

Łukasz Muślewski
Piotr Bojar
Maciej Woropay
Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy

KRYTERIA OCENY JAKOŚCI DZIAŁANIA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

Streszczenie: Podstawą działania systemów transportowych jest realizacja postawionych im celów w określonych warunkach, miejscu, ilości i czasie. Z analizy literatury przedmiotowej wynika, że badanie jakości funkcjonowania tych systemów, stanowi jeden z podstawowych czynników w procesach obsługowo – naprawczych, sterowania, zasilania, diagnozowania a w szczególności użytkowania eksploatowanych w nich maszyn i urządzeń. Omawiane systemy, zalicza się do systemów socjotechnicznych typu <C – M – O> (człowiek – maszyna – otoczenie), wśród których wyróżnić można system transportowy, stanowiący w niniejszym opracowaniu obiekt badań. Na podstawie wyników własnych badań eksploatacyjnych oraz identyfikacji procesów realizowanych w obiekcie badań, w opracowaniu przedstawiono metodę oceny jakości działania takich systemów. Jako przykład zastosowania opracowanej metody ocenowej, w pracy podjęto próbę budowy modelu oceny niepożądanych oddziaływań ludzi, usytuowanych w systemie i jego otoczeniu.

Słowa kluczowe: jakość działania, metoda, kryteria, system transportowy, bezpieczeństwo

1. WPROWADZENIE

Całość rozważań dotyczy badania jakości działania złożonych systemów eksploatacji a w szczególności systemów transportowych, realizujących przewozy pasażerskie i towarowe drogą wodną, lądową lub powietrzną. Głównym celem działania takich systemów jest realizacja usługi przewozowej w określonym środowisku, w określonej ilości i w określonym czasie, eksploatowanymi w systemie obiektami technicznymi, przy określonych oddziaływaniach czynników z otoczenia. W związku z tym ocena i zapewnienie wymaganej jakości ich działania, zarówno pod względem bezpieczeństwa, efektywności, niezawodności, gotowości, ekologiczności przy jednoczesnym uwzględnieniem aspektu ekonomicznego, stanowi podstawowy czynnik w procesie ich eksploatacji. Rozpatrywane systemy transportowe należą do grupy systemów socjotechnicznych, typu <C – M - O> (człowiek - maszyna – otoczenie), w którym ocenę

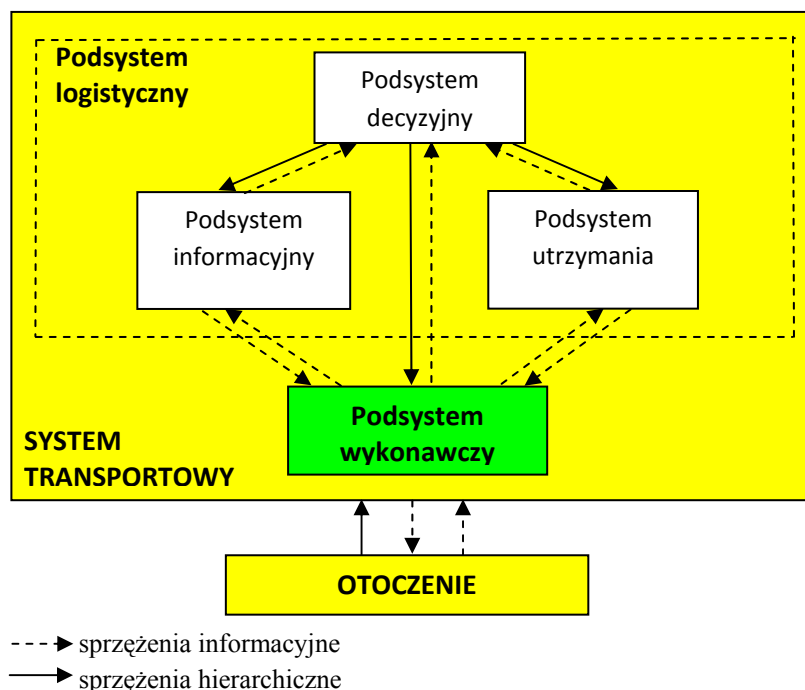
jakości ich działania dokonuje się w zależności od zmian wartości cech opisujących działanie operatorów, sterowanych przez nich obiektów technicznych oraz wpływu otoczenia.

2. OBIEKT BADAŃ

Na podstawie identyfikacji i analizy rzeczywistych systemów transportowych wyznaczono, że na poszczególnych poziomach ich dekompozycji można wyróżnić następujące podsystemy:

- logistyczny, w ramach którego realizowane są czynności związane z zarządzaniem systemem, przepływem i przetwarzaniem informacji oraz utrzymaniem stanu zdolności eksploatowanych w systemie środków transportu, podsystem ten składa się z:
 - podsystemu decyzyjnego,
 - podsystemu utrzymania ruchu,
 - podsystemu informacyjnego,
- wykonawczy, w którym realizuje się podstawowy cel systemu - jakim jest świadczenie usługi transportowej,
- otoczenie – jako podsystem współdziałający.

Ogólny schemat systemu eksploatacji środków transportu, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat zdekomponowanego systemu eksploatacji środków transportu

W podsystemie decyzyjnym realizuje się działania kierujące i nadzorujące działaniem systemu transportowego. W podsystemie utrzymania ruchu realizowane są czynności dotyczące zaopatrywania pojazdów w paliwo, kontrole diagnostyczne pojazdów, czynności profilaktyczne (obsługi w dniu użytkowania, okresowe obsługi techniczne) oraz ich odnowy. Podsystem informacyjny ma za zadanie zbierać, przetwarzać i przekazywać informacje pomiędzy poszczególnymi podsystemami, dotyczące działań związanych z funkcjonowaniem systemu, a przede wszystkim realizacją zadań przewozowych. W podsystemie wykonawczym realizowany jest podstawowy cel działania systemu transportowego tj. bezpieczny i efektywny z punktu widzenia ekonomicznego, przewóz na określonym terytorium, w określonej ilości i w określonym czasie, eksploatowanymi w systemie obiektami technicznymi.

Otoczenie pełni funkcje podsystemu współdziałającego, w którym realizuje się cele systemu, i który ma bezpośredni wpływ na jego funkcjonowanie [3].

3. METODA OCENY JAKOŚCI DZIAŁANIA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

W niniejszym punkcie zawarto opis zasad, na podstawie których sformułowano metodę oceny jakości działania systemów transportowych.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu oraz badań własnych zdefiniowano, że: jakość działania systemu to zbiór cech systemu wyrażonych za pomocą ich wartości liczbowych w danej chwili t , wyznaczających stopień spełnienia stawianych wymagań [3]. Założono, że oceniający ustala zbiór kryteriów oceny jakości działania systemu K . Wyznaczenie zbioru kryteriów oraz ustalenie ich ważności stanowi podstawę oceny i w głównej mierze decyduje o poprawności jej realizacji. Na kolejnym etapie oceny dokonuje się identyfikacji obiektu badań, i na tej podstawie, mając na uwadze postawione kryteria, wyznacza się zbiór cech - X opisujących system, z punktu widzenia jakości jego działania.

Należy mieć na uwadze, że zbiór cech przyjętych do opisu jakości badanego systemu, składa się z dwóch podzbiorów: cech mierzalnych i cech niemierzalnych. Cechy niemierzalne to te, które są „poza zasięgiem” możliwości ich pomiaru na skutek trudności natury technicznej lub na skutek niewiedzy badacza. Dla każdej cechy mierzalnej opisującej badany system X_{M_i} ($i = 1, 2, \dots, n$), należy podać dopuszczalne granice ich zmienności $X_{M_i}^{\min}$, $X_{M_i}^{\max}$, odpowiadające poprawnej (pożądaney) jakości działania systemu. Podobnie dla każdej cechy umownie niemierzalnej, X_{N_j} ($j=1,2,\dots,m$), należy ustalić warunki poprawnej jakości w taki sposób, aby było możliwe jednoznaczne stwierdzenie czy dana cecha je spełnia. W tym celu cechom niemierzalnym przyporządkowuje się różne wartości od 0 do m . Oznacza to, że w danej chwili t , system działa z wymaganą jakością tylko wówczas, gdy wartości jego cech mierzalnych zawierają się w ustalonych granicach oraz cechy niemierzalne spełniają ustalone warunki poprawnej (pożądaney) jakości jego działania.

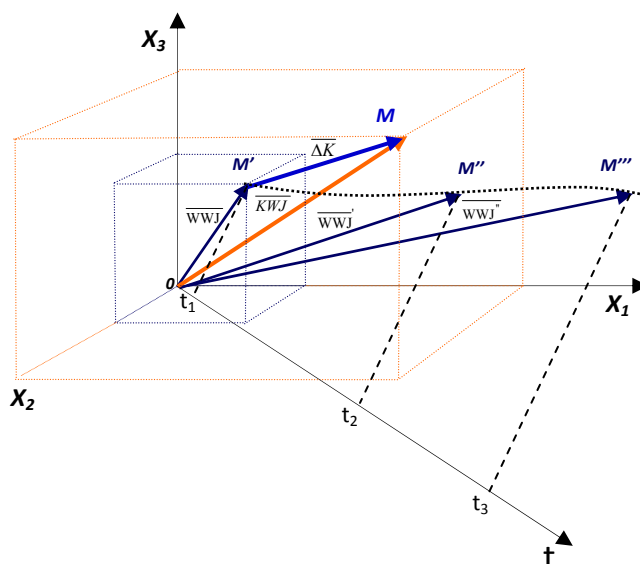
Proces oceny polega na sprawdzeniu, czy i w jakim stopniu poszczególne cechy ze zbioru X spełniają postawione kryteria K . Ocena dokonana zostaje na podstawie pomierzonych wartości cech w chwili t (cechy mierzalne), lub stanów w których się one

znajdują w danej chwili t (cechy niemierzalne), poprzez przyporządkowanie im odpowiednich wyróżników. W związku z tym poziom jakości działania systemu w danej chwili t , wyznacza zbiór wartości istotnych cech $\{X_i\}$ $i=1,2,\dots,p$ przyjętych do jej opisu, z ustalonego punktów widzenia.

W ten sposób wyznaczoną w chwili t , $t \in \langle t_0, t_k \rangle$ jakość działania systemu, opisać można za pomocą tzw. Wielowymiarowego Wektora Jakości. Zbiór cech przyjętych do opisu jakości jego działania (X_1, X_2, \dots, X_p) wyznacza p – wymiarową przestrzeń oceny. Wektor \overline{WJ} odzwierciedla jakość działania systemu w chwili t . Natomiast wektor \overline{KWJ} , zwany Kryterialnym Wektorem Jakości, wyznaczony jest na podstawie maksymalnych lub pożądaných wartości rozpatrywanych cech. Odległość między końcami wektorów \overline{KWJ} a \overline{WJ} , w przyjętej przestrzeni p – wymiarowej, wyznacza ocenę jakości działania systemu $\overline{\Delta K}$. Można to zapisać w następujący sposób:

$$\overline{\Delta K} = \overline{KWJ} - \overline{WJ} \quad (1)$$

Ponieważ wartości wyróżnionych cech, pod wpływem oddziaływania czynników wymuszających, w czasie ulegają zmianie, to punkt M' (będący końcem wektora \overline{WJ}), w przedziale czasu o długości Δt , w rozpatrywanej p – wymiarowej przestrzeni stanów, kreśli trajektorię, będącą odwzorowaniem zmian jakości działania systemu. Oznacza to, że jakość działania systemu jest zmienna w czasie, ponieważ na każdej osi, w rozpatrywanej p – wymiarowej przestrzeni, w czasie $(t+\Delta t)$ zmianie ulegają wartości składowe wektora \overline{WJ} [8]. Interpretację graficzną powyższych rozważań przedstawiono na rysunku 2. Szczegółowy opis ogólnego i wynikowego modelu matematycznego oceny jakości działania systemów transportowych zaprezentowano w pracach: [1,8,9,10].



Rys. 2. Graficzna interpretacja oceny jakości działania systemu transportowego

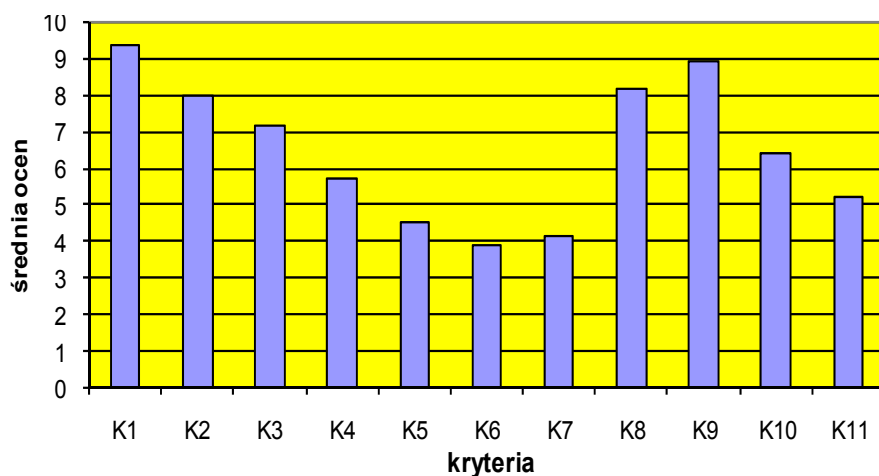
4. KRYTERIA OCENY JAKOŚCI DZIAŁANIA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

W procesie realizacji oceny jakości działania systemu transportowego, przeprowadzono badania, na podstawie których ustalono zbiór najistotniejszych kryteriów, wyróżnionych do jego oceny, z przyjętego punktu widzenia. W tym celu zrealizowano badania eksperckie i na ich podstawie wyznaczono zbiór jedenastu kryteriów, które poddano ocenie użytkowników (obserwatorom zewnętrznym) badanego systemu.

Zbiorowość statystyczną (oceniający) stanowili zróżnicowani względem płci, wieku, wykształcenia i wykonywanego zawodu, użytkownicy badanego systemu. Jednostkę statystyczną był użytkownik – jednostka prosta, a liczebność zbioru respondentów wyniosła $N = 150$. Kryterium zmienności stanowiło - istotność ocenianych kryteriów w punktach. Ocen dokonano w skali ocen $\{0,1,\dots,10\}$.

Założono, że minimalny próg istotności, decydujący o uwzględnieniu poszczególnych kryteriów, w rozpatrywanej skali ocen, wynosi 5 punktów.

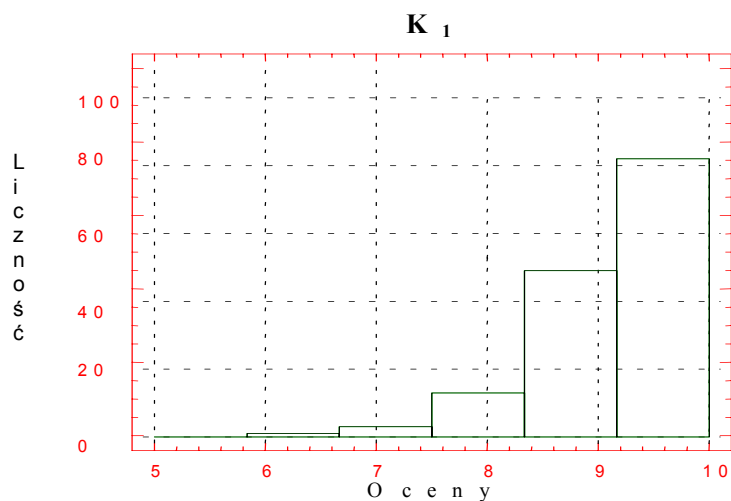
Na podstawie zrealizowanych badań ankietowych, wyznaczono wartości średnie ocen, przyznanych poszczególnym kryteriom, które w postaci wykresu słupkowego, zestawiono na rysunku 3. Wyróżnione kryteria to: bezpieczeństwo (K_1), czas realizacji usługi (K_2), dostępność (K_3), ergonomiczność (K_4), zrozumiałość użytkownika (K_5), informacyjność (K_6), zapotrzebowanie (K_7), niezawodność (K_8), ekonomiczność (K_{10}), estetyka (K_{11}).



Rys. 3. Wartości średnie przyznanych ocen dla rozpatrywanego zbioru kryteriów

W celu ustalenia istotności rozpatrywanych kryteriów, przeprowadzono analizę statystyczną otrzymanych wyników badań oraz zastosowano test istotności współczynnika korelacji.

Histogram rozkładu uzyskanych ocen dla najistotniejszego, z rozpatrywanego zbioru kryteriów - bezpieczeństwa (K_1), przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Histogram rozkładu uzyskanych ocen dla kryterium K_1 – bezpieczeństwa

W wyniku wykonania testu istotności współczynnika korelacji stwierdzić można, że poszczególne kryteria są mocno ze sobą skorelowane i stanowią zbiór nadmiarowy. Oznacza to, że niektóre z rozpatrywanych kryteriów można pominąć, przy małej utracie informacji, którą wnosi pominięte kryterium, ponieważ pozostałe, silnie skorelowane kryteria, informację tą zawierają [4].

Analizując otrzymane wyniki badań, zaobserwować można preferencje i wymagania użytkowników względem świadczonych usług transportowych. Analiza wyników badań statystycznych a w szczególności średniej arytmetycznej, będącej najefektywniejszym, nieobciążonym estymatorem nieznannej wartości oczekiwanej [11], świadczą o tym, że użytkownicy badanego systemu transportowego za najistotniejsze kryteria uznali bezpieczeństwo (9,35) oraz terminowość (8,96), którym ponad połowa respondentów przyznała maksymalną ilość punktów. Poza tym wartości współczynnika zmienności dla tych kryteriów, w analizowanym zbiorze, są najmniejsze i wynoszą odpowiednio 9,99% i 10,2%. Oznacza to, że odpowiedzi udzielone przez badanych, na temat oceny powyższych kryteriów, są najmniej zróżnicowane. Kryteriom - czas realizacji usługi oraz niezawodności przyznano oceny, których średnia wartość przekracza 8 punktów, co także czyni je istotnymi i należy je uwzględnić w procesie oceny jakości działania rozpatrywanego systemu.

Na tej podstawie zrealizowanych badań oraz zgodnie z przyjętym progiem istotności wynoszącym 5 pkt., wyróżniono zbiór ośmiu najistotniejszych kryteriów, które uwzględniono w dalszych pracach, w ocenie jakości działania systemu transportu miejskiego [1]:

- bezpieczeństwo,
- czas realizacji,
- dostępność,
- ergonomiczność,
- niezawodność,
- terminowość,
- koszty,
- estetyka.

5. BEZPIECZEŃSTWO JAKO KRYTERIUM OCENY JAKOŚCI DZIAŁANIA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

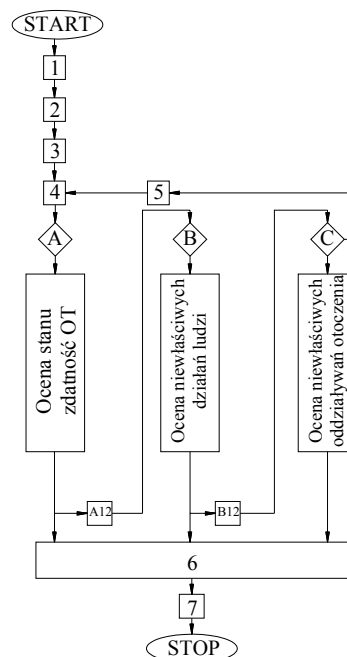
W wyniku zrealizowanych badań, opisanych w rozdziale 4, wyróżniono wynikowy zbiór kryteriów ocenowych, z których za najistotniejsze, użytkownicy badanego systemu, uznali bezpieczeństwo. Dlatego też dalsze, przykładowe rozważania w opracowaniu, dokonano na podstawie tego kryterium.

Bezpieczeństwo działania systemu transportowego jest to, jego stan w którym wartości wyróżnionych cech opisujących ten system w ustalonym przedziale czasu $t, t \in [t_0, t_k]$ mieszczą się w ustalonych granicach przy określonych poziomach oddziaływań czynników wymuszających.

Czynniki te można podzielić na:

- robocze (w systemie) - czynniki wymuszające oddziałujące na środek transportu w wyniku realizacji funkcji użytecznych,
- zewnętrzne - czynniki wymuszające charakteryzujące oddziaływanie otoczenia na środek transportu (nie uwarunkowane jego funkcjonowaniem),
- antropotechniczne - czynniki wymuszające oddziałujące na elementarny podsystem wykonawczy w wyniku działalności człowieka np. na skutek błędów operatora, niewłaściwych zachowań pasażerów oraz niewłaściwych działań pieszych.

Na podstawie badań własnych zbudowano ogólny algorytm oceny bezpieczeństwa obiektu badań. W związku z tym, że badany system transportowy jest systemem socjotechnicznym typu <C-M-O>, niniejszy algorytm zbudowany jest z wyszczególnieniem bloków dotyczących bezpieczeństwa: działania człowieka, funkcjonowania środka transportowego oraz wpływu lub oddziaływania na otoczenie (rys. 5).



Rys. 5 Algorytm oceny wpływu oddziaływań czynników wymuszających na bezpieczeństwo działania systemu transportowego

Tablica 1.

Opis bloków algorytmu	
1	Wyznacz zbiór zdarzeń drogowych zaistniałych w analizowanym przedziale czasu Z_i ; $i = \{1, 2, 3, \dots, k\}$.
2	Wybierz zdarzenia istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa działania analizowanego systemu.
3	Uszereguj zdarzenia według daty zajścia $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_k$.
4	Wybierz do oceny pierwsze zdarzenie Z_i , $i = 1$.
5	Wybierz do oceny kolejne zdarzenie drogowe $Z_i + 1$.
A	Czy przyczyną zajścia analizowanego zdarzenia było uszkodzenie podsystemu środka transportu?
B	Czy przyczyną zajścia analizowanego zdarzenia było oddziaływanie ludzi usytuowanych w środku transportu i jego otoczeniu ?
C	Czy przyczyną zajścia analizowanego zdarzenia było oddziaływanie otoczenia?
6	Dokonaj zbiorczej oceny bezpieczeństwa działania systemu transportowego
7	Pokaż wynik

Jako przykład realizowanych badań dotyczących jakości działania a w szczególności bezpieczeństwa rozpatrywanego systemu transportowego dokonano analizy zdarzeń dotyczących liczby wypadków drogowych, których przyczyną powstania były niewłaściwe działania ludzi usytuowanych w system i jego otoczeniu oraz ich skutków. Wybrane wyniki zdarzeń niebezpiecznych przedstawiono w tabelach: 2, 3 oraz 4.

Tablica 2.

Liczby wypadków drogowych powodowanych przez ludzi usytuowanych w systemie transportowy i jego otoczeniu, w analizowany przedziale czasu

<i>Sprawca wypadku</i>	Liczba wypadków drogowych							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kierujący pojazdem	44835	42860	43066	41370	3794	39 730	37 129	38 434
Pieszcy	3072	2791	3640	3285	8041	7 119	6 719	6 912
Pasażer pojazdu	144	128	124	126	119	127	-	-

Tablica 3.

Liczby osób zabitych w wyniku zaistniałych wypadków drogowych powodowanych przez ludzi usytuowanych w systemie transportowy i jego otoczeniu, w analizowany przedziale czasu

<i>Sprawca wypadku</i>	Liczba osób zabitych							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kierujący pojazdem	4 650	4 262	4 470	4 382	4 232	4 239	3 729	3 753
Pieszcy	1 275	1 006	1 098	1 017	838	979	1007	1105
Pasażer pojazdu	25	18	13	8	13	11	-	-

Tablica 4.

Liczby osób rannych w wyniku wypadków drogowych spowodowanych przez ludzi usytuowanych w systemie transportowy i jego otoczeniu, w analizowany przedziale czasu

<i>Sprawca wypadku</i>	Liczba osób rannych							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kierujący pojazdem	59 970	57 799	57 670	54 835	51 024	53 429	49 784	52 240
Pieszcy	2677	3493	4240	2916	5 657	6 363	5 828	5 946
Pasażer pojazdu	127	119	116	129	109	124	-	-

Do oceny poziomu niepożądanych oddziaływań przez poszczególne grupy ludzi usytuowane w systemach transportu drogowego i ich otoczeniu wybrano następujący zbiór wskaźników:

1. Liczba wypadków drogowych spowodowanych przez kierujących pojazdami przypadająca na 100 wypadków drogowych.

$$W_1 = \frac{L_{WK} \cdot 100}{L_W} \quad (2)$$

gdzie:

L_W – liczba wszystkich zaistniałych zdarzeń drogowych w analizowanym przedziale czasu

L_{WK} – liczba wypadków drogowych spowodowana przez kierujących pojazdami w analizowanym przedziale czasu.

2. Liczba wypadków drogowych spowodowanych przez pieszych przypadająca na 100 wypadków drogowych.

$$W_2 = \frac{L_{WP} \cdot 100}{L_W} \quad (3)$$

gdzie:

L_{WP} – liczba wypadków drogowych spowodowana przez pieszych w analizowanym przedziale czasu.

3. Liczba wypadków drogowych spowodowanych przez pasażerów korzystających ze środków transportu przypadająca na 100 wypadków drogowych.

$$W_3 = \frac{L_{WPA} \cdot 100}{L_W} \quad (4)$$

gdzie:

L_{WPA} – liczba wypadków drogowych spowodowana przez pasażerów korzystających ze środków transportu w analizowanym przedziale czasu.

4. Liczba osób zabitych przypadająca na 100 wypadków drogowych spowodowanych przez kierujących pojazdami.

$$W_4 = \frac{L_{ZK} \cdot 100}{L_{WK}} \quad (5)$$

gdzie:

- L_{ZK} – liczba osób zabitych w wypadkach spowodowanych przez kierujących pojazdami
5. Liczba osób zabitych przypadająca na 100 wypadków drogowych spowodowanych przez pieszych.

$$W_5 = \frac{L_{ZP} \cdot 100}{L_{WP}} \quad (6)$$

gdzie:

- L_{ZP} – liczba osób zabitych w wypadkach spowodowanych przez pieszych.
6. Liczba osób zabitych przypadająca na 100 wypadków drogowych spowodowanych przez pasażerów korzystających ze środków transportu.

$$W_6 = \frac{L_{ZPA} \cdot 100}{L_{WPA}} \quad (7)$$

gdzie:

- L_{ZK} – liczba osób zabitych w wypadkach spowodowanych przez pasażerów korzystających ze środków transportu.

Mając na uwadze kompleksową ocenę jakości działania systemu transportowego, powyższe wskaźniki stanowią składowe X_i , wielowymiarowego wektora jakości, dotyczące oceny z punktu widzenia oddziaływania człowieka na bezpieczeństwo jego działania, wyróżnione w wynikowym modelu ocenowym.

Wyniki badań bezpieczeństwa w systemach transportu drogowego w analizowanym przedziale czasu przedstawiono w tabeli 5.

Tablica 5.

Wartości poszczególnych wskaźników w analizowanym przedziale czasu

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
W_1	78,2	79,7	80,4	81,0	81,5	82,6	79,2	77,6
W_2	5,4	5,2	6,8	6,4	15,7	14,8	14,3	14,0
W_3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	-	-
W_4	10,4	9,9	10,4	10,6	10,3	10,7	10,0	9,8
W_5	41,5	36,0	30,2	31,0	10,4	13,8	15,0	16,0
W_6	17,4	14,1	10,5	6,3	10,9	8,7	-	-

Z analizy danych zaprezentowanych w tabeli 5 wynika, że na 100 wypadków drogowych około 80 wypadków było spowodowanych przez niewłaściwe działania kierujących pojazdami (wartość wskaźnika W_1). Tendencja ta utrzymuje się na stałym poziomie w analizowanym przedziale czasu, podobnie jak w przypadku wskaźnika W_3 , natomiast w przypadku wskaźnika W_2 widać znaczący wzrost wartości tego wskaźnika w kolejnych latach analizowanego przedziału czasu.

6. PODSUMOWANIE

Zaprezentowana w pracy koncepcja oceny jakości działania złożonych systemów transportowych ma zastosowanie zarówno w ocenie jakości działania tego samego systemu w różnych chwilach czasowych, dwóch różnych systemów w tej samej chwili czasu a także różnych systemów w różnych chwilach czasowych, przy założeniu, że oceny wartościującej dokonuje się na podstawie tych samych kryteriów i cech, wyróżnionych do opisu obiektów badań.

Bibliografia

1. WOROPIAY M., MUŚLEWSKI Ł., PIĘTAK A., NIEZGODA T., ŻUREK J., The application example of the evaluation model in the case of the transport system operation quality. A Fusion of Harmonics. ACSIM vol.II. Allied Publishers Pvt. Limited , New Delhi, 2004.
2. MUŚLEWSKI Ł., WOROPIAY M., Theoretical grounds to evaluate of the transport system operation. Proceedings of the 12th International Congress of the International Maritime Association of Mediterranean – IMAM 2005, Maritime Transportation and Exploitation of Ocean and Coastal Resources – Guedes Soares, Garbatov & Fonseca. Taylor & Francis Group: London, 2005.
3. WOROPIAY M., MUŚLEWSKI Ł., Jakość w ujęciu systemowym. ITeE, Radom, 2005.
4. WOROPIAY M., MUŚLEWSKI Ł., 2004. Quality as a system on example of transport system. Journal of KONES Internal Combustion Engines, Warszawa.
5. JURAN, J.M., GRZYNA, F.M. Jakość – projektowanie – analiza. WNT. Warszawa, 1974.
6. SUH N.P., Designing-in of Quality Through Axiomatic Design. IEEE: Transactions on Reliability. Vol. 44 No. 2, 1995.
7. ZAJĄC K., Zarys metod statystycznych. Państwowe Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa, 1988.
8. SMALKO Z., WOROPIAY M., MUŚLEWSKI Ł., ŚLĘZAK M., JANKOWSKI A., The concept of the evaluation model design In the case of the transport system operation quality. ACSIM, vol.II, New Delhi, 2004.
9. MUSLEWSKI Ł. Control method for transport system operational quality. Journal of KONES and Transport, Vol. 16, No. 3, Zakopane, 2009
10. Ł. MUŚLEWSKI., Evaluation Method of Transport Systems Operation Quality. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 18, No. 2A, 2009. Hard Olsztyn.
11. PLUCIŃSKA A., PLUCIŃSKI E., 2000. Probabilistyka. WNT, Warszawa.
12. WOROPIAY M., BOJAR P.: Assessment of the level of undesirable actions of people involved in road transport systems and their environments. Journal of KONBiN 5 (8) 2008
13. WOROPIAY M., BOJAR P.: Diagnosis operational safety of a transport system. Transport Problems Volume 4 Issue 3 Part 2, 2009

CRITERIA OF THE OPERATION QUALITY TRANSPORT SYSTEMS

Abstract: The basis of operation systems functioning is their ability to accomplish set goals, in given conditions, place, quantity and time. The analysis of literature on this subject , proves that studying the systems operation quality, is one of the main factors which make up the processes of their service, repairs, control, supply, diagnostics, and most of all, operation of used machines and devices. The studied systems belong to socio-technical systems of the type H-M-E (human -machine -environment), to which the discussed transport system ,being the research object of this work, belongs as well. Basing on the author's own research and identification of processes occurring within the studied object, a method for its operation quality assessment have been developed and discussed, in the article. As a example of implementation elaborated method, the authors of the paper make an attempt to evaluate the level of threats resulting from intended or not intended actions of people situated in this environment.

Keywords: Operation quality, method, criteria, transport system, safety