

Piotr BOJAR¹
Łukasz MUŚLEWSKI¹
Maciej WOROPAY²
Miroslaw SZUBARTOWSKI³

ANALIZA KOSZTÓW ZDARZEŃ DROGOWYCH W WYBRANYM SYSTEMIE TRANSPORTOWYM

System zbiorowego transportu miejskiego realizuje swoje zadania w wyznaczonym obszarze terytorialnym granic miasta lecz również terenach mu podległych, spełniających analogiczne funkcje jak dzielnice miasta. Wymagania stawiane tego typu systemom jest bezpieczne i niezawodne realizowanie zadania przez 24 godziny na dobę. Systemy tego typu poddane są oddziaływaniom niepożądanych czynników wymuszających mających wpływ na powstawanie zdarzeń niepożądanych. W pracy dokonano analizy kosztów napraw pojazdów eksploatowanych w analizowanym systemie, zaistniałych na skutek zdarzeń niepożądanych.

ANALYSIS OF COSTS OF UNDESIRABLE EVENTS OCCURRING IN A CHOSEN URBAN TRANSPORT SYSTEM

Systems of public transport carry out their tasks on the territory of a given town and in the suburbs performing the same functions as in towns. A distinctive feature of this type of system is performance of its task for twenty four hours, in different traffic intensity conditions over an assigned administrative area. This type of variables have a large influence on occurrence of undesirable events (failure of vehicles and their devastation, collision and accidents). In the work, an attempt of identification of undesirable events occurring in the analyzed transport system has been made.

1. OCENA STANU BRD SYSTEMÓW TRANSPORTU ZBIOROWEGO W AGLOMERACJACH MIEJSKICH

Bezpieczeństwo w transporcie stanowi istotny problem zarówno społeczny jak i ekonomiczny. Problem ten jest przedmiotem rozlicznych badań naukowych.

Intensywny rozwój motoryzacji i poprawiająca się sytuacja ekonomiczna polskiego społeczeństwa, doprowadziły do sytuacji, w której większość osób może być posiadaczem samochodu lub innego pojazdu mechanicznego [1].

¹ Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, 85-796 Bydgoszcz; ul. Kaliskiego 7, Tel.: 52 340-82-17, e-mail: p-bojar@utp.edu.pl, l.muslewski@utp.edu.pl

² Wyższa Szkoła Techniki i Przedsiębiorczości we Włocławku, ul. Łęska 20, 87-800 Włocławek, rektorat@wstip.pl

³ Przedsiębiorstwo Handlowo – Usługowe KAROR, UL. Smoleńska 154, 85-871 Bydgoszcz, Tel. 52-346-44-47

Przemieszczanie się tak ogromnej ilości ludzi w danym kierunku i tym samym momencie jest bardzo uciążliwe i mało ekonomiczne, a ten czynnik staje się priorytetem w sposobie postrzegania rzeczywistości. Społeczeństwo w takiej sytuacji zdane jest na transport zbiorowy. Przy dzisiejszych problemach Polski z infrastrukturą drogową staje alternatywa transportu zbiorowego wpływa pozytywnie na wiele różnych aspektów. W skali mikro niesie większy komfort psychiczny podróżującego pozbawiając go stresującego wpływu stania w korkach, natomiast w skali makro wpływa między innymi na zmniejszenie natężenia ruchu pojazdów a co za tym idzie, na mniejszą ilość emitowanych spalin.

Uwzględniając fakt, że przemieszczanie osób w miastach może odbywać się na wiele różnych sposobów: pieszo, indywidualnymi środkami transportu bądź za pomocą transportu zbiorowego, wybór jednego z nich trzeba poprzeć analizą wszystkich za i przeciw.

Tak więc porównując transport indywidualny ze zbiorowym większość argumentów przemawia za tym drugim, który zapewnia :

- większe bezpieczeństwo (trzykrotnie mniej ofiar w transporcie autobusowym);
- większą wydajność (potrzebuje dwudziestokrotnie mniejszej powierzchni sieci drogowej)
- większą ekologiczność (w przeliczeniu na jednego pasażera kilkakrotnie mniej zanieczyszczają atmosferę), co stanowi czynnik, na który w dzisiejszych czasach kładzie się szczególnie nacisk [2].

Powyższe zalety dotyczą przede wszystkim transportu autobusowego, dominującego wśród rodzajów transportu miejskiego. Transport autobusowy mimo wielu wymienionych już zalet posiada również pewne wady.

Dla osób korzystających z usług transportu zbiorowego najistotniejsza jest kwestia zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Przeprowadzając badania stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego uwzględnić należy trzy grupy czynników tworzących ruch drogowy [2]:

a) pojazd :

- samochody osobowe,
- pojazdy ciężkie (samochody dostawcze, ciężarowe, autobusy, itp.),
- pojazdy powolne (pojazdy wolnobieżne, ciągniki rolnicze, itp.),
- tramwaje,
- pojazdy jednośladowe (rowery, motorowery, motocykle),
- inne (np. wózek inwalidzki),

b) użytkownik drogi:

- kierujący pojazdami,
- pasażerowie,
- rowerzyści,
- piesi,

c) środowisko drogi:

- droga wraz z obiektami inżynierskimi, urządzeniami oraz instalacjami,
- otoczenie drogi,
- warunki ruchu,
- warunki atmosferyczne.

Mimo to, że Polska w ostatnich latach znacząco zmniejszyła zagrożenie zdrowia i życia na drogach, to poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego, mierzony wskaźnikiem demograficznym (liczba ofiar śmiertelnych/100 tys. mieszkańców) jest nadal znacznie gorszy niż w najbardziej bezpiecznych krajach UE [3].

Od roku 2005 opracowuje się nowe programy BRD w Polsce pod akronimem GAMBIT oraz Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu ZEUS. Programy opracowane zostały na zlecenie Sekretariatu Krajowej Rady Bezpieczeństwa i konsultowano go wśród specjalistów i ekspertów z edukacji, policji, ratownictwa na drogach, zarządów dróg itp. [4]. Program GAMBIT 2005 składa się z czterech elementów [5]:

- diagnozy stanu i systemu BRD w Polsce;
- wizji bezpieczeństwa ruchu drogowego, jako programu długoterminowego;
- strategii bezpieczeństwa ruchu drogowego do roku 2013, jako programu średnioterminowego;
- programu operacyjnego BRD.

Programy Gambit ZEUS to elementy BRD mające odcisnąć swoje piętno na kwestii bezpieczeństwa w transporcie także publicznym, masowym. Celem jest zarówno uczynienie zbiorowego transportu bezpieczniejszym, jak i zapisanie w świadomości ludzi, że korzystanie z tego rodzaju transportu jest całkowicie bezpieczne.

W ciągu 5 lat (2003 -2007) stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce charakteryzował się stabilizacją liczby śmiertelnych ofiar wypadków drogowych co oznacza, że dotychczas stosowane środki poprawy bezpieczeństwa wymagają wzrostu intensyfikacji ich stosowania oraz wprowadzenia nowych, bardziej skutecznych. W tym okresie zarejestrowano następujące dane [6]:

- śmierć poniosło 29 tys. osób, tj. około 5,8 tys. rocznie,
- rannych było 335 tys., tj. około 67 tys. rocznie,
- koszty zdarzeń drogowych wyniosły prawie 150 mld zł, tj. 30 mld rocznie.

W tym samym czasie [6]:

- liczba ludności zmniejszyła się o 0,4%,
- liczba zarejestrowanych pojazdów zwiększyła się o 22%,
- praca przewozowa (wyrażona liczbą poj. km) zwiększyła się o 38%.

W roku 2003, który przyjęto jako bazowy dla wszystkich porównań programach poprawy BRD, podstawowe wskaźniki bezpieczeństwa ruchu w Polsce wynosiły [3]:

- 14,7 ofiar śmiertelnych na 100 tys. mieszkańców,
- 3,5 ofiar śmiertelnych na 10 tys. pojazdów,
- 31,6 ofiar śmiertelnych na 1 mld pojazdów-kilometrów,
- 11,2 ofiar śmiertelnych / 100 wypadków.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że grupami szczególnie wysokiego ryzyka śmierci w wypadku drogowym w Polsce, pod względem liczby ofiar i udziału w ruchu, są: piesi, rowerzyści, dzieci i młodzi kierowcy.

Podstawowymi problemami BRD w Polsce są [7]:

- niebezpieczne zachowania uczestników ruchu drogowego,

- niska jakość infrastruktury drogowej,
- nie efektywny system bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Prognozy motoryzacji w Polsce wskazują, że do roku 2020 liczba samochodów osobowych może wzrosnąć o dalsze 50 - 70 %. W przypadku zaniechania działań w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego do roku 2020 w wypadkach drogowych może zginąć ponad 90 tys. osób, a ponad 1,15 mln osób może być rannych. Straty materialne i społeczne tych zdarzeń drogowych mogą wynieść ponad 470 mld zł [3].

Problemy BRD dotyczą w znacznej mierze również transportu publicznego. Charakteryzuje się on pewną specyfiką w zakresie bezpieczeństwa.

2. TEZA I CEL PRACY

Istnieje możliwość analizy kosztów zdarzeń niepożądanych w rzeczywistym systemie transportowym na podstawie zrealizowanych w tym systemie badań eksploatacyjnych.

Celem pracy jest analiza zdarzeń niepożądanych i kosztów z nimi związanych w zależności od:

- a) pory roku oraz warunki pogodowe mają znaczący wpływ na zdarzenia drogowe wynikające bezpośrednio z uczestnictwa w ruchu drogowym,
- b) rodzaj i częstotliwość zdarzenia ma wpływ na koszty,
- c) czynnik ludzki ma znaczący wpływ na tworzenie się i wielkość kosztów zdarzeń,

3. PROGRAM BADAŃ EKSPLOATACYJNYCH

Na podstawie celu pracy zaprojektowano program badań eksploatacyjnych, które zrealizowano w rzeczywistym systemie transportowym – Miejskich Zakładach Komunikacyjnych w aglomeracji miejskiej.

Program badań eksploatacyjnych obejmował następujące etapy realizacji:

- pozyskanie danych dotyczących rodzaju zdarzenia;
- pozyskanie danych dotyczących czasu, miejsca i okoliczności zdarzenia;
- ustalenie liczby i rodzaju uszkodzeń elementów autobusów;
- pozyskanie danych dotyczących liczby kolizji i wypadków drogowych zaistniałych na skutek stanu ograniczonej zdadności autobusów w analizowanym przedziale czasu;
- pozyskanie danych dotyczących wysokości poniesionych kosztów będących rezultatem zaistniałych zdarzeń w analizowanym przedziale czasu,

Źródłem danych były informacje pozyskane z Miejskich Zakładów Komunikacyjnych w dużej aglomeracji miejskiej. W skład tych danych wchodzi:

- kosztorysy powykonawcze,
- kalkulacje kosztów naprawy,
- specyfikacje zużytych materiałów do naprawy powypadkowej,
- zlecenia naprawy,
- zestawienia rozchodów na zlecenia,
- protokoły wypadkowo – awaryjne,
- raporty o zdarzeniu autorstwa bezpośrednich uczestników zdarzeń,
- protokoły zdawczo – odbiorcze autobusów,

- raporty Służby Nadzoru Ruchu o wypadku / kolizji/ awarii w ruchu.

Dane wykorzystane w pracy dotyczą autobusów eksploatowanych w badanym systemie komunikacji miejskiej w okresie 1.01.2009 – 31.12.2009. Informacje pozyskane z MZK dotyczą 447 zdarzeń, które miały miejsce w analizowanym przedziale czasu. Uzyskane dane to głównie dane dotyczące liczby niepożądanych zdarzeń drogowych i skutków tych zdarzeń czyli strat materialnych wynikających z uszkodzeń środków transportu na skutek zaistniałych zdarzeń niepożądanych

4. ANALIZA KOSZTÓW ZDARZEŃ NIEPOŻĄDANYCH

Pozyskane dane eksploatacyjne umożliwiły dokonanie analizy czynników, które mogły mieć wpływ na powstanie zdarzeń niepożądanych z nimi związanych. Dane pozyskane do badań pochodzą z protokołów Policji i Nadzoru Ruchu. W celu dokładnej analizy zaistniałych zdarzeń opracowany został formularz w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

Przeprowadzone badania pozwalają na analizę zdarzeń pod kątem:

- rodzaju zdarzenia – za cały rok 2009 i w rozbiciu na pory roku i miesiące,
- wysokości kosztów zdarzeń drogowych w podziale na poszczególne miesiące i w podziale na pory roku,
- wartości procentowej kosztów zdarzeń w podziale na poszczególne miesiące i pory roku,
- określenia najczęstszych godzin zdarzeń niepożądanych i ich wpływu na wysokość kosztów,
- określenia częstotliwości udziału danego kierowcy w zdarzeniach drogowych i wysokości kosztów jakie dana osoba wygenerowała,
- najczęstszych rodzajów uszkodzeń, ich procentowego udziału w całości odnotowanych uszkodzeń oraz wysokości kosztów, jakie wygenerowały,
- analizy wpływu warunków atmosferycznych na powstanie zdarzeń niepożądanych i wysokości kosztów, jakich były przyczyną.

Analiza tych składowych pozwoliła na wyznaczenie głównych przyczyn powstania zdarzenia niepożądanych, które wygenerowały koszty napraw środków transportu na łączną kwotę 580 090,59 PLN.

Analizując koszty zdarzeń drogowych za rok 2009 – tabela 1 w rozpatrywanym systemie zbiorowego transportu miejskiego, zauważyć można, że spośród wyodrębnionych zdarzeń drogowych w 2009 roku największa część przypada na kolizje - 264, a koszty wynikające z tego typu zdarzeń sięgnęły kwoty 443.893,77 złotych. Kolizje stanowiły 59% wszystkich zdarzeń a ich koszt stanowił aż 77% całej kwoty kosztów zdarzeń. Następne w tej klasyfikacji były dewastacje, których stwierdzono 143 na kwotę 114.119,52 złotych. Dewastacje stanowiły 32% zdarzeń a ich wartość to 20% całości kosztów. Uszkodzenia w 2009 roku to 33 zdarzenia na kwotę 18.870,52 złotych. Stanowiły one 7% całości zdarzeń a ich wartość to 3% całości kosztów. Pozostałe zdarzenia stanowią śladową część kosztów. Łącznie zanotowano w 2009 roku 447 zdarzeń a ich wartość wyniosła 580.090,59 złotych.

Jak można zaobserwować, głównym źródłem kosztów są kolizje z udziałem kierowców MZK. Drugim z kolei źródłem kosztów są dewastacje w środkach transportu miejskiego, za które nie odpowiadają kierowcy, lecz użytkownicy. W tym przypadku przyczyną poważnych kosztów jest czynnik zewnętrzny.

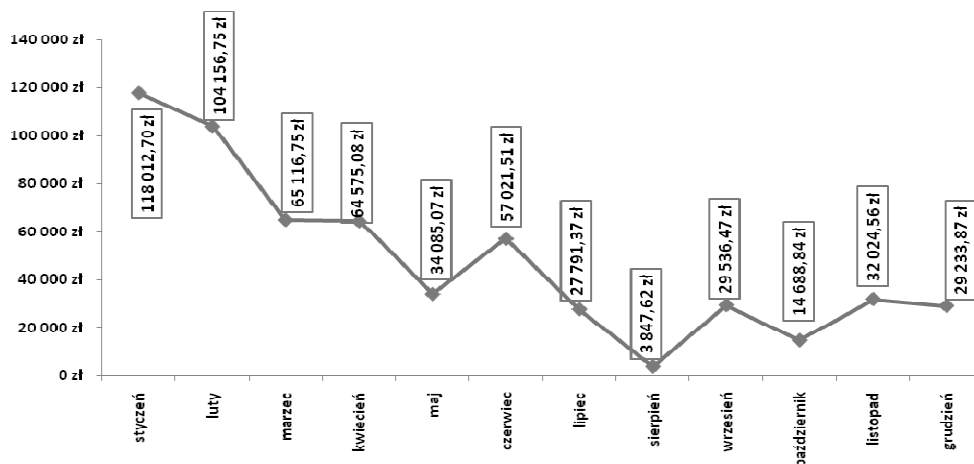
Tab.1. Analiza kosztów zdarzeń niepożądanych w 2009 roku ze względu na rodzaj zdarzenia – w rozbiciu na poszczególne miesiące

Rok 2009	Kolizja		Dewastacja		Wypadek	
	Ilość	Kwota [PLN]	Ilość	Kwota [PLN]	Ilość	Kwota [PLN]
STYCZEŃ	35	104 725,53	21	12 699,16	0	0
LUTY	26	96 310,23	13	7 846,52	0	0
MARZEC	38	55 245,89	16	9 266,15	2	604,71
KWIECIEŃ	32	42 442,08	20	20 894,23	0	0
MAJ	23	14 988,19	14	16 117,26	0	0
CZERWIEC	27	48 474,36	15	8 304,26	0	0
LIPIEC	19	9 803,42	8	10 280,95	0	0
SIERPIEŃ	10	3 057,62	2	560,00	0	0
WRZESIEŃ	9	26 421,27	4	708,20	0	0
PAŹDZIERNIK	21	10 120,84	8	1 845,00	0	0
LISTOPAD	4	7 972,00	12	22 213,26	0	0
GRUDZIEŃ	20	24 332,34	10	3 384,53	0	0
SUMA	264	443 893,77	143	114 119,52	2	604,71 zł

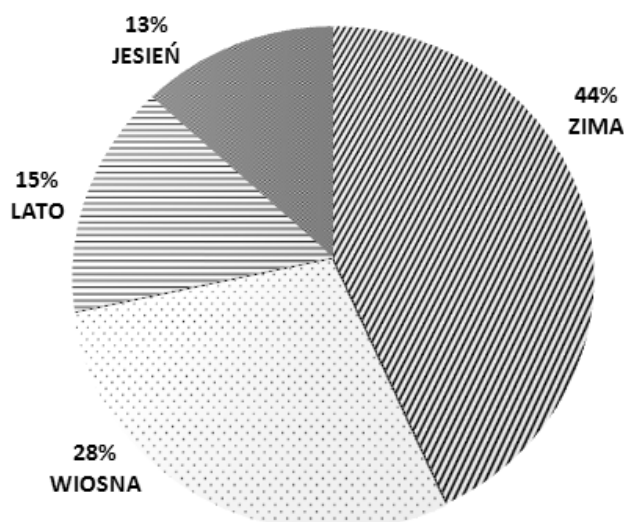
Tab.2. Analiza kosztów zdarzeń niepożądanych w 2009 roku ze względu na rodzaj zdarzenia – w rozbiciu na poszczególne miesiące – cd

Rok 2009	Uszkodzenie		Okoliczności nie są znane		Brak danych	
	Ilość	Kwota [PLN]	Ilość	Kwota [PLN]	Ilość	Kwota [PLN]
STYCZEŃ	2	588,01	0	0	0	0
LUTY	0	0	0	0	0	0
MARZEC	0	0	0	0	0	0
KWIECIEŃ	1	1 153,70	1	85,07	0	0
MAJ	7	2 979,62	0	0	0	0
CZERWIEC	2	242,89	0	0	0	0
LIPIEC	2	7 707,00	0	0	0	0
SIERPIEŃ	1	130,00	1	100,00	0	0
WRZESIEŃ	6	1 234,00	0	0	2	1 173,00
PAŹDZIERNIK	8	2 723,00	0	0	0	0
LISTOPAD	3	1 839,30	0	0	0	0
GRUDZIEŃ	1	273,00	1	1 244,00	0	0
SUMA	33	18 870,52	3	1 429,07	2	1 173,00

W pracy przeprowadzono analizę wysokości kosztów wszystkich zdarzeń niepożądanych, jakie zaistniały w danym miesiącu i ich procentowym udziale w skali całego 2009 roku. Na podstawie tych danych można stwierdzić, w jakich miesiącach roku koszty były najwyższe a w jakim najniższe oraz jak dany miesiąc prezentuje się na tle pozostałych miesięcy roku, co przedstawiono na rys.1.

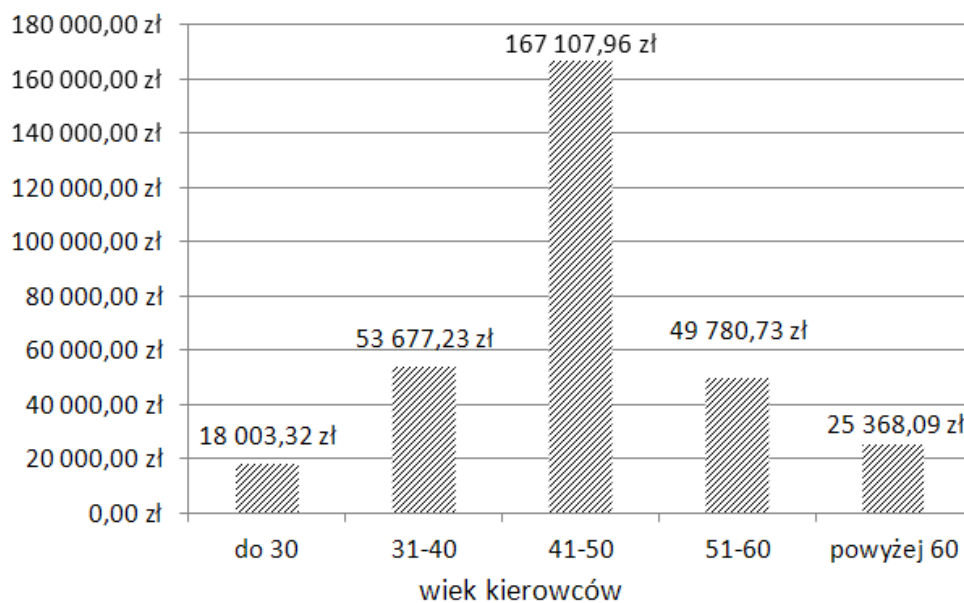


Rysunek 1. Analiza kosztów zdarzeń drogowych za poszczególne miesiące 2009 roku

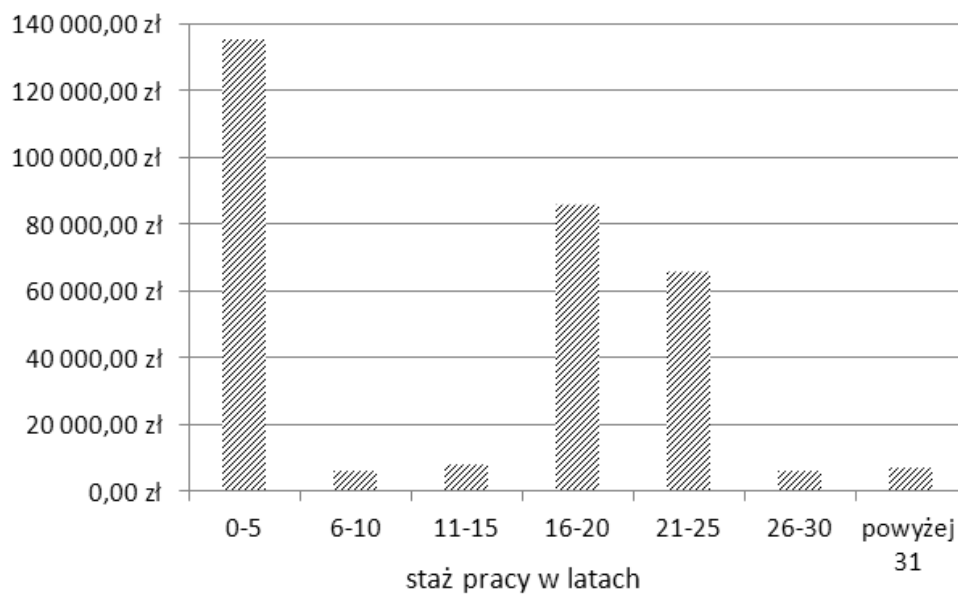


Rysunek 2. Struktura kosztów poniesionych na naprawy środków transportu uszkodzonych w wyniku zdarzeń niepożądanych w analizowanym systemie transportowym w 2009 roku, wg. pory roku

Z rysunku 2 wynika, iż najwyższe koszty generowane są zimą, czyli w miesiącach styczeń – luty i grudzień w roku 2009 była to kwota 251.403,32 PLN, co stanowi 44% całości kosztów. Kolejną porą roku jest wiosna (marzec – maj), w trakcie, której miały miejsce zdarzenia na łączną kwotę 163.776,90 PLN. Jest to 28% całości kosztów. Lato to kwota 88.660,50pln (15% kosztów), natomiast jesień to koszty w wysokości 76.249,87 PLN (13% kosztów).



Rysunek 3. Struktura kosztów poniesionych na naprawy środków transportu uszkodzonych w wyniku zdarzeń niepożądanych w analizowanym systemie transportowym w 2009 roku, wg. wieku kierowców



Rysunek 4. Struktura kosztów poniesionych na naprawy środków transportu uszkodzonych w wyniku zdarzeń niepożądanych w analizowanym systemie transportowym w 2009 roku, wg. stażu pracy kierowców

Jak wynika z rysunku 3 największe koszty były generowane przez zdarzenia, w których uczestniczyli kierowcy w przedziale wiekowym od 41 – 50 lat, wynika to z największej liczby zdarzeń z tą grupą wiekową kierowców analizowanego systemu transportowego. Oczywiście, aby uzyskać bardziej miarodajne informacje należałoby przeanalizować liczbę kierowców w poszczególnych grupach wiekowych zatrudnionych w zakładzie komunikacji autobusowej w badanej aglomeracji. Kolejną istotną informację przedstawiono na rys., 4 z którego wynika, że największe koszty generowane były przez zdarzenia niepożądane, w których udział brali kierowcy z najmniejszym stażem pracy do 5 lat, nie bez znaczenia pozostaje tu fakt, iż ta grupa kierowców zatrudnionych w zakładzie jest najliczniejsza. Ponadto widać, że dwie grupy kierowców ze stażem w przedziale czasu zatrudnienia pomiędzy 16 – 25 lat generowały wysokie koszty wynikające z częstości występowania zdarzeń niepożądanych, która może z kolei wynikać z rutynowego podejścia do pracy i nabytych w wyniku wieloletniego doświadczenia nawyków.

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie zrealizowanych badań eksploatacyjnych można stwierdzić, że w analizowanym przedziale czasu doszło do 447 zdarzeń niepożądanych, 266 kolizji, 143 dewastacji i 33 uszkodzeń oraz 5 przypadków, których okoliczności nie są znane. Zdarzenia te generowały następujące koszty napraw:

Po kolizyjnych – 444 498,48 PLN, dewastacji – 114 119,52 PLN, uszkodzeń – 18 870,52 PLN oraz w przypadku okoliczności nieznanymi- 2 602,07 PLN

Uzyskane wyniki badań sklasyfikowano wg.: miesięcy w analizowanym przedziale czasu, pory roku, pory dnia, rodzaju i stanu nawierzchni, stażu pracy i wieku kierowców.

Na podstawie tego można stwierdzić, że największe koszty napraw generowały kolizje – 444 498,48 PLN , gdzie kwota 119 971,77 PLN stanowiąca 27% całości została wygenerowana wskutek zdarzeń nocnych , 42,9% całości miało miejsce w trakcie poruszania się po nawierzchni mokrej a 13% kwoty wygenerowano w miesiącu styczniu.

Stanowiły one 59% całości zdarzeń niepożądanych w analizowanym przedziale czasowym a koszt ich naprawy stanowił aż 77% całej kwoty.

Dewastacje stanowiły 32% zdarzeń niepożądanych a ich wartość wynosiła 20% całości kosztów, których 51% wygenerowanych zostało w porze nocnej.

Uszkodzenia, stanowiące 7% całości analizowanych zdarzeń wyniosły 3% wartości kosztów, a najwyższe koszty w ich wyniku poniesione zostały w miesiącu lipcu.

Niniejsza praca nie wyczerpuje tematu. Jest jedynie fragmentem, który pozwala naszkicować zakres tematyki oraz złożoność problemu i stanowi wprowadzenie do problematyki kosztów zdarzeń niepożądanych występujących w określonym systemie transportowym Należy prowadzić dalsze badania w celu dokonania identyfikacji przyczyn powstawania zdarzeń niepożądanych, stanowiąc to może podstawę do racjonalnego sterowania procesem eksploatacji wybranego systemu transportowego.

6. LITERATURA

- [1] W. Rydzkowski, K. Wojewódzka – Król (red), *Transport*, Warszawa, PWN 2005, s. 9
- [2] J. Szołtysek, *Podstawy logistyki miejskiej*, Katowice, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 2007, s. 70 – 71,
- [3] K. Jamroz, R. Krystek, L. Michalski, *Strategia bezpieczeństwa ruchu drogowego do roku 2013 w Polsce*, s. 2,
http://www.pkd.org.pl/pliki/referaty/jamroz,_krystek,_michalski.pdf, stan na 13.04.2011
- [4] *Krajowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego na lata 2005 – 2007 -2013, "GAMBIT 2005"*, Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury, Biuro informacji i promocji, 2005, s. 7,
- [5] K. Jamroz, M. Dąbrowska – Loranc, S. Gaca i inni, *Krajowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego "GAMBIT 2005"*, Kwartalnik BRD, ITS 4/2005., Warszawa, s. 15,
- [6] R. Krystek, *Bezpieczeństwo ruchu drogowego w Polsce u progu nowej polityki transportowej Unii Europejskiej*, s. 6-14,
http://www.gambit.fril.org.pl/files/Prezentacje/01_R_Krystek-Bezpieczenstwo_ruchu_drogowego_w_Polsce_u_progu_nowej_polityki_transportowe_j_Unii_Europejskiej.pdf, stan na 13.04.2011
- [7] K. Jamroz, A. Szymanek, *Zintegrowane zarządzanie ryzykiem w systemie bezpieczeństwa ruchu drogowego*, s. 6,
http://www.gambit.fril.org.pl/files/Prezentacje/07_K_Jamroz_A_Szymanek-Zintegrowane_zarzadzanie_ryzykiem.pdf, stan na 13.04.2011