

Kazimierz Jamroz
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska,
Katedra Inżynierii Drogowej

ANALIZA KATEGORII STRAT W WYPADKACH DROGOWYCH

Streszczenie: Straty stanowią jeden z kluczowych elementów pomiaru ryzyka. W przypadku ruchu drogowego straty poniesione w wypadkach drogowych można podzielić na kilka kategorii, między innymi: straty osobowe (zdrowotne), straty materialne, straty środowiskowe, straty ekonomiczne i inne. W referacie będzie przedstawiona analiza wielkości poszczególnych kategorii strat w wypadkach drogowych. Na podstawie przeprowadzonej analizy będą wskazane zalecenia do sposobu wykorzystania poszczególnych kategorii strat w analizach i ocenie ryzyka oraz zalecenia do zmiany sposobu zbierania danych o tych stratach

Słowa kluczowe: ruch drogowy, ryzyko, kategorie strat.

1. WSTĘP

W zarządzaniu ryzykiem stosuje się modele ryzyka bazujące na ilorazie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych i poziomie konsekwencji tych zdarzeń. Zatem konsekwencje są kluczowym elementem analizy i oceny ryzyka. Konsekwencjami mogą być zyski lub straty osiągnięte w wyniku podjęcia ryzykownego działania. W zarządzaniu ryzykiem w transporcie drogowym skupiamy się na tym tej drugiej składowej konsekwencji tj. stratach ponoszonych w zdarzeniach niebezpiecznych jakimi są kolizje i wypadki drogowe.

Strata (szkoda) definiowana jest jako utrata życia, uraz fizyczny lub uszczerbek na zdrowiu, utrata mienia lub zniszczenie obiektu, degradacja środowiska, straty ekonomiczne itp. [1]

W opracowaniach dotyczących strat ponoszonych w wypadkach drogowych najczęściej korzystano z miar określających straty zdrowotne (osobowe) i ekonomiczne. Pojawiły się także prace proponujące ujęcie w analizach bezpieczeństwa ruchu także strat środowiskowych [2]. W materiałach opracowanych przez HSE proponuje się znacznie szersze i zintegrowane podejście do analizy ryzyka dotyczącej transportu materiałów niebezpiecznych po sieci dróg, obejmującą trzy kategorie strat: zdrowie, bezpieczeństwo i środowisko [3]. Zwraca się także uwagę na straty materialne ponoszone w wypadkach

i kolizjach drogowych.

Biorąc to wszystko pod uwagę w niniejszej pracy przedstawiono przegląd i analizę strat w wypadkach i kolizjach drogowych z podziałem na cztery kategorie strat:

- straty osobowe (zdrowotne),
- straty materialne,
- straty środowiskowe,
- straty ekonomiczne.

2. STRATY OSOBOWE

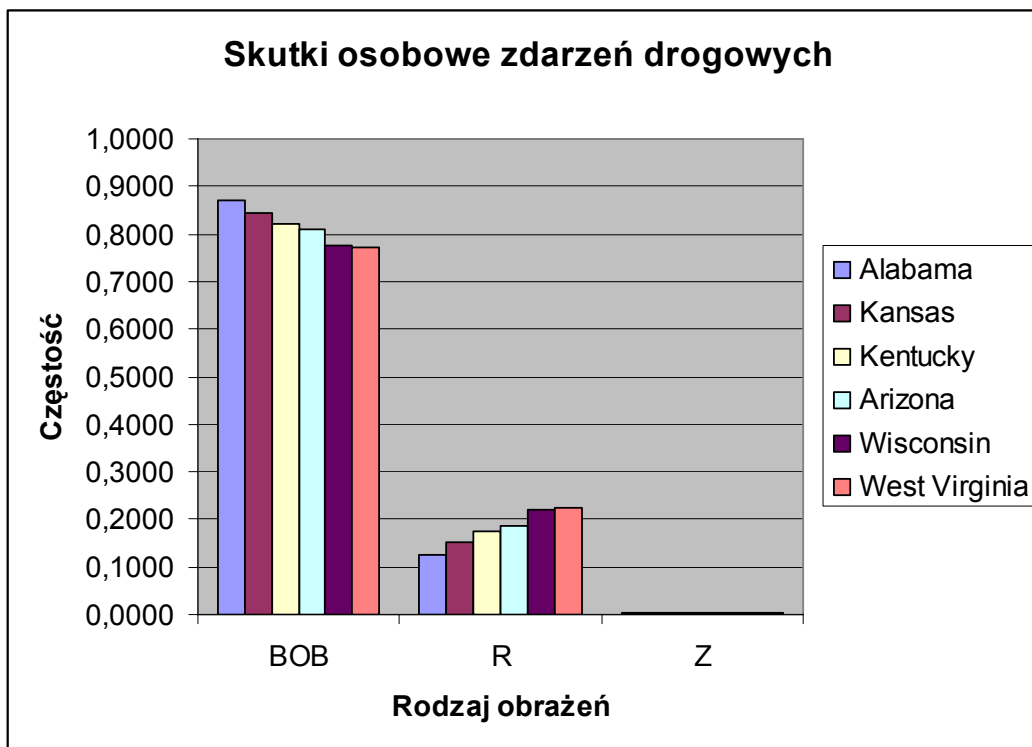
Straty osobowe zwane także zdrowotnymi dotyczą uszkodzeń ciała w wyniku uwikłania uczestnika ruchu drogowego w zdarzenie drogowe. Problem uszkodzeń ciała był przedmiotem badań i analiz już wiele lat p.n.e. Biomechanika urazów począwszy od obserwacji empirycznych, poprzez okres eksperymentów doczekała się naukowych opracowań.

Rozkłady częstości wybranych strat osobowych na przykładzie danych o zdarzeniach drogowych z wybranych stanów USA przedstawiono na rys. 1 [4]. W tych stanach policjanci wypełniający karty zdarzeń drogowych podawali liczbę osób uwikłanych w wypadek lub kolizję drogową, jest to informacja dostępna niestety tylko w znikomej liczbie baz danych wypadkach. Z tego wykresu wynika, że w analizowanych stanach USA z pośród osób uwikłanych w kolizje i wypadki drogowe:

- 77 – 92% wyszło z tych zdarzeń bez obrażeń (B_0),
- 7 – 22 % było rannych (O_R),
- 0,22 – 0,33% poniosło śmierć (O_Z).

Najczęściej notowane obrażenia powstałe w wyniku wypadków drogowych to: obrażenia głowy, obrażenia kręgosłupa, obrażenia klatki piersiowej, obrażenia nóg oraz obrażenia wewnętrzne. Najcięższe urazy występujące podczas wypadków drogowych to obrażenia głowy, które w konsekwencji dość często powodują kalectwo lub śmierć uczestników ruchu. Bezpośrednią przyczyną tych obrażeń są przyspieszenia jakie doznają elementy ciała w chwili zderzenia.

Obrażenia jakich mogą doznać uczestnicy ruchu drogowego (także innych rodzajów transportu) są oceniane za pomocą wielu miar lub kryteriów, które mają charakter ilościowy lub jakościowy. Najbardziej znaną klasyfikacją obrażeń uczestników ruchu jest skala AIS (MAIS). Skala AIS (Abbreviated Injury Scale) powstała w 1969 roku i od tego czasu była kilkakrotnie aktualizowana. Utworzono ją na potrzeby medycznej oceny obrażeń ma ona 6 stopni [5]. Następnie na bazie tej skali utworzona skalę MAIS (Maximum of Abbreviated Injury Scale), rozwijaną przez Association for the Advancement of Automotive Medicine, w której usunięto stopień 6 – obrażenia nie przeżyciowe. Charakterystykę obrażeń przyjętą w wymienionych skalach zestawiono w tablicy 1.



Rys. 1. Rozkłady częstości obrażeń w zdarzeniach drogowych w wybranych stanach USA.

Tablica 1

Charakterystyka obrażeń w skalach AIS i MAIS [5]

Skala obrażeń		Kategoria obrażeń	Charakterystyka obrażeń
AIS	MAIS		
1	1	Obrażenia lekkie	Powierzchniowe otarcia lub rany cięte, siniaki, złamanie kości nosowej, złamanie żebra
2	2	Obrażenia średnie	Głębokie rany, wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności na krócej niż 15 min, złamanie mostka, rozległe złamania żeber
3	3	Obrażenia ciężkie	Wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności do jednej godziny, złamanie barku, pęknięcie przepony
4	4	Obrażenia bardzo ciężkie	Udar mózgu z utratą przytomności do 24 godzin, pęknięcie śledziony, pęknięcie żołądka, utrata nogi powyżej kolana
5	5	Obrażenia krytyczne	Udar mózgu z utratą przytomności powyżej 24 godzin, pęknięcie jelit, pęknięcie wątroby, pęknięcie mięśnia sercowego, uszkodzenie rdzenia kręgowego z porażeniami
6	Brak	Obrażenia nieprzeżyciowe	Pęknięcie czaszki, zgniecenie klatki piersiowej, pęknięcie kręgosłupa na wysokości trzeciego kręgu szyjnego lub wyżej

Natomiast statystyki policyjne i bazy danych NSC w USA stosują bardziej uproszczoną klasyfikację KABCO Codes (National Analysis Sampling System (NASS) Crashworthiness Data System (CDS) 1994-2003 Data) [6], której charakterystykę przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2

Charakterystyka obrażeń w skali KABCO [6]

Skala obrażeń		Kategoria obrażeń	Charakterystyka obrażeń
KABCO	Skala AIS		
O	0 – 1	Straty materialne	Brak obrażeń, tylko straty materialne
C	0 – 2	Lekko ranny	Możliwe drobne obrażenia ciała
B	0 – 3	Średnio ranny	Obrażenia ciała, ale umożliwiające funkcjonowanie
A	0 – 6	Ciężko ranny	Ciężkie obrażenia ciała, uniemożliwiające funkcjonowanie
K	6	Ofiara śmiertelna	Śmierć na miejscu wypadku lub w ciągu 30 dni po wypadku

Z przedstawionego porównania wynika, że istnieją rozbieżności pomiędzy przedstawionymi skalami. Skala AIS została utworzona głównie dla pierwszej kwalifikacji ofiar dla potrzeb medycznych. Z badań wynika, że w każdej klasie MAIS zakwalifikowanych obrażeń zdarzają się przypadki zgonu w wyniku obrażeń poniesionych w zdarzeniu drogowym. Przypadki śmierci w ciągu 30 dni po wypadku zdarzają się nawet w klasie 0 (1 na 10000 przypadków) a w klasie A (1 na 200 przypadków). Ponieważ częstości obrażeń w klasie 4 i 5 są bardzo rzadkie, dlatego biorąc pod uwagę dokładność klasyfikacji obrażeń dla potrzeb zbierania w bazach danych słusznym jest zmniejszenie liczby klas obrażeń.

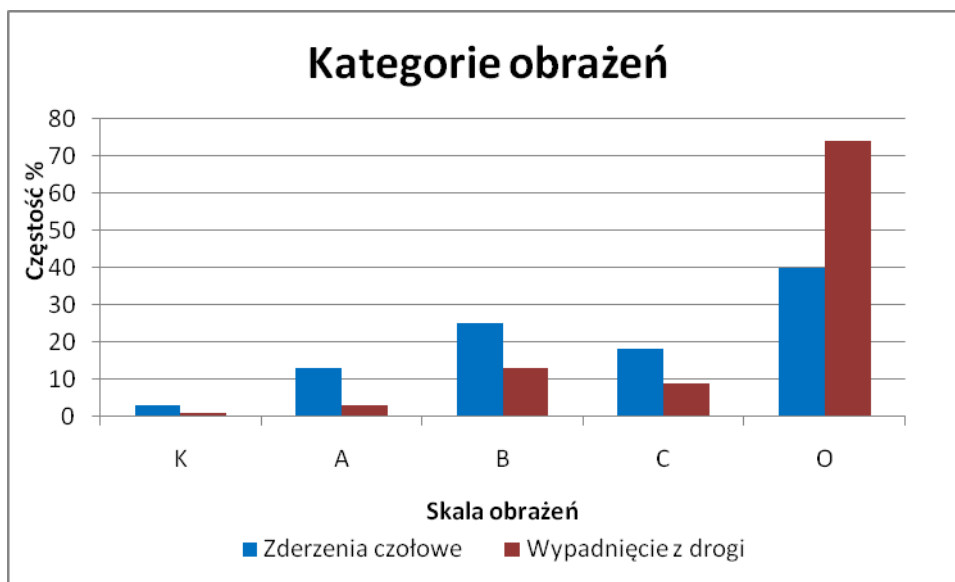
W wyniku tego podejścia w raportach policyjnych i w bazach danych wielu stanów USA, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Niemczech i w wielu innych krajach przyjęto skalę KABCO jako podstawę klasyfikacji strat osobowych w zdarzeniach drogowych. Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy rozkład strat według skali KABCO, dla dwóch rodzajów zdarzeń drogowych w stanie Massachusetts w latach 2002 – 2004 [6].

W Polsce stosuje się oficjalnie klasyfikację zdarzeń drogowych oraz strat w ruchu drogowym przedstawioną w Zarządzeniu Komendanta Głównego Policji nr 635 z dnia 30.11.2006 r. dotyczącego zbierania danych statystycznych o zdarzeniach drogowych [7]. Zgodnie z tym zarządzeniem przyjęte są następujące definicje:

1. *Wypadek drogowy* – zdarzenie drogowe, które pociągnęło za sobą ofiary w ludziach, w tym także u sprawcy tego zdarzenia, bez względu na sposób zakończenia sprawy.
2. *Kolizja drogowa* – zdarzenie drogowe, które pociągnęło za sobą wyłącznie straty materialne.
3. *Śmiertelna ofiara wypadku* – osoba zmarła na miejscu wypadku lub w ciągu 30 dni od dnia wypadku na skutek doznanych obrażeń ciała.
4. *Osoba ciężko ranna* – osoba, która doznała ciężkiego kalectwa, ciężkiej choroby nieuleczalnej lub długotrwałej choroby realnie zagrażającej życiu, trwałej choroby psychicznej, całkowitej lub znacznej niezdolności do pracy w zawodzie lub trwałego, istotnego zszpecenia lub zniekształcenia ciała oraz urazów w postaci np. złamań, uszkodzeń organów wewnętrznych, poważnych ran ciętych i szarpanych.

5. *Osoba lekko ranna* – osoba, która poniosła uszczerbek na zdrowiu inny niż osoba ciężko ranna, naruszający czynności narządu ciała lub rozstrój zdrowia na okres trwający dłużej niż 7 dni, stwierdzony przez lekarza.

Jest to podejście bazujące tylko na stratach osobowych i materialnych ponoszonych w wypadkach drogowych.



Rys. 2. Rozkłady kategorii obrażeń w zdarzeniach drogowych w stanie Massachusetts w latach 2002 – 2004 według klasyfikacji KABCO [6]

Porównując klasyfikację strat osobowych opracowaną na podstawie Zarządzenia Komendanta Głównego Policji nr 635 z dnia 30.11.2006 r. z klasyfikacją wg skali KABCO, można stwierdzić, że w Polsce praktycznie pomija się jedną grupę ofiar wypadków drogowych tj. ofiar lekko rannych (grupa C w skali KABCO). Obrażenia które w Polsce traktowane są jako lekko ranne należą praktycznie do średnio rannych (kategoria B) w skali KABCO. Świadczyć może o tym stosunkowo niski wskaźnik ofiar rannych w wypadkach drogowych w Polsce w stosunku do innych krajów (na poziomie 30 – 60 % Niemiec, Szwecji i Wielkiej Brytanii) podczas gdy wskaźnik ofiar śmiertelnych jest 2 – 2,5 razy większy niż w tych krajach. Zatem nie można porównywać w wiarygodny sposób liczby ofiar rannych i liczby wypadków zaistniałych w Polsce i w innych krajach.

W konsekwencji w Polsce zaniża się liczbę wypadków, gdyż zdarzenia z ofiarami lekko rannymi są rejestrowane jako kolizje. Biorąc to pod uwagę postuluje się rozszerzenie zakresu klasyfikacji ofiar rannych a tym samym zakresu wypadków drogowych.

Ponadto należy zwrócić uwagę na dokładność oszacowania danych o rodzajach zdarzeń i kategoriach ofiar zdarzeń drogowych. Analizy i badania prowadzone przez zespół kierowany przez autora opracowania, w poprzednich latach wykazały, że istnieje dość zróżnicowany poziom dokładności i wiarygodności danych pochodzących z poszczególnych źródeł. Najbardziej wiarygodne są dane pochodzące z raportów policyjnych. Szacuje się, że raporty policyjne obejmują:

- ok. 100% ofiar zabitych w wypadkach drogowych,

- ok. 90 – 95 % ofiar rannych w wypadkach drogowych,
- ok. 40 – 60 % kolizji drogowych.

Biorąc to wszystko pod uwagę, można stwierdzić, że najbardziej wiarygodną miarą strat osobowych jest są następujące kategorie obrażeń:

- do analiz i porównań międzynarodowych – kategoria ofiar śmiertelnych O_Z , w mniejszym stopniu połączona kategoria ofiar śmiertelnych i ciężko rannych O_{ZCR} ,
- do analiz i porównań krajowych i lokalnych – kategorie ofiar śmiertelnych O_Z , ofiar rannych O_R i ofiar śmiertelnych i ciężko rannych O_{ZCR} .

3. INNE KATEGORIE STRAT

Pozostałe kategorie analizowanych strat to: straty materialne, ekonomiczne i środowiskowe.

Straty materialne to zniszczenia materialne pojazdów, drogi, budynków znajdujących się w pobliżu drogi, przewożonych dóbr materialnych powstałe w konsekwencji zdarzeń drogowych. Wśród strat materialnych wyróżnia się uszkodzenia pojazdów (kasacja pojazdu, uszkodzenia elementów przodu pojazdu, uszkodzenia elementów tyłu pojazdu i uszkodzenia elementów bocznych pojazdów) oraz uszkodzenia otoczenia w miejscu wypadku (uszkodzenie obiektów drogowych, uszkodzenia obiektów poza drogą, uszkodzenia barier, zanieczyszczenie nawierzchni itp.). W uszkodzeniach pojazdów podział uszkodzeń jest następujący: przednie, ok. 67 %, tylne ok. 24 % i boczne ok. 9 % [8].

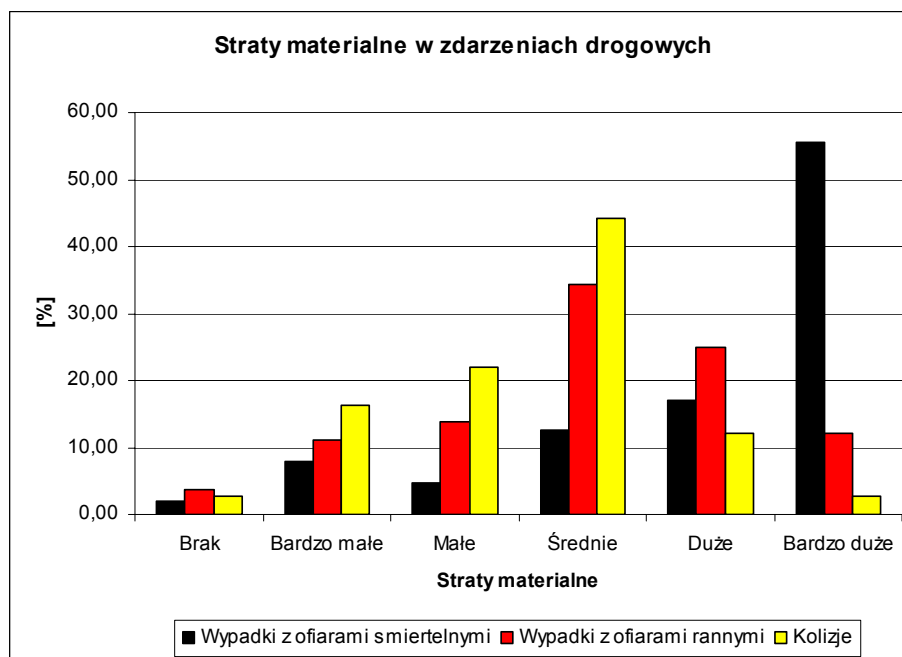
Przykład rozkładu częstości występowania poszczególnych klas strat materialnych w zależności od kategorii wypadku dla danych ze stanu, przedstawiono na rys. 3. Jedynie w tym stanie policjanci wypełniający karty zdarzeń drogowych podawali kategorie strat materialnych pojazdów uwikłanych w wypadek lub kolizje drogową.

Kategorie strat materialnych:

- $j = 0$, brak strat,
- $j = 1$, straty znikome (niewielkie),
- $j = 2$, straty małe,
- $j = 3$, straty średnie,
- $j = 4$, straty duże,
- $j = 5$, straty bardzo duże,

Z przedstawionego rysunku wynika, że wielkość strat materialnych zależy od ciężkości zdarzenia, największy udział strat materialnych kategorii „bardzo duże” występuje w wypadkach z ofiarami śmiertelnymi.

Ze względu na brak jednoznacznych kryteriów określania kategorii strat i brak ich określenia w kartach zdarzeń drogowych nie rekomenduje się tej miary do oceny ryzyka w ruchu drogowym.



Rys. 3. Rozkłady częstości rodzajów strat materialnych w zdarzeniach drogowych w stanie Wisconsin w USA

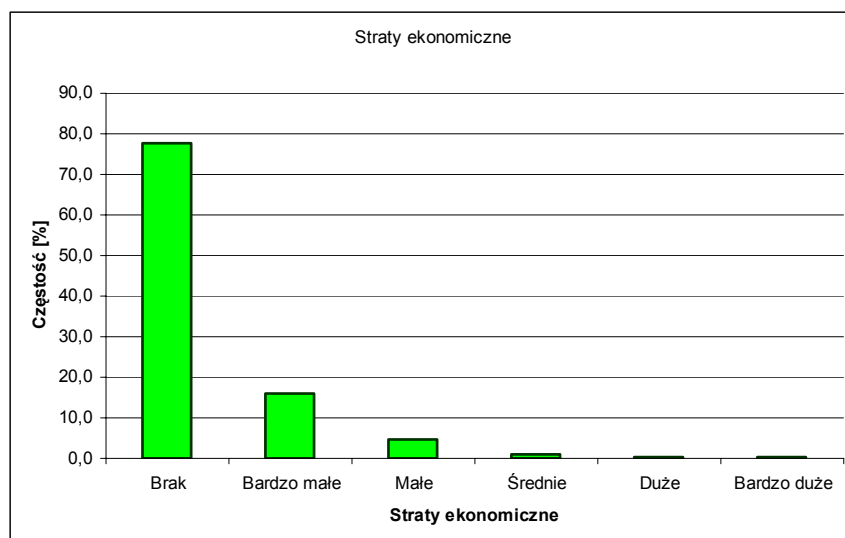
Straty ekonomiczne są to straty finansowe ponoszone przez uczestników ruchu lub całe społeczeństwo w wyniku strat osobowych i materialnych zaistniałych na skutek zdarzenia drogowego takie jak: opłata ubezpieczeniowa, utrata dochodu, utrata produkcji, utrata konsumpcji, renty, koszty leczenia, odszkodowania, koszty akcji ratowniczych, koszty napraw itp. Przykład rozkładu częstości występowania poszczególnych klas strat ekonomicznych dla zbioru skrzyżowań w Olsztynie w roku 2000, przedstawiono na rys. 4. Przyjęto tam następującą klasyfikację strat ekonomicznych:

- $j = 0$, brak strat,
- $j = 1$, straty znikome (niewielkie) $< 0,2$ mln zł/rok,
- $j = 2$, straty małe $< 0,6$ mln zł rok,
- $j = 3$, straty średnie $< 1,0$ mln zł rok,
- $j = 4$, straty duże $< 1,6$ mln zł/rok,
- $j = 5$, straty bardzo duże $> 1,6$ mln zł rok.

Z przedstawionego rysunku wynika, że w ciągu analizowanego okresu straty ekonomiczne:

- nie występowały na 78% skrzyżowań,
- były małe lub bardzo małe na 20 % skrzyżowań,
- była znaczne na 2 % skrzyżowań .

Straty ekonomiczne można traktować jako ważoną sumę wszystkich strat ponoszonych w wypadkach i kolizjach drogowych, dlatego należy prowadzić prace nad opracowaniem poprawnych procedur ich szacowania.



Rys. 4. Rozkłady częstości rodzajów strat ekonomicznych zdarzeń drogowych na skrzyżowaniach w Olsztynie w roku 2000

Straty środowiskowe. Straty środowiskowe dotyczą uwolnienia gazów toksycznych lub wycieku paliwa lub niebezpiecznych cieczy z przewożonych towarów. Potencjalne straty to [Rak i inni]:

- zatrucie ludzi gazami lub substancjami toksycznymi np. uwolnionym chlorem,
- zatrucie roślin i zwierząt gazami lub substancjami toksycznymi np. uwolnionymi metalami ciężkimi,
- zatrucie wód powierzchniowych (wody płynące (rzeki), wody stojące (jeziora, stawy, bagna itp.) wywołane uwolnieniem: węglowodorów (np. oleju opałowego) lub tetra chloroetanu.
- zatrucie wód podziemnych wywołane uwolnieniem: węglowodorów i tetra chloroetanu.

Straty środowiskowe razem ze stratami osobowymi i ekonomicznymi powinny być brane pod uwagę w zintegrowanych metodach oceny ryzyka dlatego należy prowadzić dalsze prace nad opracowaniem poprawnych procedur ich szacowania.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiony przegląd i analiza kategorii strat ponoszonych w wypadkach drogowych wskazują, że jest wiele braków, które wymagają uporządkowania.

1. Biorąc pod uwagę ustalenia międzynarodowe oraz klasyfikacje niepożądanych i niebezpiecznych zdarzeń w innych rodzajach transportu (w tym także ustalenia wypracowane w ramach grupy roboczej G-2 pracującej w ramach projektu ZEUS) proponuje się rozdzielenie pojęć zdarzenie niepożądane, zdarzenie niebezpieczne i straty [1]. W pojęciu zdarzenie niepożądane zawiera się wyróżnia się następujący podział:

- a. Incydent (sytuacja przed konfliktowa, konflikt ruchowy),
- b. Zdarzenie niebezpieczne (kolizja, wypadek (z ofiarami rannymi, z ofiarami śmiertelnymi, z wieloma ofiarami śmiertelnymi (katastrofa drogowa)).

Konieczna jest zatem zmiana w/w Rozporządzeniu słowa „zdarzenie drogowe” na „zdarzenie niebezpieczne”. Taka zmiana spowoduje inne, bardziej odpowiedzialne podejście do problemu wypadków i kolizji w ruchu drogowym w Polsce.

2. Ponadto w celu umożliwienia wykonywania porównań międzynarodowych w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego proponuje się wprowadzenie siedmiu kategorii ofiar wypadków drogowych w Polsce, które przedstawiono w tablicy 3.
3. Straty środowiskowe razem ze stratami osobowymi i ekonomicznymi powinny być brane pod uwagę w zintegrowanych metodach oceny ryzyka dlatego należy prowadzić dalsze prace nad opracowaniem poprawnych procedur ich szacowania.

Tablica 3

Proponowane kategorie ofiar w wypadkach drogowych w Polsce

Klasa (j)	Kategorie ofiar		Charakterystyka obrażeń w definicji ofiary w Rozporządzeniu Komendanta GP nr 635 z dnia 30.11.2006 r
0	O_{BO}	Bez obrażeń	Brak obrażeń
1	O_{LR}	Ofiara lekko ranna	Brak w Rozporządzeniu, należy uzupełnić o zapis „ <i>Widoczne i niewidoczne obrażenia</i> ”
2	O_{SR}	Ofiara średnio ranna	Jest w Rozporządzeniu: „Uszczerbek na zdrowiu lub rozstrój zdrowia dłuższy niż 7 dni, stwierdzony przez lekarza”
3	O_{CR}	Ofiara ciężko ranna	Jest w Rozporządzeniu „Ciężkie obrażenia ciała powodujące kalectwo, długotrwałe choroby, zniekształcenia ciała itp.”
4	O_R	Ofiara ranna	Brak w Rozporządzeniu, powinno być: „ <i>Ofiara lekko, średnio lub ciężko ranna w wypadku drogowym</i> ”
5	O_{ZCR}	Ofiara śmiertelna lub ciężko ranna	Brak w Rozporządzeniu, powinno być: „ <i>Ofiara śmiertelna lub ciężko ranna w wypadku drogowym</i> ”
6	O_E	Ofiara śmiertelna	Jest w Rozporządzeniu - „Bardzo ciężkie obrażenia ciała powodujące śmierć na miejscu wypadku lub w ciągu 30 dni po wypadku”

Bibliografia

1. Jamroz K., Szymanek A. i inni: Integracja metod zarządzania ryzykiem w transporcie. Rozdz. 7 w pracy zbiorowej pod red. R. Krystka: Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu, t.2 – Uwarunkowania rozwoju integracji systemów transport. WKŁ Warszawa 2009.
2. Borysiewicz M., Potemski S.: Praktyczne algorytmy ocen ryzyka dla człowieka i środowiska od szlaków transportu niebezpiecznych substancji. Instytut Energii Atomowej, Otwock – Świerk 2001.
3. Roosberg J., Thorsteinsson D.: Environmental and health risk management for road transport of hazardous material. Department of Chemical Engineering II, University of Lund, Sweden, Report 5114, Lund 2002
4. West Virginia Department of Transportation: 2003 Crash Data. West Virginia Division of Highways

- Traffic Engineering Division, Charleston 2004, USA.
5. Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. WKŁ Warszawa 2002.
 6. Farmer Ch., M.: Reliability of Police – Reported Information for determining Crash and Injury Severity. Traffic Injury Prevention, vol.4, 2003, pp. 38-44.
 7. KGP: Zarządzenie Komendanta Głównego Policji nr 635 z dnia 30.11.2006 r. dotyczące zbierania danych statystycznych o zdarzeniach drogowych.
 8. Michalski R.: Metoda szacowania ryzyka w ruchu drogowym pojazdów. MOTROL, 2007, vol. 9, pp. 111-120.

ANALYSIS OF CATEGORIES OF ROAD ACCIDENT LOSS

Abstract: Loss is one of the key elements of measuring risk. In the case of road traffic the loss caused by a road accident can be divided into several categories. These include personal injury (bad health), material loss, environmental, economic and other types of loss. The paper will present an analysis of the size of the particular categories of road accident loss. The analysis will lead to recommendations regarding the use of the categories of loss when analysing and measuring risk. This will include recommendations regarding a new method for collecting data on loss.

Keywords: risk, categories of loss