



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Piotr BOJAR, Maciej MATUSZEWSKI, Maciej WOROPAY, Mirosław SZUBARTOWSKI, Łukasz MUŚLEWSKI

MODEL OCENY BEZPIECZEŃSTWA REALIZOWANEGO PROCESU TRANSPORTOWEGO Z PUNKTU WIDZENIA ODDZIAŁYWAŃ CZYNNIKÓW ANTROPOTECHNICZNYCH

Streszczenie

Systemy transportowe są systemami socjotechnicznymi, w których bezpośrednią realizacją zadań zajmuje się podsystem wykonawczy złożony z podsystemów elementarnych typu człowiek – obiekt techniczny (operator – środek transportu) realizujących zadania w otoczeniu systemu. Ze względu na człowieka umiejscowionego w systemie transportowym najistotniejszym kryterium w ocenie realizowanych przewozów jest ich bezpieczeństwo.

Na poziom bezpieczeństwa realizacji zadań wpływają zagrożenia wynikające z oddziaływania czynników wymuszających, oddziałujących na elementarny podsystem wykonawczy.

Czynniki te można podzielić na:

- robocze
- zewnętrzne
- antropotechniczne

W pracy podjęto próbę oceny wpływu oddziaływań ludzi na bezpieczeństwo działania systemu.

WSTĘP

Poziom bezpieczeństwa działania systemu transportu drogowego zależy od wielu czynników, które składają się na tzw. Bezpieczeństwo ruchu drogowego. Ruchem drogowym nazywamy przemieszczanie się pojazdów oraz pieszych po drogach. Przepisy regulujące zasady ruchu drogowego spisane zostały w kodeksie drogowym.

Na ruch drogowy mają wpływ trzy zasadnicze zbiory elementów tj. [3,4]:

- **pojazdy:**
 - samochody osobowe,
 - pojazdy ciężkie (samochody ciężarowe, samochody dostawcze, autobusy),
 - pojazdy powolne (pojazdy wolnobieżne, ciągniki rolnicze, pojazdy specjalne),
 - tramwaje, trolejbusy,
 - pojazdy jednośladowe (motocykle, motorowery, rowery),
 - inne (np. wózek inwalidzki),
- **użytkownicy dróg (uczestnicy ruchu):**
 - kierujący pojazdami samochodowymi (kierowcy),

- kierujący innymi pojazdami,
- pasażerowie pojazdów,
- rowerzyści (w tym motorowerzyści),
- piesi,
- **środowisko dróg:**
 - drogi wraz z ich wyposażeniem i urządzeniami,
 - otoczenie dróg (przyległe do dróg pasy terenu).

Natomiast czynniki decydujące o bezpieczeństwie ruchu drogowego to:

- warunki ruchu (natężenie ruchu, struktura uczestników ruchu, struktura kierunkowa ruchu, stan nawierzchni drogi i jej szerokość itd.),
- warunki atmosferyczne.



Rys. 1. Podstawowe zbiory elementów składowych ruchu drogowego [3]

Od cech wymienionych zbiorów elementów zależą przebiegi procesu ruchu oraz jego konsekwencje, do których należą zagrożenia powstania określonej szkody jego uczestników (rys. 1). Podczas poruszania się po drodze użytkownik drogi rejestruje bodźce, selekcjonuje je, przetwarza i ocenia, podejmuje decyzję i wykonuje jakieś działania. W zależności od usytuowania tego człowieka w systemie transportowym w roli kierowcy, pasażera, pieszego lub mechanika, różne są skutki jego działań.

1. ANALIZA WYBRANYCH ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z DZIAŁANIEM CZŁOWIEKA

1.1. Przyczyny powstawania zdarzeń niepożądanych wynikających z niewłaściwych działań operatorów środków transportu

Operator podczas realizacji zadania jest zobowiązany do stałego obserwowania otoczenia, sytuacji wewnątrz pojazdu, oceny stanu technicznego pojazdu oraz przetwarzania tych informacji celem wyboru wariantu sterowania, najlepszego z możliwych, a przy tym bezpiecznego dla człowieka, pojazdu i otoczenia. Negatywną stroną działalności operatorów jest możliwość niewłaściwych działań w trakcie realizacji procesu sterowania [1, 2].

Klasyczne zadanie operatorskie w systemie działaniowym < C - OT > polega na normalnej korekcie różnicy, zwanej błędem, między aktualnym stanem systemu a stanem

docelowym. Wyznaczony cykl działania operatora, zorientowany na osiągnięcie ustalonego celu (stanu systemu) nazywany jest misją.

Na misję operatora składają się dwie grupy zadań:

- odczytowo-manipulacyjne (odczyty wskazań urządzeń sygnalizujących, ręczne sterowanie wartościami parametrów pracy systemów),
- psychiczne tzw. kognitywne; świadome przetwarzanie informacji o stanie systemu celem podejmowania decyzji o sposobach rozwiązywania problemów dotycząc) rozdziału zasobów, sposobów postępowania z maszynami w zależności od ich stanu, zasad zdobywania informacji diagnostycznych itd.).

Do zapewnienia sukcesu wyznaczonej misji niezbędne jest umiejętne współdziałanie operatora (humanware) ze sprzętem (hardware) oraz racjonalne wykorzystanie instrukcji pracy systemu (software). Zadania operatorów można podzielić na:

- planowanie (co i kiedy robić),
- programowanie (dostosowywania systemu działaniowego do realizacji zmiennych lub nowych funkcji),
- monitorowanie (stałe, ciągle nadzorowanie realizowanych zadań),
- interwencje (ręczna korekta wartości parametrów realizowanego procesu przez system),
- uczenie się (wypracowywanie sposobów osiągania lepszych wyników w przyszłości).

Błędy operatorów w sterowaniu procesami występują najczęściej w dwóch zasadniczych postaciach [5]:

- błędy manipulacji i odczytu; w ręcznym sterowaniu procesem,
- błędy kognitywne; diagnozowania stanów maszyn lub procesów i opracowywania strategii działania (błędy kojarzenia, planowania, przewidywania, wyboru i sposobu rozwiązywania problemów).

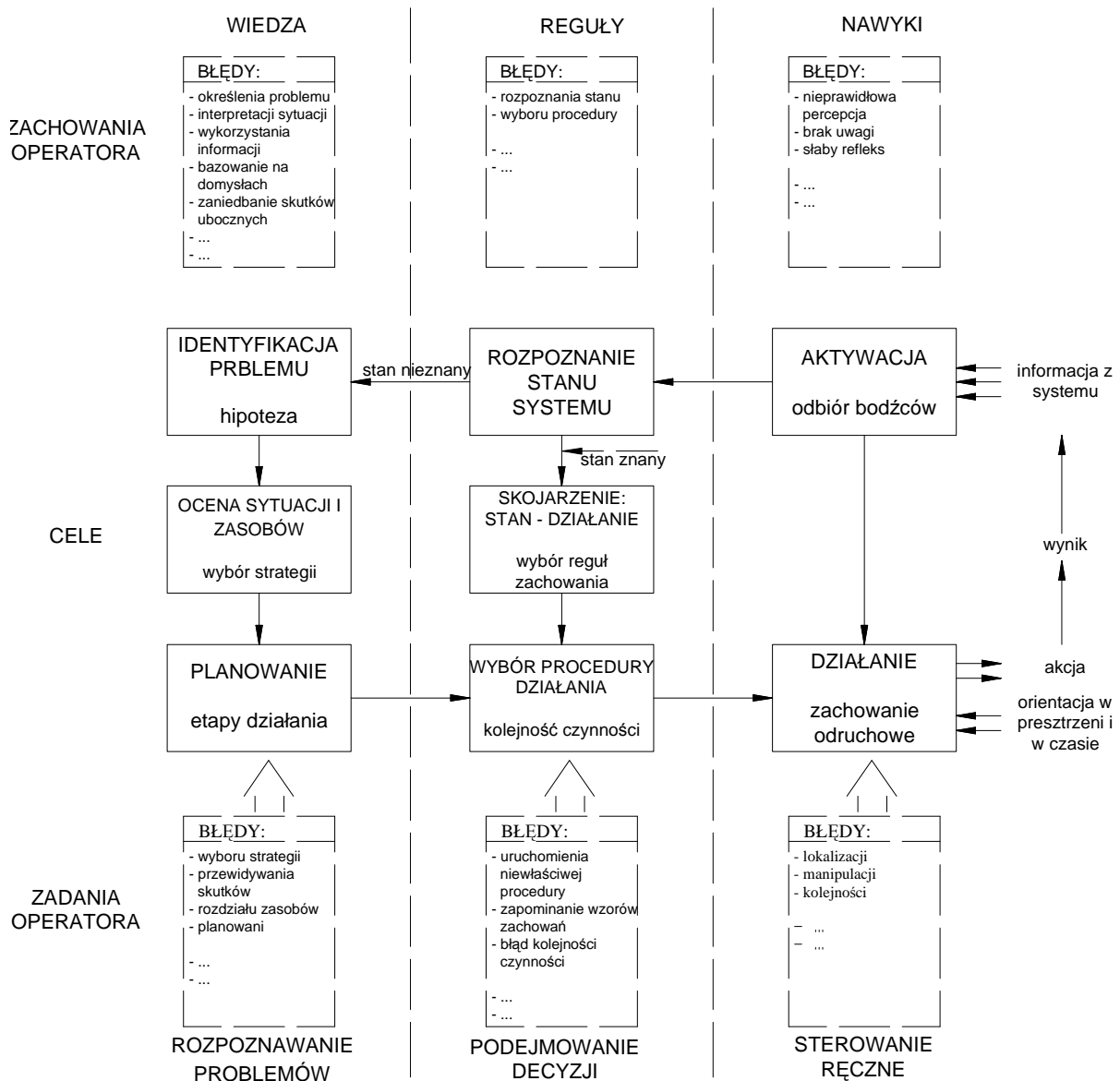
Ogólnie błąd ludzki definiuje się, jako zachowanie sterujące lub diagnostyczne, którego efekt wykracza poza dopuszczalne w danej sytuacji pole tolerancji. Ocena działania oraz badanie przyczyn popełniania błędów przez operatorów na potykają na liczne trudności, ponieważ:

- w przeciwieństwie do jednoznacznego funkcjonowania elementów maszyn trudno jest zidentyfikować kolejność czynności operatorów tworzących ich postępowanie,
- nieznan jest typ zależności zachodzących między zdarzeniami, których sprawcą jest człowiek,
- spowodowanie tych samych błędów powoduje z reguły różne skutki,
- błąd operatora nie zawsze wywołuje bezpośrednie konsekwencje, a ich rodzaj zależy od konkretnej sytuacji,
- liczne są czynniki i różnorodne poziomy ich oddziaływań, od których zależy skuteczność działania operatora (otoczenie, sytuacja, zmienność stanów psychicznych itd.)

W pracach [6] autorzy prezentują model współpracy operatora z maszyną (systemem), stosowany w projektowaniu układów sterowania rys. 2. W modelu tym podano ogólny schemat zachowania operatora w czasie sterowania systemami technologicznymi, wyróżniając trzy poziomy jego zachowań psychologicznych w zależności od sytuacji decyzyjnej, umożliwiających klasyfikację błędów operatora i badanie ich przyczyn:

- na poziomie nawyków opisane czynności percepcyjne, manipulacyjne oraz kognitywne wykonywane, jako czynności wyznaczone w wyniku uprzedniego treningu i doświadczenia. Większość czynności o charakterze manipulacyjnym i odczytowym (włączenie, wyłączenie, odczyt wartości itd.) wykonywanych przez operatora w znajomym mu środowisku pracy, jest opartych na nawyku – wprawie.
- na poziomie reguł opisano wpływ reguł postępowania, istniejących w pamięci operatora, na wartość jego zachowania. Wzorce zachowań (procedury działań) są systematycznie gromadzone w pamięci operatora w wyniku treningu i doświadczeń. Po analizie znanych

- procedur operator wybiera do realizacji jedną, rokującą najlepsze wyniki w danej sytuacji. Procedura ta jest następnie realizowana jako ciąg czynności sterowania.
- na poziomie wiedzy, dotyczącym problemów o nieznanym procedurach rozwiązywania, opisano zachowanie operatora, który ocenia aktualny stan systemu i jego „odległość” od stanu docelowego. Niezbędne staje się zatem wypracowanie diagnozy wyjaśniającej przyczyny istniejącego stanu systemu i wyznaczenia łańcucha działań powodujących zbliżenie stanu systemu do stanu pożądanego.



Rys. 2. Błędy operatora i mechanizm ich powstawania w sterowaniu procesem transportowym [6]

W zależności od doświadczenia operatora i warunków zewnętrznych rozwiązywanie zadań realizowane jest na różnych poziomach, wyszczególnionych w modelu. W miarę wzrostu doświadczenia operatora zadanie może być rozwiązane na najniższym poziomie kognitywnym modelu, to jest na poziomie podświadomych wzorów zachowań (nawyk-wprawa). Natomiast kiedy pojawia się problem, którego operator nie umie rozwiązać lub gdy nagle zmieniają się oddziaływania otoczenia i operator zmuszony jest do wypracowania nowego sposobu zachowania, to rozpatrywany poziom kognitywny może okazać się

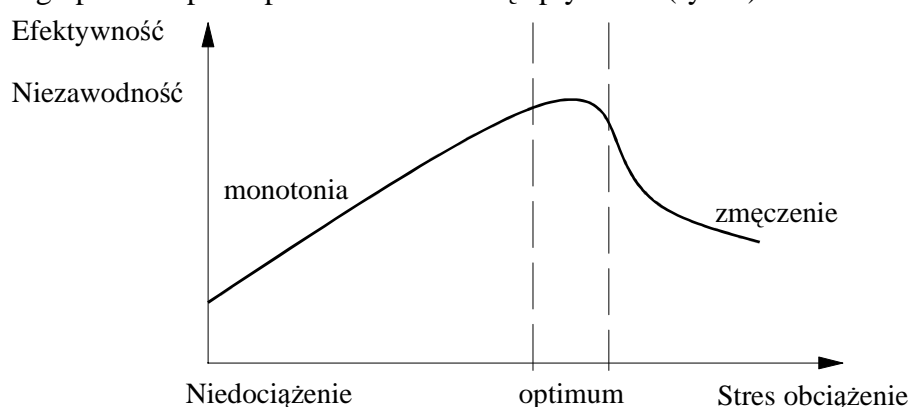
niewystarczający. Wówczas problem może być rozwiązany na odpowiednio wyższym poziomie, wyszczególnionym w modelu.

Model przedstawiony na rys. 2 opisuje, sposoby zachowania się operatora pod wpływem oddziaływania różnych czynników stresujących, jak również ułatwia wyjaśnienie zmian zachowań operatora w wyniku nauki, treningu oraz adaptacji w środowisku. Umożliwia również sporządzenie klasyfikacji i analiz błędów występujących w różnorodnych działaniach ludzkich, co przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Typowe formy błędów operatorskich [6]

POZIOM KOGNITYWNY	TYP DZIAŁANIA	TYPOWE BŁĘDY	PRZYKŁADOWE PRZYCZYNY	RYZIKO BŁĘDU
ODRUCHY	sterowanie odczyty	błędy manipulacyjno-percepcyjne: - błąd w sterowaniu - błąd w odczycie - przeoczenie sygnału	- słaby refleks - roztargnienie - błędna koordynacja czasowo-przestrzenna - wady ergonomiczne przyrządów	małe (0,0001-0,001)
REGUŁY	podejmowanie decyzji	błędy podejmowania decyzji: - błędy rozpoznawania sytuacji - błędy wyboru procedury	- zapomnienie reguł działania - błąd w kolejności działań - uruchomienie niewłaściwej procedury działania	średnie (0,001-0,01)
WIEDZA	rozwiązywanie problemów	błędy rozumowania: - przewidywania - oceny sytuacji - planowania - kojarzenia - diagnozy uszkodzeń	- niepełna informacja - bazowanie na domysłach - nieuwzględnienie skutków ubocznych - błędne wnioskowanie - zakłócenia z zewnątrz	duże (0,01-1,0)

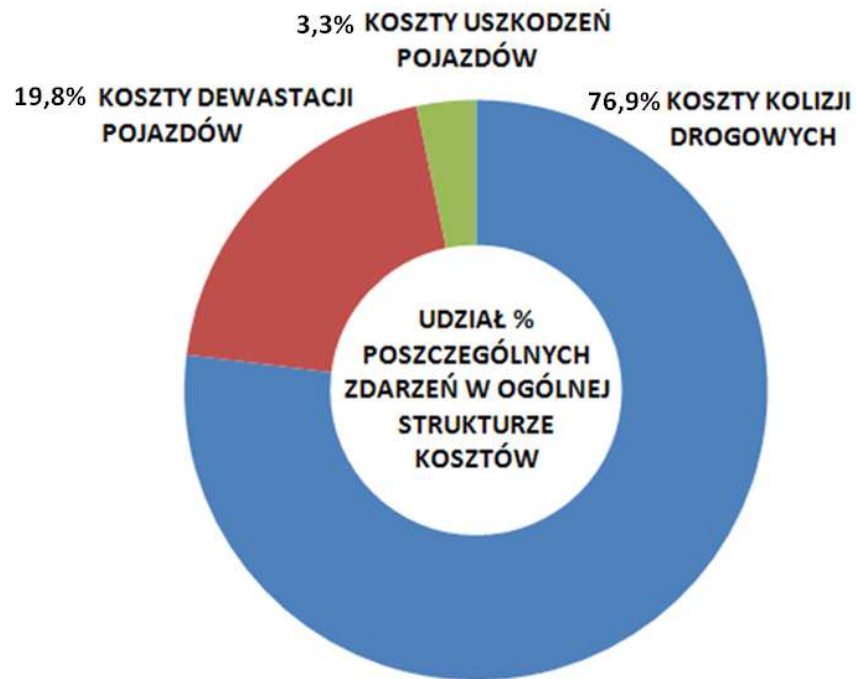
Szczególną uwagę należy zwrócić na błędy popełniane przez operatora w wyniku niedociążenia lub przeciążenia pracą, spowodowane niewłaściwym ustaleniem czasu realizacji zadania. Z badań wynika, że lepsze rezultaty osiąga się, gdy obciążenie pracą i odczuwany z tego powodu przez pracownika stres są optymalne (rys. 3).



Rys. 3. Model zależności między obciążeniem pracą a efektywnością, skłonnością do ryzyka i koncentracją [6]

1.2 Przyczyny powstawania zdarzeń niepożądanych wynikających z niewłaściwych oddziaływań pasażerów

Niewłaściwe zachowania pasażerów środków transportu stanowią niewielki procent przyczyn powstawania kolizji i wypadków drogowych, które wynikają z: rozpraszania uwagi kierowcy, agresji wobec kierowcy, wyskakiwania z pojazdu będącego w ruchu, nieprawidłowego zachowanie się w czasie jazdy. Wynikiem niewłaściwych zachowań pasażerów są przede wszystkim dewastacje pojazdu, koszty dewastacji wynoszą prawie 20% kosztów wszystkich zdarzeń niepożądanych, co przedstawiono na rys 4.



Rys. 4. Procentowy udział kosztów poszczególnych zdarzeń w ogólnej strukturze kosztów zaistniałych zdarzeń niepożądanych.

1.3 Przyczyny powstawania zdarzeń niepożądanych wynikających z niewłaściwych oddziaływań ludzi usytuowanych w otoczeniu systemu

Do najczęstszych niewłaściwych zachowań pieszych, stanowiących przyczyny powstawania zdarzeń niepożądanych, należą:

- znajdowanie się na jezdni (inne niż przechodzenie przez nią),
- chodzenie nieprawidłową stroną jezdni,
- wejście na jezdnię przy czerwonym świetle,
- nieostrożne wejście na jezdnię:
- nieprawidłowe przekroczenie jezdni:
- przekroczenie jezdni w niedozwolonym miejscu,
- wskakiwanie do pojazdu w ruchu,
- pozostawienie dzieci bez właściwej opieki.

1.4 Przyczyny powstawania zdarzeń niepożądanych wynikających z niewłaściwych oddziaływań ludzi usytuowanych w podsystemie utrzymania zdolności

Do głównych przyczyn uszkodzeń wynikających z błędów naprawy należy zaliczyć:

- zastosowanie niewłaściwego materiału,
- błędy regulacji,
- błędy technologii naprawy,
- zastosowanie niewłaściwej części zamiennej,
- zastosowanie uszkodzonej części,
- zastosowanie części z niewłaściwego materiału,
- zastosowanie części z ukrytą wadą technologiczną,
- zastosowanie części o niewłaściwych wymiarach,
- błędy montażu,
- zanieczyszczenia po naprawie.

Natomiast czynniki wpływające na skuteczność napraw środków transportu można podzielić na:

Techniczne:

- a) związane z wyposażeniem stanowiska naprawczego:
 - wyposażenie pomocnicze,
 - narzędzia,
 - środki transportowe,
 - przyrządy pomiarowe.
- b) związane z materiałami i częściami zamiennymi użytymi w procesie naprawy,
 - regenerowane,
 - wykonane w warsztatach lub wykonane w kooperacji,
 - oryginalne.
- c) związane z wyposażeniem stanowiska kontroli jakości (diagnozowanie przed- i po-naprawcze):
 - aparatura kontrolno – pomiarowa,
 - wyposażenie pomocnicze.
- d) inne:
 - łatwość dostępu,
 - łatwość demontażu i montażu,
 - unifikacja elementów,
 - typizacja elementów,
 - automatyzacja czynności przeglądowych,
 - oprzyrządowanie technologiczno-naprawcze.

Związane z działalnością człowieka:

- e) organizacja napraw:
 - metody napraw,
 - dokumentacja techniczna,
 - organizacja czasu pracy brygad naprawczych.
- f) organizacja kontroli jakości:
 - metody kontroli,
 - dokumentacja techniczna,

- organizacja czasu pracy kontrolerów.
- g) inne:
 - kwalifikacje,
 - dyscyplina,
 - motywacja,
 - doświadczenie,
 - obciążenie psychiczne,
 - obciążenie fizyczne.

Związane z oddziaływaniem środowiska

- h) mikroklimat,
- i) zanieczyszczenie powietrza,
- j) oświetlenie,
- k) hałas i drgania,

2. ZAŁOŻENIA DO BUDOWY MODELU WSTĘPNEGO OCENY WPŁYWU ODDZIAŁYWAŃ LUDZI NA BEZPIECZEŃSTWO REALIZOWANEGO PROCESU TRANSPORTOWEGO

Człowiek w systemie transportowym może być usytuowany na różnych poziomach decyzyjnych. Działania człowieka w zależności od pełnionej funkcji w systemie mają zróżnicowany wpływ na bezpieczeństwo procesu transportowego. Bezpieczeństwo procesu transportowego systemu w zależności od oddziaływań ludzi przedstawiono zależnością (1).

$$B_{PC} = F(B_{PC\ KA}, B_{PC\ KO}, B_{PC\ PAS}, B_{PC\ O}, B_{PC\ UZ}) \quad (1)$$

- $B_{PC\ KA}$ – bezpieczeństwo procesu transportowego z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań kierowców w analizowanym systemie
- $B_{PC\ KO}$ – bezpieczeństwo procesu transportowego z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań kierowców pojazdów obcych
- $B_{PC\ PAS}$ – bezpieczeństwo procesu transportowego z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań pasażerów środków transportu analizowanego systemu
- $B_{PC\ O}$ – bezpieczeństwo procesu transportowego z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań ludzi usytuowanych w otoczeniu systemu
- $B_{PC\ UZ}$ – bezpieczeństwo procesu transportowego z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań ludzi usytuowanych w podsystemie utrzymania zdatości

Niewłaściwe decyzje kierowców stanowią przyczynę powstawania zdarzeń niepożądanych bezpieczeństwo systemu w zależności od niewłaściwych działań kierowców jest funkcją powstałych w wyniku tych działań zdarzeń i ich skutków. Na niewłaściwe działania kierowców mogą wpływać takie czynniki jak: wiek kierowcy, staż pracy, liczba lat posiadania uprawnień (doświadczenie zawodowe). Zależnością 7.1 przedstawiono opis bezpieczeństwa procesu transportowego systemu z punktu widzenia niewłaściwych oddziaływań kierowców.

$$B_{PC\ KA} = F(LK_{KA}, LW_{KA}, LR_{KA}, LZ_{KA}) \quad (1.1)$$

$$B_{PC\ KA} = \begin{cases} LK_{KA} = F(LK_{KAWi} + LK_{KASi} + LK_{KAUi}) \\ LW_{KA} = F(LW_{KAWi} + LW_{KASi} + LW_{KAUi}) \\ LR_{KA} = F(LZ_{KAWi} + LZ_{KASi} + LZ_{KAUi}) \\ LZ_{KA} = F(LR_{KAWi} + LR_{KASi} + LR_{KAUi}) \end{cases} \quad (1.1.1)$$

gdzie:

- LK_{KAWi} – liczba kolizji zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich wiek
- LW_{KAWi} – liczba wypadków zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich wiek
- LZ_{KAWi} – liczba osób zabitych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich wiek
- LR_{KAWi} – liczba osób rannych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich wiek

gdzie:

$i = 1, 2, 3, 4$

- 1 – kierowcy poniżej 35 roku życia,
- 2 – kierowcy pomiędzy 35 a 45 rokiem życia,
- 3 – kierowcy pomiędzy 45 a 45 rokiem życia,
- 4 – kierowcy pomiędzy 55 a 65 rokiem życia,

- LK_{KASi} – liczba kolizji zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich staż pracy
- LW_{KASi} – liczba wypadków zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich staż pracy
- LZ_{KASi} – liczba osób zabitych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich staż pracy
- LR_{KASi} – liczba osób rannych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na ich staż pracy

gdzie:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

- 1 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 0 a 5 lat,
- 2 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 5 a 10 lat,
- 3 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 10 a 15 lat,
- 4 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 15 a 20 lat,
- 5 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 20 a 25 lat,
- 6 – kierowcy ze stażem pracy pomiędzy 25 a 30 lat,
- 7 – kierowcy ze stażem pracy powyżej 30 lat,

- LK_{KAUi} – liczba kolizji zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na liczbę lat posiadania prawa jazdy
- LW_{KAUi} – liczba wypadków zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na liczbę lat posiadania prawa jazdy
- LZ_{KAUi} – liczba osób zabitych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na liczbę lat posiadania prawa jazdy

Lr_{KAUi} – liczba osób rannych w wypadkach zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców autobusów ze względu na liczbę lat posiadania prawa jazdy

gdzie:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

- 1 – kierowcy posiadający prawo jazdy poniżej 5 lat,
- 2 – kierowcy posiadający prawo jazdy pomiędzy 5 a 10 lat,
- 3 – kierowcy posiadający prawo jazdy pomiędzy 10 a 15 lat,
- 4 – kierowcy posiadający prawo jazdy pomiędzy 15 a 20 lat,
- 5 – kierowcy posiadający prawo jazdy pomiędzy 20 a 25 lat,
- 6 – kierowcy posiadający prawo jazdy pomiędzy 25 a 30 lat,
- 6 – kierowcy posiadający prawo jazdy powyżej 30 lat,

Sytuacja analogiczna pojawia się w przypadku opisu bezpieczeństwa procesu transportowego systemu z punktu widzenia oddziaływań kierowców obcych środków transportu (nie należących do analizowanego systemu). W tym przypadku informacją nieprzydatną w ocenie tego stanu jest staż pracy tych kierowców gdyż charakter ich pracy często nie ma związku z transportem. Opis tego stanu przedstawiono zależnością 7.2.

$$B_{PC\ KA} = F(LK_{KA}, LW_{KA}, LR_{KA}, LZ_{KA}) \quad (1.2)$$

$$B_{PC\ KO} = \begin{cases} LK_{KO} = F(LK_{KOWi} + LK_{KOUi}) \\ LW_{KO} = F(LW_{KOWi} + LW_{KOUi}) \\ LR_{KO} = F(LR_{KOWi} + LR_{KOUi}) \\ LZ_{KO} = F(LZ_{KOWi} + LZ_{KOUi}) \end{cases} \quad (1.2.1)$$

LK_{KAWi} – liczba kolizji zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców ze względu na ich wiek

Lr_{KAUi} – liczba kolizji zaistniałych na skutek niewłaściwych działań kierowców ze względu na liczbę lat posiadania prawa jazdy

Bezpieczeństwo realizowanego procesu transportowego z punktu widzenia oddziaływań pasażerów środków transportu analizowanego systemu. Podstawowym kryterium wpływu na niewłaściwe działania pasażerów jest ich wiek.

$$B_{PC\ PAS} = F(LK_{PASi}, LW_{PASi}, LR_{PASi}, LZ_{PASi}) \quad (1.3)$$

$$B_{PC\ PAS} = \begin{cases} LK_{PASi} = F(LK_{PAS1}, LK_{PAS2}, \dots, LK_{PAS10}) \\ LW_{PASi} = F(LW_{PAS1}, LW_{PAS2}, \dots, LW_{PAS10}) \\ LR_{PASi} = F(LR_{PAS1}, LR_{PAS2}, \dots, LR_{PAS10}) \\ LZ_{PASi} = F(LZ_{PAS1}, LZ_{PAS2}, \dots, LZ_{PAS10}) \end{cases} \quad (1.3.1)$$

gdzie:

$i = 1, 2, 3, 4$

- 1 – pasażerowie poniżej 5 roku życia,
- 2 – pasażerowie pomiędzy 5 a 10 rokiem życia,
- 3 – pasażerowie pomiędzy 10 a 15 rokiem życia,
- 4 – pasażerowie pomiędzy 15 a 20 rokiem życia,
- 5 – pasażerowie pomiędzy 20 a 30 rokiem życia,
- 6 – pasażerowie pomiędzy 30 a 40 rokiem życia,
- 7 – pasażerowie pomiędzy 40 a 50 rokiem życia,
- 8 – pasażerowie pomiędzy 50 a 60 rokiem życia,
- 9 – pasażerowie pomiędzy 60 a 70 rokiem życia,
- 10 – pasażerowie powyżej 70 roku życia,

Bezpieczeństwo realizowanego procesu transportowego z punktu widzenia oddziaływań ludzi usytuowanych w otoczeniu analizowanego systemu opisano zależnością (1.4). Podobnie jak w przypadku pasażerów kryterium wpływu na niewłaściwe działania ludzi usytuowanych w systemie przyjęto ich wiek.

$$B_{PCO} = F(LK_{CO}, LW_{CO}, LR_{CO}, LZ_{CO}) \quad (1.4)$$

$$B_{PCO} = \begin{cases} LK_{COi} = F(LK_{CO1}, LK_{CO2}, \dots, LK_{CO10}) \\ LW_{COi} = F(LW_{CO1}, LW_{CO2}, \dots, LW_{CO10}) \\ LR_{COi} = F(LR_{CO1}, LR_{CO2}, \dots, LR_{CO10}) \\ LZ_{COi} = F(LZ_{CO1}, LZ_{CO2}, \dots, LZ_{CO10}) \end{cases} \quad (1.4.1)$$

gdzie:

$$i = 1, 2, 3, 4$$

- 1 – pasażerowie poniżej 5 roku życia,
- 2 – pasażerowie pomiędzy 5 a 10 rokiem życia,
- 3 – pasażerowie pomiędzy 10 a 15 rokiem życia,
- 4 – pasażerowie pomiędzy 15 a 20 rokiem życia,
- 5 – pasażerowie pomiędzy 20 a 30 rokiem życia,
- 6 – pasażerowie pomiędzy 30 a 40 rokiem życia,
- 7 – pasażerowie pomiędzy 40 a 50 rokiem życia,
- 8 – pasażerowie pomiędzy 50 a 60 rokiem życia,
- 9 – pasażerowie pomiędzy 60 a 70 rokiem życia,
- 10 – pasażerowie powyżej 70 roku życia,

Zapewnienie wysokiego poziomu zdatności środków transportu jest jednym z najważniejszych kryteriów bezpiecznego realizowania procesu transportowego. Zapewnienie wysokiego poziomu niezawodności środków transportu uzależnione jest, od jakości podzespołów użytych do naprawy, poprawne oceny stanu środka transportu oraz wysokiej, jakości realizowanych czynności obsługowo naprawczych. Ta z kolei możliwa jest dzięki wykwalifikowanej kadrze. Dlatego jako podstawowe kryterium oceny bezpieczeństwa procesu transportowego w wyniku niewłaściwych oddziaływań ludzi usytuowanych w podsystemie zapewniania zdatności analizowanego systemu, przyjęto staż pracy pracowników.

$$B_{PCUZ} = F(LK_{UZ}, LW_{UZ}, LR_{UZ}, LZ_{UZ}) \quad (1.5)$$

$$B_{PCUZ} = \begin{cases} LK_{Uzi} = F(LK_{UZ1}, LK_{UZ2}, \dots, LK_{UZ7}) \\ LW_{Uzi} = F(LW_{UZ1}, LW_{UZ2}, \dots, LW_{UZ7}) \\ LR_{Uzi} = F(LR_{UZ1}, LR_{UZ2}, \dots, LR_{UZ7}) \\ LZ_{Uzi} = F(LZ_{UZ1}, LZ_{UZ2}, \dots, LZ_{UZ7}) \end{cases} \quad (1.5.1)$$

gdzie:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

- 1 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 0 a 5 lat,
- 2 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 5 a 10 lat,
- 3 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 10 a 15 lat,
- 4 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 15 a 20 lat,
- 5 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 20 a 25 lat,
- 6 – pracownicy ze stażem pracy pomiędzy 25 a 30 lat,
- 7 – pracownicy ze stażem pracy powyżej 30 lat,

PODSUMOWANIE

Zaproponowany w pracy model oceny wpływu niepożądanych działań ludzi usytuowanych w systemie antropotechnicznym i jego otoczeniu stanowi podstawę do opracowania systemowej metody oceny bezpieczeństwa realizowanych przewozów. Elementy składowe modelu mogą stanowić podstawę do budowy odrębnych modeli oceny oddziaływań ludzi usytuowanych w systemie i jego otoczeniu: kierowców, ludzi w otoczeniu systemu, pasażerów oraz pracowników stacji obsługi. Kolejnym etapem budowy systemowego modelu oceny bezpieczeństwa działania systemów transportowych będzie budowa algorytmu oceny niepożądanych oddziaływań ludzi na bezpieczeństwo realizowanych zadań przewozowych

IMPLEMENTED SAFETY ASSESSMENT MODEL OF THE TRANSPORT PROCESS FROM THE PERSPECTIVE OF HUMAN FACTORS INTERACTION

Abstract

Transport systems are systems socjotechnicznymi where the direct execution of the tasks involved in the executive subsystem consisting of a man of elementary subsystems - technical object (operator - means of transport) carrying out the task in the environment of the system. Due to the man positioned in the transport system the most important criterion in the assessment of traffic carried is their safety.

The level of security tasks affect the risks arising from the impact of the forcing factors that affect the elementary executive subsystem.

These factors can be divided into:

- working
- external
- human

The study was to assess the impact of human impacts on the safety of the system.

BIBLIOGRAFIA

1. Bednarczyk H., Leszek W., Wojciechowicz B.: *Relacje edukacyjne człowiek – maszyna*. Instytut Technologii Eksploatacji Radom 1995
2. Chmura W., Malarski M.: *Problemy określania poziomu bezpieczeństwa ruchu lotniczego dla instytucji świadczących usługi żeglugi powietrznej*. Materiały XXXV Zimowej |Szkoly Niezawodności, Szczyrk 2007
3. Gaca St., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2008
4. Praca zbiorowa pod redakcją Tomasza Szczuraszka: *Bezpieczeństwo ruchu miejskiego*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 2008
5. Sikorski M., Rachuba M.: *Zapobieganie błędom operatorskim w sterowaniu procesami technologicznymi*. Sympozjum Naukowe: „Komputerowo wspomagane sterowanie procesami przemysłowymi”. Politechnika Gdańska, Czarlina 1992
6. Sikorski M.: *Czynnik ludzki w bezpieczeństwie sterowania obiektami technicznymi*. Wydawnictwo instytutu Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk 1993

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. Maciej WOROPAY – Wyższa Szkoła Techniki i Przedsiębiorczości we Włocławku

dr inż. Piotr Bojar – Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

dr inż. Mirosław Szubartowski – Wyższa Szkoła Techniki i Przedsiębiorczości we Włocławku

dr inż. Łukasz MUŚLEWSKI – Uniwersytet Technologiczno Przyrodniczy w Bydgoszczy