

CZAS REAKCJI PROSTEJ I ZŁOŻONEJ DLA GRUPY MĘŻCZYŹN W RÓŻNYM WIEKU –WYNIKI BADAŃ Z WYKORZYSTANIEM REFLEKSOMETRU

MAREK GUZEK¹

Politechnika Warszawska

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań czasu reakcji kierowców. W badaniach tych wykorzystano typowe stanowisko stosowane w testach prowadzonych w pracowniach psychologii transportu – tzw. refleksometr. Czas reakcji oceniany jest na manipulatorach (przyciskach) stanowiska na bodźce w postaci sygnałów świetlnych i dźwiękowych. Pokazano wyniki badań dla grupy 100 kierowców, którą tworzyli mężczyźni w wieku od 19 do 64 lat. Oceniane były tak zwane reakcje – prosta i złożona. Głównym kryterium analizy był wiek badanych osób. W artykule została przedstawiona analiza statystyczna uzyskanych wyników (czasów reakcji), zaprezentowanych w postaci histogramów i parametrów statystycznych uzyskanych rozkładów (mediana, wartość średnia, odchylenia standardowe, wartości skrajne oraz kwantyle rzędu 0,1 i 0,9). Są one przedstawione dla 4 wyróżnionych klas wiekowych. W przypadku badania reakcji prostej przedstawiono ponadto wpływ rodzaju bodźca: bodziec świetlny lub dźwiękowy na czas reakcji badanych. Zaprezentowane wyniki są jednym z efektów realizacji projektu badawczego N509 016 31/1251.

Słowa kluczowe: badania kierowców, czas reakcji kierowcy, własności psychofizyczne kierowców

1. Wprowadzenie

Czas reakcji charakteryzuje kierowcę pod względem możliwości jak najwcześniejszego podjęcia działań obronnych podczas sytuacji przedwypadkowej. Jego wartość może mieć zatem decydujące znaczenie przy przebiegu określonej sytuacji wypadkowej, a więc może bezpośrednio przekładać się na bezpieczeństwo ruchu. Określenie owego parametru jest o tyle istotne, iż jest jednym z decydujących kryteriów, czy dana osoba może być kierowcą zawodowym. Parametr ten odgrywa także ważną rolę dla rzeczoznawcy samochodowego podczas rekonstrukcji zdarzeń drogowych. Wśród wielu czynników wpływających na jego wartość jest wiek kierowcy. W pracy skupiono się właśnie nad taką zależnością.

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Polska, e-mail: mgu@wt.pw.edu.pl, tel. 22 234 85 64

W praktyce badań dotyczących oceny czasu reakcji stosowane są różne metody. Ogólnie można je podzielić na 4 grupy:

- a. badania drogowe na torach badawczych lub odcinkach dróg,
- b. badania (typu obserwacja) w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego,
- c. badania w symulatorach jazdy,
- d. badania z wykorzystaniem specjalnych stanowisk do psychotechnicznej oceny kierowców.

Dwie pierwsze wydają się najlepszymi, biorąc pod uwagę przybliżenie do naturalnych warunków działania kierowców. Wiążą się jednak z dużymi problemami związanymi z organizacją tego rodzaju badań, powtarzalnością warunków pomiarów, interpretacją wyników (w szczególności przy posługiwaniu się metodą obserwacji) oraz kosztami takich przedsięwzięć. W tym kontekście wygodniejsze mogą być badania z wykorzystaniem symulatorów jazdy samochodem. Towarzyszą im jednak inne utrudnienia, wynikające z ograniczeń tego rodzaju środowisk („sztuczność” środowiska), [2, 4].

Ze względu na dostępność takich urządzeń jak symulatory, trudno też mówić o możliwości stosowania ich na szeroką skalę, w szczególności przy np. standardowej ocenie kwalifikacyjnej dotyczącej osób starających się o „zawodowe” prawo jazdy. Pracownie psychologiczne wydające tego rodzaju kwalifikacje od wielu lat mają wypracowaną metodykę oceny zdolności psychofizycznych kierowców lub kandydatów na kierowców.



Rys. 1. Miernik czasu reakcji MCR - 2001E, 1 - jednostka centralna MCR - 2001 E - mikroprocesorowy miernik czasu reakcji, 2 - semafor (sygnalizator - wyzwalacz bodźców świetlnych i bodźca dźwiękowego), 3 - manipulatory „ręczne”, 4 - manipulatory „nożne”, 5 - układ przyłączeniowy

W jej skład wchodzi zestaw testów badawczych oceniających badaną osobę ze względu na szereg kryteriów, z wykorzystaniem specjalizowanych urządzeń i stanowisk pomiarowo - badawczych. Jednym z nich jest test wykorzystujący tak zwany „refleksometr”, czyli miernik czasu reakcji. Do podstawowych zalet takiej oceny czasu reakcji zaliczyć należy przede wszystkim prostotę zarówno narzędzia pomiarowego, jak i procedury wykonywania pomiarów (w efekcie czasu trwania testu pomiarowego) [3]. Ważna jest wypracowana metodyka oceny uzyskanych wyników. Nie bez znaczenia jest również fakt wieloletniej praktyki w stosowaniu takich urządzeń.

2. Opis metody i narzędzia badań

Na rysunku 1 przedstawione jest urządzenie, na którym dokonano badania. Układ ten składa się z pulpitu z czterema przyciskami stykowymi (3 i 4), semafora sygnalizacyjnego (2) i miernika mikroprocesorowego (1) oraz tzw. układu przyłączeniowego (5).

Zadaniem układu pomiarowego jest pomiar czasu reakcji człowieka na bodźce w postaci sygnałów dźwiękowych i świetlnych. Mikroprocesorowy miernik czasu za pośrednictwem układu przyłączeniowego wymusza wygenerowanie w semaforze odpowiedniego bodźca w postaci zaświecenia się jednej z trzech diod lub sygnału dźwiękowego. Semafor składa się z trzech diod w kolorach: czerwonym, zielonym i żółtym oraz buczka. Czas ekspozycji każdego bodźca wynosi 0,5 s.

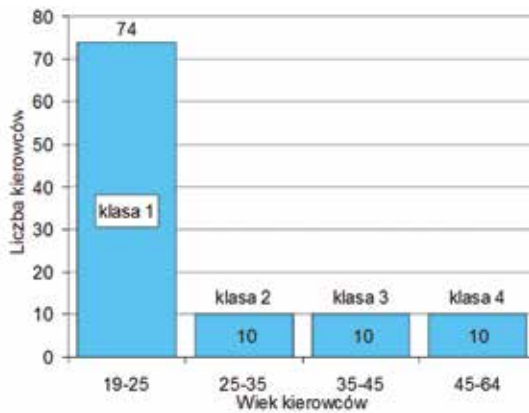
Zadaniem badanej osoby jest wciśnięcie odpowiedniego manipulatora (włączenia odpowiedniego przełącznika) na pulpicie. Układ mikroprocesorowy mierzy czas od chwili wyzwolenia bodźca do chwili zwarcia przełącznika. Urządzenie może pracować w trybie pomiaru tak zwanych reakcji - prostej i złożonej. W trybie reakcji prostej mierzony jest czas od pojawienia się dowolnego bodźca do dowolnej reakcji osoby badanej: wciśnięcie jednego z dwóch przełączników ręcznych lub jednego z dwóch przełączników nożnych. Pre-zentowane dalej wyniki dotyczą reakcji prostej w trybie ręcznym. W trybie reakcji złożonej każdemu bodźcowi przypisany jest odpowiedni przełącznik (np. światło czerwone – przełącznik lewej ręki, światło żółte – przełącznik prawej ręki, światło zielone – przełącznik prawej nogi, sygnał dźwiękowy – przełącznik lewej nogi).

Przyporządkowanie bodźców i przełączników jest programowalne. Podano standardowy schemat, który był wykorzystywany w badaniach. W tym trybie użycie przez osobę badaną innego przełącznika niż przypisany danemu bodźcowi, traktowane jest jako tzw. „reakcja błędna”. Liczba bodźców, którym został poddany każdy z kierowców wynosi 50, zarówno w przypadku pomiaru czasu reakcji prostej, jak i złożonej.

3. Grupa badanych kierowców

W badaniu wzięło udział 104 kierowców płci męskiej, w wieku od 20 do 64 lat. Zdecydowano się dokonać podziału wszystkich kierowców na cztery kategorie wiekowe (przedziały klasowe, [1]). Przy czym zdecydowanie najwięcej kierowców znalazło się w pierwszej grupie

wiekowej. Liczbę kierowców w poszczególnych klasach oraz jej graficzne odwzorowanie przedstawiono na rysunku nr 2.



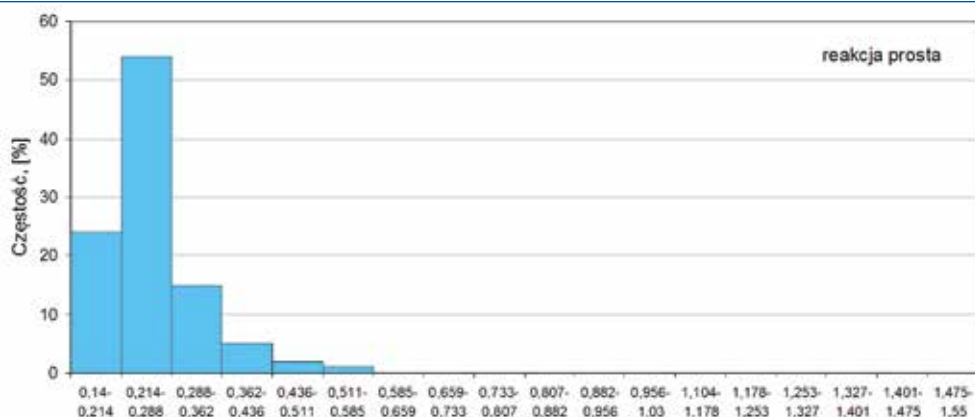
Rys. 2. Podział kierowców na klasy wiekowe

4. Czas reakcji prostej

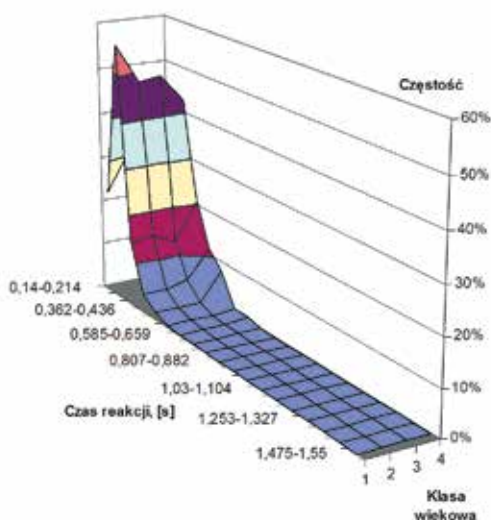
Na rysunku 3 przedstawiono histogram wartości czasu reakcji prostej uzyskanej na podstawie wszystkich zarejestrowanych jego wartości (przy jego tworzeniu zastosowano taki podział na klasy – przedziały czasu reakcji, aby mógł on być także zastosowany w przypadku oceny reakcji złożonej). W tabeli 1 podano zaś podstawowe parametry opisujące otrzymane wyniki. Można zauważyć, że 54 % uzyskanych czasów reakcji zawiera się w przedziale 0,214-0,288 s. Mediana czasu reakcji prostej wynosi 0,245 s, jednak zdarzały się także reakcje ponad trzykrotnie dłuższe. Widać wyraźnie asymetrię dodatnią wyników, które zawierają się w zdecydowanej większości w dwóch pierwszych klasach. Asymetryczny rozkład czasu reakcji oraz spore zróżnicowanie wyników (zwłaszcza w przypadku reakcji złożonej – patrz punkt 3.3) skłania do tego, aby w analizie danych posługiwać się raczej miarami pozycyjnymi, takimi jak: kwantyle czy dominanta, a nie miarami średnimi, takimi jak: średnia arytmetyczna czy odchylenie standardowe. Dlatego przy analizie czasu reakcji w funkcji wieku analizie poddane są kwantyle rzędu: 0,1; 0,5 (mediana) oraz 0,9.

Tabela 1. Czas reakcji prostej – podstawowe statystyki opisowe

Liczba kierowców	104
Liczba próbek	5190
Mediana	0,245s
Wartość średnia	0,260s
Odchylenie standardowe	0,069s
Wartość minimalna	0,142s
Wartość maksymalna	0,745s
Kwantyl 0.1	0,195s
Kwantyl 0.9	0,344s



Rys. 3. Histogram czasu reakcji prostej

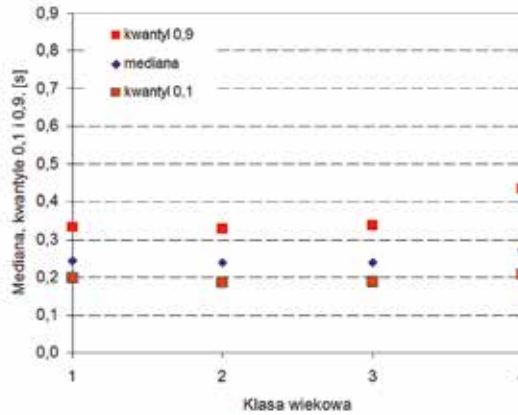


Rys. 4. Histogramy czasu reakcji prostej dla klas wiekowych kierowców

Histogramy uzyskane dla poszczególnych grup wiekowych (klasy 1 - 4, opis jak w tab. 1) przedstawiono na jednym wykresie – rysunek 4. Podobnie jak w przypadku rozkładu czasu reakcji prostej dla wszystkich kierowców (rys. 3), rozkłady w poszczególnych klasach – grupach wiekowych mają kształt asymetryczny.

Analizując rozkład czasu reakcji w poszczególnych grupach wiekowych, można stwierdzić, iż w każdej z nich dominuje przedział czasu 0,214 – 0,288 s. Dla najmłodszej grupy kierowców (klasa 1) udział procentowy czasów zawierających się w tym przedziale wynosi prawie 57% (rys. 4). Przechodząc do kolejnych klas (starszych grup wiekowych 2 - 4), udział ten stopniowo maleje, osiągając wartość ok. 43 % dla ostatniej czwartej grupy.

Na rysunku 5 przedstawiono kwantyle rzędu 0,1 i 0,9, a także medianę czasu reakcji prostej dla poszczególnych grup wiekowych kierowców. Dla trzech pierwszych grup wiekowych wartość czasu reakcji jest niemal identyczna i kształtuje się na poziomie ok. 0,24 s. Dla najstarszej grupy kierowców mediana czasu reakcji ma wartość większą niż dla trzech pierwszych o ok. 11% i wynosi 0,272 s. Wraz z wiekiem rośnie różnica pomiędzy medianą, a górnym kwantylem.



Rys. 5. Mediana oraz kwantyle 0,1 i 0,9 rozkładów czasu reakcji prostej dla różnych klas wiekowych

5. Czas reakcji złożonej

Na rysunku 6 oraz w tabeli 2 przedstawiono histogram oraz podstawowe statystyki opisowe dotyczące reakcji złożonej. Mniejsza liczba wyników (liczba próbek) widoczna w tabeli 2 spowodowana jest występowaniem reakcji błędnych, które nie są brane pod uwagę w analizie czasu reakcji.

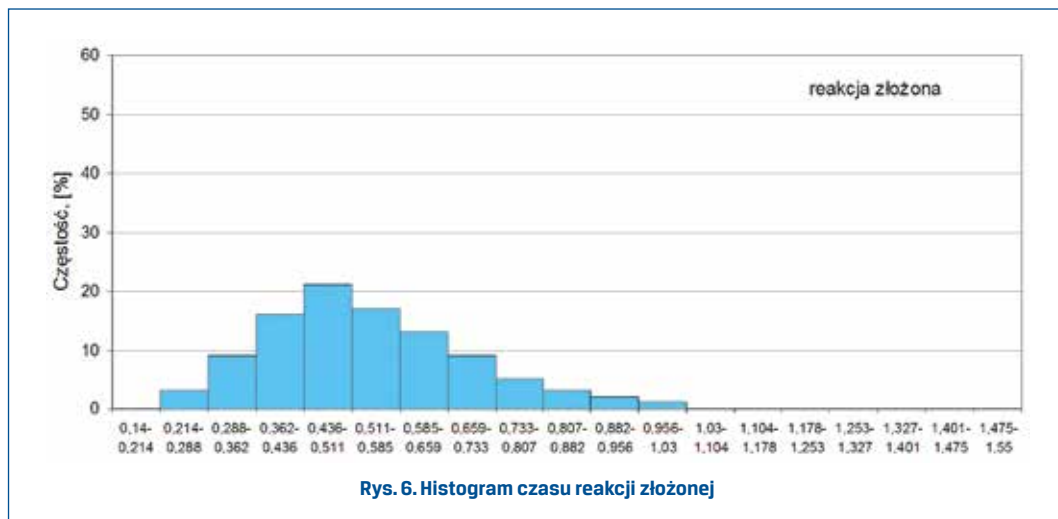
Uzyskany rozkład czasu reakcji złożonej w porównaniu z rozkładem czasu reakcji prostej ma kształt bardziej symetryczny, lecz wciąż występuje tu wyraźna asymetria dodatnia. Wyniki są tu bardziej rozproszone i dla najliczniejszego przedziału (0,436-0,511 s) ich liczebność wynosi nieco ponad 20 %. Jest to wartość blisko trzykrotnie mniejsza w stosunku do liczebności dominującego przedziału czasu reakcji prostej. Występują niezerowe przedziały z czasem powyżej 1 sekundy, lecz ich liczebność wynosi mniej niż 0,1%.

Tabela 2. Czas reakcji złożonej – podstawowe statystyki opisowe

Liczba kierowców	104
Liczba próbek	4669
Mediana	0,514s
Wartość średnia	0,540s
Odchylenie standardowe	0,174s

Tabela 2. Czas reakcji złożonej - podstawowe statystyki opisowe, cd.

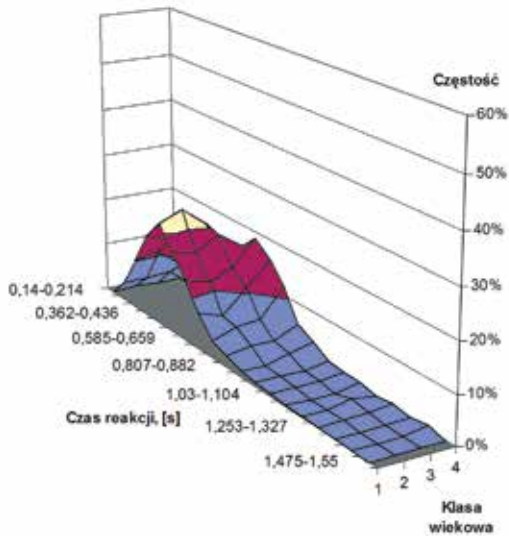
Wartość minimalna	0,214s
Wartość maksymalna	1,541s
Kwantyl 0.1	0,343s
Kwantyl 0.9	0,755s



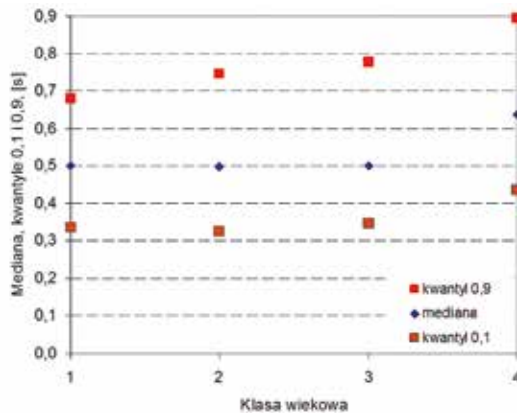
Analizując rozkład czasu reakcji złożonej w poszczególnych klasach wiekowych, można stwierdzić, iż dla trzech pierwszych przedziałów rozkłady są do siebie dość zbliżone.

Dla każdego z tych trzech przypadków w przedziale 0,436-0,511 sekundy zawiera się największa liczba wyników – ok. 22%. Dla ostatniej klasy, najstarszej grupy wiekowej, następuje „przesunięcie” histogramów w kierunku dłuższych czasów. Histogramy dla poszczególnych klas przedstawiono na jednym wykresie – rysunek 7.

Analogicznie jak w przypadku reakcji prostej, wartość mediany dla trzech pierwszych grup kierowców jest stała i wynosi 0,5 s (rys. 8). Jest to wartość ponad dwukrotnie dłuższa w stosunku do reakcji prostej. Dla ostatniej, najstarszej grupy wiekowej, wartość czasu reakcji wynosi 0,637, a więc jest większa od wartości czasu reakcji dla klas 1-3 o ok. 27%.



Rys. 7. Histogramy czasu reakcji złożonej dla klas wiekowych kierowców



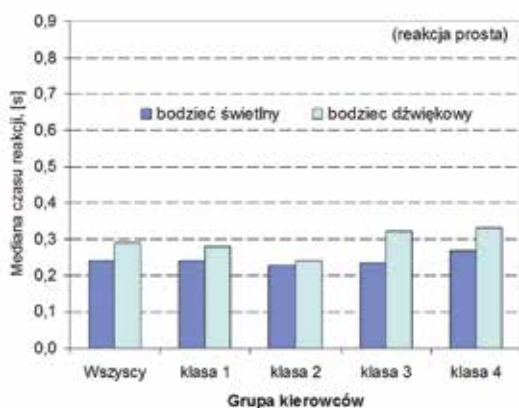
Rys. 8. Mediana oraz kwantyle 0,1 i 0,9 rozkładów czasu reakcji złożonej dla różnych klas wiekowych

6. Wpływ rodzaju bodźca

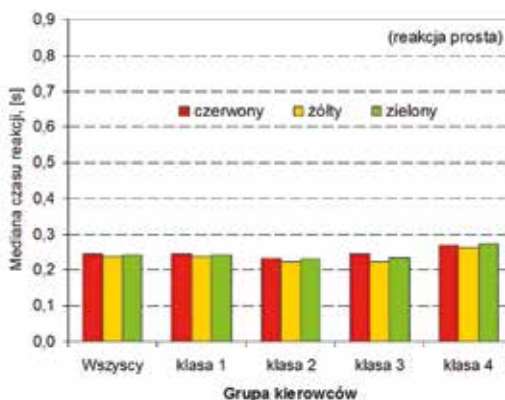
Mając pomiary wykonywane przy zróżnicowanych bodźcach (światłne, dźwiękowy), porównano uzyskane wartości czasów reakcji w zależności od ich rodzajów. Aby zredukować ilość czynników wpływających, ograniczono się jedynie do prezentacji wyników badań reakcji prostej. Na rysunku 9 zestawiono mediany czasów reakcji prostej dla bodźców dźwiękowych i świetlnych (niezależnie od barwy światła). Dla całej populacji badanych, jak również i dla poszczególnych kategorii wiekowych, uzyskano jakościowo ten sam rezultat: czas reakcji na bodziec dźwiękowy jest wyższy niż na bodziec świetlny (średnio o ok. 24% względem wartości dla bodźca świetlnego). Nie jest tu widoczny istotny wpływ wieku,

choć dla grupy młodszych kierowców (klasy 1 i 2) różnice są nieco mniejsze niż dla grup starszych kierowców (klasy 3 i 4).

W analogiczny sposób porównano ze sobą czasy reakcji na różne bodźce świetlne. Na rys. 10 zestawiono mediany czasu reakcji prostej na bodźce koloru czerwonego, żółtego oraz zielonego. Badanie wskazuje na to, że badani kierowcy najszybciej reagowali na zapalającą się „lampkę” koloru żółtego (średnio mediana jest niższa o ok. 4-6%). Wartości osiągnięte przy sygnałach czerwonym i zielonym są do siebie zbliżone. Czynnikiem wpływającym na przedstawione wartości jest luminancja emitowanych sygnałów świetlnych. Opisane wyniki dotyczą każdej z rozpatrywanych populacji kierowców.



Rys. 9. Mediana rozkładów czasu reakcji prostej dla bodźców świetlnego i dźwiękowego



Rys. 10. Mediana rozkładów czasu reakcji prostej dla bodźców świetlnych różnych barw

7. Wnioski

W pracy pokazano, iż rozkład czasu zarówno reakcji prostej, jak i złożonej jest asymetryczny (asymetria dodatnia). W związku z tym przy analizie danych posługiwano się kwantylami. Czas reakcji prostej charakteryzuje się wyraźną dominacją czasów z przedziału 0,214 – 0,288 sekundy. Prawie 60% uzyskanych wyników zawiera się w tym przedziale.

W przypadku reakcji złożonej wyniki rozkładają się bardziej równomiernie. Widać więc wyraźną różnicę pomiędzy obydwoma badaniami. Wprowadzenie konieczności analizy zaistniałej sytuacji i podejmowania trafnych decyzji spowodowało nie tylko wzrost czasu reakcji, ale i większe zróżnicowanie wyników dla tej samej grupy kierowców. Dominujący przedział 0,436-0,511 sekundy obejmuje nieco ponad 20% stwierdzonych przypadków.

W artykule pokazano, iż wartości czasu reakcji dla grup wiekowych w przedziale 20 – 45 lat (grupy 1 - 3) są bardzo zbliżone. Dotyczy to zarówno czasu reakcji prostej, jak i złożonej. Jedynie dla ostatniej, czwartej - najstarszej grupy kierowców (45-64 lat) – następuje wzrost czasu reakcji w stosunku do pozostałych grup wiekowych. W przypadku czasu reakcji prostej wzrost ten wynosi około 11%. W przypadku reakcji złożonej ta różnica jest bardziej wyraźna i kształtuje się na poziomie około 27%.

Wskazano również na występujące różnice w czasie reakcji w zależności od charakteru bodźca. Kierowcy przeciętnie szybciej reagowali na sygnały świetlne niż na sygnał dźwiękowy. Odnotowano także pewne różnice co do czasu reakcji dla sygnałów świetlnych różnych barw, ale tu wpływ na wyniki mogła mieć wartość luminancji poszczególnych bodźców, a nie tylko barwa.

Na zakończenie należy dodać, że prezentowane wyniki dostarczają cennych informacji na temat badanej własności psychofizycznej kierowców (czasu reakcji, wpływ wieku), ale przedstawianych wartości czasu reakcji nie można bezpośrednio przenosić na analizy rzeczywistych sytuacji wypadkowych w ruchu drogowym. Są one uzyskane w laboratoryjnych warunkach, daleko odbiegających od realnego ruchu drogowego.

Literatura

- [1] BOBROWISK D.: *Probabilistyka w zastosowaniach technicznych*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1980.
- [2] JURECKI R.S., LOZIA Z., STAŃCZYK T.L.: *Badania manewru omijania pojawiającej się przeszkody w warunkach badań na torze oraz w symulatorze jazdy*. Scientific Papers of the Institute of Vehicle 1(56)/2005, Warsaw University of Technology Publishers, pp. 65-77.
- [3] JURECKI R.S., MIKOŁAJCZYK R.: *Badania czasów reakcji kierowców na mierniku MCR – 2001E*. Scientific Papers of Kielce University of Technology, Mechanics Series, Issue No.84, pp. 229-239, Kielce 2006.
- [4] STAŃCZYK T. L., JURECKI R.: *Czasy reakcji kierowców w stanach zagrożenia wypadkowego*. Materials of 3rd Conference "Development of automotive technology vs. car insurance," published by Bishop J. Chrapek College of Business. Radom, 2006. pp. 321-348.