

Krzysztof Orłowski

krzysztof.orlowski@wat.edu.pl; nr ORCID: 0000-0003-4852-4359

Daniel Kalinowski

kalin3006@gmail.com

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki, Instytut Logistyki

Kalkulator oceny ryzyka wypadku drogowego jako narzędzie wspomagające proces zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie transportowym

A road accident risk assessment calculator as a tool to support the risk management process in a transport company

Wraz z rozwojem transportu drogowego, ludzie zaczęli borykać się z coraz większą liczbą problemów w kontekście bezpieczeństwa będących wynikiem między innymi coraz większej liczby pojazdów na drogach i możliwości rozwijania przez nie większych prędkości. Te aspekty mocno wpłynęły na poziom bezpieczeństwa osób i ładunków biorących udział w procesie transportowym. Do głównych celów zarządzania ryzykiem można zaliczyć identyfikację ryzyka oraz minimalizację negatywnych jego skutków. W referacie przedstawiono koncepcję narzędzia w postaci kalkulatora oceny ryzyka wypadku drogowego oraz określono jego potencjalne korzyści z jego stosowania.

Słowa kluczowe: transport drogowy, ocena ryzyka wypadku

With the development of road transport, people have faced an increasing number of problems in the context of security resulting from the, inter alia, increasing number of vehicles on the roads and the possibility of achieving higher speeds. Above aspects have strongly influenced the level of safety of persons and cargoes involved in the transport process. The main goals of risk management process include risk identification and minimizing its negative effects. The paper presents the concept of the tool in the form of a road accident risk assessment calculator and identifies the potential benefits of its use.

Key words: road transport, accident risk assessment.

WSTĘP

Transport drogowy odegrał bardzo istotną rolę w całej historii cywilizacji. Stanowił siłę napędową rozwoju osad, miast oraz całej gospodarki danego państwa bądź regionu. Powodował wzrost komfortu życia ludzi dając im możliwość szybszej komunikacji. Usprawniał również przewóz różnego rodzaju towarów na większe odległości. W parze z rozwojem transportu drogowego szedł rozwój infrastruktury drogowej, począwszy od piaszczystych dróg kończąc na obecnych gęstych sieciach autostrad. Wraz z rozwojem tej gałęzi transportu, ludzie zaczęli borykać się z coraz większą liczbą problemów w kontekście bezpieczeństwa będących wynikiem między innymi coraz większej liczby pojazdów na drogach i możliwości rozwijania

przez nie większych prędkości. Te aspekty mocno wpłynęły na poziom bezpieczeństwa osób i ładunków biorących udział w procesie transportowym. Dlatego też ludzie zauważyli konieczność niwelowania lub ograniczania wpływu tych aspektów na transport. Przedsiębiorcy działający w branży transportowej zaczęli wdrażać do swojego systemu zarządzania dodatkowy element – zarządzanie ryzykiem.

Do głównych celów zarządzania ryzykiem można zaliczyć identyfikację ryzyka oraz minimalizację negatywnych jego skutków co może wspomagać przedsiębiorstwo w realizacji celów oraz w osiągnięciu sukcesu na rynku.

Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji działania kalkulatora oceny ryzyka wypadku drogowego oraz określenie jego potencjalnych korzyści. Jest to próba opracowania koncepcyjnego narzędzia, które wykorzystując arkusz kalkulacyjny Exel będzie w stanie wspomóc ocenę ryzyka podczas wyboru optymalnej trasy przewozu ładunku. W opracowaniu została wykorzystana analiza literatury, analiza porównawcza, synteza, metody matematyczne oraz wnioskowanie.

1 PROBLEMATYKA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM W TRANSPORCIE DROGOWYM

Ryzyko jest pojęciem szerokim występującym zarówno w różnych dziedzinach naukowych na przykład: ekonomicznych czy finansowych, w codziennym życiu człowieka jak i w jego działalności gospodarczej. Większość ludzi widzi potrzebę zabezpieczania siebie jak i bliskich osób przed różnymi rodzajami ryzyka. Taka potrzeba występuje również w przypadku przedsiębiorstw. Każdy człowiek czy przedsiębiorstwo staje przed wieloma różnymi wyborami, które obarczone są ryzykiem. W związku z tym, ludzie zaczęli dostrzegać potrzebę opracowania i wykorzystywania narzędzi, dzięki którym będą w stanie rozpoznawać ryzyko, mierzyć je oraz zarządzać nim. [1] Celem takich działań jest minimalizacja potencjalnych strat i co za tym idzie osiągnięcie zamierzonych celów.

Znaczenie słowa ryzyko oddaje jego etymologia. Słowo ryzyko pochodzi od staro włoskiego słowa *risicare*, które oznacza zuchwałe zachowanie, odważenie się lub wyzywanie kogoś na pojedynek. [2]

Istnieje wiele określeń na to, czym jest ryzyko. Według Słownika Języka Polskiego PWN ryzyko jest to [12]:

- możliwość, że coś się nie uda; też: przedsięwzięcie, którego wynik jest niepewny,
- odważenie się na takie niebezpieczeństwo,

- prawdopodobieństwo powstania szkody obciążające osobę poszkodowaną niezależnie od jej winy, jeśli umowa lub przepis prawny nie zobowiązały innej osoby do wyrównania szkody.

Według autorów D. Cooper`a, S. Grey`a, G. Raymond`a oraz P. Walker`a, ryzyko jest to szansa, że coś się wydarzy i będzie miało to wpływ na realizację określonych celów. [3]

Ważnymi aspektami zarządzania ryzykiem w kontekście transportu drogowego są między innymi: zabezpieczenie towaru przeznaczonego do transportu, świadomość kierowców, którzy powinni być świadomi odpowiedzialności za towar w trakcie transportu oraz znać możliwe zdarzenia niebezpieczne, które mogą wystąpić w trakcie pracy. Kolejnym ważnym aspektem jest dbanie o odpowiedni stan techniczny pojazdów transportowych. Istnieje wiele obszarów, które powinny być objęte zarządzaniem ryzykiem.[12] Wynika to z dynamicznie zmieniającego się otoczenia, w którym działa przedsiębiorstwo np.: zmian w regulacjach prawnych czy konieczność korzystania z infrastruktury drogowej, której jakość może być różna. Te czynniki generują zagrożenia przy każdym ogniwie łańcucha dostaw. Dlatego ważne z punktu widzenia dobra przedsiębiorstwa jest wdrażanie procesu zarządzania ryzykiem. Skuteczne zarządzanie ryzykiem może być wykorzystywane jako narzędzie wspomagające przedsiębiorstwo w realizacji określonych celów oraz zwiększania konkurencyjności na rynku. [4]

Zarządzenie ryzykiem w przedsiębiorstwach transportowych skupia się na [5]:

- Zarządzeniu i kontrolowaniu ryzyk, z którymi ma styczność przedsiębiorstwo poprzez ich identyfikację i określenie ich parametrów;
- Tworzeniu alternatywnych planów działania w przypadku wystąpienia niespodziewanego zdarzenia, które może rodzić konieczność np.: szybkiej zmiany trasy transportu lub wyboru innego przewoźnika;
- Planowaniu trasy przewozu tak, aby nie narażać osób postronnych na ryzyko wystąpienia wypadku – szczególnie w przypadku przewozu ładunków niebezpiecznych. [9].

Biorąc pod uwagę fakt, iż transport drogowy odbywa się z wykorzystaniem infrastruktury drogowej znajdującej się poza systemem zarządzania ryzykiem danego przedsiębiorstwa, przedsiębiorstwo to nie ma żadnego wpływu na poziom ryzyka wynikającego bezpośrednio z mankamentów tej infrastruktury. Przedsiębiorstwo również nie ma wpływu na ryzyko wystąpienia zdarzenia niepożądanego wynikającego z obecności innych użytkowników drogi. Infrastruktura drogowa oraz jej użytkownicy są również wystawieni na działanie zmieniających się warunków atmosferycznych, które mogą powodować zwiększenie ryzyka

związanego z realizacją procesu transportowego. Te wszystkie uwarunkowania powinny być brane pod uwagę w systemie zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym. [5].

Specyfika zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym wynika z wyżej wymienionych uwarunkowań. Firmy transportowe mają ograniczone możliwości oddziaływania na czynniki generujące ryzyko podczas realizacji przewozu. System zarządzania ryzykiem przedsiębiorstw transportowych sprowadza się do działań minimalizujących ryzyko wynikające ze stanu technicznego pojazdów, bezpieczeństwa transportowanego ładunku oraz umiejętności i świadomości kierowców. [5].

2 IDENTYFIKACJA OBSZARÓW DZIAŁALNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTWA TRANSPORTOWEGO PODATNYCH NA ZAGROŻENIA

Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach transportowych powinno swoim działaniem obejmować wszystkie elementy składające się na usługę transportową, czyli [6]:

- Przygotowanie do realizacji zlecenia – przyjęcie zapytania ofertowego, określenie kosztu usługi, określenie możliwości transportu danego ładunku, akceptacja lub odrzucenie zlecenia, jeżeli zlecenie zostanie przyjęte następuje wysłanie oferty klientowi;
- Odbiór u nadawcy, załadunek towaru z określonego miejsca – wybranie trasy przewozu ze względu na zalecenia klienta oraz ze względu na rodzaj towaru i jego podatność transportową, wybór i sprawdzenie pod kątem stanu technicznego pojazdu transportowego oraz wybór kierowcy, kontrola załadunku;
- Dostawa do określonego miejsca – proces transportu towaru do klienta, rozładunek;
- Zakończenie usługi transportowej – określenie kosztów realizacji usługi, wystawienie faktury klientowi, dostarczenie faktury klientowi, zapłata od klienta.

Dla pierwszego etapu realizacji usługi transportowej, zarządzanie ryzykiem polega na weryfikacji klienta w celu uniknięcia oszustwa i potencjalnych strat.

Dla drugiego etapu zarządzanie ryzykiem polega na określeniu optymalnej trasy transportu, czyli np.: z wykorzystaniem autostrad/dróg szybkiego ruchu w celu uniknięcia przejazdu przez miasta lub drogi, na których opanuje duży ruch. Kontroli stanu technicznego pojazdu przed wyjazdem, sprawdzenie czy posiada elementy bezpieczeństwa takie jak np.: gaśnica, apteczka. Sprawdzenie kierowcy pod kątem gotowości do realizacji transportu. Weryfikacji właściwego zabezpieczenia ładunku do przewozu.

Dla trzeciego etapu zarządzanie ryzykiem polega na kontrolowaniu przewozu za pomocą systemu komunikacyjnego z kierowcą i monitorowaniu przebiegu transportu. W tym elemencie duże znaczenie mają predyspozycje i umiejętności kierowcy.

Dla czwartego etapu zarządzanie ryzykiem polega na weryfikacji poprawności rozliczenia kosztów oraz poprawnego sporządzanie faktury.

Ważnym elementem procesu transportowego jest element wykonawczy, czyli wszelkiego rodzaju czynności podejmowane w celu realizacji fizycznego przepływu towarów takie jak: dojazd do miejsca załadunku, załadunek oraz zabezpieczenie towaru, transport, rozładunek. Osobą, która w sposób bezpośredni realizuje proces przewozowy jest kierowca pojazdu transportowego. Z tego względu kierowca jest narażony na negatywne skutki różnego rodzaju zdarzeń np.: wypadku drogowego. W tabeli 1 została przedstawiona ocena ryzyka zawodowego kierowcy pojazdów ciężarowych.

Tabela 1. Ocena ryzyka zawodowego kierowcy pojazdów ciężarowych

Zagrożenie	Prawdo- podobie- ństwo	Ekspozycja (narażenie na zagrożenie)	Skutek	Ryzyko	Kategoria ryzyka	Działania zapobiegawcz- e
Wypadek drogowy	0,5	10	40	200	Istotne	Potrzebne zmniejszenie ryzyka
Potrącenie	0,1	6	15	9	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Zaśnięcie	0,1	6	40	24	Małe	Potrzebna kontrola
Stoczenie się pojazdu	0,1	2	3	0,6	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Napaść rabunkowa	0,2	6	3	3,6	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Konflikt z innymi uczestnikami ruchu drogowego	0,5	3	1	1,5	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Pożar	0,1	2	7	1,4	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Wybuch	0,1	3	7	2,1	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Porażenie prądem elektrycznym	0,1	0,5	7	0,35	Akceptowalne	Wskazana kontrola
Przygniecenie	0,1	2	7	1,4	Akceptowalne	Wskazana kontrola

Stres	3	6	3	54	Małe	Potrzebna kontrola
-------	---	---	---	----	------	--------------------

Źródło: D. Wojtyto, M. Knapieński, M. Palega, *Identyfikacja zagrożeń w środowisku pracy oraz ocena ryzyka zawodowego kierowcy pojazdu ciężarowego*, Materiały Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, s. 662-663.

Według tej oceny, najwyższy poziom ryzyka kierowców dotyczy wypadków drogowych oraz stresu. Poziom prawdopodobieństwa ich wystąpienia oraz wysoka wartość ryzyka powodują konieczność kontroli tych zagrożeń oraz podejmowania działań profilaktycznych i naprawczych [7]. W przypadku, gdy ryzyko wystąpienia danego zagrożenia jest wysokie podejmowane są działania profilaktyczne w celu zmniejszenia jego poziomu. Przykładem działań profilaktycznych w odniesieniu do ryzyka wystąpienia wypadku drogowego mogą być: kontrola stanu technicznego pojazdów, kontrola czasu pracy kierowcy, unikanie zbyt szybkiej jazdy, szkolenia z zakresu doskonalenia techniki jazdy, kontrola poprzez system łączności z kierowcą oraz kontrola przebiegu transportu za pomocą systemu GPS [10].

W odniesieniu do przytoczonej oceny ryzyka zawodowego kierowcy pojazdów ciężarowych, wydaje się zasadne szukanie nowych możliwości, które pozwolą minimalizować ryzyko związane z procesem transportowym a zwłaszcza ryzyko wystąpienia wypadku drogowego.

3 KONCEPCJA KALKULATORA OCENY RYZYKA WYPADKU DROGOWEGO

Głównym celem działania kalkulatora oceny ryzyka wypadku drogowego jest charakterystyka danej trasy transportu pod kątem ryzyka jakie się z nią wiąże. Kalkulator działa w oparciu o statystyki Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji dotyczące wypadków drogowych w Polsce w 2017r [8]. Kalkulator został opracowany w programie Excel, gdzie użytkownik wybiera z rozwijanych list określone kategorie dotyczące trasy przewozu takie jak:

1. Województwo,
procent odcinka w danym województwie;
2. Miesiąc;
3. Dzień tygodnia;
4. Przedział godzinowy;
5. Warunki atmosferyczne,
Procent występowania określonych warunków atmosferycznych na danym odcinku;
6. Obszar;

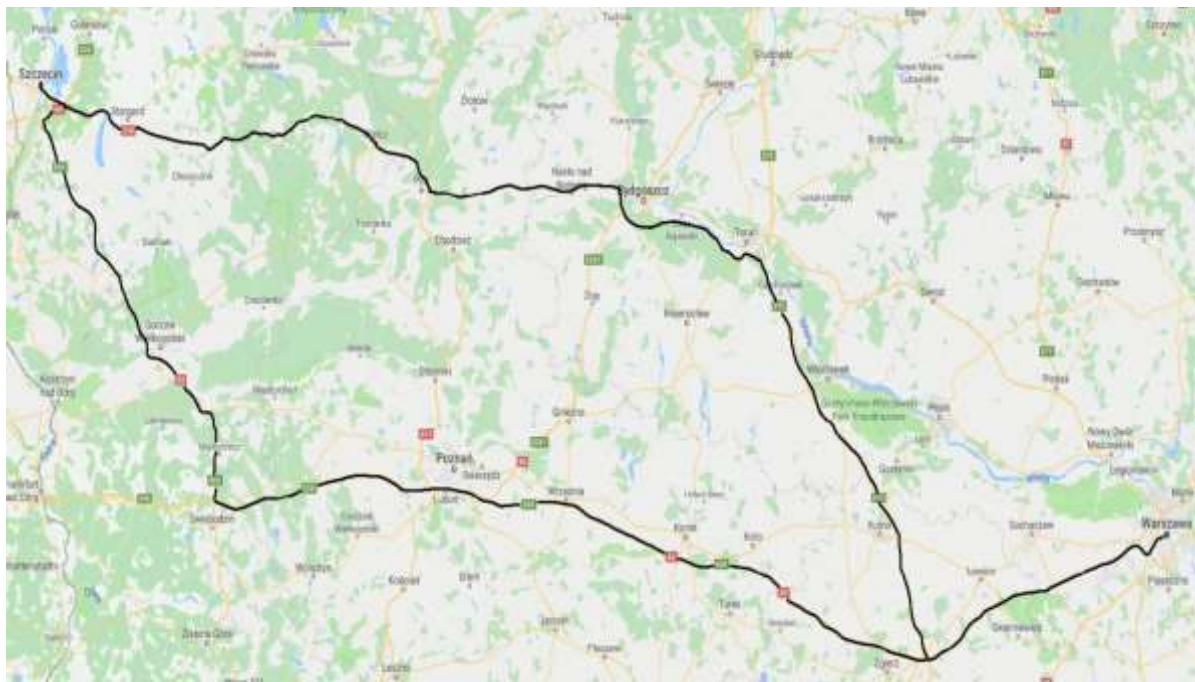
7. Rodzaj drogi;
8. Numer autostrady;
9. Numer drogi krajowej;
10. Wiek kierowcy ;
11. Procent danego odcinka w stosunku do całej trasy;
12. Wartość x – wartość określająca liczbę zdefiniowanych kategorii przez użytkownika.
Wartość ta jest wykorzystywana do obliczenia średniej wartości wskaźnika liczby wypadków na danym odcinku trasy.

Operator po zdefiniowaniu określonych kategorii uzyskuje wartość wskaźnika liczby wypadków na danym odcinku trasy.

Kalkulator może mieć zastosowanie w sytuacji, gdy dana firma ma możliwość wyboru co najmniej dwóch potencjalnych tras transportu. W takiej sytuacji określa się wskaźniki liczby wypadków dla każdej z tras i zakładając, że wybór trasy odbędzie się z uwzględnieniem kryterium wskaźnika liczby wypadków, powinna wybrać trasę charakteryzującą się niższą wartością wskaźnika.

4 PRZYKŁAD WYKORZYSTANIA I SPOSÓB DZIAŁANIA KALKULATORA OCENY RYZYKA WYPADKU DROGOWEGO

Firma transportowa ma za zadanie przewieźć ładunek z Warszawy do Szczecina. Transport odbywa się za pomocą pojazdu o masie maksymalnej nie przekraczającej 3,5t. Transport ma wyruszyć z Warszawy 12 września (środa) o godzinie 8.00. Wiadomo, że kierowca mający wykonać transport ma 35 lat. Prognozy pogody podają, że od godziny 8.00 do 11.00 ma być słoneczna pogoda, następnie po 11.00 zapowiadane są opady deszczu. Firma ma możliwość wyboru różnych tras, a decyzję ma podjąć w oparciu o łączny wskaźnik liczby wypadków dla danej trasy. Firma określiła dwie możliwe trasy przewozu widoczne na rysunku 1.



Rys. 1. Dwie możliwe trasy z Warszawy do Szczecina

Źródło: opracowanie własne.

Pierwsza trasa ma długość 558 km, natomiast druga trasa ma długość 561 km. Zakłada się, że pojazd poruszał się będzie ze średnią prędkością wynoszącą 60 km/h.

Użytkownik przed przystąpieniem do korzystania z kalkulatora musi określić dane dotyczące transportu widoczne w tabeli 2, gdzie przedstawiono przykład danych wejściowych dotyczących trasy nr. 2 Warszawa – Szczecin.

Tabela 2. Dane wejściowe kalkulatora – trasa 2

Nr odcinka	Droga	Zakres godzin	Czas przejazdu	Pogoda (% występowania określonych war. atm.)	Długość odcinka	Procent odcinka	Województwo (% długości odcinka)
1	Wyjazd z Warszawy (dwie jezdnie jednokierunkowe)	6-12 (8.00-8.09)	9 min	Dobre warunki atm. (100%)	9 km	1,6%	Mazowieckie (100%)
2	S2 (ekspresowa)	6-12 (8.09-8.15)	6 min	Dobre warunki atm. (100%)	5,5 km	1%	Mazowieckie (100%)
3	A2 (autostrada)	6-12 (8.15-14.34)	6 godz 19 min	Dobre warunki atm. (43,5%) Deszcz (56,5%)	379 km	67,6%	Mazowieckie (11,3%) Łódzkie (28,3%) Wielkopolskie (54,1%)

							Lubuskie (6,3%)
4	S3 (ekspresowa)	12-18 (14.34- 17.17)	2 godz 43 min	Deszczowa (100%)	163 km	29%	Lubuskie (47,2) Zachodnio- pomorskie (52,8%)
5	Wjazd do Szczecina (dwie jezdnie jednokierunk owe)	12-18 (17.17- 17.19)	2 min	Deszczowa (100%)	4,5 km	0,8%	Zachodnio- pomorskie (100%)
	Suma		9 godz 19 min		561 km	100%	

Źródło: opracowanie własne.

Użytkownik po opracowaniu danych dotyczących tras przewozu posiada już potrzebne informacje i może przystąpić do korzystania z kalkulatora oceny ryzyka wypadku w celu wyznaczenia wskaźników liczby wypadków dla poszczególnych odcinków trasy. W tabeli 3 przedstawiono wyniki kalkulatora. Trasy zostały podzielone na odcinki ze względu na rodzaj drogi (np.: dwie jezdnie jednokierunkowe, droga ekspresowa, autostrada).

Tabela 3. Wskaźniki liczby wypadków dla trasy 1 i trasy 2. Dane wyjściowe kalkulatora

Nr odcinka trasy 1	Wskaźnik liczby wypadków dla trasy 1	Nr odcinka trasy 2	Wskaźnik liczby wypadków dla trasy 2
1	127,5	1	136
2	62,3	2	62,3
3	921,9	3	3220,7
4	1163,2	4	1274,2
5	2515,4	5	53,5
6	53,5		
	Suma: 4843,8		Suma: 4735,6

Źródło: opracowanie własne.

Wskaźnik liczby wypadków jest to suma ilości wypadków dla wszystkich wybieralnych kategorii (kategorie 1 i 5 pomniejszone o odpowiedni procent) pomniejszona o wartość procentową danego odcinka w stosunku do całej trasy i podzielona przez liczbę wykorzystanych kategorii (wartość x). Po otrzymaniu wyników dla wszystkich odcinków składających się na całą trasę, następuje ich sumowanie. Suma wskaźników liczby wypadków dla poszczególnych odcinków stanowi wartość wskaźnika liczby wypadków dla całej trasy.

Interpretacja wyników obliczeń kalkulatora polega na porównaniu sumy wartości wskaźników liczby wypadków dla poszczególnych tras i wyborze tej o niższej wartości wskaźnika. Niższa wartość wskaźnika oznacza, że statystycznie na tej trasie wydarzyło się

mniej wypadków, tym samym istnieje mniejsze ryzyko jego wystąpienia. Dla trasy 1 wskaźnik liczby wypadków wyniósł 4843,8, natomiast dla trasy 2 wyniósł 4735,6. Zakładając, że wybór trasy transportu odbędzie się z uwzględnieniem wartości wskaźników liczby wypadków, dana firma powinna wybrać trasę 2 charakteryzującą się niższą wartością tego wskaźnika.

5 OKREŚLENIE POTENCJALNYCH KORZYŚCI WYKORZYSTANIA KALKULATORA NA PODSTAWIE SYMULACJI WYBORU TRAS ZE WZGLĘDU NA RÓŻNE KRYTERIA

Aby określić korzyści płynące z wykorzystania kalkulatora została opracowana symulacja, która zakłada wybór trasy ze względu na dwa różne kryteria. Jednym z wykorzystanych kryteriów jest kryterium ekonomiczne odnoszące się do długości trasy (mniejsza długość trasy = lepiej). Drugie kryterium stanowi wartość wskaźnika liczby wypadków (mniejsza wartość wskaźnika = lepiej). W symulacji wykorzystano pięć różnych tras, z których określono dwie możliwe drogi transportu. Trasy wykorzystane w symulacji zostały wybrane tak, aby przebiegały z wykorzystaniem autostrad, dróg szybkiego ruchu oraz dróg krajowych. Symulacja została zaprezentowana w tabeli 4.

Tabela 4. Symulacja wyboru trasy przewozu na podstawie różnych kryteriów

Lp.	Trasa	Nr. trasy	Długość trasy (w km.)	Wartość wskaźnika liczby wypadków	Wybór trasy ze względu na kryterium ekonomiczne (długość trasy)	Wybór trasy ze względu na wartość wskaźnika liczby wypadku	Spadek ryzyka przy wyborze kryterium uwzględniającego wartość wskaźnika liczby wypadków w stosunku do kryterium ekonomicznego
1	Warszawa-Szczecin	1	558	4843,8	Trasa 1	Trasa 2	4843,8=100% 4735,6=97,7% Spadek ryzyka o 2,3%
		2	561	4735,6			
2	Warszawa-Częstochowa	1	233,5	4469	Trasa 2	Trasa 1	4988=100% 4469=89% Spadek ryzyka o 11%
		2	206	4988			
3	Bydgoszcz-Olsztyn	1	211	4786,2	Trasa 1	Trasa 1	Spadek ryzyka o 0%
		2	224	4992			
4		1	145	6225	Trasa 2	Trasa 1	7690=100%

	Łódź- Warszawa	2	141	7690			6225=81% Spadek ryzyka o 19%
5	Poznań - Gdańsk	1	332	3699	Trasa 1	Trasa 1	Spadek ryzyka o 0%
		2	347	3852			

Źródło: opracowanie własne

Trasy użyte w symulacji różnią się długością oraz wartością wskaźników liczby wypadków.

W wyniku przeprowadzonej symulacji i analizy wyników stwierdzono, że w 60% rozpatrywanych przypadków nastąpiło zmniejszenie ryzyka w sytuacji, gdy głównym kryterium wyboru trasy była wartość wskaźnika liczby wypadków a w 40% poziom ryzyka nie zmienił się.

W przypadku trasy 1, wybór drogi charakteryzującej się mniejszym ryzykiem przejazdu wydłuży trasę o 3km. Zakładając średnią prędkość przejazdu wynoszącą 60km/h, czas przejazdu wydłuży się o 3 min. W przypadku trasy 2, droga wydłuży się o 27,5km a czas przejazdu o 27 min. W przypadku trasy 4, droga wydłuży się o 4km, natomiast czas przejazdu o 4 min. W przypadku trasy 2 oraz 3 odległość i czas przejazdu nie zmieni się. Biorąc pod uwagę całą symulację, w przypadku wyboru trasy w oparciu o wskaźnik liczby wypadków średni wzrost odległości wyniósł 7km, natomiast średni wzrost czasu przejazdu wyniósł 7 min w stosunku do wyboru trasy z uwzględnieniem tylko kryterium ekonomicznego.

Powyższa symulacja i analiza pokazały, że stosowanie wskaźnika liczby wypadków jako kryterium wyboru trasy transportu może przynieść korzyści przedsiębiorstwu transportowemu poprzez zmniejszenie wartości ryzyka przewozu co w konsekwencji może zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku podczas transportu oraz może ograniczyć koszty związane z wypadkiem. Mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku może również mieć wpływ na poprawę jakości świadczonych usług transportowych, tym samym może przełożyć się na skuteczniejszą realizację celów przedsiębiorstwa. Z drugiej strony wydłuża się długość trasy, lecz są to stosunkowo niskie wartości średnio wynoszące 7 km. Taka wartość nie powinna negatywnie wpłynąć na ekonomię przewozu oraz poziom obsługi klienta biorąc pod uwagę czas dostawy.

6 USTALENIE ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WSKAŹNIKIEM LICZBY WYPADKÓW, ŚREDNIM DOBOWYM RUCHEM DROGOWYM ORAZ LICZBĄ MIESZKAŃCÓW OBSZARU, PRZEZ KTÓRY PRZEBIEGA TRASA TRANSPORTU

Aby powiązać wartość wskaźnika liczby wypadków z wartościami średniego dobowego ruchu oraz liczbą mieszkańców obszaru, przez który przebiega trasa została opracowana macierz korelacji.

Do wyznaczenia wartości średniego dobowego ruchu drogowego dla poszczególnych tras posłużyły statystyki zaczerpnięte z Raportu o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad [13]. Dane z 2017r.

Do wyznaczenia liczby mieszkańców obszaru, przez który przebiega trasa transportu zostały wykorzystane statystyki GUS [14].

W tabeli 5 przedstawiono opracowane i zestawione dane średniego dobowego ruchu drogowego na danej trasie, liczby mieszkańców za terenach, przez które przebiega trasa oraz wskaźnika liczby wypadków.

Tabela 5. Dane wejściowe do wyznaczenia współczynników korelacji

Lp	Trasa	Nr. Trasy	Wskaźnik liczby wypadków	Średni dobowy ruch	Liczba mieszkańców na terenach, przez które przechodzi trasa
1	Warszawa - Szczecin	1	4843,8	10838	2544514
		2	4735,6	11230	2746001
2	Warszawa - Częstochowa	1	4469	14130	3431306
		2	4988	14135	3441951
3	Bydgoszcz - Olsztyn	1	4786,2	8459	1781691
		2	4992	8736	1822423
4	Łódź - Warszawa	1	6225	13329	3675784
		2	7690	13254	4703768
5	Poznań - Gdańsk	1	3699	11402	2507483
		2	3852	11511	2613619

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie zestawionych danych zostały wyznaczone współczynniki korelacji przedstawione na rysunku 2.

	Wskaźnik liczby	Średni dobowy	Liczba mieszkańców
Wskaźnik liczby	1	0,3	0,71
Średni dobowy ruch	0,3	1	0,85
Liczba mieszkańców	0,71	0,85	1

Rys. 2. Macierz korelacji

Źródło: opracowanie własne

Celem wyznaczenia współczynników korelacji było ustalenie zależności pomiędzy wskaźnikiem liczby wypadków, średnim dobowym ruchem drogowym oraz liczbą mieszkańców na terenach, przez które przechodzi trasa. Do interpretacji wyników posłużyła następująca skala:

- $< 0,2$ brak zależności;
- $0,2 - 0,4$ słaba zależność;
- $0,4 - 0,7$ umiarkowana zależność;
- $0,7 - 0,9$ silna zależność;
- $> 0,9$ bardzo silna zależność.

W wyniku interpretacji zależności rozpatrywanych danych zostały wysunięte następujące wnioski:

- Wskaźnik liczby wypadków jest silnie skorelowany z liczbą mieszkańców na obszarze, przez który przebiega trasa transportu. Współczynnik korelacji wynosi 0,71;
- Wskaźnik liczby wypadków jest słabo skorelowany ze średnim dobowym ruchem na obszarze, przez który przebiega trasa transportu. Współczynnik korelacji wynosi 0,3;
- Średni dobowy ruch jest silnie skorelowany z liczbą mieszkańców na obszarze, przez który przebiega trasa transportu. Współczynnik korelacji wynosi 0,85;
-

PODSUMOWANIE

Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach transportowych wiąże się z wieloma aspektami. Są to działania obejmujące kontrolę procesów i działań zachodzących w przedsiębiorstwie oraz obserwacje dynamicznie zmieniającego się otoczenia wokół firmy. W referacie skupiono się na ocenie ryzyka podczas wyboru trasy przejazdu. Reasumując cel referatu został osiągnięty, opracowano koncepcję kalkulatora oceny ryzyka wypadków. Według przeprowadzonej symulacji na podstawie kryterium wskaźnika liczby wypadków uzyskano następujące wyniki:

- W 60% rozpatrywanych przypadków nastąpiło zmniejszenie ryzyka;
- W 40% rozpatrywanych przypadków poziom ryzyka nie zmienił się;
- Dla całej symulacji poziom ryzyka zmniejszył się średnio o 8,5%
- Dla całej symulacji odległość drogi zwiększyła się średnio o 7km.

Trudno jest jednoznacznie oszacować bez uprzednich badań w jakim stopniu średni spadek ryzyka przejazdu wynoszący 8,5% jest znaczący. Wydaje się, że nawet potencjalnie niewielka zmiana może wpłynąć pozytywnie na działanie organizacji.

Opracowany kalkulator stanowi pewną ideę, koncepcję, która została przedstawiona w formie uproszczonego narzędzia. Niemniej opracowanie koncepcji działania kalkulatora i próba jego wykorzystania dała podstawy by sądzić, że narzędzie tego typu – charakteryzujące trasę pod kątem ryzyka jakie się z nią wiąże, ma szansę przynieść realne korzyści dla przedsiębiorstwa. Jednak, aby tak się stało należałoby w znacznym stopniu rozbudować bazę danych w oparciu o którą działałoby takie narzędzie, zastosować profesjonalny algorytm przetwarzania danych kalkulatora tak, aby wartość końcowa w jak najbardziej dokładny sposób oddawała stan rzeczywisty. Aby rzeczywiście stwierdzić, w jakim stopniu narzędzie to ma szansę minimalizować ryzyko wystąpienia wypadku, należałoby je wdrożyć w struktury danego przedsiębiorstwa na określony czas i np. porównać statystyki dotyczące wypadków oraz kosztów, które z tego tytułu poniosła firma przed wdrożeniem, z danymi z okresu, w którym korzystano z tego narzędzia. Na tej podstawie byłoby możliwe opracowanie rzetelnych wniosków i określenie korzyści jakie uzyskano by stosując kalkulator oceny ryzyka wypadków.

LITERATURA

Cooper D., Grey S., Raymond G., Walker P., 2005, *Managing Risk In Large Projects and Complex Procurements*, Chichester, John Wiley & Sons, (3).

<https://stat.gov.pl/statystyka-regionalna/rankingi-statystyczne/ludnosc-wedlug-wojewodztw/> (17.03.2019)

https://www.gddkia.gov.pl/frontend/web/userfiles/articles/w/wypadki-na-drogachkrajowych_9150/2017%20RAPORT%20O%20STANIE%20BEZPIECZE%C5%83S TWA%20RUCHU%20DROGOWEGO.pdf (17.03.2019)

Jajuga K., *Zarządzanie Ryzykiem*, 2007, Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, PWN, (13).

Janasz K., 2009, *Ryzyko i Niepewność w Gospodarce – Wybrane Aspekty Teoretyczne*, Szczecin, *Studia i Prace WNEiZ* nr. 14, (87)

Jasińska J, Krupnik D., Wójcik J., Kosiński W. 2011, *Model procesowy szacowania ryzyka badań statków powietrznych*, Warszawa, w publikacji z V Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, *systemy logistyczne teoria i praktyka*.

Orłowski K., 2015, *Wykorzystanie systemów informacji przestrzennej w zarządzaniu transportem samochodowym*, *Systemy Logistyczne Wojsk 2/2015*,

Orłowski K., 2016, *Ocena transportu materiałów niebezpiecznych z uwzględnieniem oceny ryzyka*, w monografii pt. *Doskonalenie procesów produkcyjnych i logistycznych w systemie zarządzania produkcją*, Politechnika Częstochowska, *Monografia nr.60/2015* (136 – 147)

Przybylska E., 2011, *Analiza usługi transportowej w wybranym przedsiębiorstwie sektora TSL*, *Organizacja i Zarządzanie* nr 56/2011,(245)

Rudzińska J., Piekarski W., Dudziak A., 2011, *Zarządzanie Ryzykiem a Podejmowanie Decyzji w Przedsiębiorstwach Transportowych*, *Autobusy* nr. 10/2011, (365)

Symon E., 2018, *Wypadki drogowe w Polsce w 2017 roku*, Warszawa, Komenda Główna Policji - Biuro Ruchu Drogowego(1-89),

Piekarski W., Dudziak A., Rudzińska J., 2014, *Zarządzanie Ryzykiem w Transporcie Drogowym*, *Logistyka* nr. 6/2014, (294)

Wojtyto D., Knapiński M., Palega M., 2014, *Identyfikacja zagrożeń w środowisku pracy oraz ocena ryzyka zawodowego kierowcy pojazdu ciężarowego*, *PTPZ*,(626, 661-662)

<https://sjp.pwn.pl/szukaj/ryzyko.html> (16.03.2019)