

**Marek GUZEK¹, Zbigniew LOZIA¹, Piotr ZDANOWICZ¹ Rafał S. JURECKI²,
Tomasz L. STANČZYK², Wiesław PIENIAŻEK³**

¹ Politechnika Warszawska
Wydział Transportu, Zakład Eksploatacji i Utrzymania Pojazdów
00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75
e-mail: mgu@it.pw.edu.pl; lozia@it.pw.edu.pl; zdanowicz@it.pw.edu.pl

² Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu
25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
e-mail: rjurecki@tu.kielce.pl; stanczyk@tu.kielce.pl

³ Politechnika Krakowska
Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych
31-864 Kraków, ul. Jana Pawła II 37
e-mail: wiesiek@mech.pk.edu.pl

CZASY REAKCJI KIEROWCÓW. ŚRODOWISKA BADAŃ, METODOLOGIA I PRZYKŁADOWE WYNIKI

Streszczenie:

Czas reakcji jest jednym z podstawowych parametrów charakteryzujących kierowcę, bardzo istotnym w analizach sytuacji wypadkowych w ruchu drogowym. W pracy opisano badania dotyczące oceny czasu reakcji, przeprowadzone w trzech środowiskach: na typowym urządzeniu stosowanym w pracowniach psychologii transportu (tzw. reflektometrze), w symulatorze jazdy samochodem (autoPW) oraz na torze samochodowym (Tor Kielce). We wszystkich środowiskach testy przeprowadzono dla tej samej grupy kierowców. W artykule przedstawiono charakterystykę badań w każdym środowisku oraz pokazano przykładowe wyniki.

Słowa kluczowe: czas reakcji kierowcy, badania kierowców, symulatory jazdy samochodem, sytuacje wypadkowe

WPROWADZENIE

Jedną z podstawowych metod wykorzystywanych przez rzeczoznawców podczas rekonstrukcji wypadków drogowych są różnego rodzaju modele matematyczne systemu człowiek–pojazd–otoczenie. Poprawność wykonywanych ekspertyz oprócz czysto ludzkiego wymiaru związanego z orzeczeniem winy i kary ma też ogromne znaczenie ekonomiczne związane z wypłacanymi przez firmy ubezpieczeniowe odszkodowaniami.

Wśród wielu czynników mających wpływ na poprawność i wiarygodność analiz wypadków prowadzonych takimi metodami, do najważniejszych można zaliczyć: złożoność modeli – modelu ruchu samochodu, modelu działań człowieka, modelu zderzenia i innych, tu także tzw. „walidacja” modeli; aktualność i poprawność oszacowania danych wejściowych, umiejętności i wiedza eksperta.

Wśród danych wejściowych jedną z podstawowych, wykorzystywanych w obliczeniach przeprowadzanych w procesie rekonstrukcji przebiegu wypadku, jest „czas reakcji”, czyli czas, jaki upływa od chwili wystąpienia zagrożenia do momentu, w którym kierowca rozpoczął oddziaływać na jeden z mechanizmów sterowania pojazdu. Badania mające na celu rozwój i aktualizację bazy danych dotyczących czasów reakcji osób kierujących pojazdami drogowymi są tematem tego artykułu. Badania zrealizowano w ramach projektu badawczego

N509 016 31/1251. Wykonane były przez trzy zespoły: z Politechniki Świętokrzyskiej (lider) oraz z Politechniki Warszawskiej i Politechniki Krakowskiej.

1. PROBLEMATYKA WYZNACZANIA CZASÓW REAKCJI

W poradnikach i materiałach szkoleniowych dla biegłych sądowych oraz rzeczoznawców techniki samochodowej i ruchu drogowego, dane dotyczące czasów reakcji kierowców są jednymi z podstawowych. W wielu publikacjach, przedstawiane są różne ich wartości, często znacznie się różniące. Tymczasem od tego, jakie wartości zostaną użyte podczas analizy przez biegłego sądowego, może w dużym stopniu zależeć końcowe orzeczenie o ewentualnej winie kierowcy.

Różnice te wynikają często z różnych metodologii badawczych (narzędzie - środowisko badań, metodyka testów, liczebność i „skład” grupy badanych, sposób prezentacji wyników). Patrząc z punktu widzenia przydatności do rekonstrukcji wypadków należy stwierdzić, że nie wypracowano dotychczas metody, którą jednoznacznie można byłoby uznać za najlepszą. Ogólnie można wskazać cztery metody (środowiska badawcze) wykorzystywane do tego typu badań:

- testy na stanowiskach do badań psychotechnicznych kierowców (lub zbliżonych),
- eksperymenty na drogach lub torach badawczych,
- badania w symulatorach jazdy,
- badania (typu obserwacja) w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego.

Ocena czasu reakcji w badaniach psychotechnicznych jest jednym z zestawu testów wykonywanych w pracowniach psychologicznych do ogólnej oceny zdolności badanego do prowadzenia pojazdów mechanicznych. Te badania charakteryzują się wypracowaną od wielu lat metodyką i sposobem oceny ich wyników, np. [12]. W przypadku czasu reakcji wykorzystywane są tak zwane reflektometry. Ocenia się czas reakcji jako okres od pojawienia się zadanego bodźca świetlnego lub dźwiękowego do naciśnięcia odpowiedniego przycisku na pulpicie.

W przypadku danych pochodzących z eksperymentów na drodze lub torze badawczym, najczęściej są to wyniki badań reakcji na tzw. bodziec prosty (pojedynczy sygnał dźwiękowy lub świetlny), przy czym sposób reagowania kierowcy też jest uproszczony - ma on zadziałać na jeden z elementów sterowania samochodem (pedał hamulca roboczego, dźwignię hamulca ręcznego, kierownicę), [1, 2, 9, 17]. Wyniki tego rodzaju badań często są publikowane jako zalecenie dla rzeczoznawców, np. [1, 19].

W rzeczywistych sytuacjach drogowych (poza jazdą np. w kolumnie na autostradzie, gdzie reagujemy na światło „stopu” poprzedzającego nas samochodu) kierowca reaguje na bodźce złożone. Jednak w literaturze sprzed 10-15 lat trudno jest znaleźć dane dotyczące czasów reakcji, w których zarówno bodziec jak i reakcja kierowcy są złożone (podobnie jak w rzeczywistych sytuacjach wypadkowych). Mając tę świadomość, realizowano badania reakcji na bodźce złożone, ale często były to sytuacje silnie uproszczone. Na przykład w pracach [2, 9], w badaniach reakcji na bodziec złożony zastosowano lampki stymulatorów przyklejonych na przedniej szybie samochodu.

W ostatnich latach badania na drogach lub torach coraz częściej polegają na realizacji pewnych wybranych, uznanych za reprezentatywne, umownych scenariuszy wypadkowych. Autorzy we wcześniejszych pracach ([3, 6, 13, 14]) przedstawiali tego typu testy.

Rozwój technik symulacyjnych, wzrost wydajności komputerów i układów do generowania obrazów umożliwił budowę wirtualnego środowiska badań kierowców -

symulatorów jazdy samochodem. Znajdują one coraz częściej zastosowanie w badaniach kierowców. Ich wykorzystanie zwiększa niezależność od warunków pogodowych, sprzyja wzrostowi powtarzalności wyników [3, 8, 10].

Należy jeszcze wspomnieć o badaniach typu „obserwacja” w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego. Badania te polegają najczęściej na analizie zapisów z kamer (np. monitoringu) umieszczonych przy drogach [11]. Wynik oceny (czas reakcji) jest tu jednak silnie uzależniony od arbitralnych założeń obserwatora, co do chwili początkowej sytuacji zagrożenia (a więc także bodźca).

Podsumowując ten krótki przegląd literatury można stwierdzić, że niezbędne są badania, w których będą wyznaczane czasy reakcji nie na bodziec lub układ bodźców prostych, lecz na pewną zasymulowaną sytuację zagrożenia wypadkowego. Liczba dostępnych w literaturze wyników dla tego typu testów jest niewielka i obejmuje wybrane przypadki szczególne.

2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2008-2010 na grupie 104 kierowców. Byli to mężczyźni w wieku 19-64 lata, przy czym dominującą grupę (75%) stanowili kierowcy młodzi – w wieku 19-25 lat. Taka struktura nie była przypadkowa. Z danych statystycznych wynika, że tacy kierowcy stanowią największe zagrożenie na drodze (patrz np. [18]).

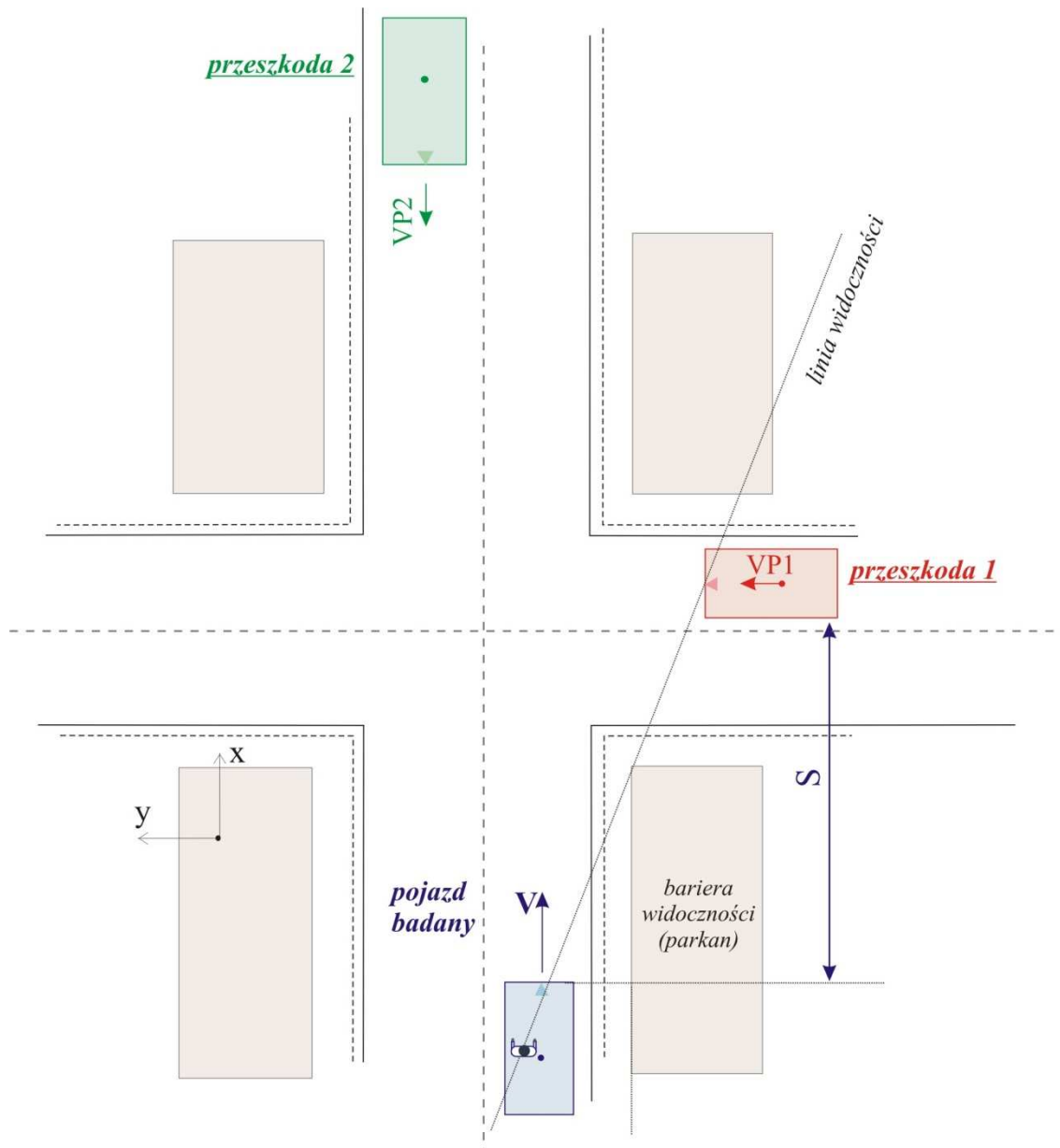
Pomiary przeprowadzono w trzech środowiskach badawczych:

- na stanowisku do badań psychotechnicznych (mierniku MCR),
- w symulatorze jazdy samochodem autoPW,
- na torze badawczym (Tor Kielce).

W każdym środowisku przebadano te same osoby.

W pomiarach na stanowisku do badań psychotechnicznych wykorzystano metodologię proponowaną przez pracownię psychologiczne. Bliższy opis przedstawiono w punkcie 4.

W badaniach w symulatorze oraz na torze podstawowym założeniem badań było, że wyznaczane będą czasy reakcji na złożoną sytuację, a nie na bodziec prosty. Zasymulowano realistyczną sytuację zagrożenia wypadkowego polegającego na nagłym pojawieniu się przeszkody na drodze. Ogólny schemat tej sytuacji przedstawia rysunek 1. Rozpatrywane jest skrzyżowanie z ograniczoną widocznością (zabudowa). Badany kierowca prowadzi pojazd z prędkością V . W pewnej odległości S zaczynała być widoczna przeszkoda 1 „wkraczająca” na skrzyżowanie, wymuszając działanie kierowcy na rzecz uniknięcia kolizji. Nie narzucano kierowcom sposobu działania. W zależności od ich własnej oceny sytuacji, oni decydowali o tym, jaki manewr obronny podjąć (wyłącznie hamowanie, wyłącznie omijanie przeszkody, czy też oba działania jednocześnie) oraz z jaką „intensywnością”. Do realizacji wybrano trzy reprezentatywne sytuacje zagrożenia kolizją: z samochodem osobowym, z pieszym oraz z samochodem ciężarowym. W przypadku scenariusza z samochodem osobowym dodatkowo występowała druga przeszkoda w postaci pojazdu nadjeżdżającego z naprzeciwka (przeszkoda 2 na rys. 1).



Rys. 1. Schemat analizowanej sytuacji zagrożenia

Źródło: opracowanie własne.

Formułując koncepcje badań posłużono się pojęciem czasu ryzyka. Został on zdefiniowany we wcześniejszych pracach autorów [3, 6, 7], jako czas, którym dysponuje kierowca od momentu zauważenia przeszkody do ewentualnego zderzenia z nią i może on być wykorzystany przez kierowcę na realizację działań obronnych. Można go sformułować prostym związkiem między prędkością badanego pojazdu, a odległością od przeszkody w chwili początkowej:

$$t_r = \frac{S}{V} \quad (1)$$

W prezentowanych badaniach, na podstawie wcześniejszych doświadczeń [3, 13, 14], przyjęto zakres czasu ryzyka od 0,3s do 3,6s. Założoną wartość czasu ryzyka uzyskiwano przez wzajemną kombinację prędkości z jaką poruszał się badany (w zakresie od 36 do 65km/h) oraz odległości od przeszkody w chwili jej zauważenia (w zakresie od 5 do 50m).

W badaniach na torze, ze względów bezpieczeństwa, nie realizowano prób z czasem ryzyka mniejszym od 0,5s. Parametry poszczególnych prób przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Realizowane w badaniach w symulatorze i na torze wartości czasu ryzyka

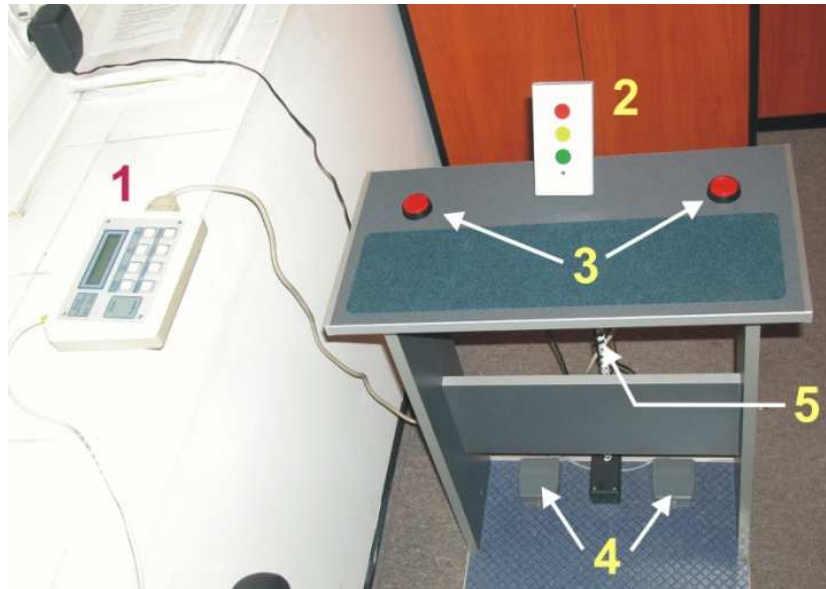
Nr próby (s – próby tylko w symulatorze):	1s	2s	3s	4s	5	6s	7	8	9	10	11
Czas ryzyka, [s]	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,554	0,6	0,72	0,8	0,9	1,0
Prędkość badanego pojazdu V, [km/h]	60	51,4	45	40	36	65	60	50	45	40	36
Odległość od przeszkody w chwili pojawienia S, [m]	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10
Nr próby:	12	13	13	15	16	17	18	19	20	21	22
Czas ryzyka, [s]	1,2	1,44	1,8	1,8	2,0	2,16	2,4	2,7	2,88	3,0	3,6
Prędkość badanego pojazdu V, [km/h]	60	50	40	60	36	50	60	40	50	60	50
Odległość od przeszkody w chwili pojawienia S, [m]	20	20	20	30	20	30	40	30	40	50	50

Źródło: opracowanie własne.

W punktach 4, 5 i 6 przedstawione zostaną inne specyficzne informacje na temat poszczególnych badań oraz przykładowe wyniki.

3. BADANIA NA URZĄDZENIU MCR

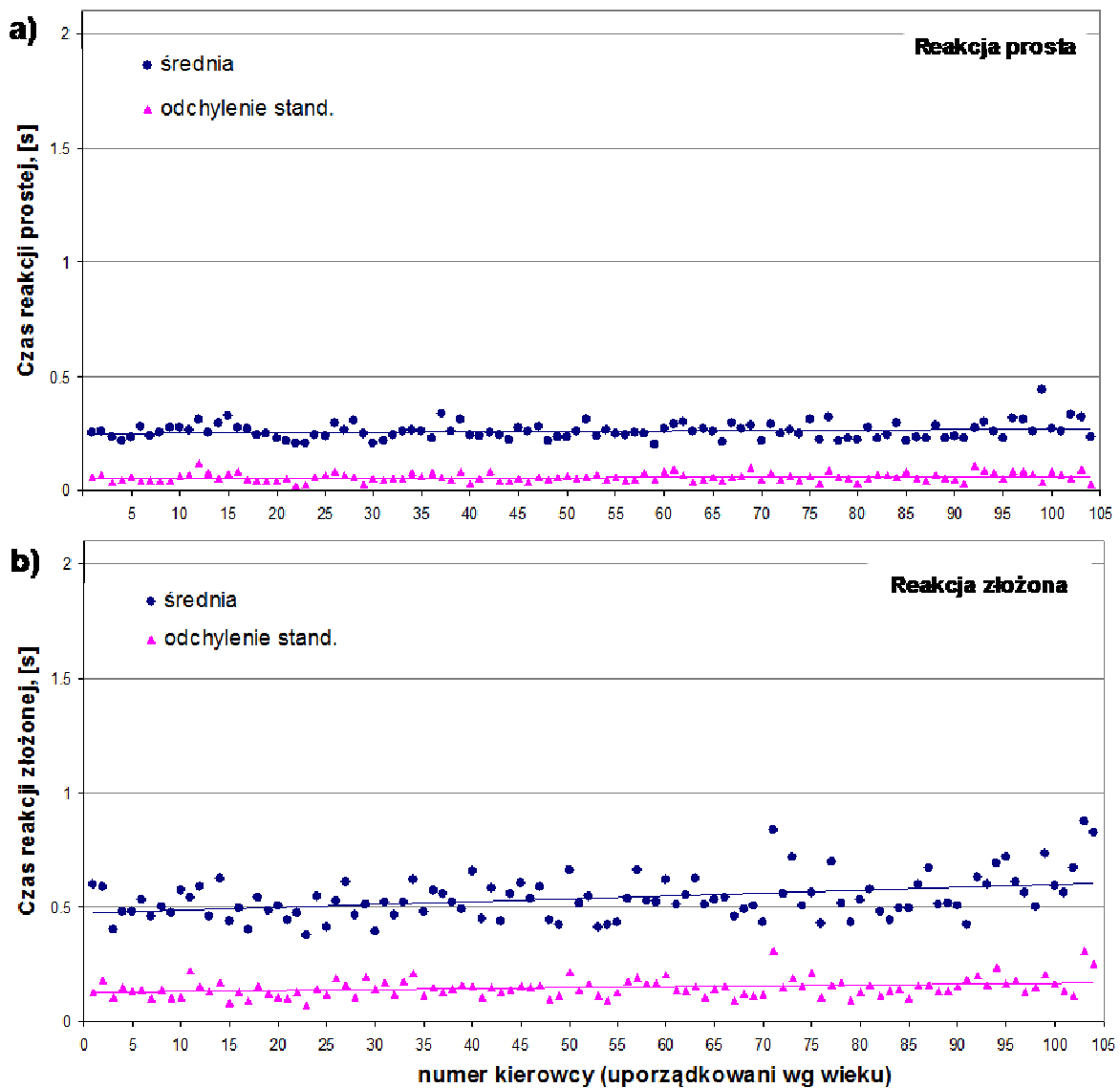
Na rysunku 2 przedstawione jest urządzenie, na którym dokonano badania. Układ ten składa się z pulpitu z czterema przyciskami stykowymi (3 i 4), semafora sygnalizacyjnego (2) oraz miernika mikroprocesorowego (1) oraz tzw. układu przyłączeniowego (5).



Rys. 2. Urządzenie do pomiaru czasu reakcji MCR - 2001E, 1 – jednostka centralna MCR – 2001 E – mikroprocesorowy miernik czasu reakcji; 2 – semafor (sygnalizator - wyzwalacz bodźców świetlnych i dźwiękowego); 3 – manipulatory „ręczne” (przyciski prawy i lewy); 4 – manipulatory „nożne” (pedały prawy i lewy); 5 – układ przyłączeniowy

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 reakcji 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. Prezentowane 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. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Czas reakcji prostej (a) oraz złożonej (b) dla 104 kierowców, otrzymane w badaniach na mierniku MCR - 2001E (kierowcy uporządkowani są wg wieku)

Źródło: opracowanie własne.

Średni czas reakcji prostej wahał się w granicach od ok. 0,20 do 0,33s (z jednym wyjątkiem, gdzie stwierdzono wynik ok. 0,44s). Odchylenie standardowe było na poziomie ok. 0,05-0,06 s (najmniejsza wartość 0,02s, największa 0,12s). W przypadku reakcji złożonej średnie czasy były znacząco dłuższe (więcej niż dwukrotnie): od ok. 0,40s do ok. 0,73s (w pojedynczych przypadkach powyżej 0,8s). większe też były rozrzuty – odchylenie standardowe na ogół w przedziale 0,10-0,20s (skrajne wartości to 0,07s i 0,31s). Dla starszych kierowców podawane wartości były na ogół większe. Częściowo obrazują to naniesione linie trendów. Jednak pełna ocena i wnioski dla przedstawionych wyników (pod kątem wpływu wieku) będą przedmiotem odrębnego opracowania.

4. BADANIA W ŚRODOWISKU WIRTUALNYM (SYMULATOR AUTO PW)

Symulator jazdy samochodem autoPW znajduje się w Pracowni Badań Symulacyjnych Ruchu Samochodu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej [8]. Jest stanowiskiem laboratoryjnym umożliwiającym badanie kierowcy w zainscenizowanych warunkach ruchu pojazdu, w tym w sytuacjach przedwypadkowych w ruchu drogowym. Podstawowe elementy symulatora to: naturalna kabina kierowcy pochodząca z samochodu osobowego klasy średniej z kompletem elementów wyposażenia (rys. 4), ekran główny i boczny (na których jest wyświetlany za pomocą projektorów obraz widziany przez szyby samochodu), układ czujników położenia elementów sterowania pojazdem (pedały przyspieszenia, hamulca, sprzęgła, dźwignia zmiany biegów, przełączniki deski rozdzielczej), układ komputerowy symulatora oraz układ akwizycji danych.



Rys. 4. Wnętrze kabiny samochodu w symulatorze.

Możliwości graficzne symulatora jazdy autoPW, umożliwiają wizualne odwzorowanie rzeczywistego skrzyżowania drogowego. Do badań wybrano skrzyżowanie ulic Kosiarzy i Piechoty Łanowej, usytuowane w Warszawie. Zdjęcie skrzyżowania oraz sposób jego odwzorowania w symulatorze pokazano na rys. 5. Obrazy domków jednorodzinnych w symulatorze zbudowano na podstawie zdjęć z natury. W dokładny sposób odtworzono również parametry geometryczno – przestrzenne (wzajemne odległości, szerokość jezdni, chodnika itp.) oraz kolorystykę.

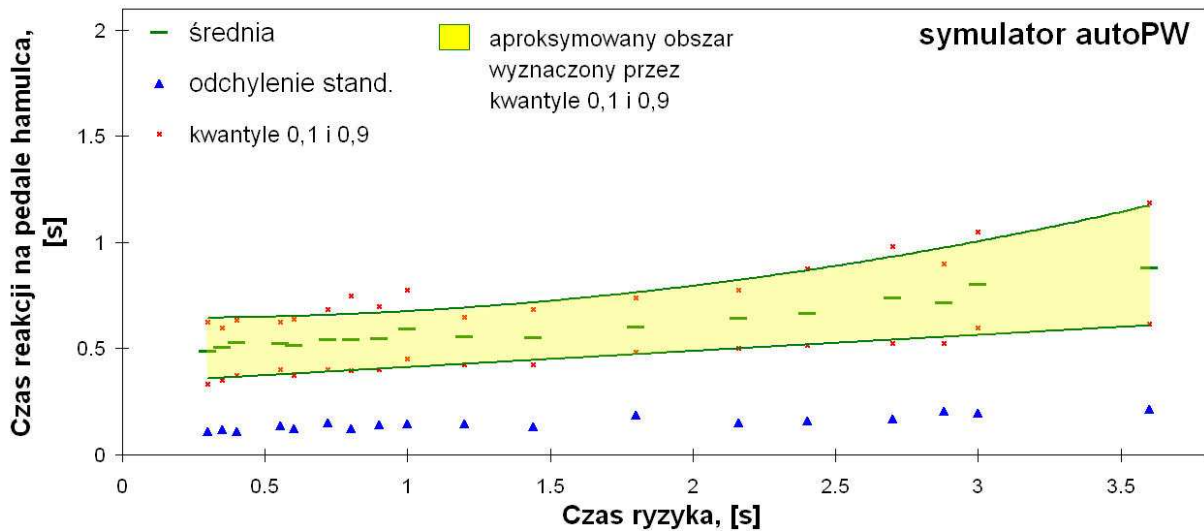


Rys. 5. Skrzyżowanie ulic Kosiarzy i Piechoty Łanowej w Warszawie
(obraz rzeczywisty i odwzorowanie w symulatorze)

Jak wspomniano w punkcie 3, realizowano 3 różne scenariusze przebiegu sytuacji wypadkowej: kolizja z samochodem osobowym, z pieszym oraz z samochodem ciężarowym (nazwane odpowiednio: scenariusz I, II i III). Na rysunku 6 pokazano przykład realizacji pierwszego z nich. W każdym scenariuszu, każdy kierowca wykonywał 22 próby różniące się czasem ryzyka (patrz punkt 3 oraz tabela 1). W sumie przeprowadzono około 7 000 prób pomiarowych (nie licząc tak zwanych „pustych” przejazdów), w których rejestrowano wszystkie informacje na temat działań kierowcy na elementach sterowania pojazdem (koło kierownicy, pedały) oraz ruchu pojazdu i przeszkody (lub przeszkód). Na rysunku 7 przedstawiono przykładowy wynik powstały z analizy zarejestrowanych danych. Jest to zestawienie średnich czasów oraz odchyłeń standardowych reakcji na pedale hamulca, otrzymanych w pierwszym scenariuszu (rys. 6) w funkcji czasu ryzyka. Każdy „punkt” na wykresie oznacza uśredniony wynik dla 104 kierowców dla danego czasu ryzyka. Widoczna jest silna zależność czasu reakcji od czasu ryzyka. Średni czas reakcji narasta od ok. 0,5 s dla najniższych do ok. 0,9s dla najwyższych rozpatrywanych czasów ryzyka. Najmniejsze rozproszenie wyników odnotowano dla zakresu czasu ryzyka od ok. 1,0 do 1,5s, co widoczne jest na zaznaczonym obszarze pomiędzy kwantylami rzędu 0,1 i 0,9 (najmniejsza „szerokość” obszaru).



Rys. 6. Przykładowa realizacja scenariusza I na torze (wybrane kadry jednej z prób)



Rys. 7. Czas reakcji na pedale hamulca dla scenariusza I w symulatorze jazdy samochodem.

Źródło: opracowanie własne.

5. BADANIA W ŚRODOWISKU RZECZYWISTYM (TOR KIELCE)

Podstawowym założeniem realizacji badań drogowych, podobnie jak w przypadku badań w symulatorze, było odzwierciedlenie realistycznej sytuacji wypadkowej i ocena czasu reakcji złożonej. W tym celu, na Torze Kielce zbudowano układ makiet imitujących ograniczenia widoczności oraz przeszkody. Skonstruowano również specjalny układ ich prowadzenia i napędu umożliwiającym przeprowadzenie testów w założony i bezpieczny sposób. Badawczy samochód był wyposażony w odpowiednią aparaturę pomiarową umożliwiającą rejestrację parametrów ruchu samochodu oraz oddziaływanie kierowcy na mechanizmy sterowania. Tak jak w przypadku testów w symulatorze zrealizowano 3 scenariusze zagrożenia: kolizją z samochodem osobowym (scenariusz I), kolizją z pieszym (scenariusz II) oraz kolizją z samochodem ciężarowym (scenariusz III). W przypadku scenariusza I, dodatkowo występował pojazd nadjeżdżający z przeciwnika – tzw. przeszkoda 2 (patrz rys. 1). Na rys. 8 przedstawiono przykład realizacji scenariusza I.

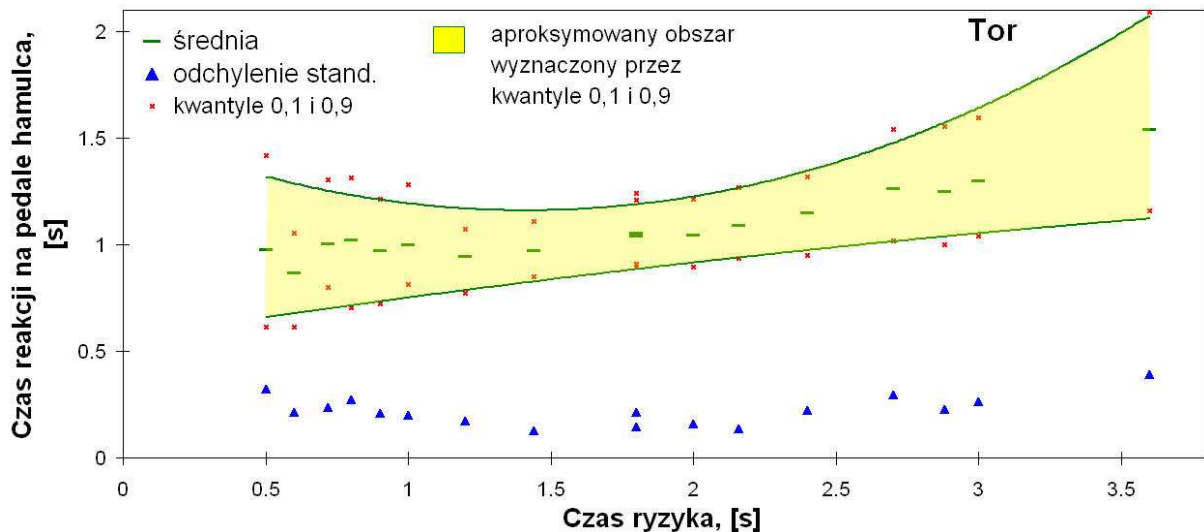


Rys. 8. Przykładowa realizacja scenariusza I na torze (wybrane kadry jednej z prób)

Każdy z badanych wykonał 17 prób różniących się czasem ryzyka (patrz punkt 3 oraz tabela 1). W sumie przeprowadzono około 6 500 prób pomiarowych (nie licząc tak zwanych „pustych” przejazdów). Na rysunku 9 przedstawiono przykładowy wynik powstały z analizy zarejestrowanych danych. Jest to przykład odpowiadający wynikom z symulatora prezentowanym na rys. 7 - średni czas oraz odchylenie standardowe reakcji na pedale hamulca w funkcji czasu ryzyka, otrzymanych w pierwszym scenariusza. Każdy „punkt” na

wykresie oznacza uśredniony dla wszystkich kierowców dla danego czasu ryzyka. Widoczna jest silna zależność czasu reakcji od czasu ryzyka. Średni czas reakcji narasta od ok. 0,9s dla najniższych do ok. 1,5s dla najwyższych rozpatrywanych czasów ryzyka. Najmniejsze rozproszenie wyników odnotowano dla zakresu czasu ryzyka od ok. 1,2 do 2,2s. Na zaznaczonym obszarze pomiędzy kwantylami rzędu 0,1 i 0,9 wyraźniej, niż w przypadku badań w symulatorze, widoczny jest zakres czasów ryzyka, dla których rozkład czasu reakcji jest bardziej skupiony.

Z porównania kwantyli 0,1 (dolna linia) i 0,9 (górna linia) wynika inna ciekawa prawidłowość. Upraszczając, można przyjąć, że kwantyl 0,1 ilustruje „najlepszych” kierowców, zaś kwantyl 0,9 – „najślabszych”. W przypadku tych pierwszych, im sytuacja była groźniejsza (coraz mniejszy czas ryzyka), tym czas reakcji był krótszy. Natomiast w przypadku kierowców „najślabszych”, w sytuacjach największego zagrożenia (najmniejsze czasy ryzyka) czas reakcji wzrastał.



Rys. 9. Czas reakcji na pedale hamulca dla scenariusza I na torze badawczym.

Źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

W punktach 4, 5, 6 przedstawiono 3 różne metody oceny czasu reakcji kierowcy samochodu. Zobrazowano przykładowe wyniki, otrzymane przy ich wykorzystaniu. Fakt prowadzenia badań na tej samej grupie badawczej oraz (tam gdzie to było możliwe) - zachowania pełnej zgodności warunków testów (te same scenariusze badań w symulatorze i na torze), pozwalają na wiarygodne porównania. Kompleksowa analiza wszystkich wyników jest cały czas prowadzona. Z wyników, które tu przedstawiono, najbardziej ogólne spostrzeżenia są następujące:

- wartości czasów reakcji są najmniejsze na stanowisku do badań psychotechnicznych MCR. W szczególności dotyczy to tak zwanej reakcji prostej;
- w przypadku reakcji złożonej badanej na stanowisku MCR, wartości średnich czasów są zbliżone do wartości uzyskanych w symulatorze dla najniższych czasów ryzyka;
- warunki badań na stanowisku MCR znacząco odbiegają od warunków zbliżonych do realnego prowadzenia pojazdu samochodowego;

- w przypadku badań w symulatorze i na torze stwierdzono silny związek między czasem reakcji a parametrem charakteryzującym „skalę” zagrożenia wypadkiem – czasem ryzyka: dłuższy czas ryzyka – większy czas reakcji;
- ze względu na warunki badań, wyniki prób na torze można uznać za najbardziej realistyczne;
- wartości czasu reakcji w symulatorze są niższe niż uzyskiwane w analogicznych warunkach pomiaru na torze. Stwierdzono silną korelację między wynikami dla obu tych środowisk wskazywaną we wcześniejszych badaniach [3, 6].

Jak wspomniano, analizy uzyskanych wyników są w toku. Dotyczą one nie tylko czasu reakcji nie tylko na pedale hamulca (jak przedstawione przykłady), ale również zróżnicowania tego czasu na różnych elementach sterowania pojazdem (pedały przyspieszenia, sprzęgła, koło kierownicy). Analizowany jest także sposób reakcji, jej „intensywność” oraz skuteczność dla danych parametrów charakteryzujących zdarzenie (scenariusz, czas ryzyka, prędkość, odległość od przeszkody itp.). Uwzględniane są cechy osobnicze badanych – wiek, posiadane kwalifikacje zawodowe, doświadczenie w prowadzeniu pojazdów itp. Częstkowy wyniki tych analiz można znaleźć w [4, 5, 15, 16].

Porównując ogólnie metody, można stwierdzić co następuje. Wykorzystanie mierników typu MCR jest wygodne ze względu na koszty badań, możliwości przeprowadzania testów na dużych próbkach statystycznych, powtarzalność wyników. Duże wątpliwości jednak budzi próba traktowania wyników jako reprezentatywnych do analizy sytuacji wypadkowych. Jako najbardziej realistyczne wyniki należy traktować te uzyskane w rzeczywistym samochodzie na torze badawczym dla realistycznej sytuacji drogowej. Trzeba tu jednak pamiętać o wysokich kosztach tego rodzaju badań (aparatura pomiarowa, dostęp do toru badawczego, organizacja badań, czasochłonność), trudnościach w zachowaniu porównywalności warunków (warunki pogodowe), istotne są też kwestie bezpieczeństwa. Z punktu widzenia np. potrzeby wykonania badań dla pojedynczej osoby (np. dla potrzeb ekspertyzy wypadkowej) takie badanie wydaje się praktycznie niewykonalne. Tu dobrym rozwiązaniem może być symulator jazdy samochodem. Należy być świadomym wad takich urządzeń (uproszczenia, animowany obraz) oraz również niemałych kosztów ich wykorzystania w badaniach kierowców, Kuszącą jest jednak niezależność badań w symulatorze od warunków atmosferycznych i relatywnie krótki czas testów. Zastosowanie symulatora będzie jednak możliwe po sprawdzeniu czy istnieje korelacja między wynikami otrzymanymi na tym urządzeniu, a testami wykonywanymi na torze badawczym. Jej istnienie wykazano dla wartości średnich czasów reakcji [3, 6]. Należy przeprowadzić analizy sprawdzające, czy istnieje również korelacja dla wielu testów wykonanych dla jednego kierowcy w obu środowiskach badawczych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Burckhardt M., Burg H.: Die Brems-Reaktionsdauer von Pkw-Fahrer. Der Verkehrsunfall, Nr 12/1981, S.224-235.
- [2] Fröming R.: Assesment of Integrated Pedestrian Protection System. PhD thesis. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Verkehrstechnik/Fahrzeugtechnik Nr.681, 2008.
- [3] Guzek M., Jurecki R., Lozia Z., Stańczyk T. L.: Comparative analyses of driver behaviour on the track and in virtual environment. Driving Simulation Conference Europe, DSC 2006 Europe, Paris, October 2006.
- [4] Guzek M., Jurecki R., Lozia Z., Stańczyk T. L., Zdanowicz P.: Research on behaviour of drivers in accident situation conducted in car driver simulator” Journal of KONES. Powertrain and transport. Vol. 16, No. 1. Pp.173-184. ISSN 1231-4005. 2009r.

- [5] Guzek M., Jurecki R., Lozia Z., Stańczyk T., Zdanowicz P.: Badania reakcji kierowców na pojazd wyjeżdżający z prawej strony, realizowane w symulatorze jazdy samochodem. Zeszyty Instytutu Pojazdów Nr 1/(77)/2010, Warszawa 2010, pp.129-140.
- [6] Jurecki R. S.: Modelowanie zachowania kierowcy w sytuacjach przedwypadkowych. Rozprawa doktorska. Politechniki Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Kielce 2005r.
- [7] Jurecki R., Stańczyk T.L.: Driver model for the analysis of pre-accident situations. *Vehicle System Dynamics*, Vol. 47, Issue 5 May 2009, pp. 589-612.
- [8] Lozia Z.: Symulatory jazdy samochodem. WKŁ, Warszawa, 2008.
- [9] Magister T., Krulec R., Batista M., Bogdanović L.: The driver reaction time measurement experiences. *Innovative Automotive Technology – IAT'05*, Bled, 21st-22nd April 2005.
- [10] McGehee D.V., Mazzae E.N., Baldwin G.H.S.: Driver reaction time in crash avoidance research: validation of a driving simulator study on a test track. *Proceedings of the 14th Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society (IEA 2000)*, San Diego/USA, (6) 2000.
- [11] Muttart J.W.: *Driver response in various environments estimated empirically*. Materiały Konferencji "Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych". Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych. Kraków, 2004.
- [12] Rotter T.: *Metodyka psychologicznych badań kierowców – wersja znowelizowana*; Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2003r.
- [13] Stańczyk T. L., Jurecki R.: Czasy reakcji kierowców w stanach zagrożenia wypadkowego. Materiały III Konferencji "Rozwój techniki samochodowej a ubezpieczenia komunikacyjne", Wyd. WSB im. J.Chrapka. Radom, 2006. str. 321-348.
- [14] Stańczyk T. L., Jurecki R.: Fahrreaktionszeiten in Unfallrisikosituationen – neue Fahrbahn- und Fahrstudienversuche, *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* 07-08/2008, S. 235 – 246.
- [15] Stańczyk T., Jurecki R., Pieniążek W., Jaśkiewicz M., Karendal M., Wolak S.: Badania reakcji kierowców na pojazd wyjeżdżający z prawej strony, realizowane na torze samochodowym. Zeszyty Instytutu Pojazdów Nr 1/(77)/2010, Warszawa 2010, str.307-320.
- [16] Stańczyk T., Lozia Z., Pieniążek W., Jurecki R.: Badania reakcji kierowców w symulowanych sytuacjach wypadkowych. Zeszyty Instytutu Pojazdów Nr 1/(77)/2010, Warszawa 2010, str.27-52.
- [17] Törnros J.: Effect of driving speed on reaction time during motorway driving. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 27, No 4, 1995, pp. 435-442.
- [18] www.policja.pl – Raporty roczne „Wypadki drogowe”. [online: dostęp 29 marca 2011]
- [19] Wypadki drogowe. *Vademecum biegłego sądowego*. Praca zbiorowa. Wyd. IES Kraków 2002.

DRIVERS' REACTION TIMES. RESEARCH ENVIRONMENT, METHODOLOGY AND EXEMPLARY RESULTS

Abstract:

Reaction time is one of the basic parameters characterizing the driver. It takes on particular significance in the course and analysis of the situation in road traffic accidents. The paper describes research on the evaluation of reaction time. The research was conducted in three environments: a typical device used in the studios of transport psychology, in a driving simulator (autoPW) and on the track car (Tor Kielce). In all environments, tests were performed for the same group of drivers. The article presents the characteristics of research in any environment, and showing exemplary results.

Keywords: driver's reaction time, driving tests, driving simulators, accident situation