksploatowane środki transportu i wykorzystywaną infrastrukturę transportu, wyróżnić można komunikację tramwajową (środek transportu: tramwaj; infrastruktura transportu: torowiska tramwajowe, sieć energetyczna zasilająca tramwaje, podstacje energetyczne, przystanki tramwajowe, zajezdnie tramwajowe).

Historia komunikacji tramwajowej sięga 1832 roku, gdy w Nowym Jorku zainicjowano kursowanie tramwaju konnego. W 1881 roku rozpoczęła się trwająca do dziś epoka tramwaju elektrycznego. Pioniersko zastosowano to rozwiązanie w jednej z dzielnic Berlina. W kolejnych latach sukcesywnie elektryfikowano sieci w większości krajów. Budowane od podstaw sieci tramwajowe w kolejnych miastach były w większości przystosowane do zasilania elektrycznego.

Obecnie na świecie funkcjonuje kilkaset sieci komunikacyjnych tramwajów elektrycznych. Wszystko wskazuje na to, że w przyszłości komunikacja tramwajowa – w tych miastach, w których już istnieje – będzie zyskiwała jeszcze na znaczeniu [2].

Warto czynić starania aby podróżowanie tramwajami odbywało się przy możliwie najniższym ryzyku zagrożeń generowanych dla ich użytkowników i współużytkowników tych samych przestrzeni miast, które wyznaczane są przez układy sieci tramwajowych. Droga do takiego stanu bezpieczeństwa komunikacji tramwajowej wiedzie przez opracowywanie i umiejętne stosowanie metod zarządzania ryzykiem zagrożeń.

Komunikacja tramwajowa jest elementem systemu transportu (rys. 1). W ostatnich pracach nad integracją metod zarządzania ryzykiem w transporcie wskazano następujące dwa kierunki badań [9, 24]:

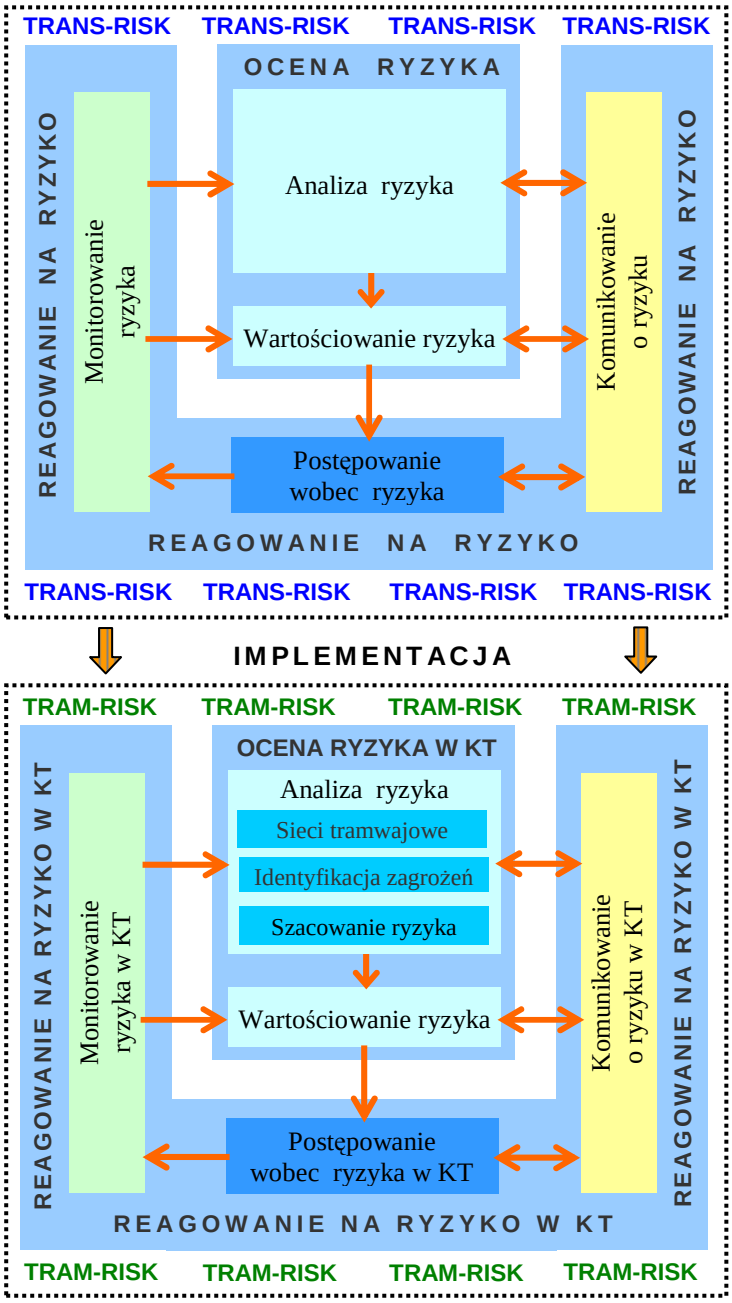
– przyjęcie wspólnej podstawowej terminologii i opracowanie wspólnych ogólnych zasad zintegrowanej metody TRANS-RISK (rys. 2) zarządzania ryzykiem w transporcie,

– dedykowanie poszczególnym gałęziom transportu opracowania szczegółowych procedur, modeli i miar ryzyka do stosowania w ramach ogólnych zasad zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem w transporcie.

Badania w ramach pierwszego kierunku zostały już zakończone. Ich wyniki przedstawiono w pracach [9, 23, 24]. Działania w ramach drugiego kierunku są na różnym poziomie zaawansowania w ramach poszczególnych elementów gałęziowej struktury transportu (rys. 1).

W ramach Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu nie podejmowano szczegółowych działań związanych zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w komunikacji miejskiej.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji implementacji ogólnych zasad Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu zawartych w metodzie TRANS-RISK zarządzania ryzykiem w transporcie (rys. 2) – w procedurach, modelach i miarach ryzyka metody zarządzania ryzykiem zagrożeń (przyjęto dla niej nazwę TRAM-RISK) w komunikacji tramwajowej (KT) (rys. 2).



Rys. 2. Schemat ideowy implementacji ogólnych zasad zawartych w metodzie TRANS-RISK w składowych metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej (KT). Opracowanie własne na podstawie [9]

2. ZNACZENIE PROBLEMATYKI BADAWCZEJ

Podstawowe znaczenie sformułowanej wcześniej problematyki badawczej wynika z zaplanowanych istotnych naukowych i aplikacyjnych efektów w ramach systemów zarządzania bezpieczeństwem w konkretnych obszarach (organizacjach) w transporcie.

Systemy zarządzania bezpieczeństwem są częściami systemów zarządzania organizacjami. Obejmują one [23]: struktury organizacji, planowanie, odpowiedzialność, zasady postępowania, procedury, procesy i zasoby potrzebne do opracowania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywania zadeklarowanej przez organizację polityki bezpieczeństwa i jej celów.

Podstawowym narzędziem realizacji w organizacjach polityki bezpieczeństwa i jej celów jest zarządzanie ryzykiem. Organizacja może stosować zarządzanie ryzykiem w różnych obszarach problemowych. W ramach obszarów problemowych może być formułowany postulat integracji zarządzania ryzykiem. Podejmowano już wiele prób integracji obszarów problemowych zarządzania ryzykiem w innych dziedzinach życia. Działania takie na szeroką skalę prowadzone były i są w dziedzinie bankowości, ekonomii [15], w zarządzaniu organizacjami publicznymi i korporacjami [22], w ochronie zdrowia [13] itp. Poczyniono także wiele prób harmonizacji metod zarządzania ryzykiem w technice [4, 5] i na stanowiskach pracy [19]. Bazując na tych doświadczeniach można wskazać dwa najistotniejsze obszary problemowe do integracji w ramach zarządzania ryzykiem:

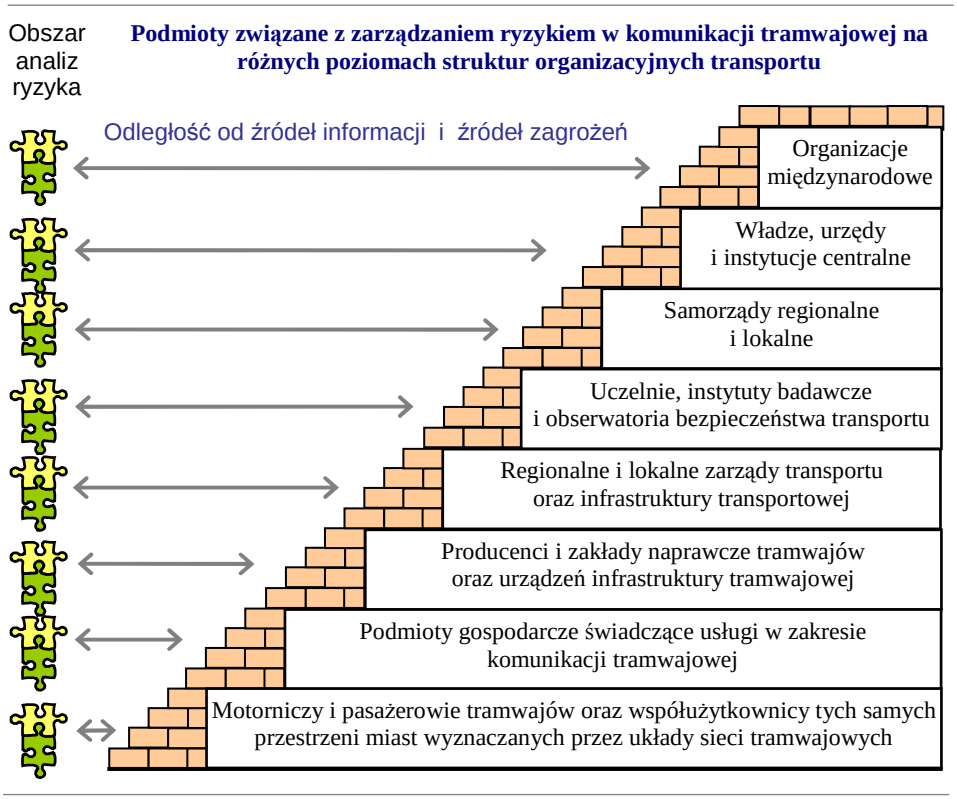
- integrowanie zarządzania różnymi rodzajami ryzyka w organizacjach,
- integrowanie metod zarządzania ryzykiem w podobnych obszarach aktywności ludzi.

W ramach transportu jeden z obszarów aktywności ludzi wyznacza użytkowanie lub obsługiwanie obiektów komunikacji tramwajowej i/lub funkcjonowanie w tych samych przestrzeniach miast, które wyznaczane są przez układy sieci tramwajowych. Z tym obszarze aktywności ludzi, na różnych poziomach struktur organizacyjnych transportu, istnieje wiele podmiotów związanych z zarządzaniem ryzykiem. Związki tych podmiotów z zarządzaniem ryzykiem, m.in. wynikające z usytuowania źródeł informacji i z odległości od źródeł zagrożeń możliwych do rozpoznania w obszarach analiz ryzyka, schematycznie przedstawiono na rys. 3.

Uwzględnienie przedstawionych na rys. 3 elementów związanych z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej, odbywać się może w zgodzie z tymi ogólnymi zasadami Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu, które zaproponowane zostały w metodzie TRANS-RISK zarządzania ryzykiem w transporcie, a zaprezentowanej w pracach [9, 24]. Zbudowane zostaną konkretne procedury, modele, formuły na miary ryzyka, które stworzą metodę TRAM-RISK zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej. Będzie to głównym efektem naukowym implementacji zasad metody TRANS-RISK w metodzie TRAM-RISK.

Metoda TRAM-RISK zostanie zastosowana do zarządzania ryzykiem zagrożeń na charakterystycznych odcinkach sieci tramwajowej w Poznaniu. Przewiduje się, że pozytywne wyniki aplikacji metody TRAM-RISK zachęcą do jej praktycznych zastosowań.

Metody wykorzystujące procedury zarządzania ryzykiem, w najbliższym czasie, staną się pomostem łączącym problematykę niezawodności komunikacji tramwajowej z problematyką zarządzania jej bezpieczeństwem. Będą one zapewne stanowić poważny impuls dla rozwoju nowych obszarów poznania i zastosowań praktycznych.



Rys. 3. Zestawienie podmiotów związanych z zarządzaniem ryzykiem w komunikacji tramwajowej na różnych poziomach struktur organizacyjnych transportu. Opracowanie własne na podstawie [24]

3. STAN WIEDZY W ZAKRESIE PROBLEMATYKI BADAWCZEJ

W obszarze problemowym zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej – przyjęto pojęcia i ich rozumienie, tak jak to zaproponowały zespoły badawcze pracujące nad integracją metod zarządzania ryzykiem w transporcie. Dalej przedstawiono kompendium wiedzy w tym zakresie.

Oryginalna zintegrowana metoda zarządzania ryzykiem w transporcie, dla której jej autorzy w pracy [9] przyjęli nazwę TRANS-RISK, jest oparta w dużej mierze na klasycznej koncepcji metod zarządzania ryzykiem zakładającej, że łączy ona w sobie dwie fazy (rys. 2):

- fazę oceny ryzyka,
- fazę reagowania na ryzyko.

W ogólnych ramach poszczególnych faz zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem w pracy [9] wyróżniono ich składowe. W fazie oceny ryzyka wskazano na dwie składowe

(rys. 2): analizę ryzyka i wartościowanie ryzyka. W fazie reagowania na ryzyko wyróżniono (rys. 2): postępowanie wobec ryzyka, monitorowanie ryzyka i komunikowanie o ryzyku.

Dalej w artykule – za autorami prac [7, 9, 23, 24] – przyjęto sposoby rozumienia kolejnych składowych zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem oraz ogólne zasady związanych z nimi algorytmów, procedur i modeli.

Brak jest ogólnoeuropejskiego standardu zarządzania ryzykiem w transporcie. Koncepcje (a często już aplikacje) metod zarządzania ryzykiem w gałęziach transportu kolejowego, lotniczego i wodnego są bardziej rozwinięte niż w transporcie drogowym [8, 9]. Zainteresowanie zarządzaniem ryzykiem w transporcie kolejowym wymusiła Dyrektywa 2004/49/WE [3]. Pewne wytyczne do zarządzania bezpieczeństwem technicznym w transporcie kolejowym prezentowane są w tzw. Yellow Book wydanej przez Rail Safety and Standards Boards. Znaczące wyniki działań podejmowanych w ramach zarządzania ryzykiem w Polsce w transporcie kolejowym prezentowane są m.in. w pracach [17, 23, 24, 25].

Nie podejmowano do tej pory kompleksowych i szczegółowych badań związanych zarządzaniem ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej. Badania w tym obszarze dotyczą tylko wybranych zagrożeń lub wybranych grup elementów systemów bezpieczeństwa. Poziomami narażeń hałasem od wybranych typów tramwajów zajmowali się m.in. autorzy pracy [14]. Problematyce źródeł wykolejeń tramwajów związanych ze stanem torów poświęcona jest m.in. praca [1], zaś rozpoznawaniem źródeł zagrożeń na wybranym odcinku sieci tramwajowej zajęto się w pracy [12]. Bezpieczeństwo bierne, które ma istotne znaczenie dla poziomu ryzyka w komunikacji tramwajowej, jest przedmiotem rozważań m.in. w pracy [18]. Najwięcej opracowań związanych z bezpieczeństwem w komunikacji tramwajowej ma charakter prezentacji ilościowych charakterystyk zdarzeń niepożądanych. Przykładem takiego opracowania jest praca [10]. Na podstawie znajomości ilościowych charakterystyk zdarzeń niepożądanych i ich lokalizacji można budować – według koncepcji zaprezentowanej w [20] – mapy koncentracji zdarzeń.

Powodzenie przedsięwzięć podejmowanych przez operatorów komunikacji tramwajowej warunkowane jest poziomem gotowości tramwajów i ich systemów eksploatacji do realizacji przyjętych na siebie zadań. Poziom gotowości tramwajów i systemów tych pojazdów zależy m.in. od efektywności przyjętych strategii i procedur ich obsługiwania. Procedury i strategie obsługiwania łączą się w metody obsługiwania. W związku z tym istnieje konieczność stosowania np. metod obsługiwania, które oprócz procedur i strategii dotychczas wykorzystywanych (m.in. planowo-zapobiegawczych obsług, obsługiwanie nakierowane na niezawodność, obsługiwanie według stanu technicznego) będą sięgały po procedury zarządzania ryzykiem. Do takich metod należą m.in. metody RBM – *Risk Based Maintenance* [6]. Metody oparte na koncepcji RBM znajdują zastosowanie szczególnie do obiektów, których uszkodzenia mogą być źródłem zagrożeń dla ludzi lub środowiska. Do takich obiektów niewątpliwie należą środki komunikacji tramwajowej.

4. METODYKA BADAŃ

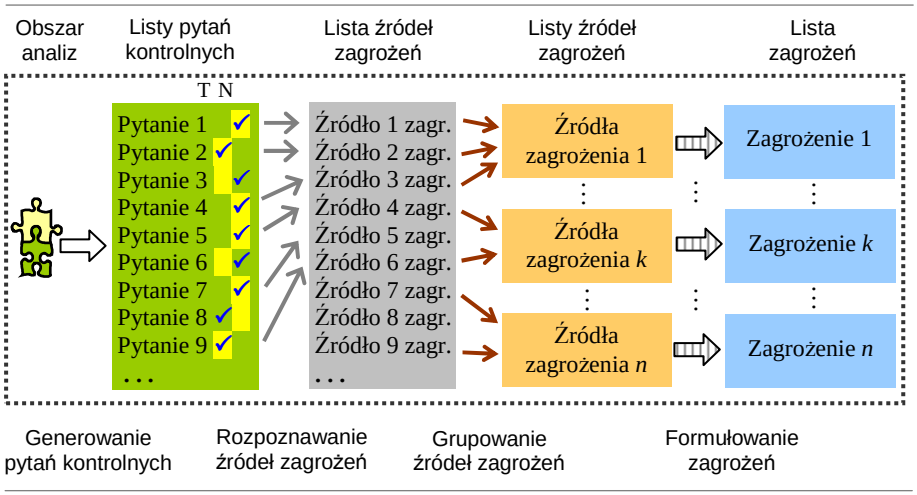
Prezentowana tu metodyka badań jest oryginalna i dedykowana jest dla obszarów komunikacji tramwajowej. Jej poszczególne składowe uwzględniają te ogólne zasady Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu, które zawarte są w metodzie TRANS-RISK zarządzania ryzykiem w transporcie. Metodyka badań została zaplanowano w trzech głównych etapach.

ETAP 1. Uwarunkowania i ogólne zasady metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej

- Koncepcja metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej.
- Pojęcie obszarów miast wyznaczanych przez układy sieci tramwajowych jako obszarów zarządzania ryzykiem zagrożeń.
- Modele odcinków i elementów odcinków sieci tramwajowej jako składowych obszarów zarządzania ryzykiem zagrożeń.
- Pojęcie i identyfikacja systemów bezpieczeństwa w komunikacji tramwajowej.
- Model systemu bezpieczeństwa elementu odcinka sieci tramwajowej jako składowej obszarów zarządzania ryzykiem zagrożeń.

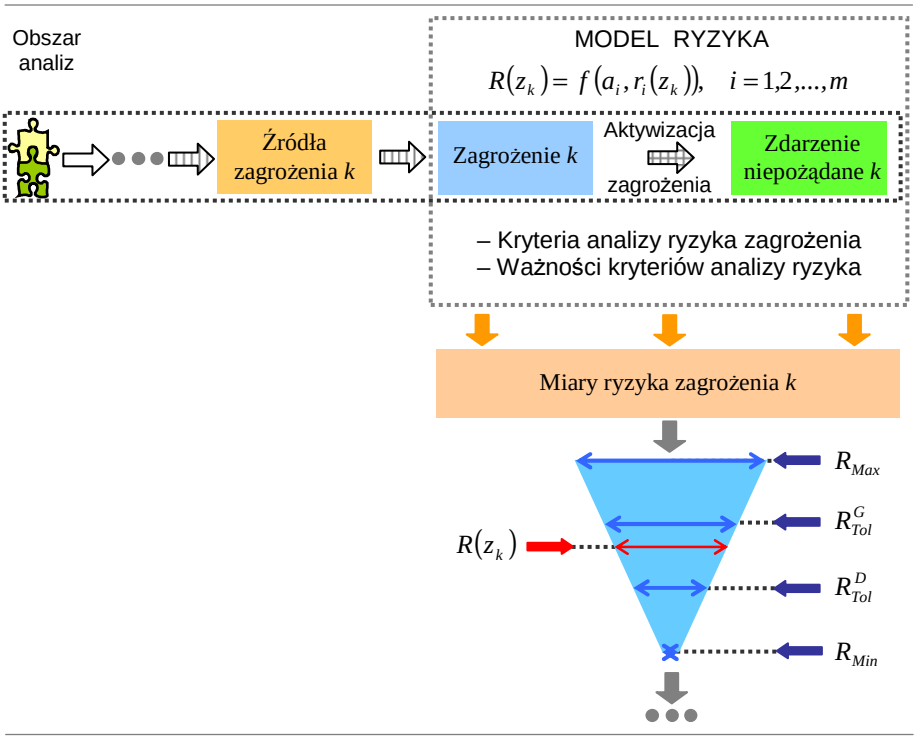
ETAP 2. Szczegółowe procedury, modele i miary ryzyka metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej

- Identyfikacja zagrożeń w obszarach analiz związanych z komunikacją tramwajową (rys. 4).



Rys. 4. Schemat ideowy procedur identyfikacji zagrożeń w proponowanej metodzie TRAM-RISK zarządzania ryzykiem zagrożeń. Opracowanie własne na podstawie [11, 12]

- Modele ryzyka i miary ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w obszarach analiz związanych z komunikacją tramwajową (rys. 5).
- Procedury wyznaczania zmiennych decyzyjnych wartościowania ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w obszarach analiz związanych z komunikacją tramwajową.
- Procedury reagowania na ryzyko zagrożeń zidentyfikowanych w obszarach analiz związanych z komunikacją tramwajową.
- Metodyka warunkowanego ryzykiem zagrożeń syntetycznego opisu stanu obszarów miast wyznaczanych przez odcinki sieci komunikacji tramwajowej.



Rys. 5. Miejsce modelu i miar ryzyka na tle schematu ideowego procedur analizy ryzyka wybranego zagrożenia w metodzie TRAM-RISK zarządzania ryzykiem. Opracowanie własne

ETAP 3. Szczegółowe procedury, modele i miary ryzyka metody TRAM-RISK zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej dla obszarów wybranego miasta wyznaczanych przez charakterystyczne odcinki sieci tramwajowej

- Szacowanie i wartościowanie ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w obszarach wybranego miasta wyznaczanych przez charakterystyczne odcinki sieci tramwajowej.

- Aplikacja metodyki warunkowanego ryzykiem zagrożeń syntetycznego opisu stanu obszarów wybranego miasta wyznaczanych przez charakterystyczne odcinki sieci tramwajowej.

Do ocen ryzyka większości zagrożeń w komunikacji tramwajowej zostaną stworzone modele jakościowe-ilościowe z wieloma zmiennymi decyzyjnymi ryzyka. Stosowanie tych modeli będzie wspomagane aplikacjami komputerowymi.

W zakresie oceny ryzyka zagrożeń w komunikacji tramwajowej pochodzących od źródeł zagrożeń związanych z ukształtowaniem torowisk, stanem torowisk, stanem obrzeży kół, wybranymi uszkodzeniami pojazdu, prędkością jazdy tramwaju i sposobem jazdy motorniczego – przeprowadzone zostaną symulacje komputerowe dynamiki ruchu tramwaju na torze o wybranych parametrach, dla kilku modeli symulacyjnych typowych tramwajów eksploatowanych w polskich miastach. Symulacje wykonane będą w pakiecie SIMPACK – moduł SIMPACK Rail Wear, który jest profesjonalnym pakietem oprogramowania inżynierskiego, przeznaczonym do modelowania i badań numerycznych m.in. układów mechanicznych z elementami podatnymi i tłumiącymi.

Ocena ryzyka zagrożeń w komunikacji tramwajowej pochodzących od hałasu dla współużytkowników obszarów miast, które wyznaczane są przez układy sieci tramwajowych wspomagane będą odpowiednią aparaturą oraz metodykami realizacji pomiarów i wnioskowania.

5. PODSUMOWANIE

Wymiernymi efektami implementacji metody TRANS-RISK do zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej będą:

- Metoda TRAM-RISK zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej wraz z oprogramowaniem komputerowym wspomagającym niektóre składowe metody.
- Przykłady zastosowań metody TRAM-RISK dla obszarów wybranego miasta wyznaczanych przez charakterystyczne odcinki sieci tramwajowej.

6. LITERATURA

[1] Czechyra B., Firlik B., *Test jezdny w dynamicznej ocenie stanu torów tramwajowych*. Technická diagnostyka, z. 1/2009, wersja na CD.
[2] Dutkiewicz P., *Tramwaje w Poznaniu*. KOLPRESS, Poznań 2005.
[3] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004r. *w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych*.
[4] *EC-JRC International Workshop on Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision Making*. Stresa & Ispra, Italy 2000.
[5] *First report on the harmonization of risk assessment procedures*. European Commission. Health & Consumer Protection Directorate-General. Brussels 2000.
[6] Gill A., Kadziński A., *Warunkowanie ryzykiem w procedurach decyzyjnych w obsługiwaniu pojazdów szynowych*, Logistyka, nr 6/2009, wersja na CD.
[7] Głodek W., *Ryzyko awarii przemysłowych. Jak rozpoznawać i oceniać ryzyko?* BMP Chemia Przemysłowa, 2002, nr 4, strona internetowa: www.sipi61508.com.
[8] Jamroz K., *Strategic risk measures in road traffic*. Journal of KONBiN, No 1 (13) 2010, Wyd. ITWL, Warszawa 2010, s. 197÷208.

[9] Jamroz K., Kadziński A., Chruzik K., Szymanek A., Gucma L., Skorupski J., *TRANS-RISK – an integrated method for risk management in transport.* Journal of KONBiN, No 1 (13) 2010, Wyd. ITWL, Warszawa 2010, s. 209÷220.

[10] Johannsen H., Hecht M., Müller G., *Analyse des Unfallgeschehens zwischen Straβenbahnen und Fuβgängern.* Strassenbahn 2010, Internationales Fachsymposium „Moderne Stadt- und Straβenbahnsysteme", Berlin 25.–26. März 2010, IFV Bahntechnik e.V. 26/2010, s. 31÷42.

[11] Kadziński A., Gill A., *Ogólny model ocen ryzyka zagrożeń identyfikowanych w wybranych obszarach systemów technicznych.* Referat wygłoszony na XXXVIII Zimowej Szkoły Niezawodności nt. *Ryzyko w eksploatacji systemów technicznych*, Szczyrk 2010, wersja elektroniczna, niepublikowane.

[12] Kadziński A., Gill A., Pruciak K., *Rozpoznawanie źródeł zagrożeń jako ważny element metod zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej.* W: Materiały XIX Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe", Targanice k/Andrychowa, 15÷17 września 2010, t.1, Kraków 2010, s. 293÷303.

[13] Lowe M.F., *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* (*GHS*). US Environmental Agency, Arlington USA, 2009.

[14] Orczyk M., Czechyra B., Wojciechowska E., *Ocena poziomu hałasu generowanego podczas faz ruchu wybranych typów tramwajów.* Pojazdy Szynowe, nr 2/2009, s. 44÷48.

[15] *Pomarańczowa księga. Zarządzanie ryzykiem – zasady i koncepcje.* Ministerstwo Skarbu Jej Królewskiej Mości. 2004.

[16] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K. (red.), *Transport.* PWN, Warszawa 2005.

[17] Sitarz M., Chruzik K., Mańka I., *Integrated Safety Management System of the railway transport.* Journal of KONBiN, no 2, 3 (14, 15) 2010, Wyd. ITWL, Warszawa 2010, s. 231÷242.

[18] Starlinger A., Castelli B., Gmür A., *A Comparison between the Requirements of EN15227 and the US FRA Requirements on Railway Crashworthiness.* 7th International Symposium on PASSIVE SAFETY 2008 „Innovation in Passive Safety and Interior Design", IFV Bahntechnik 17/2008, s. 33÷46.

[19] *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.* PN-N-18002:2000.

[20] Szczuraszek T. (red.), *Bezpieczeństwo ruchu miejskiego.* WKŁ, Warszawa 2005.

[21] Szymanek A., *Bezpieczeństwo i ryzyko w technice*. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2006.

[22] *Zarządzanie ryzykiem korporacyjnym – zintegrowana struktura ramowa. Tom I. COSO II – The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.* Wyd. Polski Instytut Kontroli Wewnętrznej, Warszawa 2004.

[23] *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*. II Tom. *Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu.* Praca zbiorowa red. R. Krystek, Politechnika Gdańska. Podrozdział 7.3.2. Kadziński A., Gill A., *Integracja pojęć*, s. 285÷288, WKŁ, Warszawa 2009.

[24] *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*. III Tom. *Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce.* Praca zbiorowa red. R. Krystek, Politechnika Gdańska. Podrozdział 4.3.1. Jamroz K., Chruzik K., Gucma L.,

Kadziński A., Skorupski J., Szymanek A., *Koncepcja Zintegrowanego Systemu Bezpieczeństwa Transportu w Polsce*, s. 133÷151, WKŁ, Warszawa 2010.

[25] *Zintegrowany System Zarządzania Bezpieczeństwem Transportu Kolejowego w Polsce*. Tom I. *Żółta Księga – Yellow Book* (tłumaczenie na język polski Yellow Book wydanej przez Rail Safety and Standards Boards). Tom II. *Teoria i praktyka*. Redakcja M. Sitarz., Politechnika Śląska, Katedra Transportu Szynowego, Katowice 2009.