

GILL Adrian

## KONCEPCJA SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA DLA WYBRANYCH ZAGROŻEŃ W KOMUNIKACJI TRAMWAJOWEJ

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono koncepcję systemu bezpieczeństwa projektowanego w odniesieniu do wybranych zagrożeń w komunikacji tramwajowej. Określono i opisano przykładowy obszar analiz – odcinek sieci tramwajowej miasta Poznań. Podano podstawy metodycznego tworzenia modeli systemów bezpieczeństwa. Przedstawiono wyniki procedury tworzenia takich modeli dla wybranego obszaru analiz. Sformułowano zagrożenia związane z tym obszarem oraz wskazano środki redukcji ryzyka, które tworzyć będą warstwy ochronne systemu bezpieczeństwa.*

### WSTĘP

Systemy bezpieczeństwa (SB) są wynikiem postępowania wobec ryzyka zagrożeń czyli procedur realizowanych w ramach procesu zarządzania ryzykiem. Takie systemy to wyraz aktywnej postawy wobec zagrożeń identyfikowanych w różnych obszarach aktywności ludzi w szczególności w obszarach funkcjonowania komunikacji tramwajowej. Jak wskazują m.in. autorzy pracy [8], działania w zakresie zarządzania ryzykiem zagrożeń w komunikacji tramwajowej nie zawsze są sformalizowane, a wchodzące w skład tych działań algorytmy, procesy, procedury i modele, nie są zintegrowane w ramach konkretnej metody zarządzania ryzykiem. W zakresie zagadnień związanych z SB, prace podejmowane m.in. przez autora niniejszego artykułu, doprowadziły do formalizacji niektórych zagadnień związanych z analizą funkcjonowania SB i tworzeniem ich modeli (m.in. publikacje: [1, 2, 3, 4, 5, 6]).

Potrzeba przejścia od doraźnych, intuicyjnych rozwiązań w zakresie SB do działań przybierających formy proceduralne jest powodem tworzenia modeli SB. Zwykle zbyt złożone i wręcz niemożliwe jest badanie/ocena funkcjonowania SB jako obiektu rzeczywistego. Wykorzystanie modeli SB stwarza możliwości metodycznej oceny, możliwe jest chociażby wyznaczenie miar efektywności działania takiego systemu. Jeżeli jest to istniejący SB to miary efektywności pozwalają na ocenę jego działania. Jeżeli jest on na etapie projektowania to za pomocą miar efektywności można taki system racjonalnie zaprojektować.

Systemy bezpieczeństwa (SB) buduje się zwykle w postaci łańcuchów zabezpieczeń/barier złożonych z elementów: fizycznych, technicznych, proceduralnych i organizacyjnych. Stąd idea tworzenia tzw. warstwowych modeli systemów bezpieczeństwa (WMSB), których koncepcje projektowania i analizy przedstawiono m.in. w pracy [4].

Niniejszy artykuł jest kontynuacją wskazanych wcześniej prac. Jego celem jest opracowanie i przedstawienie systemu bezpieczeństwa w postaci warstwowego modelu, dla wybranych zagrożeń, które można zidentyfikować w przykładowym obszarze komunikacji tramwajowej.

# 1. PROBLEM BADAWCZY I OPIS OBSZARU ANALIZ

Teoretycznie, każdy z elementów obszaru analiz może być generatorem narażeń i zostać tym samym uznany za źródło zagrożenia (ZZ). Zwykle jednak jako ZZ wskazuje się taki twór, z którego aktywnością i/lub występowaniem są związane domniemane szkody (straty). Zauważalny jest w takim przypadku związek ZZ z poczuciem strachu, obawy przed skutkami narażeń pochodzącymi od tego tworu. Ze względu na teoretycznie nieskończoną liczbę ZZ, korzystnym jest rozpoczynać procedury zarządzania ryzykiem, w szczególności procedury postępowania wobec ryzyka, od sformułowania zagrożeń a następnie, metodami dedukcyjnymi, wskazać elementy obszaru analiz, które są źródłami tych zagrożeń.

W komunikacji tramwajowej środkiem transportu są tramwaje, a infrastrukturę transportu stanowią: torowiska tramwajowe, sieć energetyczna zasilająca tramwaje, podstacje energetyczne, przystanki tramwajowe, zajezdnie tramwajowe. W tym charakterystycznym obszarze aktywności ludzi w różnych kombinacjach funkcjonuje ruch: tramwajów, pojazdów samochodowych, rowerów i pieszych. Każdy z wymienionych tu elementów może stać się źródłem zagrożenia. Powoduje to, że należy ograniczać proces poszukiwania ZZ do obszaru analizy tzn. pominąć te ZZ, które nie są bezpośrednio związane z tym obszarem. Można potocznie powiedzieć, że każde ZZ ma swoje ZZ przez co wnikliwie prowadzony proces ich rozpoznawania doprowadza do rozważań wykraczających poza obszar analizy i wskazania ZZ będących w dyskusyjnym związku z tym obszarem. Sposoby identyfikacji ZZ przedstawiono np. w pracy [4].

Jednym ze sposobów identyfikacji ZZ są tzw. sposoby statystyczne/retrospektywne [4]. Polegają one na poszukiwaniu ZZ z wykorzystaniem głównie statystycznych danych o wypadkach (zdarzeniach niepożądanych). Analizy, prowadzone w niniejszym artykule, także wsparto danymi statystycznymi. W roku 2012 w Polsce, przejazdy tramwajowe, torowiska tramwajowe były miejscem 161 wypadków ogółem, w których zginęło 14 osób a 197 zostało rannych [12]. Sprawcami 47 z tych wypadków byli – według pojazdu sprawcy – motorniczowie tramwajów i trolejbusów. Jak dalej wskazują dane statystyczne, w komunikacji tramwajowej w Wielkopolsce, w wyniku zdarzeń niepożądanych w roku 2012, wśród użytkowników tramwajów i trolejbusów uszczerbku na zdrowiu doznały cztery osoby. Liczba zdarzeń drogowych, w których sprawcami byli motorniczowie tramwajów wynosiła 15 w tym 11 stanowiła liczba kolizji z pozostałymi uczestnikami ruchu [10].

Na potrzeby prac przedstawionych w niniejszym artykule, określono przykładowy obszar analiz – odcinek sieci tramwajowej miasta Poznań. Przyjęto, że na taki obszar analiz, jak i na każdy dowolny odcinek sieci tramwajowej, składają się następujące elementy:

- infrastruktura odcinków sieci tramwajowej,
- tramwaje i ich elementy,
- pasażerowie i motorniczowie tramwajów,
- współużytkownicy infrastruktury odcinka sieci tramwajowej – piesi, rowerzyści i środki komunikacji samochodowej.

Do opisu poszczególnych elementów przykładowego obszaru analiz skorzystano m.in. z opracowanych w pracy [7] informacji o odcinku sieci tramwajowej miasta Poznań, znajdującym się między ulicami Marcinkowskiego – Kórnicka. Odcinek ten to przykład modelowego rozwiązania, pokazujący znaczną atrakcyjność (wg kryterium czasu i kosztów) przemieszczania się tramwajem do centrów i z centrów miast [7]. Ruch tramwajowy na wybranym odcinku odbywa się w obu kierunkach po równoległych torach. Na części odcinka nie ma ruchu pojazdów samochodowych (z wyjątkiem godzin nocnych kiedy to po trasach tramwajów kursują autobusy linii nocnej). W ramach odcinka zlokalizowano siedem przystanków tramwajowych. Ruch pojazdów samochodowych (tylko na części odcinka) odbywa się po jezdniach w obu kierunkach. Torowisko jest zbudowane na nieznacznym podwyższeniu i oddziela oba pasy jezdni. Na pozostałych częściach odcinka nie przewidziano

ruchu pojazdów samochodowych lub ruch tylko w jednym kierunku (częściowo po śladzie toru tramwajowego). Ruch pieszych odbywa się po wydzielonych chodnikach po obu stronach linii tramwajowej. Na poszczególnych częściach tego odcinka chodniki w różny sposób oddzielone są od torowiska i jezdni ulic – oddalenie i oddzielenie pasem zieleni, oddzielenie wąskim trawnikiem, barierami z kształtowników stalowych, słupkami żeliwnymi i słupkami żeliwnymi z rozpiętymi między nimi łańcuchami. Na całym odcinku wyznaczono 14 przejść dla pieszych – 13 z tych przejść wyposażono w sygnalizację świetlną. Ruch rowerowy odbywa się wzdłuż części linii tramwajowej po wytyczonych ścieżkach rowerowych. Ścieżki rowerowe od chodnika dla pieszych oddzielane są linią ciągłą. Zastosowano także rozwiązanie, że mają one zróżnicowany rodzaj materiału nawierzchni i/lub jej kolor. Wszystkie przejazdy dla rowerzystów przez torowisko tramwajowe oznakowane są odpowiednimi znakami pionowymi, poziomymi i sygnalizacją świetlną.

Szczególnie istotnym w charakterystyce obszaru analizy jest aspekt pracy motorniczych. Oprócz błędów popełnianych przez motorniczych tramwajów, które należy rozpatrywać jako ŻZ, motorniczowie mogą stać się odbiornikami narażeń. Przykłady tzw. czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowisku pracy motorniczego, które można uznać za ŻZ, wskazano np. w pracy [11]. Należą do nich [11]:

- praca zmianowa; konieczność stałego czuwania także w nocy,
- bezpośrednia odpowiedzialność za zdrowie i życie innych ludzi (w tym odpowiedzialność karna),
- niewłaściwe zachowanie pasażerów lub innych kierowców,
- monotopia pracy,
- praca pod presją czasu, konieczność pracy według rozkładu jazdy,
- obniżona kontrola poznawcza; ostateczny efekt pracy uzależniony jest w znacznej mierze od osób trzecich (np. inni uczestnicy ruchu, osoby decydujące o remontach dróg),
- ekspozycja na negatywne emocje innych osób, tłumienie własnych emocji
- brak wsparcia wynikający z organizacji stanowiska pracy (praca samodzielna, w izolacji od innych pracowników firmy),
- fizyczne warunki pracy: hałas, drgania spaliny.

Ponadto, uczestnicząc w zdarzeniach niepożądanych (wypadkach), kierujący tramwajami i trolejbusami są często ofiarami tych zdarzeń. W roku 2012 w Polsce rannych w wypadkach komunikacyjnych zostało 11 kierujących tramwajami lub trolejbusami [12].

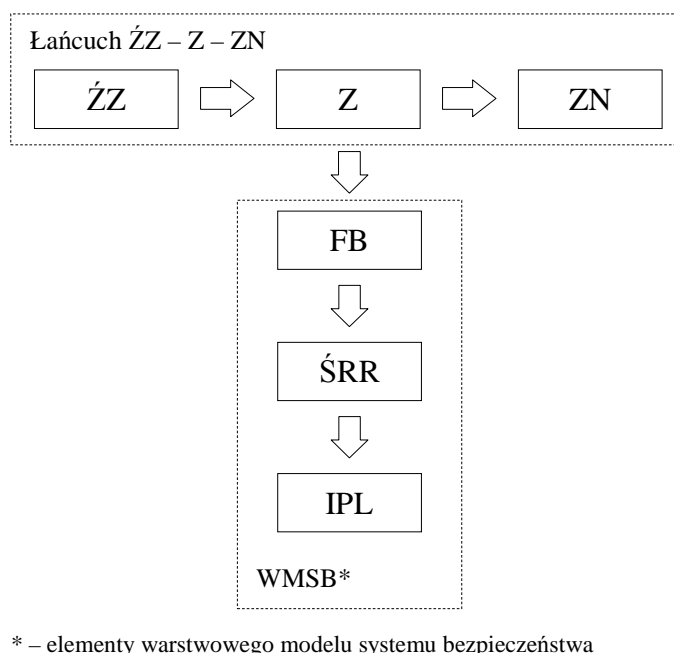
## **2. PODSTAWY METODYCZNEGO TWORZENIA MODELI SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA**

Główne miejsce w wykorzystanej tutaj koncepcji tworzenia SB (rys. 1) zajmuje proces formułowania zagrożenia. Poprawnie przeprowadzony powinien umożliwić zgromadzenie informacji o:

- źródle zagrożeń lub źródłach zagrożeń, których wspólna aktywność może doprowadzić do zdarzeń niepożądanych w analizowanym obszarze,
- odbiorcy/odbiorniku narażeń pochodzących od ŻZ,
- umożliwić połączenie ŻZ z konsekwencjami aktywizacji zagrożenia.

Istnieje uzasadnione podejście do formułowania zagrożenia, które zaleca w treści (nazwie) formułowanego zagrożenia podawać konsekwencje realizacji procesu aktywizacji/aktywizacji (tj. materializacji, przejścia w zdarzenie niepożądane) zagrożenia. Jest to niebezpośredni sposób wskazania odbiorcy negatywnego oddziaływania ŻZ. Nowe podejście – proponowane w niniejszej pracy – proponuje ograniczyć formułowanie nazwy zagrożenia do zawarcia w niej tylko nazwy ŻZ (lub kilku ŻZ) i odbiorcy narażeń pochodzących od tych ŻZ. Zostanie to wykorzystane m.in. w modelowaniu SB do identyfikacji funkcji bezpieczeństwa (FB) jakie powinny realizować środki redukcji ryzyka (ŚRR). Autor niniejszej pracy jest zdania, że nie

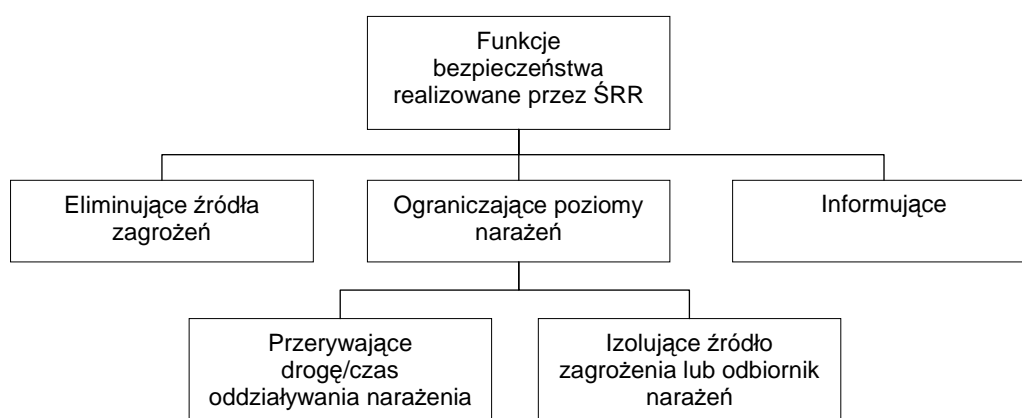
jest koniecznym wskazywanie w treści (nazwie) zagrożenia szkód związanych z aktywizacją zagrożenia.



**Rys. 1.** Schemat związków między elementami procesu zarządzania ryzykiem zagrożeń. Objaśnienie skrótów w tekście artykułu.

Do sformułowania zagrożenia w większości przypadków wystarczają informacje dotyczące tylko jednego ŻZ. Zwykle jest jednak tak, że jego sformułowanie staje się możliwe dopiero na podstawie wiedzy o kilku ŻZ.

Po sformułowaniu zagrożeń określa się funkcje bezpieczeństwa, które ma realizować SB. We wstępnym etapie ich poszukiwania i definiowania, zaleca się wykorzystać klasyfikacje funkcji bezpieczeństwa. Przykład takiej klasyfikacji przedstawiono na rysunku 2.



**Rys. 2.** Podział funkcji bezpieczeństwa realizowanych przez środki redukcji ryzyka zagrożeń w systemach bezpieczeństwa

Funkcje bezpieczeństwa (FB) są realizowane przez SB za pomocą środków redukcji ryzyka. Szczegółowo zagadnienie to omówiono m.in. w pracach [4, 5, 6].

### 3. REALIZACJA PROCEDURY TWORZENIA MODELU SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA

Korzystając z opisu obszaru analizy sformułowano przykładowe zagrożenia oraz wskazano środki redukcji ryzyka, które można zastosować w SB w odniesieniu do źródeł tych zagrożeń. Wybrane wyniki tej identyfikacji przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Warstwy SB oznaczono według znanej notacji, przedstawionej w pracach [2, 3]. Tam też znajduje się szczegółowe objaśnienie symboli użytych w notacji. W niniejszym artykule nadano natomiast inne rozumienie dwóm cechom warstw ochronnych tj. warstw oznaczanych symbolami: A (aktywne) i P (pasywne). Przyjęto, że *aktywne ŚRR* to środki techniczne, które zmieniają swój stan aby zrealizować funkcje bezpieczeństwa. *Pasywne ŚRR* to takie środki techniczne, które realizują funkcje bezpieczeństwa bez zmiany swojego stanu. W kontekście ŚRR wprowadzonych i/lub stosowanych przez użytkownika (symbol „U”) rozumie się użytkownika także jako operatora i zarządcę sieci tramwajowej.

**Tab. 1.** Wybrane wyniki identyfikacji warstw modelu systemu bezpieczeństwa w komunikacji tramwajowej w odniesieniu do człowieka – pasażera/klienta usług transportowych będącego odbiornikiem narażeń w przykładowym odcinku sieci tramwajowej

Sformułowane zagrożenia	Kategoria źródeł zagrożeń	Kategoria funkcji bezpieczeństwa	Środek redukcji ryzyka zagrożeń	Oznaczenie warstwy ochronnej modelu SB*
Oddziaływanie czynników atmosferycznych	Fizyczne, pochodzące od środowiska naturalnego	Przerywająca drogę/czas oddziaływania narażeń	Wiaty na platformach przystankowych	M/W/P/A/P/--/--
Informowanie pasażerów o trasie przejazdu	Organizacyjne, pochodzące od człowieka/operatora	Eliminująca źródła zagrożeń	Aktualizacja schematów/ rozkładów jazdy na przystankach tramwajowych	N/W/U/F/--/--/--
Zmniejszenie przyczepności na zaśnieżonej nawierzchni platform przystankowych	Fizyczne, pochodzące od środowiska naturalnego	Eliminująca źródła zagrożeń	Nadanie odpowiedniej szorstkości nawierzchni (np. ryflowaniem)	M/W/P/A/P/--/--
Zmniejszenie przyczepności na zaśnieżonej nawierzchni platform przystankowych	Fizyczne, pochodzące od środowiska naturalnego	Eliminująca źródła zagrożeń	Odśnieżanie platform przystankowych	N/W/U/F/--/--/--
Niemożliwość dostrzeżenia informacji od sygnalizacji świetlnej	Fizyczne, pochodzące od człowieka	Informujące	Systemy sygnalizacji świetlnej na przejściach dla pieszych wyposażone w generatory dźwięku	M/W/P/A/A/--/--

\* – oznaczenia zgodnie z klasyfikacją środków redukcji ryzyka zagrożeń przyjętej w pracy [2, 3]

**Tab. 1 cd.** Wybrane wyniki identyfikacji warstw modelu systemu bezpieczeństwa w komunikacji tramwajowej w odniesieniu do człowieka – pasażera/klienta usług transportowych będącego odbiornikiem narażeń w przykładowym odcinku sieci tramwajowej

Sformułowane zagrożenia	Kategoria źródeł zagrożeń	Kategoria funkcji bezpieczeństwa	Środek redukcji ryzyka zagrożeń	Oznaczenie warstwy ochronnej modelu SB*
Ograniczenie widoczności tramwaju poprzedzającego	Fizyczne pochodzące od środowiska naturalnego	Informujące	Systemy sygnalizacji dźwiękowej w kabinie motorniczego	M/W/P/A/A/--/--
Wtargnięcie rowerzysty na torowisko	Psychofizyczne	Izolujące źródło zagrożenia lub odbiornik narażeń	Ruch rowerowy fizycznie odseparowany od ruchu tramwajowego	M/W/P/A/P/--/--
Wtargnięcie pieszego na torowisko	Psychofizyczne	Izolujące źródło zagrożenia lub odbiornik narażeń	Barierki z kształtowników stalowych	M/W/P/A/P/--/--
Świadome, agresywne, zachowania pasażerów tramwaju	Psychofizyczne	Eliminująca źródła zagrożeń	Monitoring i możliwość kontaktu z centralą	M/W/P/E/--/--/--
Nieświadome, irytujące zachowania pasażerów tramwaju	Psychofizyczne	Eliminująca źródła zagrożeń	Wzorce zachowań i postawy społeczne	N/Z/U/--/--/N/B
Nieświadome, niewłaściwe zachowania pasażerów tramwaju	Psychofizyczne	Informujące	Znaki informacyjne, piktogramy	N/Z/U/--/--/F/--

\* – oznaczenia zgodnie z klasyfikacją środków redukcji ryzyka zagrożeń przyjętej w pracy [2, 3]

W tabeli 2 przedstawiono przykładowe zagrożenia, w których odbiornikiem narażeń jest człowiek – motorniczy tramwaju. Dominującymi ŹZ, na podstawie których sformułowano zagrożenia, są źródła pochodzące od środowiska pracy motorniczego, kwalifikowane do kategorii organizacyjnych i fizycznych źródeł zagrożeń. Ich przykładami, są ŹZ typowe dla funkcjonowania większości systemów/obiektów technicznych: hałas, drgania, zmienna temperatura otoczenia, czynniki atmosferyczne ale także charakterystyczne dla komunikacji zbiorowej (tramwajowej): presja czasu, konieczność zachowania ciągłej czujności, negatywne emocje i zachowania uczestników ruchu oraz pasażerów itp. Uwagę należy zwrócić na ŹZ dotyczące działań człowieka szczególnie, że rodzaj działania skutkuje wprowadzeniem odpowiedniego ŚRR. Pomocne może być w tym przypadku rozgraniczenie takich działań na (proponowane np. przez K.T. Kosmowskiego praca[9]): działania niezamierzone (pomyłka, zapomnienie), zamierzone (błąd, naruszenie). Szczególnie istotne jest postępowanie wobec działań zamierzonych, które zwykle objawiają się łamaniem i nieprzestrzeganiem zasad etycznych, przepisów bezpieczeństwa (także bezpieczeństwa pracy), ustalonych i przyjętych procedur działania, norm i zasad postępowania.

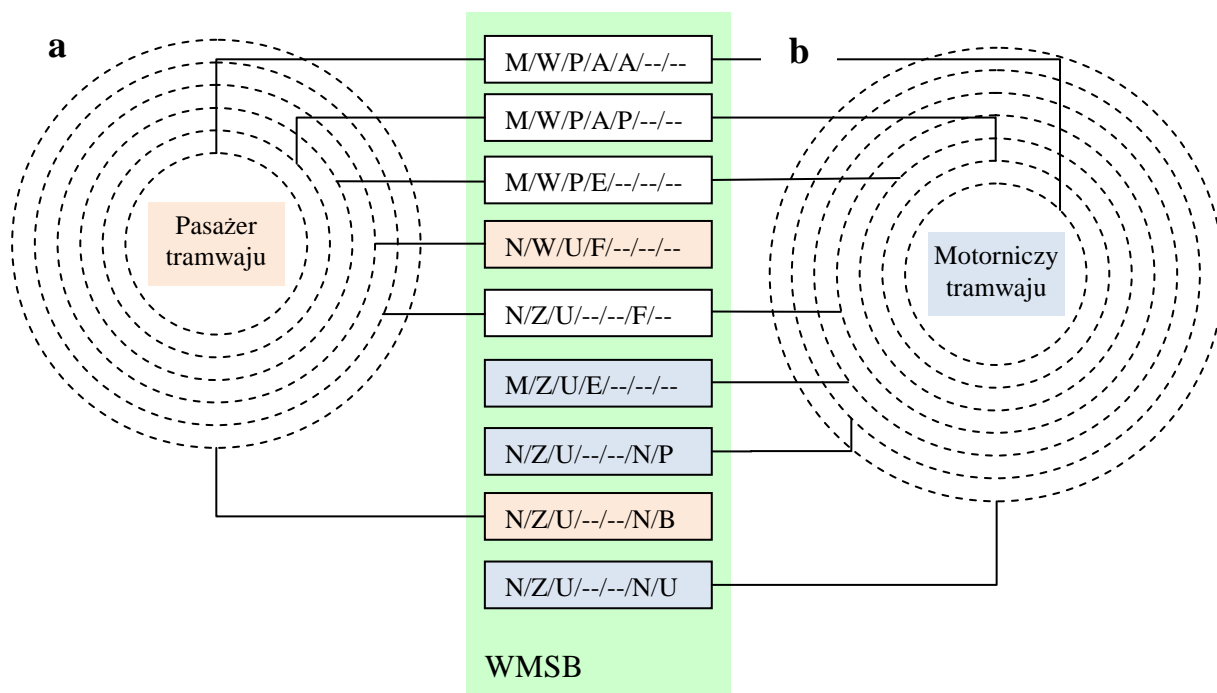
**Tab. 2.** Wybrane wyniki identyfikacji warstw modelu systemu bezpieczeństwa w komunikacji tramwajowej w odniesieniu do człowieka – motorniczego tramwaju jako odbiornika narażeń w przykładowym odcinku sieci tramwajowej

Sformułowane zagrożenia	Kategoria źródeł zagrożeń	Kategoria funkcji bezpieczeństwa	Środek redukcji ryzyka zagrożeń	Oznaczenie warstwy modelu SB
Przeciążenie motorniczego pracą zmianową	Organizacyjne, pochodzące od środowiska pracy	Ograniczająca poziomy narażeń, przerywająca drogę/czas oddziaływania narażenia	Przestrzeganie norm czasu pracy, przerw w pracy, urlopów	N/Z/U/--/--/F/--
Przeciążenie informacjami/sygnalami dźwiękowymi i wizualnymi z zewnątrz tramwaju	Fizyczne, pochodzące od środowiska pracy	Ograniczająca poziomy narażeń, przerywająca drogę/czas oddziaływania narażenia	Przerwy w pracy	N/Z/U/--/--/F/--
Przeciążenie informacjami/sygnalami dźwiękowymi i wizualnymi z zewnątrz tramwaju	Fizyczne, pochodzące od środowiska pracy	Ograniczająca poziomy narażeń, przerywająca drogę/czas oddziaływania narażenia	Możliwość decydowania o warunkach pracy (np. wybór trasy)	N/Z/U/--/--/N/P
Zagrożenie uderzeniem w pojazd/tramwaj poprzedzający	Fizyczne, pochodzące od środowiska pracy	Ograniczająca poziomy narażeń, przerywająca drogę/czas oddziaływania narażenia	System zderzaków amortyzowanych elastomerem polimerowym	M/W/P/A/A/--/--
Przeciążenie wzroku od promieniowania słonecznego	Fizyczne, pochodzące od środowiska naturalnego	Ograniczająca poziomy narażeń, przerywająca drogę/czas oddziaływania narażenia	Okulary przeciwsłoneczne z polaryzacją	M/Z/U/E/--/--/--
Oddziaływanie hałasu, drgań, zmiennej temperatury, spalin	Fizyczne, pochodzące od środowiska pracy	Ograniczająca poziomy narażeń, izolująca źródło zagrożenia lub odbiornik narażeń	Konstrukcja kabiny motorniczego	M/W/P/A/P/--/--
Ograniczenie kontaktu z przełożonymi, decydentami, współpracownikami	Fizyczne, pochodzące od środowiska pracy	Eliminujące źródła zagrożeń	Środki komunikacji audio-wizualnej	M/W/P/E/--/--/--
Wystawienie na negatywne emocje uczestników ruchu drogowego	Psychofizyczne	Ograniczająca poziomy narażeń, izolująca źródło zagrożenia lub odbiornik narażeń	Szkolenia z technik radzenia sobie ze stresem	N/Z/U/--/--/N/U

\* – oznaczenia zgodnie z klasyfikacją środków redukcji ryzyka zagrożeń przyjętej w pracy [2, 3]

Na podstawie zgromadzonych w niniejszym rozdziale informacji opracowano schematy warstwowych modeli systemów bezpieczeństwa w komunikacji tramwajowej – rysunek 3. Pierwszy z modeli (rys. 3a) odpowiada podsystemowi bezpieczeństwa realizującemu funkcje bezpieczeństwa w odniesieniu do pasażera/klienta usług transportowych. Drugi z modeli (rys. 3b) to podsystem bezpieczeństwa realizujący wspomniane funkcje w odniesieniu do motorniczego tramwaju. Mimo, że w praktycznych zastosowaniach, podsystemy takie zwykle

stanowią jedną całość to na potrzeby tworzenia SB można traktować je jako niezależne systemy.



**Rys. 3.** Warstwowy model systemu bezpieczeństwa (WMSB) w komunikacji tramwajowej z podziałem na: a) podsystem bezpieczeństwa realizujący funkcje bezpieczeństwa w odniesieniu do pasażera/klienta usług transportowych, b) podsystem bezpieczeństwa realizujący funkcje bezpieczeństwa w odniesieniu do motorniczego tramwaju

W przedstawionym (rys. 3) WMSB można wskazać cztery IPL, które pełnią FB w stosunku do dwóch odbiorników narażeń (M/W/P/A/A/--/--, M/W/P/A/P/--/--, M/W/P/E/--/--/--, N/Z/U/--/--/F/--). Są to IPL, które w większości grupują materialne (techniczne) ŚRR (symbol notacji: M), przewidziane na etapie projektowania obiektu (symbol: P) i zwykle działające w sposób automatyczny (symbol: A) zmieniając lub nie zmieniając swojego stanu (symbole: A, P). W projektowanym WMSB są też takie IPL, które pełnią FB w odniesieniu do jednego tylko odbiornika narażeń – oznaczono je na rysunku 3 odpowiednimi kolorami. W odniesieniu do pasażera tramwaju są to dwie IPL: N/W/U/F/--/--/--, N/Z/U/--/--/N/B, natomiast w stosunku do motorniczego tramwaju trzy: M/Z/U/E/--/--/--, N/Z/U/--/--/N/P, N/Z/U/--/--/N/U. istotne znaczenie ma także kolejność uwzględniania IPL w projektowanym SB. Zwykle proponuje się aby w pierwszej kolejności umieszczać w nim warstwy materialne (techniczne). Jest to związane ze skutecznością działania IPL na ŹZ. Przyjmuje się, że materialne IPL mają taką skuteczność wyższą od pozostałych.

## PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję systemu bezpieczeństwa przeznaczonego dla obszarów systemu komunikacji tramwajowej (odcinków sieci tramwajowej). Prezentowany system został tak opracowany aby realizował funkcje bezpieczeństwa w stosunku do dwóch zasadniczych elementów tego obszaru tj. pasażerów i motorniczego tramwaju. Celem systemu jest racjonalizacji ryzyka wybranych zagrożeń, które zidentyfikowano w przedstawionym, przykładowym obszarze analizy. Jest to odcinek sieci



tramwajowej stanowiący przykład modelowego rozwiązania, pokazujący znaczną atrakcyjność przemieszczania się tramwajem do centrów i z centrów miast. System bezpieczeństwa zaprezentowano w postaci jego warstwowego modelu. Istotą takich modeli jest podział na tzw. warstwy ochronne. Taka forma modelu systemu bezpieczeństwa została zastosowana w celu ułatwienia analiz funkcjonowania tych systemów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Gill A., Kadziński A., *Klasyfikacje środków redukcji ryzyka zagrożeń w warstwowym modelach systemów bezpieczeństwa w transporcie*, czasopismo Logistyka, nr 4/2010, wersja CD
2. Gill A., Kadziński A., *Warstwowe modele systemów bezpieczeństwa jako narzędzia procedur postępowania wobec ryzyka zagrożeń w komunikacji tramwajowej*, czasopismo Logistyka, nr 6/2011, wersja CD
3. Gill A., Kadziński A., *The concept of identification of layers of safety system models through classification of risk reduction measures*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 19, No. 1 2012, s. 105÷115.
4. Gill A., *Koncepcja metody projektowania i analizy systemów bezpieczeństwa dla pojazdów szynowych*, Technika Transportu Szynowego, nr 9/2012 s. 737÷747, wersja elektroniczna.
5. Gill A., *The method of analysis of safety systems dedicated to the systems in rail vehicle*, Logistics and Transport, vol. 18, nr 2 (2013), s. 67÷76, wersja elektroniczna: [www.logistics-and-transport.eu](http://www.logistics-and-transport.eu)
6. Gill A., *Koncepcja zastosowania reguł decyzyjnych w doborze środków redukcji ryzyka zagrożeń*, Bezpieczeństwo i analiza ryzyka, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej seria TRANSPORT, z. 96, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013, s. 181÷190.
7. Kadziński A., Gill A., Pruciak K., *Rozpoznawanie źródeł zagrożeń jako ważny element metod zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej*. Czasopismo Techniczne – Mechanika, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011, zeszyt 2-M, s. 57÷66.
8. Kadziński A., Warguła J., Gill A., *Szacowanie i wartościowanie ryzyka zagrożeń związanych z odcinkiem szybkiego tramwaju na poznańskiej sieci tramwajowej*, czasopismo Logistyka, nr 3/2012, wersja CD.
9. Kosmowski K. T., *Metodyka analizy ryzyka w zarządzaniu niezawodnością i bezpieczeństwem elektrowni jądrowych*, Monografia, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2003.
10. *Ocena stanu bezpieczeństwa na drogach woj. Wielkopolskiego w roku 2012*, Raport Komendy Wojewódzkiej Policji w Poznaniu, Poznań 11 stycznia 2013, strona internetowa: <http://www.wielkopolska.policja.gov.pl>, dostęp: wrzesień 2013.
11. Orlak K., *Zagrożenia psychospołeczne na stanowisku motorniczego – ocena ryzyka zawodowego*, w: *Podjąć ryzyko. Ocena ryzyka zawodowego*, Wydawnictwo Unimedia Sp. z o.o., Warszawa 2011.
12. *Wypadki drogowe w Polsce w 2012 roku*. Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu drogowego, Zespół Profilaktyki i Analiz, opr. E. Symon, Zespół Profilaktyki i Analiz Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji, ITS Warszawa, Warszawa 2013, wersja elektroniczna: [dla.kierowców.policja.pl](http://dla.kierowców.policja.pl), dostęp: październik 2013.

# **THE CONCEPT OF SAFETY SYSTEM FOR THE SELECTED HAZARDS IDENTIFIED IN TRAM COMMUNICATION**

## *Abstract*

*Paper discussed the concept of safety system designed against the selected hazards in tram communication. An example of area studies - section of the tram network Poznan has been identified and described. Given the methodological basis for modeling safety systems. Presented the results of procedure of creating these models for selected area. Formulated the hazards associated with this area and identified risk reduction measures that will be form the safety layers.*

## **Autorzy:**

Dr inż. **Adrian Gill** – Politechnika Poznańska – Wydział Maszyn Roboczych i Transportu,  
Instytut Silników Spalinowych i Transportu, Zakład Pojazdów Szynowych