

Kazimierz Jamroz<sup>1</sup>Andrzej Szymanek<sup>2</sup>

# ZINTEGROWANE ZARZĄDZANIE RYZYKIEM W SYSTEMIE BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO

System bezpieczeństwa transportu drogowego jest częścią systemu transportu i składa się z elementów materialnych i niematerialnych współdziałających w danym otoczeniu i warunkach środowiskowych w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Zarządzanie ryzykiem jest obecnie jedną z najbardziej skutecznych metod zarządzania bezpieczeństwem. Jednakże w zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu drogowego metoda ta jest jeszcze rzadko stosowana. W artykule przedstawiono koncepcję zintegrowanego podejścia do zarządzania ryzykiem w ruchu drogowym.

## Wprowadzenie

System transportu to między innymi zbiór trzech grup procesów roboczych (ruchu, obsługowe, sterowania) realizujących główny cel systemu, czyli przemieszczanie osób, ładunków, informacji i energii z wykorzystaniem infrastruktury i środków transportu przy zaangażowaniu niezbędnych kapitałów.

Cechą charakterystyczną systemu transportu jest jego kompleksowość, co oznacza, że aby zarządzać takim systemem, należy w nim wyodrębnić podsystemy podporządkowane w sposób hierarchiczny, przy czym hierarchiczność można obserwować na różnych poziomach, począwszy od sterowania bieżącego procesami ruchu, poprzez kolejne poziomy zarządzania transportem, gdzie struktury lokalne podlegają strukturom regionalnym, a te z kolei centralnym.

Niektóre podsystemy mogą ze sobą współpracować, przy czym może to być kooperacja w zakresie technik transportowych (transport kombinowany, problemy skomunikowania w transporcie pasażerskim) lub kooperacja rozpatrywana na poziomie procesów na przykład ładunkowego i ruchu.

Głównym celem zarządzania systemami transportu jest maksymalnie bezpieczna, sprawna i minimalnie kosztowna realizacja ruchu, przy wszystkich ograniczeniach oraz uwarunkowaniach technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych, towarzyszących procesom roboczym w systemie transportu. Jednym podsystemów w tym systemie jest zarządzanie bezpieczeństwem transportu [1].

Podstawowym zadaniem zarządzania bezpieczeństwem jest ocena ryzyka zagrożeń w ruchu drogowym. Podobnie jak w systemach zarządzania bezpieczeństwem pracy, może ona być uważana za podstawowy sposób aktywnego monitorowania systemu transportowego i umożliwiać eliminowanie lub ograniczenie zagrożeń.

Bezpieczeństwo ruchu drogowego to tylko jedna ze składowych „jakości procesu transportowego”; w języku teorii systemów – brd jest jedną z cech systemu transportu drogowego, czyli jest cechą systemową. Oznacza to, że chcąc zarządzać brd, nie można pomijać pozostałych cech systemu transportu drogowego a w języku teorii optymalizacji i badań operacyjnych, że jeżeli brd jest funkcją celu, to sprawność i koszt transportu są istotnymi ograniczeniami. Może też być odwrotnie.

## System bezpieczeństwa ruchu drogowego

System bezpieczeństwa transportu drogowego jest elementem systemu transportu i stanowi układ złożony z elementów materialnych i niematerialnych, współdziałających w danym otoczeniu i warunkach środowiskowych w celu zapewnienia bezpieczeństwa.

Zagrożenia w systemie transportu drogowego to potencjalne źródła zdarzeń niebezpiecznych. Zdarzeniem niebezpiecznym w ruchu drogowym są: kolizja drogowa kończąca się stratami materialnymi, środowiskowymi lub wypadek kończący się stratami osobowymi (ofiary ranne lub śmiertelne) oraz stratami materialnymi, środowiskowymi i ekonomicznymi. Czynniki zagrożenia wynikają z nieprawidłowego funkcjonowania poszczególnych elementów systemu transportu drogowego i ujawniają się w procesie ruchu drogowego w wyniku nieprawidłowych zachowań uczestników ruchu, awarii technicznych, złych warunków meteorolo-

<sup>1</sup> Dr inż., Politechnika Gdańska, Katedra Inżynierii Drogowej, kazimierz.jamroz@wilis.pg.gda.pl

<sup>2</sup> Dr inż., Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki, a.szymanek@pr.radom.pl

gicznych lub przyrodniczych albo w wyniku aktów wandalizmu bądź terroryzmu i powodują straty [2].

Przy ocenie skali zagrożenia w ruchu drogowym w Polsce należy wziąć pod uwagę fakt, że system transportu drogowego obejmuje (rok 2008):

- ponad 19,5 mln pojazdów (w tym ponad 14,5 mln samochodów osobowych) różnych marek, ze zróżnicowanym wyposażeniem i odmiennych parametrach technicznych,
- sieć drogową o łącznej długości 380 tys. km i różnych standardach, w tym 255 tys. km dróg o nawierzchni twardej i zaledwie 950 km autostrad i dróg ekspresowych, czyli dróg o wysokich standardach bezpieczeństwa,
- ponad 20 mln kierowców (osób uprawnionych do kierowania pojazdem), przy czym zdarzają się także przypadki prowadzenia pojazdów mechanicznych przez osoby nieuprawnione,
- dzienny ruch 12,5 mln pojazdów, przewożących średnio ponad 22 mln osób (kierowców i pasażerów) i 3 mln ton ładunków,
- kilka milionów pieszych i rowerzystów, w tym znaczna część nie mająca żadnych dokumentów i certyfikatów uprawniających do poruszania się w ruchu drogowym.

Szczegółowe analizy wypadków wykonane w USA i Wielkiej Brytanii wskazują, że droga i jej otoczenie wpływają na powstanie 28–34% wypadków drogowych, pojazd 8–12%, a człowiek do 95% [3].

Podstawowymi problemami brd w Polsce są:

- infrastruktura drogowa niedostosowana do standardów bezpieczeństwa,
- słabo rozwinięty system zarządzania bezpieczeństwem,
- niska kultura bezpieczeństwa.

W systemowym podejściu do bezpieczeństwa ruchu drogowego można wyróżnić lokalny i globalny wpływ czynników zagrożenia i ich aktywizację. Podejście to dobrze opisuje model zbieżności „tępy koniec – ostry koniec”. Umożliwia on identyfikację dwóch grup czynników: lokalnych działających „tu i teraz” (niebezpieczne działania) oraz przeniesionych w czasie (czynniki regionalne, zarządzanie, regulacje prawne, działania rządu, normy moralne i społeczne) [4]. Zapobieganie uaktywnianiu tych zagrożeń umożliwiają następujące systemy:

- barier i zabezpieczeń,
- funkcjonalny działań sektorowych na rzecz brd,
- zarządzania bezpieczeństwem.

System zarządzania bezpieczeństwem transportu drogowego jest częścią ogólnego systemu zarządzania organizacjami funkcjonujących w ramach systemu transportu drogowego (rozumianych jako grupy ludzi wraz z infrastrukturą), które obejmuje struktury organizacji, planowanie, odpowiedzialności, zasady postępowania, procedury oraz procesy i zadania potrzebne do: opracowania, wdrażania, realizowania,

monitorowania i utrzymywania zadeklarowanej przez organizację polityki bezpieczeństwa.

Zarządzanie brd jest przykładem zarządzania przez cele, czyli zarządzania systemowego. Polega ono na stworzeniu takiego „systemu brd”, w którym będą zachodzić aktywne oddziaływania ludzi na posiadane zasoby niezbędne do osiągnięcia zamierzonych celów, czyli długofalowej trwałej poprawy stanu brd na wszystkich poziomach (warstwach) zarządzania systemem. W systemie brd są następujące zasoby:

- materialne (infrastruktura i środki transportu drogowego),
- kapitału będącego „energiją systemu”,
- informacji o strukturze, interakcjach i procesach zachodzących na wszystkich poziomach zarządzania systemem brd.

Podstawowym celem zarządzania brd w tak zdefiniowanym systemie jest oczywiście minimalizacja wszelkich kosztów związanych z niepożądanymi zdarzeniami drogowymi; można to uzyskać poprzez minimalizację ryzyka drogowego. Można poszerzyć cele i minimalizować także inne ryzyka towarzyszące transportowi drogowemu, np. ryzyko degradacji środowiska przez transport. Ale nie tylko cele systemu brd są ważne; istotne są również ograniczenia, takie jak: zapewnienie realizacji potrzeb transportowych, utrzymanie lub poprawa sprawności ruchu na analizowanym terytorium czy ograniczone zasoby kapitału (energii) na działalność inwestycyjną w transporcie drogowym.

Te ograniczenia są z kolei celami dla innych podmiotów zarządzania w systemie transportu. Ponadto, kiedy rozpatrujemy rozwój systemu transportowego – czyli bierzemy pod uwagę dłuższy czas – wówczas to bezpieczeństwo ruchu drogowego staje się jednym z ograniczeń dla realizacji innych celów systemu transportowego.

System zarządzania bezpieczeństwem w ruchu drogowym będzie skuteczny, gdy spełni następujące kryteria:

- wymusi nadzór,
- zaangażuje kierownictwo w sprawy bezpieczeństwa,
- zaangażuje uczestników ruchu drogowego,
- będzie elastyczny,
- będzie postrzegany jako coś pozytywnego.

Zarządzanie bezpieczeństwem transportu drogowego jest to zbiór wzajemnie powiązanych działań zarządczych i decyzji, mających na celu integrację i koordynację systemu bezpieczeństwa transportu wewnątrz systemu transportu drogowego oraz z innymi systemami, których celem jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego. Istotnymi elementami struktury systemu bezpieczeństwa transportu drogowego są [5]:

- instytucje i kadry,
- narzędzia oddziaływania na elementy systemu brd,
- narzędzia wspomagające działania systemu.

W zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu drogowego możemy obecnie wymienić dwie grupy metod:

- zarządzanie ryzykiem,
- zarządzanie zagrożeniami.

## Zarządzanie ryzykiem w transporcie drogowym

Z wielu teorii bezpieczeństwa ruchu drogowego jedynie w teoriach behawioralnych podstawowym założeniem jest ocena ryzyka przez ludzi i uznanie go za bardzo ważną determinantę wypadków. Początkowo ryzyko określane było jako ilościowa miara bezpieczeństwa ruchu drogowego w zależności od narażenia na ryzyko. W roku 1982 Hauer przyjął, że ryzyko jest to prawdopodobieństwo zaistnienia wypadku [6]. W roku 1984 Wilde, jeden z pierwszych badaczy ryzyka w ruchu drogowym, opublikował model kompensacji ryzyka przez kierowców pojazdów, dając podstawy teorii behawioralnych [7]. Następnie Haigh w roku 1986 dodał do definicji ryzyka w ruchu drogowym, oprócz prawdopodobieństwa, drugi element tj. ciężkość wypadku [8]. W 1999 roku Van Poortyliet przyjął definicję ryzyka jako kombinacji prawdopodobieństwa zaistnienia niebezpiecznego zdarzenia i rozmiaru konsekwencji tego zdarzenia [9]. Te definicje ryzyka wykorzystywano głównie do deterministycznej oceny ryzyka [10]. Podjęto także prace zmierzające do probabilistycznej oceny ryzyka w ruchu drogowym, przyjmując jako definicję ryzyka – funkcję łączącą prawdopodobieństwo, scenariusz i konsekwencje zdarzenia – podobnie jak w ocenie ryzyka w zakładach chemicznych, elektrowniach jądrowych itp.

W zarządzaniu ryzykiem mamy do czynienia z dwoma dość mocno związanymi ze sobą pojęciami: ryzyko i zagrożenie.

**Ryzyko** to kombinacja prawdopodobieństwa aktywizacji zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i spowodowanych w związku z tym szkód. Ryzyko w ruchu drogowym definiowane jest jako kombinacja (zwykle iloczyn) prawdopodobieństwa zaistnienia wypadku drogowego oraz wielkości spowodowanych w związku z tym wypadkiem strat osobowych, materialnych, ekonomicznych i środowiskowych.

**Zagrożenie** to źródło zdarzenia niepożądanego. Zagrożenie w ruchu drogowym to możliwość wystąpienia straty (szkody) pod warunkiem wystąpienia niekorzystnych warunków, które doprowadzą do wypadku drogowego. W przypadku udziału człowieka w ruchu drogowym może to być np. możliwość wpadnięcia pojazdu w poślizg, gdy kierowca będzie prowadził pojazd ze zbyt dużą prędkością na mokrej nawierzchni i uderzy w drzewo. W tym przypadku zagrożeniem będą szkody, jakie kierowca może ponieść (np. być ofiarą śmiertelną) w wyniku uderzenia pojazdu w drzewo, natomiast ryzykiem jest prawdopodobieństwo poniesienia szkód określonego rodzaju (w tym przypadku bycia ofiarą śmiertelną).

Metodologia zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym jest jeszcze w początkowej fazie rozwoju i nie ma tychczas jednolitych unormowań, jakie występują w przemyśle chemicznym, energetycznym, czy w innych rodzajach transportu. Niemniej elementy zarządzania ryzykiem możemy spotkać jako narzędzie wspierające podejmowanie decyzji na różnych poziomach zarządzania, np. [11], [12], [13]:

- zarządzaniu infrastrukturą drogową: planowaniu, projektowaniu i eksploatacji tuneli drogowych, za-

ządzaniu bezpieczeństwem infrastruktury drogowej, planowaniu sieci dróg, audycie bezpieczeństwa ruchu drogowego,

- zarządzaniu ruchem drogowym: siecią drogową, automatyzacją zarządzania ruchem,
- zarządzaniu przewozami osób i towarów realizowanych za pomocą środków transportu drogowego: przewozami materiałów niebezpiecznych, ryzykiem zawodowym w przedsiębiorstwach transportu samochodowego, ryzykiem w transporcie zbiorowym,
- procesie jazdy realizowanym przez indywidualnego uczestnika ruchu drogowego: modelach jazdy, kalkulatorach ryzyka, mapach ryzyka.

W przeciwieństwie do wielu dziedzin techniki, w transporcie drogowym nie wypracowano do tej pory jednolitej metody zarządzania ryzykiem. Tworzone są dopiero podstawy odpowiedniej metodyki bazującej na trzech standardowych elementach: analizie ryzyka, wartościowaniu i ocenie ryzyka oraz usuwaniu ryzyka i sterowaniu ryzykiem pozostałym. Ponadto w niektórych zastosowaniach pojawiają się dwa dodatkowe elementy, tj. monitorowanie ryzyka i komunikowanie o ryzyku [14].

Do analizy i oceny ryzyka na sieci dróg przyjmuje się najczęściej dwie grupy miar reprezentujących ryzyko indywidualne i ryzyko społeczne.

**Ryzyko indywidualne** odnosi się do zachowań pojedynczego uczestnika ruchu drogowego na obiekcie drogowym (skrzyżowanie, odcinek międzywęzłowy). Jest to prawdopodobieństwo poniesienia strat o określonej ciężkości w czasie jednej podróży lub w wybranym okresie, w którym dany uczestnik ruchu jest narażony na niebezpieczeństwo powodowane infrastrukturą drogową i ruchem drogowym. Jako miarę ryzyka indywidualnego stosuje się najczęściej wskaźnik koncentracji ofiar wypadków drogowych (liczba ofiar wypadków w stosunku do przebytej drogi w ciągu roku).

**Ryzyko społeczne** odnosi się do zachowań całych grup użytkowników na wybranym obszarze. Jest to strata (liczba ofiar, straty materialne) poniesiona w wypadkach drogowych w przyjętym okresie (najczęściej roku), na wybranym obszarze (kraj, region, powiat, miasto). Jako miary ryzyka społecznego przyjmuje się liczbę ofiar śmiertelnych lub gęstość ofiar śmiertelnych (liczba ofiar śmiertelnych w przeliczeniu na 1 km drogi na rok).

Stosowane są różne metody szacowania ryzyka. Ze względu na dość dużą liczbę danych, najczęściej do oceny ryzyka stosowane są retrospektywne metody ilościowe. Natomiast do szacowania ryzyka w tunelach zaleca się metodę probabilistyczną QRA [15].

Niestety, nie ma także ustalonych jednolitych kryteriów oceny ryzyka w ruchu drogowym. W Wielkiej Brytanii zaproponowano kryteria dla określenia ryzyka akceptowanego dla wypadków drogowych. Także w przypadku oceny ryzyka w tunelach kilka krajów (Wielka Brytania, Holandia, Austria i Czechy) podało swoje przedziały funkcji F–N (dystrybuanty dopełniającej) dla ryzyka grupowego [12]. Dobrym przykładem próby zastosowania wspólnych kryte-

riów oceny ryzyka są kryteria oceny dla ryzyka indywidualnego i społecznego zaproponowane przez EuroRAP i stosowane obecnie przez ponad 30 krajów Europy do oceny ryzyka na sieci dróg [14].

Dotychczas dwa zagadnienia zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego zostały docenione i stały się przedmiotem uregulowań UE: zarządzanie ryzykiem w tunelach i zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.

Zarządzanie ryzykiem w tunelach jest przedmiotem wprowadzonej w 2004 roku przez Parlament Europejski i Radę Dyrektywy 2004/54/WE, dotyczącej zapewnienia minimalnego poziomu bezpieczeństwa użytkowników dróg w tunelach w transeuropejskiej sieci drogowej – poprzez zapobieganie krytycznym zdarzeniom, które mogą zagrażać ludzkiemu życiu, środowisku i instalacjom tunelowym, jak również poprzez zapewnienie ochrony w razie wypadków [16]. Według tej Dyrektywy, w przypadku projektowania i eksploatacji tuneli dłuższych niż 500 m na sieci dróg transeuropejskich (TEN), wymagane są procedury zarządzania ryzykiem. Niestety, mimo obowiązywania jej, nie ma dotychczas w Polsce odpowiedniej metody zarządzania ryzykiem w tunelach.

Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na sieci dróg europejskich przewiduje Dyrektywa 2008/96/WE z listopada 2008 roku, która dotyczy ustanowienia i wdrożenia procedur dotyczących przeprowadzania przez państwa członkowskie ocen wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, audytów bezpieczeństwa ruchu drogowego, zarządzania bezpieczeństwem sieci drogowej TEN i kontroli bezpieczeństwa ruchu drogowego [17].

Elementy ogólnej metodologii zarządzania ryzykiem – takie jak: identyfikacja zagrożeń, ocena możliwych konsekwencji wypadków oraz formułowanie scenariuszy zagrożenia – są widoczne w wielu zapisach Dyrektywy 2008/96/WE, w szczególności w załącznikach do tego dokumentu. Brakuje jednak szczegółowych procedur wdrożeniowych tej Dyrektywy w Polsce. Część krajów próbuje harmonizować metody zarządzania ryzykiem w ramach metod zarządzania krytyczną infrastrukturą, do której zalicza się także infrastrukturę transportu drogowego. Prace na rzecz standaryzacji metod zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej prowadzą drogowe organizacje międzynarodowe.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że integracja metod zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym powinna zmierzać w kierunku:

- wdrożenia zintegrowanego zarządzania ryzykiem w organizacjach (ministerstwa, agencje, samorządy) zajmujących się zarządzaniem transportem drogowym,
- opracowania i wdrożenia zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem na sieci dróg,
- opracowania i wdrożenia metody zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach transportu drogowego,
- harmonizacji metod zarządzania ryzykiem pomiędzy różnymi gałęziami transportu, poprzez stworzenie ogólnych zasad zarządzania.

## Proponowane kierunki integracji zarządzania ryzykiem

Ogólnym celem analizy ryzyka w transporcie jest opracowanie racjonalnych podstaw do podejmowania decyzji mających na celu unikanie strat, które mogą wystąpić na dowolnym poziomie zarządzania transportem i w dowolnym miejscu konkretnego systemu transportowego. Decyzje takie stanowią składnik procesu zarządzania ryzykiem. Pierwszym etapem tego procesu jest analiza ryzyka, w której dokonuje się oszacowania jego wielkości.

Istnienie dużych podobieństw i mocnych zależności między różnymi rodzajami zarządzania związanego z bezpieczeństwem różnych systemów pozwala postawić tezę, że *ryzyko jest osią, wokół której można integrować różne systemy zarządzania* wchodzące w skład systemu brd. Teza ta odnosi się do każdego systemu transportowego, także do systemów transportu drogowego. Z tezy tej wynika postulat budowy zintegrowanej i „normatywnej” koncepcji zarządzania ryzykiem w systemach transportowych, także w systemach transportu drogowego [18].

Zarządzanie ryzykiem drogowym może być stosowane w następujących rodzajach zarządzania, z wykorzystaniem odpowiadających im standardów:

- zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy – podstawowy polski standard PN–N–18001 (02); elementy bezpieczeństwa i ryzyka zawodowego są obecne we wszystkich firmach transportowych, przedsiębiorstwach produkujących na potrzeby transportu drogowego, a także instytucjach zarządzania ruchem drogowym oraz infrastrukturą drogową; związek bezpieczeństwa zawodowego z brd jest dość oczywisty, szczególnie w grupie kierowców zawodowych,
- zarządzanie finansami – zależność stanu brd od zarządzania finansami jest oczywista; wobec permanentnego niedoboru środków finansowych, szczególnie istotne elementy zarządzania dotyczą: alokacji środków na inwestycje pro brd oraz efektywności wykorzystania środków,
- zarządzanie łańcuchami dostaw – jeden ze standardów to ISO/PAS 28000; podstawową kwestią jest tutaj zarządzanie „ryzykiem dostaw” (*supply risk*), którego ważnym składnikiem jest ryzyko operacji transportowych, co w dziedzinie transportu drogowego już ściśle wiąże się z poziomem brd.

Budowa koncepcji zintegrowanego zarządzania ryzykiem w systemie brd wymaga opracowania lub wyboru płaszczyzny integracji dla wszystkich składników systemu brd. Taka płaszczyzna integracji musi zawierać:

- wspólną terminologię bezpieczeństwa i ryzyka wraz z ewentualnym protokołem niemożliwych do usunięcia rozbieżności, a także wspólne definicje celów i zadań zarządzania ryzykiem wraz z określeniem zakresów stosowalności i pól ograniczeń,
- wspólną metodologię zarządzania ryzykiem, która powinna bazować na znanej ogólnej metodologii zarządzania ryzykiem, przy wykorzystaniu najnowszych koncepcji i standardów w tym zakresie.

Przegląd metod zarządzania ryzykiem w poszczególnych rodzajach transportu wskazuje na dość duże różnice w terminologii i rozbieżności dotyczące szczegółowych zasad oraz zastosowań metod zarządzania ryzykiem. Istnieje zatem konieczność podjęcia próby integracji metod zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym. Proponuje się prowadzenie analiz w dwóch kierunkach integracji zarządzania ryzykiem [19]:

- integrowanie zarządzania różnymi rodzajami (aspektami) ryzyka w organizacji (organizacjach międzynarodowych, urzędach centralnych, samorządach, zarządach infrastruktury transportu itp.), głównie w warstwie zarządzania ryzykiem strategicznym,
- integrowanie metod zarządzania ryzykiem operacyjnym w procesie transportowym.

Proponuje się poszukiwanie możliwości integrowania zarządzania ryzykiem z uwzględnieniem:

- poziomów zarządzania (podejmowania decyzji),
- obszarów zainteresowania,
- rodzajów ryzyka,
- miar ryzyka,
- kierunków integracji,
- terminologii,
- metodyki zarządzania.

**Poziomy i obszary zarządzania ryzykiem.** Przewiduje się, że zintegrowane metody zarządzania ryzykiem będą stosowane na wielu poziomach zarządzania oraz dla różnych obszarów oddziaływania i wpływu. Macierz podziału na poziomy zarządzania i obszary oddziaływania przedstawiono w tabeli 1. Zgodnie z systemowym podejściem do zarządzania bezpieczeństwem transportu, wypadki są rezultatem nieprzystosowania w interakcji pomiędzy elementami składowymi całego systemu transportu. Według tej teorii nie można wskazywać jednego elementu systemu jako ważniejszego niż inne. Uczestnicy procesu transportowego popełniają błędy, ponieważ system transportu nie został prawidłowo zaprojektowany i nie jest dostosowany do ludzkich możliwości. System transportu składa się z wielu warstw, które można podzielić na lokalne i zewnętrzne, zwane dalej otoczeniem. Poszczególne warstwy (poziomy) systemu przyczyniają się do narastania ryzyka wypadku. Na każdym z poziomów zarządzania występuje różny zakres danych i pożądanym jest różny stopień dokładności analizy i oceny ryzyka.

Wyróżniono cztery obszary, które z jednej strony stanowią zbiór czynników wpływających na ryzyka, a drugiej są szarami, na których rejestruje się skutki wypadków transportowych.

Analiza ryzyka w systemach transportowych jest strukturalnym procesem identyfikacji prawdopodobieństw oraz ilości (zakresu) strat spowodowanych w systemie lub/i jego otoczeniu, przy czym do strat szczególnych zaliczane fizyczne szkody ponoszone przez elementy struktury systemu (ludzie, infrastruktura transportowa, środki transportu) i/lub otoczenie (środowisko). Ryzyka strukturalne są

Tabela 1

Poziomy (warstwy) i obszary zarządzania ryzykiem w zarządzaniu bezpieczeństwem transportu [19]					
Lp.	Poziomy zarządzania	Obszary oddziaływania i wpływu			
		Człowiek	Pojazd	Droga	Otoczenie
1.	Instytucje i organizacje międzynarodowe	x	x	x	x
2.	Władze wspólnot i federacji między państwowych	x	x	x	x
3.	Władze centralne	x	x	x	x
4.	Urzędy i instytucje centralne	x	x	x	x
5.	Samorzady regionalne i lokalne	x		x	x
6.	Zarządy dróg			x	x
7.	Zarządy transportu	x	x	x	x
8.	Fabryki pojazdów i urządzeń		x		
9.	Przewoźnicy	x	x		
10.	Operatorzy	x			

związane z niepożądanymi zmianami struktury systemu transportowego i zależą od: czynnika ludzkiego, środków transportu, elementów infrastruktury, otoczenia (w tym norm, przepisów, procedur), ale też relacji (interakcji) pomiędzy tymi czynnikami.

**Rodzaje ryzyka.** Proponuje się uwzględnienie na poziomie strategicznym i operacyjnym ryzyka: osobowego i ekonomicznego, z możliwością uwzględnienia w przyszłości także ryzyka ekologicznego.

**Miary ryzyka.** Proponuje się uwzględnienie następujących podstawowych miar ryzyka:

- w ocenach jakościowych proponuje się miary jakościowe wyrażone liczbowo punktami,
- w ocenach ilościowych proponuje się następujące miary:
  - liczbę ofiar śmiertelnych do oceny ryzyka osobowego,
  - koszty wypadków do oceny ryzyka ekonomicznego.

**Kierunki integracji.** Proponuje się wstępnie dwa kierunki integracji zarządzania ryzykiem w transporcie:

- integracja terminologii związanej z ryzykiem,
- integracja metod zarządzania ryzykiem.

**Integracja terminologii związanej z ryzykiem** powinna doprowadzić do:

- ustalenia definicji zdarzeń drogowych różnego rodzaju,
- ustalenia definicji: straty, zagrożenia, ryzyka i innych – wspólnych dla wszystkich rodzajów transportu,
- ustalenia różnic między definicjami przyjętymi w poszczególnych rodzajach transportu.

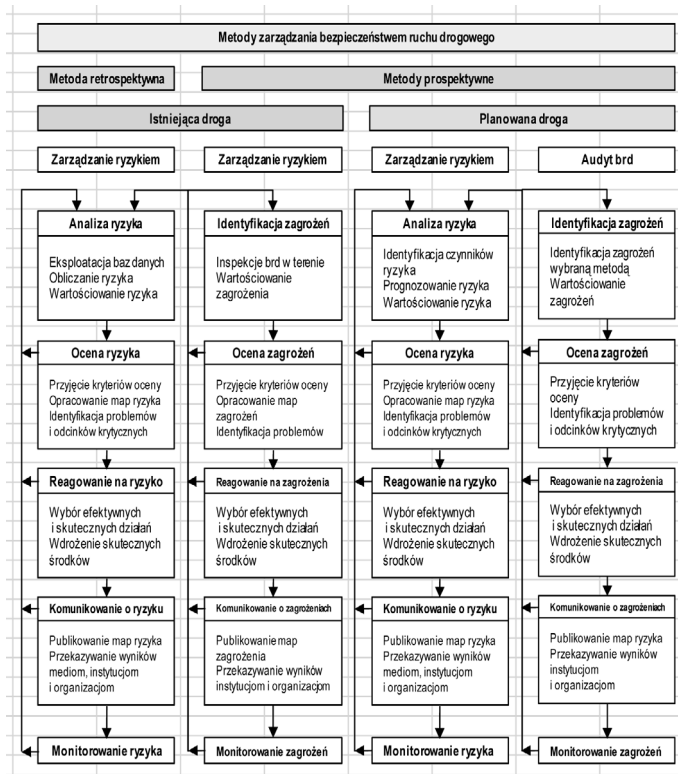
**Integracja metod zarządzania ryzykiem** powinna polegać na wypracowaniu ogólnej uniwersalnej metody, składającej się z pięciu etapów: analizy ryzyka, oceny ryzyka, reagowania na ryzyko, monitorowania ryzyka i komunikowania o ryzyku.

Na rysunku 1 przedstawiono koncepcję integracji metod zarządzania bezpieczeństwem z podziałem na metody zarządzania ryzykiem i metody zarządzania zagrożeniami. Zatem istnieje możliwość zastosowania tej metody:

- dla istniejącej drogi: zarządzania ryzykiem lub zarządzania zagrożeniami,
- dla planowanej drogi: zarządzania ryzykiem lub zarządzania zagrożeniami z wykorzystaniem audytu brd.

Ze względu na rodzaj danych można dokonać podziału na metody:

- retrospektywne (bazujące na danych historycznych),
- prospektywne, bazujące na danych prognozowanych.



Rys. 1. Schemat koncepcji metod zarządzania zagrożeniem i ryzykiem.

Wykorzystując podejście integracyjne we wszystkich proponowanych metodach, przyjęto pięć podobnych poziomów zarządzania ryzykiem (zagrożeniami):

1. analiza ryzyka (lub zagrożenia) w relacji do specyficznych charakterystyk różnych rodzajów transportu drogowego (standardów technicznych, praktycznych realizacji itp.),
2. ocena ryzyka (lub zagrożenia),
3. reagowanie na ryzyko (lub zagrożenie), tj. ogólne zasady postępowania z ryzykiem w relacji do specyficznych charakterystyk poszczególnych rodzajów transportu drogowego i poziomu występującego ryzyka, monitorowanie ryzyka (lub zagrożenia), komunikowanie o ryzyku (lub zagrożeniu).

Dla istniejącej drogi możemy zastosować dwie metody zarządzania bezpieczeństwem: zarządzanie ryzykiem jako metodę retrospektywną bazującą na zaistniałych zdarzeniach drogowych lub zarządzanie zagrożeniami jako metodę prospektywną, bazującą na identyfikacji źródeł zagrożeń podstawie inspekcji w terenie. W tym przypadku moż-

liwe jest przejście od zarządzania zagrożeniami do zarządzania ryzykiem.

Dla planowanej drogi możemy zastosować także dwie metody zarządzania bezpieczeństwem: zarządzanie ryzykiem jako metody retrospektywne. Zarządzanie ryzykiem szacowanym na bazie modeli deterministycznych lub metod probabilistycznych, albo zarządzanie zagrożeniami bazujące na audycie brd jako elementu identyfikacji, analizy i oceny zagrożeń. W tym przypadku możliwe jest także przejście od zarządzania zagrożeniami do zarządzania ryzykiem.

Ponadto szczególną uwagę przy tworzeniu zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym należy poświęcić elementom wspólnym, podobnym lub wybranym aspektom przekrojowym kilku rodzajów transportu, co dotyczy przede wszystkim:

- przewozu materiałów niebezpiecznych,
- łańcuchów przewozowych (pasażerskie i towarowe),
- transportu intermodalnego,
- ważnych obiektów drogowych (tunele, mosty, węzły integracyjne, przejazdy kolejowe),
- floty pojazdów,
- operatorów.

## Podsumowanie

Początek XXI wieku to okres racjonalizacji i integracji rozproszonych działań. W wielu dziedzinach podejmowane są próby integrowania działania systemów pracujących dotychczas niezależnie. Idea integracji systemów polega głównie na połączeniu zarządzania funkcjami, które do tej pory były realizowane osobno. Dzięki zautomatyzowaniu kontroli i wspomaganie decyzji możliwa jest optymalizacja systemu zarządzania bezpieczeństwem. Działania takie podejmowane są także coraz częściej w zarządzaniu ryzykiem systemów transportu drogowego.

Biorąc pod uwagę zebrane doświadczenia z dotychczasowej integracji zarządzania ryzykiem w transporcie, widać potrzebę dalszych prac, które powinny być prowadzone w dwóch, następujących kierunkach:

1. Integracja terminologii związanej z ryzykiem i metodami jego zarządzania tj. ustaleniem definicji wspólnych lub tożsamy dla wszystkich rodzajów transportu drogowego.
2. Integracja metod pięcioetapowego zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym.

## Literatura

1. Szymanek A., *Sterowanie ruchem w transporcie. Koncepcja podstaw teoretycznych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej, Seria: Transport z. 35, 1996.
2. *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*, T.1 *Diagnoza Bezpieczeństwa Transportu w Polsce*, WKŁ, 2009.
3. Rumar K., *Transport Safety Vision, Targets and Strategies*, Beyond 2000. ETSC Brussels 1999.
4. Hollnagel E., *Barrier Analysis and Accident Prevention*, Human – Technology Integration Colloquium Series, Air Forces Research Laboratory Finland, 2002.

5. Jamroz K., Michalski L., *System bezpieczeństwa ruchu drogowego*, w: Program szkoleń w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego, Materiały szkoleniowe z bezpieczeństwa ruchu drogowego, wersja 08/2004 opracowana dla Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego przez Konsorcjum w składzie: Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Ekodroga i NEA w ramach kontraktu TRD/1/2003 finansowanego z pożyczki Banku Światowego 4236-0-1 POL. Gdańsk 2004.
6. Hauer, E., *Traffic Conflicts and Exposure*, Accident Analysis and Prevention, Volume 14, 1982.
7. Wilde G.J., *Risk homeostasis theory: an overview*, Queens University, Kingston, Ontario, Canada 1984.
8. Haight, F.A., *Risk, especially risk of traffic accident*, Accident Analysis and Prevention, 18, 1986.
9. van Poortyliet A., *Risks, disasters and management – A comparative study of three passenger*, thesis, Technical University Delft, the Netherlands, 1999.
10. Hauer E., *Left Turn Protection, Safety, Delay and Guidelines*, A Literature Review, Draft 10/04/2004.
11. Jamroz K., *Ocena ryzyka w inżynierii drogowej*, Mat. konferencji „Transport XXI wieku”, Stare Jabłonki 2007.
12. Jamroz K., *Koncepcja metody zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym dla potrzeb kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przegląd zastosowań zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym*, ZEUS Raport G2-TD-2/1-A, Praca niepublikowana, Gdańsk 2008.
13. Szymanek A., *Koncepcja metody zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym dla potrzeb kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zarządzanie ryzykiem ze szczególnym uwzględnieniem transportu drogowego*, ZEUS Raport G2-TD-2/1-B, Praca niepublikowana, Radom 2008.
14. *Getting Organised to Make Roads Safe – EuroRAP 2nd Pan-European Progress Report Launched*, EuroRAP 2006, www.eurorap.net, www.eurorap.pl
15. 1st International Seminar on Risk Management for Roads and International Workshop on Tsunami, PIARC and Ministry of Transport Vietnam, Hanoi 2006.
16. Dyrektywa 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa dla tuneli w transeuropejskiej sieci drogowej. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 167/39, 2004.
17. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.
18. Szymanek A., *Zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego: od teorii do praktyki*, I Lubelska Wojewódzka Konferencja „Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego. Rzeczywistość – Uwarunkowania – Wyzwania”, Lublin 11 maja 2001.
19. Jamroz K., Szymanek A. i inni, *Integracja metod zarządzania ryzykiem w transporcie*, w: *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*, t.2, *Uwarunkowania rozwoju integracji systemów transport*, red. R. Krystek, WKŁ, Warszawa 2009.

## Transport Miejski i Regionalny

Kontynuacja tytułu „Transport Miejski”, wydawanego od 1982 r.

### Wydawca:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej  
<http://www.sitk-rp.org.pl>

### Adres redakcji:

ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków  
 tel./fax (012) 658 93 74  
 e-mail: [tmir@sitk.neostrada.pl](mailto:tmir@sitk.neostrada.pl)  
 Strona w Internecie: <http://czasopisma.sitk.org.pl>

### Rada programowa:

Wojciech Bąkowski, Jerzy Chudzicki, Alina Giedryś, Andrzej Grzegorzczak, Józef Jastrzębski, Marjan Osuch, Jan Raczyński, Andrzej Rudnicki, Wojciech Suchorzewski, Marian Tracz, Olgierd Wysomirski, Barbara Żmizdińska

### Redaktor naczelny:

Wiesław Starowicz – [starowicz@sitk.org.pl](mailto:starowicz@sitk.org.pl)

### Sekretarz redakcji:

Janina Mrowińska – [mrowinska@sitk.org.pl](mailto:mrowinska@sitk.org.pl)

### Zespół redakcyjny:

Tadeusz Dyr, Stanisław Gaca, Ryszard Janecki, Mariusz Szatkowski, Robert Tomanek

### Współpraca:

Katarzyna Hebel (Gdynia), Stefan Krychniak (Warszawa), Bartosz Mazur (Katowice), Bogustaw Molecki (Wrocław), Stefan Sarna (Warszawa), Jacek Sołtysek (Katowice), Michał Wolański (Warszawa)

### Streszczenia w języku angielskim:

Zofia Bryniarska

### Recenzowanie tekstów:

Czasopismo jest umieszczone na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 4 punktami za umieszczoną w nim publikację naukową. Wszystkie publikacje podlegają procedurze recenzowania.

### Skład:

Tomasz Wojtanowicz

### Druk:

Wydawnictwo PiT Kraków  
 ul. Ulanów 54/51, 31-455 Kraków, tel.: (012) 290-32-10, fax: 290-32-11

### Projekt graficzny okładki:

Lucyna Starowicz

### Prenumerata w 2010 roku:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie  
 Adres: 30-804 Kraków, ul. Siostrzana 11  
 Konto: 43 1240 4722 1111 0000 4859 0666  
 Cena egzemplarza – 18 zł (zagraniczna – 8 euro)  
 Koszt prenumeraty półrocznej – 108 zł (zagraniczna – 48 euro)  
 Koszt prenumeraty rocznej – 216 zł (zagraniczna – 96 euro)  
 Studenci – 50% zniżki

Artykuły opublikowane w „Transportie Miejskim i Regionalnym” są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych, indeksowane w bazie danych o zawartości polskich czasopism technicznych BAZTECH <http://baztech.icm.edu.pl>

Działa wyszukiwarka tekstów i autorów na stronie internetowej:

[www.biblioteka.transport.pwr.wroc.pl/szukaj/tmir](http://www.biblioteka.transport.pwr.wroc.pl/szukaj/tmir).

Artykułów nie zamówionych redakcja nie zwraca. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania skrótów nadesłanych materiałów.

Za treść i formę ogłoszeń oraz reklam redakcja nie odpowiada.

Za wydrukowanie artykułu Autorzy nie otrzymują honorarium.

## Reklama w „Transportie Miejskim i Regionalnym”

szkła reklamy w czasopiśmie wynosi:

strona okładki (kolor)	2500,00 zł + VAT
3. strona okładki (kolor)	1800,00 zł + VAT
inna strona wewnątrz numeru (cz.-b.)	900,00 zł + VAT
inna strona wewnątrz numeru (kolor)	1200,00 zł + VAT

na tekstów sponsorowanych oraz wkładek tematycznych do uzgodnienia. przypadku reklam w kilku kolejnych numerach możliwy upust do 20%.

oszenia w sekretariacie redakcji – Janina Mrowińska, tel. (0-12) 658-93-74