

Iwona Grabarek
Politechnika Warszawska Wydział Transportu

Sylwia Bęczkowska
Politechnika Warszawska Wydział Transportu

ANALIZA CZYNNIKÓW WARUNKUJĄCYCH ERGONOMICZNE WARUNKI PRACY I BEZPIECZEŃSTWO PODCZAS TRANSPORTU TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH

Streszczenie: Artykuł dotyczy zagadnień związanych z bezpieczeństwem przewozu towarów niebezpiecznych. Podjęcie tematu uzasadniono wzrastającą liczbą przewozów drogowych tych towarów i tym samym wzrostem prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia dla środowiska i pozostałych użytkowników dróg. Przeanalizowano specyfikę układu kierowca-samochód-otoczenie, zwracając szczególną uwagę na czynniki warunkujące ergonomiczne warunki pracy kierowcy. W artykule przedstawiono również dane Komendy Głównej Policji dotyczące przyczyn wypadków z udziałem towarów niebezpiecznych w transporcie drogowym. Za podstawową przyczynę wypadków uznano przekroczenie dopuszczalnej prędkości, nieprzestrzeganie przepisów drogowych, a także zmęczenie, które skutkowało zmniejszeniem sprawności psychofizycznej kierowcy. Przeprowadzone analizy pozwoliły dokonać wstępnego doboru czynników, które przyjmując nieprawidłowy poziom mogą stanowić przyczynę wypadków.

Słowa kluczowe: przewozy towarów niebezpiecznych, ergonomia, bezpieczeństwo, ADR

1. WSTĘP

Przewozy drogowe towarów niebezpiecznych w Polsce szacowane są na około 3,5 mld tkm rocznie. Stanowi to około 5% udziału w całości takich przewozów w UE i sytuuje Polskę na 6 pozycji wśród państw Unii po Niemczech, Hiszpanii, Włoszech, Francji i Wielkiej Brytanii. Zarówno w Polsce, jak też w pozostałych państwach UE, ponad połowę towarów stanowią materiały ciekłe zapalne przewożone na krótkich odcinkach w ruchu krajowym.

W Polsce transport drogowy towarów niebezpiecznych jest głównym sposobem przewozu tych materiałów i stanowi 81% ogólnej ilości przewozów, a dotyczy to szczególnie aglomeracji miejskich. Pomimo wzrostu popularności transportu kolejowego w ostatnich latach przewozy towarów niebezpiecznych koleją stanowią tylko 18%.

Zagrożenia powstające wskutek awarii w transporcie towarów niebezpiecznych stanowią w Polsce istotny problem z zakresu bezpieczeństwa publicznego oraz ochrony środowiska. Ta problematyka stanowi przedmiot artykułu, który poddaje analizie czynniki warunkujące ergonomiczne warunki pracy oraz bezpieczeństwo podczas drogowego transportu towarów niebezpiecznych.

2. SPECYFIKA UKŁADU KIEROWCA – SAMOCHÓD DO PRZEWOZU TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH - OTOCZENIE

Istota pracy typu operatorskiego polega na tym, że człowiek wykonuje czynności w warunkach pośredniej kontroli procesu pracy [3]. Do tego rodzaju prac zaliczamy m.in.: operatora bezpośrednio sterującego ruchem obiektu, na którym sam się znajduje, jak: maszynista, kierowca, motorniczy, itp. Prawidłowe kształtowanie układu kierowca-samochód-otoczenie, z punktu widzenia ergonomii i bezpieczeństwa, wymaga wiedzy interdyscyplinarnej z zakresu techniki i nauk o człowieku. Pozwala to na określenie relacji zachodzących między poszczególnymi elementami układu i ich udziału w procesie sterowania.

2.1. Podukład „kierowca”

Głównym zadaniem operatorów należących do w/w kategorii jest śledzenie biegu zdarzeń i stanów sterowanych obiektów [3]. W strukturze pracy operatorskiej zawsze występują procesy orientacji, podejmowania decyzji i procesy wykonawcze. Pierwsze z nich związane są z funkcjami psychicznymi, takimi jak spostrzeganie, uwaga, recepcja bodźców. Współdziałają z nimi (dodatnio lub ujemnie) pobudzenia emocjonalne, motywacja i tolerancja czynników środowiskowych. Dzięki procesom orientacji operator stwierdza, co się dzieje w otoczeniu i jak sterowany przez niego układ funkcjonuje. Drugim podstawowym procesem działania jest podejmowanie decyzji. Proces ten związany jest bezpośrednio z funkcją myślenia i pamięcią. Często nazywany jest on procesem przetwarzania informacji. W procesach decyzyjnych bardzo dużą rolę odgrywa pamięć doraźna i długotrwała, zwana operatorową. Pierwsza stanowi o zdolności zapamiętywania informacji, bez jej dłuższego przechowywania, druga stanowi o wiedzy i doświadczeniu operatora. Z charakteru pracy operatora wypływają określone wymagania w zakresie sprawności funkcjonowania analizatora wzrokowego, słuchowego oraz sprawności ruchowej. Operator musi w ciągu określonego czasu nie tylko odebrać odpowiedni sygnał, lecz również prawidłowo go zrozumieć, podjąć odpowiednią decyzję i zrealizować ją za pomocą celowego ruchu. Realizacja zadań związanych z prowadzeniem pojazdu wymaga określonych umiejętności i predyspozycji. Prowadzenie badań przydatności zawodowej (tzw. selekcja ujemna) spoczywa na specjalistycznych służbach [1]. Metody tej selekcji są dokładnie wypracowane. Ostateczna decyzja o przyjęciu do pracy podejmowana jest w oparciu o wymagane dokumenty i świadectwa, badania lekarskie i psychologiczne, obserwacje próbnego okresu pracy. Badaniami

psychologicznymi objęci są przede wszystkim kandydaci do pracy na stanowiskach związanych z bezpieczeństwem ruchu. Uznano, że pożądany profil kierowcy pojazdu do przewozu towarów niebezpiecznych obejmuje [4]:

1. Sprawności sensomotoryczne:

- a. *cechy krytyczne*: ostrość wzroku, rozróżnianie barw, widzenie stereoskopowe, widzenie o zmroku, powonienie, koordynacja wzrokowo-ruchowa, szybki refleks, spostrzegawczość, zręczność rąk;
- b. *cechy przydatne*: słuchu, zmysł równowagi, czucie dotykowe.

2. Zdolności

- a. *cechy krytyczne*: zdolność koncentracji uwagi, podzielność uwagi, wyobraźnia i myślenie twórcze, uzdolnienia techniczne;
- b. *cechy przydatne*: dobra pamięć, rozumowanie logiczne.

3. Osobowość

- a. *cechy krytyczne*: wytrzymałość na długotrwały wysiłek, samokontrola, umiejętność pracy w warunkach izolacji społecznej, umiejętność pracy w warunkach monotonicznych, odwaga, dokładność;
- b. *cechy przydatne*: odporność emocjonalna, umiejętność podporządkowania się, gotowość do pracy w nieprzyjemnych warunkach środowiskowych, odwaga, wytrwałość, cierpliwość.

W procesie pracy kierowcy samochodu ciężarowego monotonia jest szczególnym elementem obciążenia psychicznego. Wraz z jej wzrostem obniża się czujność, co może stwarzać zagrożenie dla życia i bezpieczeństwa kierowcy i innych użytkowników dróg [5]. Niekorzystne jest, z punktu widzenia zachowania czujności, prowadzenie pojazdu w porze nocnej, co wiąże się ze szczególnym wyęzieniem wzroku. Nowoczesne konstrukcje kabin sprawiają, że warunki pracy kierowcy ulegają ciągłej poprawie. Zwiększa się komfort pracy i zmniejsza wysiłek fizyczny związany z kierowaniem pojazdu. Jednak nie da się całkowicie odizolować kierowcy samochodu ciężarowego od drgań i hałasu wywołanych ruchem pojazdu. Oddziaływanie tych czynników wzrasta wraz ze wzrostem prędkości i liczby współużytkowników dróg. Skutkiem oddziaływania tych czynników jest szybko narastające zmęczenie, czego efektem jest: wydłużenie czasu reakcji, zaburzenia procesów pamięciowych, malejąca zdolność koncentracji, pogorszenie ostrości widzenia. Zmęczenie generuje również zmniejszenie sprawności ruchowej, zaburzenia koordynacji ruchu rąk i nóg, zawężenie pola widzenia – w efekcie narasta senność i apatia.

Czujności nie sprzyjają również: siedząca pozycja, mała liczba ruchów związanych z pracą i zbyt wysoka temperatura w kabinie. Ponadto, praca nocna zakłóca cykliczność dobową organizmu, przystosowaną do rytmu zmian dnia i nocy.

Optymalizacja obciążenia psychicznego i wysiłku fizycznego kierowcy samochodu przewożącego towary niebezpieczne, będąca warunkiem optymalizacji całego układu człowiek - maszyna - otoczenie, staje się priorytetem w poszukiwaniu rozwiązań ergonomicznych, gwarantujących komfort pracy użytkownikom różnych populacji i prowadzących pojazdy w różnych warunkach klimatycznych.

Wnioski wynikające z niniejszych rozważań prowadzą do sformułowania tezy, że w zasadzie nie można uchronić operatora pojazdu samochodowego od czasowych przeciążeń informacyjnych, napięcia emocjonalnego ani realnych i nieprzewidzianych sytuacji. Jedną z dróg przeciwdziałania temu jest selekcja kandydatów zarówno z medycznego, jak i psychologicznego i zawodowego punktu widzenia. Najbardziej

prawidłowa selekcja nie zapewni jednak niezawodności pracy operatora, jeśli „urządzenie techniczne” nie zostanie przystosowane do możliwości człowieka.

2.2. Podukład „samochód ciężarowy”

Kabina, stanowiąca miejsce pracy kierowcy, jest wydzieloną częścią nadwozia samochodu ciężarowego. Powinna ona zapewniać dogodne warunki pracy podczas wielogodzinnego kierowania samochodem, optymalizując zmęczenie fizyczne i psychiczne. Zatem wymagania ergonomiczne w stosunku do kabiny dotyczą [3]:

- struktury przestrzennej stanowiska;
- rozmieszczenia elementów sygnalizacyjnych i sterowniczych w polu pracy;
- widoczności urządzeń sygnalizacyjnych oraz sygnałów zewnętrznych.

Struktura przestrzenna stanowiska pracy kierowcy samochodu ciężarowego warunkowana jest [5]

- wymiarami użytkownika i dominującego typu pozycji ciała przy wykonywanej pracy;
- zakresem ruchów, polem widzenia, przyjmowaniem kolejnych koniecznych zmian pozycji, itp.;
- wyposażeniem stanowiska pracy, które musi zawierać elementy dodatkowej regulacji, co zapewnia optymalną wygodę, bezpieczeństwem i niezawodnością działania.

O strukturze przestrzennej kabiny kierowcy w głównej mierze decyduje rozmieszczenie pulpitu, urządzeń sterowniczych i siedziska. Ich wzajemne położenie uwarunkowane jest wymiarami antropometrycznymi i polem widzenia człowieka.

Szybkie i dokładne odebranie informacji, będące warunkiem bezpiecznej i spokojnej jazdy, jest uzależnione zarówno od rozmieszczenia urządzeń sygnalizacyjnych, jak też od ich kształtu i rodzaju oraz widoczności drogi. Rozmieszczenie elementów sterowniczych i sygnalizacyjnych podporządkowane jest polu widzenia człowieka.

Na odbiór sygnałów i oddziaływanie operatora na urządzenia sterownicze (co ma szczególne znaczenie w małej przestrzeni kabiny), znaczny wpływ ma zarówno usytuowanie, jak i sama konstrukcja siedziska. Pozycja kierowcy podczas jazdy zależy głównie od wzajemnego położenia koła kierownicy i fotela, w szczególności od ukształtowania oparcia fotela, wysokości siedziska fotela nad podłogą i kąta pochylenia koła kierownicy.

Konstrukcja oraz przeszklenie kabiny - szyby umieszczone z przodu, po bokach i drzwiach kabiny- powinny zapewniać prawidłową widoczność. Czynnikiem ten w istotny sposób wpływa na bezpieczeństwo jazdy. Ze względu na to, że miejsce kierowcy jest usytuowane wysoko nad powierzchnią drogi, widoczność drogi jest ograniczona i nie umożliwia jej obserwacji bezpośrednio przed samochodem. Zgodnie z przepisami [5], długość martwego pola mierzona od najbardziej wysuniętej do przodu części samochodu nie powinna być większa niż 3 metry. W celu poprawienia widoczności, oprócz zastosowaniu odpowiedniego układu luster, montuje się dodatkowe lustro nad przednią szybą.

Prawidłowemu odbiorowi informacji sprzyja również oświetlenie wnętrza kabiny, a przede wszystkim tablicy rozdzielczej.

Z punktu widzenia ergonomii kabiny istotna jest również łatwość wsiadania i wysiadania z samochodu.

2.3. Podukład „otoczenie”

Sprawność organizmu kierowcy w znacznym stopniu zależy od warunków materialnego środowiska (otoczenia) na stanowisku pracy. Ich analiza umożliwia ustalenie stopnia zgodności z wymaganiami norm higienicznych. [2]

W przypadku kabiny kierowcy samochodu ciężarowego, do najważniejszych czynników można zaliczyć: drgania, hałas, mikroklimat, oświetlenie oraz zanieczyszczenie powietrza wynikające z obecności substancji powstałych w wyniku pracy silnika oraz substancji docierających ze środowiska zewnętrznego [5]. Szkodliwe oddziaływanie tych czynników na organizm ludzki zależy od ilościowej lub jakościowej ich charakterystyki na stanowisku pracy. Decydujące znaczenie ma czas ich działania oraz natężenie.

W tym przypadku nie bierze się pod uwagę przewożonych substancji niebezpiecznych, których szkodliwe oddziaływanie może nastąpić jedynie w wyniku awarii lub wypadku.

Problem bezpieczeństwa przewozu materiałów i towarów niebezpiecznych znajduje również odzwierciedlenie w wyposażeniu dodatkowym kierowcy w tzn. sprzęt awaryjny i środki ochrony indywidualnej. Ponadto, kierowca wyposażony jest w instrukcje pisemne, tzw. instrukcje wypadkowe, dotyczące każdego przewożonego materiału. Zawierają one właściwości fizykochemiczne materiału oraz sposób postępowania w razie wypadku. Również pojazd ciężarowy musi spełniać dodatkowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa czynnego i biernego.

3. PRZYCZYNY WYPADKÓW – ANALIZA Z PUNKTU WIDZENIA WARUNKÓW PRACY

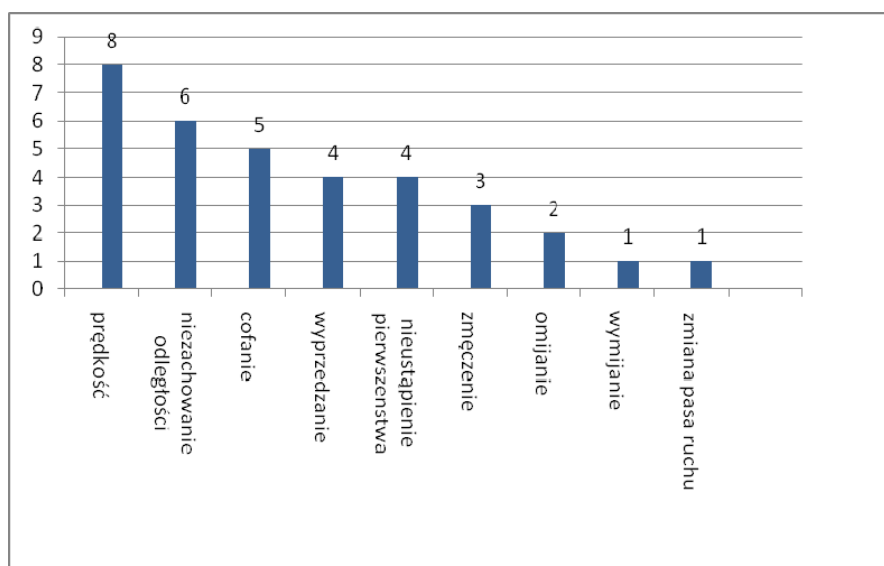
W rozumowaniu potocznym pojęcie wypadku drogowego jest powszechnie znane. Próbę zdefiniowania w Polsce wypadku drogowego podjęto w latach 60. Prekursorami byli W. Rychter i E. Rzeszkowski. Według nich „wypadkiem jest zderzenie z innym pojazdem, człowiekiem lub przeszkodą stałą, przewrócenie się lub zjechanie z jezdni pojazdu mechanicznego, wypadnięcie człowieka z pojazdu mechanicznego, wydarzenie wewnątrz pojazdu (pożar, przemieszczenie ładunku). Zdarzenie musi mieć początek i koniec na drodze publicznej przeznaczonej do ruchu pojazdów”[1].

W wielu krajach Europy w tym także w Polsce, w ciągu ostatnich lat przewozi się coraz więcej towarów, w tym towarów niebezpiecznych. Konsekwencją intensywnego rozwoju transportu samochodowego jest pojawienie się na drogach coraz większej ilości samochodów ciężarowych oraz cystern, których ładowność przekracza 20 ton. Tym samym wzrasta jednocześnie udział tych samochodów w ciężkich wypadkach drogowych. Wypadki drogowe w transporcie są nieuniknionym następstwem rozwoju motoryzacji oraz są ściśle związane z sytuacją jaka panuje w ruchu drogowym. Wśród czynników mających wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego na pierwsze miejsce wysuwa się człowiek [1]. Człowiek uważany jest za najsłabsze ogniwo systemu ruchu drogowego, na który składają się również: pojazd, droga, organizacja ruchu. Z danych statystycznych o wypadkach drogowych wynika, że większość wypadków w Polsce powstaje na skutek błędnego zachowania kierowców, około 79% ogółu wypadków [6]. Rysunek 1 przedstawia dane Komendy Głównej Policji, z których wynika, że najczęstszą przyczyną wypadków z

udziałem towarów niebezpiecznych była nadmierna prędkość. Inne przyczyny to niezachowanie odległości, cofanie, wyprzedzanie, nieustąpienie pierwszeństwa, zmęczenie, omijanie, wymijanie i zmiana pasa ruchu.

Uogólniając, można zaryzykować stwierdzenie, że podstawową przyczyną wypadków jest nieprzestrzeganie przez kierowcę przepisów drogowych, niezachowanie ostrożności oraz ograniczona antycypacja zdarzeń potencjalnie wypadkowych mogących pojawić się na drodze. Błędne zachowanie kierowcy, w tym nieprzestrzeganie przepisów, może być spowodowane wieloma czynnikami, na przykład zmęczeniem.

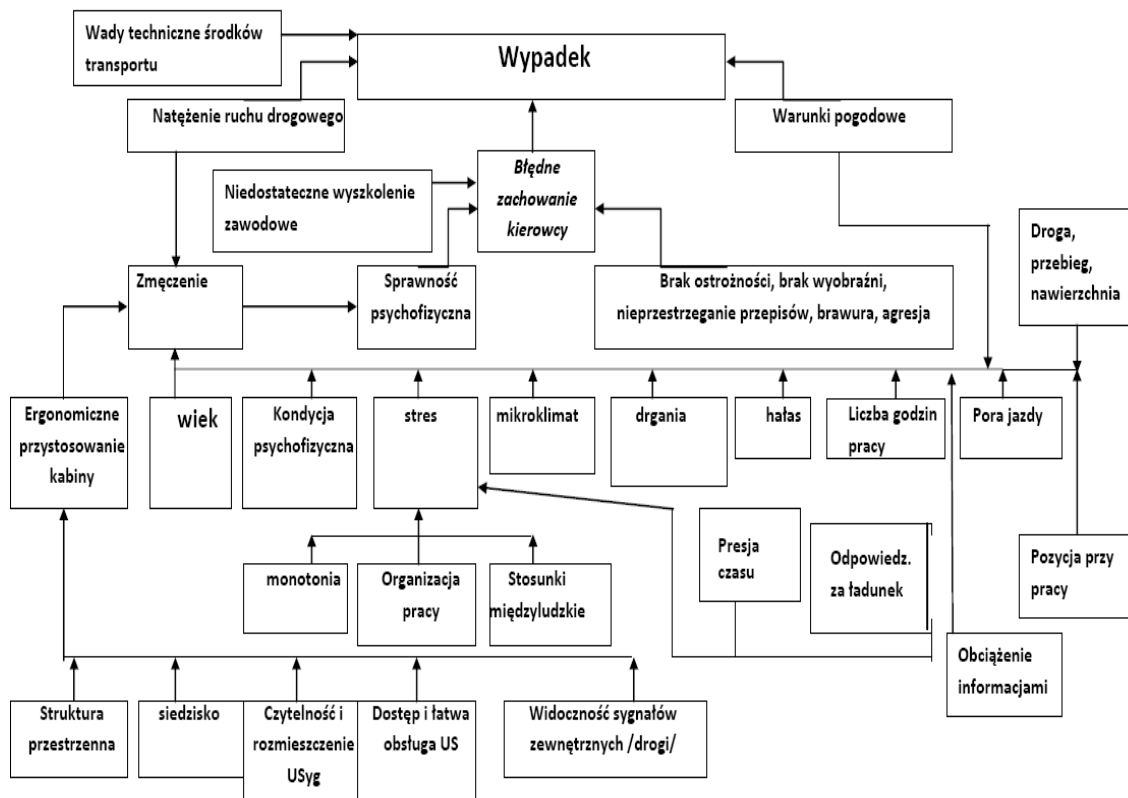
Według danych „zmęczenie” wynika m.in. ze specyfiki pracy, jak i organizacji pracy. Naukowcy australijscy stwierdzili, że kierowca przy odpowiednio wysokim poziomie zmęczenia może stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa na drodze podobnie jak kierowca pijany. Aktywność trwająca nieprzerwanie przez 18 godzin, bez drzemek, obniża poziom sprawności psychofizycznej kierowcy w takim samym stopniu jak 0,08% stężenia alkoholu we krwi, czyli stan upojenia alkoholowego. Czynniki, które mają wpływ na rozwój zmęczenia u kierowców dzielą się na czynniki związane z warunkami zewnętrznymi oraz czynniki związane z samym kierowcą. Do czynników sytuacyjnych zalicza się: mikroklimat kabiny, drgania, niewłaściwą organizację pracy związaną z długością jazd i częstością jazd nocnych, pracę zmianową oraz natężenie ruchu drogowego i złe oświetlenie drogi [6]. Do czynników związanych bezpośrednio z kierowcą i mających wpływ na zmęczenie prowadzeniem pojazdu, zalicza się: wiek, kondycję fizyczną i zdrowotną, czas prowadzenia pojazdu, liczbę godzin snu poprzedzającego jazdę samochodem, sprawność psychofizyczna kierowcy oraz spożywanie alkoholu i zażywanie leków. Od wielu lat zmęczenie wiąże się z ryzykiem wypadków podobnie jak długa jazda, zwłaszcza nocą. Wypadki powstałe w wyniku zmęczenia kierowcy często bywają szczególnie poważne, ponieważ senny kierowca nie może działać odpowiednio sprawnie przy hamowaniu lub kierowaniu by uniknąć poważnej kolizji.



Rys.1. Przyczyny wypadków drogowych z udziałem towarów niebezpiecznych w 2008r.

5. Wstępny dobór czynników warunkujących ergonomiczne i bezpieczne warunki pracy

Wykonywanie czynności związanych z prowadzeniem pojazdu ciężkiego oraz z jego obsługą techniczną wiąże się z narażeniem kierowców na oddziaływanie czynników, stwarzających potencjalne możliwości występowania wypadków przy pracy i wymaga zachowywania szczególnych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Wypadek jest m.in. konsekwencją błędnego zachowania kierowcy, które może być spowodowane czynnikami niezależnymi od niego samego, jak również cechami osobowościowymi. Analiza specyfiki pracy kierowcy oraz przyczyn wypadków pozwoliła określić strukturę czynników mających potencjalny wpływ na możliwość wystąpienia wypadku. Strukturę tę przedstawia rys.2.



Rys.2. Struktura czynników stanowiących potencjalne przyczyny wypadków

Zbiór czynników stanowiących potencjalne przyczyny wypadków zostanie poddany ocenie przez kierowców przewożących towary niebezpieczne, a otrzymane wyniki i ich analiza, będą inspiracją do dalszych badań zmierzających do podniesienia poziomu jakości ergonomicznej układu kierowca-samochód-otoczenie, a tym samym zwiększenia bezpieczeństwa przewozu towarów niebezpiecznych.

6. WNIOSKI

W normalizacji polskiej, europejskiej i światowej zawarte są zasady i wymagania ergonomiczne, które wychodzą naprzeciw redukcji lub całkowitej eliminacji czynników ryzyka na stanowisku pracy kierowcy. Oddziaływanie wielu z tych czynników można zminimalizować zapewniając odpowiednią organizację pracy, dobór kandydatów na kierowców oraz ergonomiczny poziom stanowiska pracy. Zaproponowanie odpowiednich działań korygujących, prowadzących niewątpliwie do zwiększenia bezpieczeństwa pracy kierowcy, wymaga opracowania metod selekcji najistotniejszych czynników ryzyka oraz oceny ich wpływu na sprawność działania kierowcy. Zagadnień tych będą dotyczyły dalsze badania.

Bibliografia

1. Bąk J.: Wypadki drogowe a kształcenie młodych kierowców. Instytut Transportu samochodowego, Warszawa 2003.
2. Bezpieczeństwo i higiena pracy./pod red. D. Koradeckiej/, CIOP-PIB, Warszawa 2008.
3. Grabarek I.: Diagnozowanie ergonomiczne układu operator – pojazd szynowy – otoczenie, Prace Naukowe Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej, zeszyt 51, Warszawa 2003.
4. Łuczak A.: Wymagania psychologiczne w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych, CIOP, Warszawa 1998.
5. Prochowski L., Żuchowski A.: Samochody ciężarowe i autobusy. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
6. Starkowski D., Bienczak K., Zwierzycki W.: Samochodowy Transport Krajowy i Międzynarodowy, kompendium wiedzy praktycznej, Tom III, środowisko pracy kierowcy, Poznań 2007.

ANALYSIS OF FACTORS DETERMINING ERGONOMIC CONDITIONS OF DRIVER'S WORKPLACE AND THE SAFETY TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

Abstract: The article concerns issues connected with the safety of the carriage of dangerous goods. Raising a subject was justified with the rising number of cartages of these goods and the same height of the probability of the appearance of the environmental risk and remaining road users. A specificity of the arrangement was analysed driver-car-area, paying special attention to ergonomic determinants working conditions of the driver. In the article data of the National Police Headquarters concerning causes of accident involving dangerous goods in the road transport was also described. Exceeding the permissible speed, the non-observance of traffic regulations, as well as the tiredness which resulted in reducing the psychophysical efficiency for the driver were regarded as the root cause of accidents. Conducted analyses allowed to effect the preliminary selection of factors, which accepting the wrong level can constitute the cause of accidents.

Keywords: transport of dangerous goods, ergonomics, safety, ADR