

PIOTR CHODNICKI*, MAREK GUZEK**, ZBIGNIEW LOZIA**,
WIKTOR MACKIEWICZ**, IRENEUSZ STEGIENKA***

autoPW – WIRTUALNE ŚRODOWISKO BADAŃ KIEROWCÓW

autoPW – VIRTUAL ENVIRONMENT OF DRIVER TESTING

Streszczenie

W niniejszym artykule przedstawiono budowę symulatora autoPW oraz jego przykładowe zastosowania w badaniach systemu kierowca–pojazd–otoczenie. Nowymi elementami w zmodyfikowanej wersji symulatora są: udoskonalony układ akwizycji danych, środowisko graficzne OpenGL, dodatkowy ekran boczny zwiększający kąt widzenia w płaszczyźnie poziomej oraz kreator scenariuszy otoczenia, w którym porusza się badany pojazd. Krótko scharakteryzowano przykładowe zastosowania zmodyfikowanego symulatora w dydaktyce oraz w pracach badawczych.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna, symulator jazdy samochodem, bezpieczeństwo czynne samochodu, kierowca

Abstract

The paper presents autoPW driving simulator and its exemplary applications in driver-vehicle-surrounding system. A new elements of the simulator modified version are: modified data acquisition system, OpenGL graphical environment, auxiliary side screen enhancing horizontal view angle and scenario creator that helps to built graphical surroundings of virtual world where a driver is being tested together with the vehicle. Exemplary applications of the simulator are described.

Keywords: virtual reality, driving simulator, active safety, driver

* Piotr Chodnicki, Główna Biblioteka Lekarska.

** Dr inż. Marek Guzek, dr hab. inż. Zbigniew Lozia, prof. PW, mgr inż. Wiktor Mackiewicz, Zakład Eksploatacji i Utrzymania Pojazdów, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska.

*** Inż. Ireneusz Stęgienka.

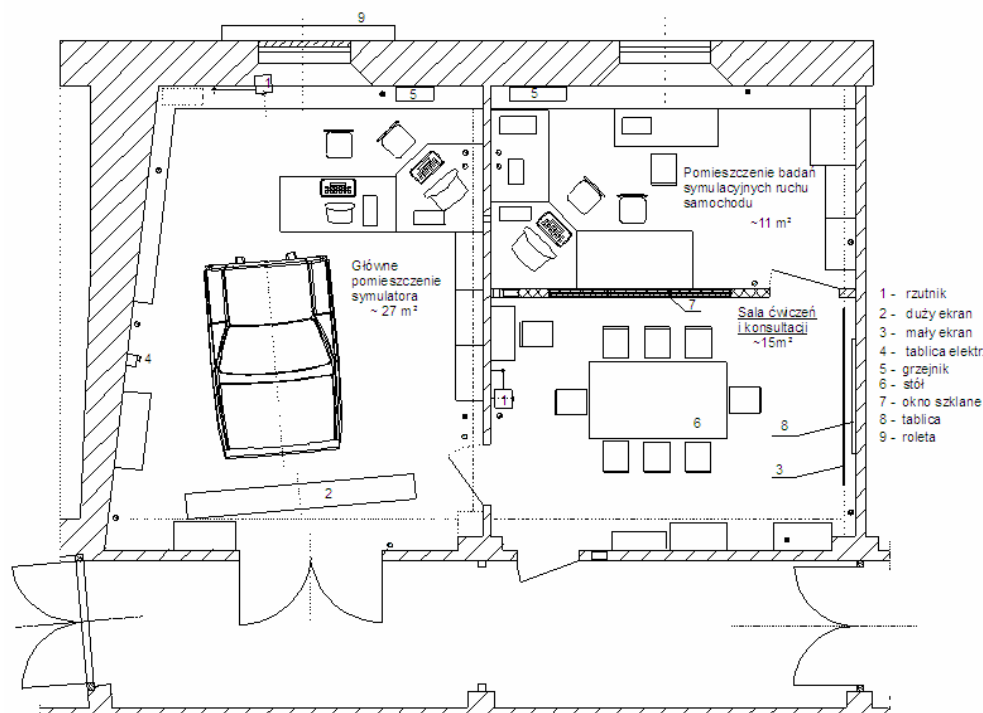
1. Wstęp

W 1998 roku został oddany do użytku pierwszy w Polsce symulator jazdy samochodem o nazwie autoPW. Został zbudowany przez zespół składający się z pracowników Politechniki Warszawskiej oraz osób współpracujących, pochodzących z różnych instytucji (poza autorami artykułu są to: Krzysztof Grązewicz, Wiesław Pieniążek, Janusz Pokorski). Symulator ten jest urządzeniem służącym do badań systemu człowiek–pojazd–otoczenie, w którym kierowca wykonuje przypisane mu funkcje, natomiast ruch pojazdu, towarzyszące mu zjawiska dynamiczne, sceneria i własności otoczenia są symulowane. Pozwala on zastąpić, w pewnym zakresie, na ogół kosztowne, czasochłonne i zależne od warunków atmosferycznych badania drogowe. Istotne jest też bezpieczeństwo badań. Symulator autoPW stanowi główne wyposażenie Pracowni Badań Symulacyjnych Ruchu Samochodu Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Jest symulatorem statycznym (kabina pojazdu w trakcie testów pozostaje nieruchoma, nie są więc przekazywane kierowcy bodźce bezwładnościowe, jakie występują w trakcie realnej jazdy samochodem). Należy do tzw. średniej klasy symulatorów [6]. W okresie użytkowania symulator przeszedł kilka modyfikacji, z czego najważniejsze wykonane zostały w 2003 r. Wówczas zmieniono strukturę układu akwizycyjnego urządzenia oraz wprowadzono nowy sposób generowania środowiska graficznego, wykorzystujący standard OpenGL w systemie operacyjnym Windows (w poprzedniej wersji oprogramowanie symulatora pracowało w systemie DOS). Na przestrzeni 10 lat użytkowania symulator był wykorzystywany głównie do prowadzenia prac badawczych oraz w działalności dydaktycznej na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Wykonane projekty dotyczyły przede wszystkim badań kierowcy. W działalności dydaktycznej uwaga była i jest skupiona na ocenie kierowcy i własności pojazdu. Symulator jest wykorzystywany w trakcie ćwiczeń z przedmiotu Teoria ruchu pojazdów samochodowych oraz przedmiotu Symulatory ruchu pojazdów. Elementy teorii i praktyki.

2. Symulator autoPW, wersja 2003

Na rysunku 1 przedstawiono szkic Pracowni Badań Symulacyjnych Ruchu Samochodu Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. W głównym pomieszczeniu, o powierzchni 27 m^2 , znajdują się kabina symulatora oraz dwa komputery i projektor. W drugim pomieszczeniu, o powierzchni 15 m^2 , przebywać może 8 osób, które na dodatkowym ekranie obserwują obraz widziany przez kierowcę, rzucany przez drugi projektor. W przypadku wykorzystania jednego ekranu obraz jest widziany przez kierowcę w odległości poziomej $2,34\text{ m}$, na wysokości oka. Kąty widzenia wynoszą: $62^\circ 40'$ w płaszczyźnie poziomej i $38^\circ\text{--}42^\circ$ w płaszczyźnie pionowej. Wartości te mogą się zmieniać w zależności od położenia oka kierowcy, co wynika z jego wzrostu i położenia fotela.

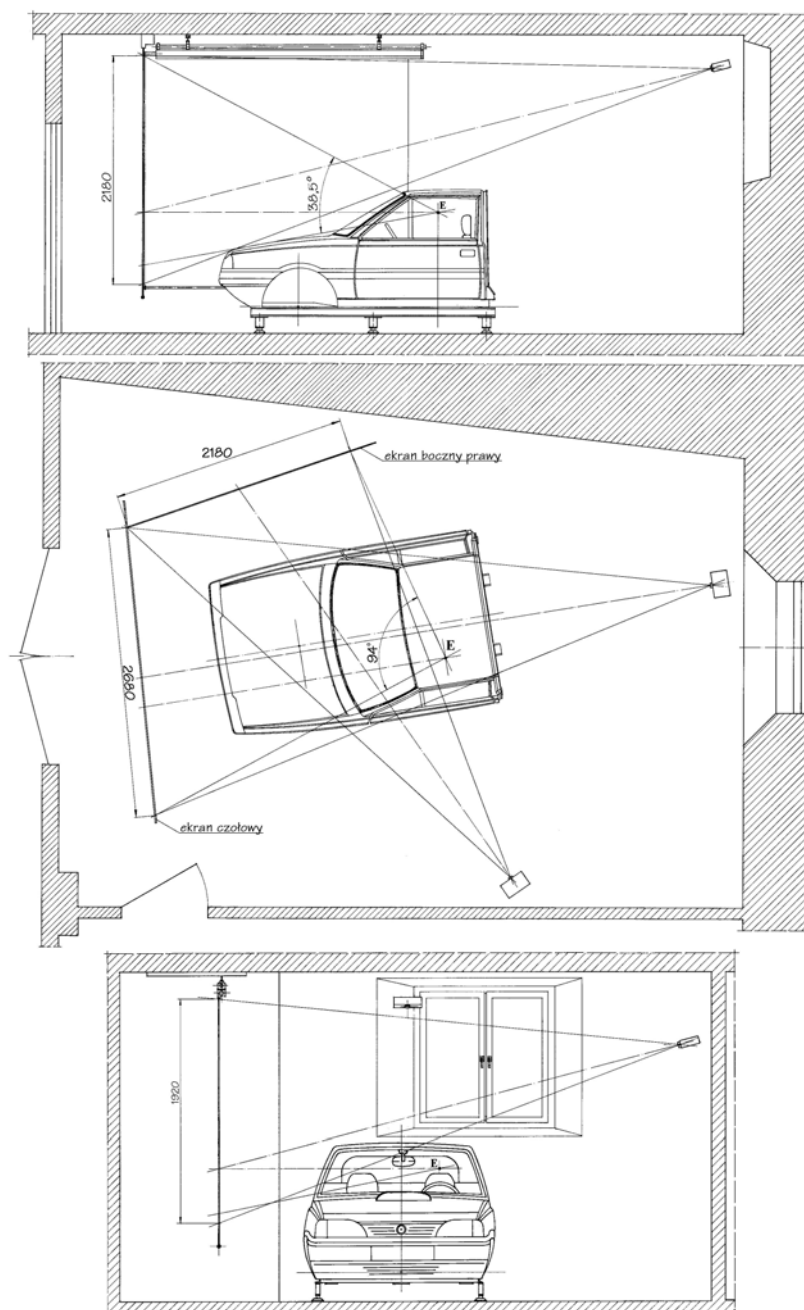
Możliwe jest także rzutowanie na dwa ekrany. Obok ekranu przed kabiną ustawiany jest z prawej (rys. 2) lub w lewej strony, w zależności od potrzeb wynikających z programu badań, dodatkowy, nieco mniejszy ekran. Kąt widzenia w płaszczyźnie poziomej wynosi w tym przypadku 94° .



Rys. 1. Pracownia Badań Symulacyjnych Ruchu Samochodu WTPW. Statyczny symulator jazdy samochodem autoPW. Szkic zagospodarowania powierzchni

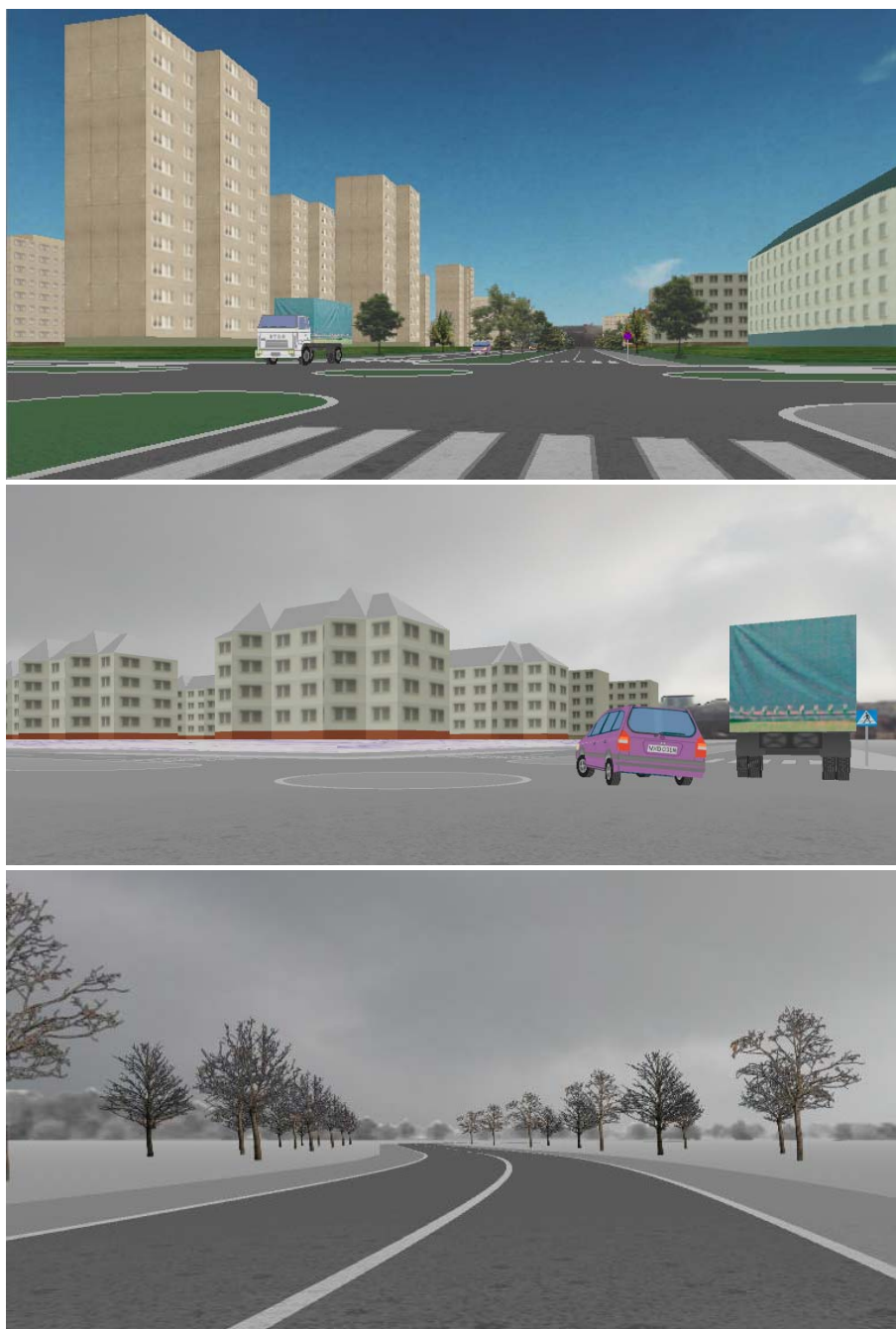
Fig. 1. Vehicle Motion Research Laboratory, WUT FT. Static autoPW driving simulator

W opisywanym symulatorze jazdy samochodem jedynie kierowca oraz elementy kabiny pojazdu odpowiadają w sposób dosłowny rzeczywistym elementom układu kierowca–pojazd–otoczenie. Pozostałe składniki tego układu (obraz drogi, efekty dźwiękowe, opory mechanizmów sterowania pojazdem) są symulowane. Programowi symulacyjnemu są przekazywane (poprzez układ akwizycji) wymuszenia pochodzące od kierowcy (położenie pedału sprzęgła, siła nacisku na pedał hamulca, położenie pedału przyspiesznika – „gazu”, kąt obrotu kierownicy, aktualne przełożenie skrzynki przekładniowej – wybrany przez kierowcę bieg). Kierowca steruje położeniem dźwigienek i przycisków deski rozdzielczej. Bodźcami zewnętrznymi działającymi na kierowcę są: obraz przed pojazdem rzucany na ekran główny za pomocą rzutnika (rzutników) TFT/LCD, efekty dźwiękowe docierające do kierującego pojazdem za pośrednictwem głośników, moment oporu na kole kierownicy oraz siły oporu na pedale sprzęgła, hamulca, przyspiesznika i dźwigni zmiany biegów (efekty działania układów pasywnych), wskazania i sygnały na panelu informacyjnym deski rozdzielczej. Opisane bodźce wizualne, dźwiękowe oraz wskazania prędkościomierza i obrotomierza są efektem działania programów symulacyjnych i celowej ingerencji ze strony osoby nadzorującej badania.



Rys. 2. Symulator autoPW. Parametry geometryczne pomieszczenia głównego symulatora dla wersji z dwoma płaskimi ekranami

Fig. 2. Driving simulator autoPW. Geometrical parameters for version with two flat screens



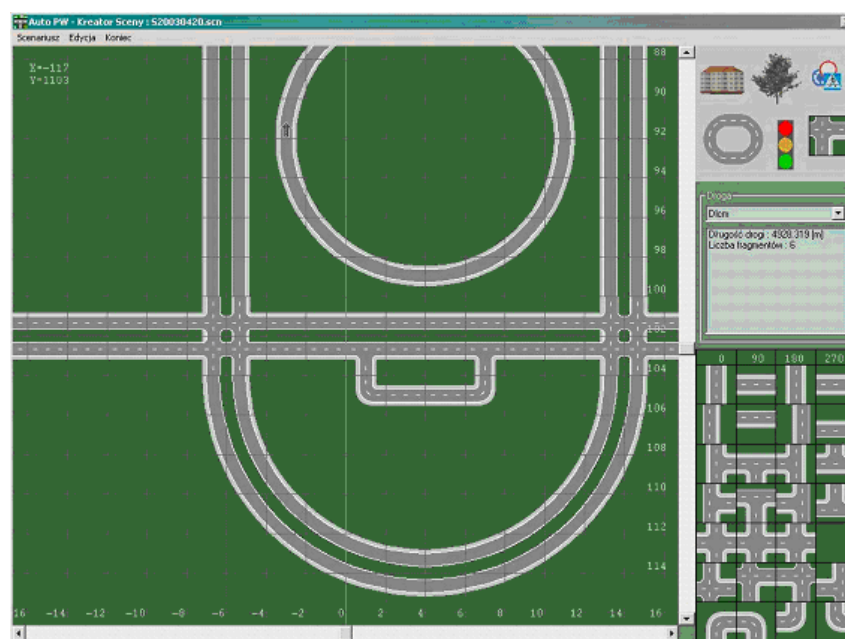
Rys. 3. Obrazy widziane przez kierowcę w symulatorze autoPW (wersja 2003 r.) [5, 6]

Fig. 3. Images seen by a driver in autoPW driving simulator (2003 version) [5, 6]



Rys. 4. Rzutowanie na dwa ekrany w symulatorze autoPW (wersja 2003 r.) [5, 6]

Fig. 4. Projection on two screens in autoPW driving simulator (2003 version) [5, 6]



Rys. 5. Okno kreatora scenariuszy otoczenia. Oprogramowanie wspomagające symulatora autoPW (wersja 2003 r.) [1, 5, 6]

Fig. 5. Scenario creator interactive window. autoPW supporting software (2003 version) [1, 5, 6]



Rys. 6. Przykładowy scenariusz zbudowany za pomocą kreatora oraz kilka obrazów widzianych przez osobę badaną z użyciem tego scenariusza (autoPW, wersja 2003 r.) [1, 5, 6]

Fig. 6. Exemplary scenario built using scenario creator together with few screens seen by a driver (autoPW, 2003 version) [1, 5, 6]



Rys. 7. Efekt działania oprogramowania symulatora autoPW (wersja 2003 r.) poza czasem rzeczywistym. Obserwator z lotu ptaka może analizować sytuację, w której prowadzone były badania na symulatorze [1, 6]

Fig. 7. Scenario creator result of application for out of real-time simulation. Bird-eye observation (autoPW, 2003 version) [1, 6]

Główne elementy symulatora znajdują się w tym samym pomieszczeniu, w którym umieszczona jest kabina symulatora (rys. 1 i 2) – połowa bryły nadwozia samochodu osobowego, wyposażona w elementy sterowania pojazdem, deskę rozdzielczą z panelem informacyjnym oraz dwoma fotelami przednimi.

W pierwszej wersji symulatora autoPW (1998 r.) do tworzenia i przetwarzania obrazu pozornej rzeczywistości stosowano metody wynikające z zasad geometrii i mechaniki analitycznej [5, 6]. W zmodyfikowanej konstrukcji tego symulatora (wersja 2003) zastosowano standard graficzny OpenGL [5, 6] – rys. 3.

Jak już wspomniano, możliwe jest także rzutowanie na dwa ekrany. Obok ekranu centralnie umieszczonego przed kabiną może być również ustawiony dodatkowy ekran z prawej (rys. 2) lub z lewej strony. Zastosowana konfiguracja wynika z potrzeb określonych programem badań (rys. 4).

W celu przyspieszenia procesu tworzenia nowych scenariuszy pracy symulatora zbudowano oprogramowanie nazywane „kreatorem scenariuszy” [1, 5, 6]. Dzięki niemu można

z typowych elementów budować nową scenerię otoczenia i wprowadzać ją do oprogramowania symulatora. Na rysunku 5 przedstawiono przykładowe okno kreatora scenariuszy otoczenia, w którym porusza się badany pojazd. Po prawej stronie widoczne jest menu standardowych elementów obrazu widzianego przez kierowcę. Są to drzewa, fragmenty drogi o różnej geometrii, budynki, oznakowanie pionowe, sygnalizatory itp. Na rysunku 6 zaprezentowano scenariusz zbudowany za pomocą kreatora oraz kilka obrazów widzianych przez osobę badaną z użyciem tego scenariusza.

Na rysunku 7 przedstawiono efekt użycia tego samego scenariusza, ale przy zmianie miejsca obserwacji, co także jest możliwe. W tym przypadku oprogramowanie graficzne pracuje w trybie poza czasem rzeczywistym. Obserwator z lotu ptaka może analizować sytuację, w której prowadzone były badania na symulatorze.

3. Możliwe zastosowania symulatora autoPW

Symulatory są coraz częściej stosowane w badaniach i treningu kierowców. AutoPW, w ciągu dziesięciu lat użytkowania, był wykorzystywany głównie do prowadzenia prac badawczych oraz w działalności dydaktycznej na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Wykonane projekty dotyczyły przede wszystkim badań kierowcy.

Rola edukacyjna tego symulatora, jako pierwszego w naszym kraju, jest bardzo istotna. Obok wielu entuzjastów technologii rzeczywistości wirtualnej jest jednak wiele osób nastawionych krytycznie do niej lub podchodzących z dużą rezerwą. W trakcie kolejnych prezentacji i zastosowań widoczne było przełamywanie bariery niechęci ze strony potencjalnych użytkowników. W chwili obecnej przeważa postawa mniejszego lub większego zainteresowania, a w niektórych przypadkach nawet fascynacji tą nową technologią.

Symulator autoPW jest wykorzystywany do oceny zachowania kierowców w trakcie normalnych warunków jazdy, w sytuacjach przedwypadkowych, w stanie po spożyciu alkoholu. Od kilku lat prowadzone są badania wartości czasu reakcji kierowcy, czyli okresu od pojawienia się sytuacji wymagającej interwencji kierującego pojazdem do chwili, gdy rozpocznie on ruch kierownicą, zacznie wywierać siłę nacisku na pedał hamulca lub „gazu”. Badania te prowadzone są przez zespół Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej i Pracowni Badań Symulacyjnych Ruchu Samochodu Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. W pierwszym projekcie (lata 2004–2005) wykonano badania eksperymentalne w warunkach symulowanego zagrożenia na Torze Kielce, dla grupy kierowców prowadzących odpowiednio wyposażony w aparaturę badawczą samochód Ford Transit. Druga część badań została zrealizowana na symulatorze jazdy samochodem autoPW. Wyniki tych badań przedstawiono w pracach [3, 4, 6]. Obecnie jest realizowany drugi projekt (wraz z trzecim partnerem: Instytutem Pojazdów i Silników Spalinowych Politechniki Krakowskiej), o znacznie szerszym zakresie.

W ramach współpracy z Pracownią VISEB Wydziału MEiL Politechniki Warszawskiej oceniane jest zachowanie kierowców w sytuacjach przedwypadkowych [2, 6]. W trakcie testów analizowane jest położenie ciała kierowcy, w tym zwłaszcza głowy i kończyn. Monitoruje się także rytm serca na podstawie sygnału EKG (elektrokardiogramu) oraz napięcie mięśniowe, wykorzystując sygnał EMG (elektromiogram) osób badanych. Sygnał EMG wyraża jakościowo aktywność badanego mięśnia. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowe zamocowanie czujników EMG w trakcie badań w symulatorze autoPW.



Rys. 8. Przykładowe zamocowanie czujników EMG na osobie badanej w trakcie badań w symulatorze autoPW [2, 6]

Fig. 8. Exemplary attachment of EMG sensors. Person tested in autoPW driving simulator [2, 6]

Literatura

- [1] Chodnicki P., Guzek M., Lozia Z., Mackiewicz W., Stegienka I., *Statyczny symulator jazdy samochodem*, autoPW, wersja 2003, Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, seria Mechanika, z. 79, Kielce 2004, 157-164.
- [2] Dziewoński T., Guzek M., Lozia Z., Matusiak K., *Ocena zachowania się kierowców w trakcie wypadku drogowego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, seria Mechanika, z. 84, Kielce 2006, 169-177.
- [3] Guzek M., Lozia Z., Jurecki R., Stańczyk T.L., *Comparative analyses of driver behaviour on the track and in virtual environment*, Proceedings of DSC Europe (Driving Simulation Conference) Paris, France, October 4–6 2006, 221-232.
- [4] Guzek M., Jurecki R., Lozia Z., Stańczyk T.L., *Ocena czasów reakcji kierowcy na torze badawczym, w symulatorze jazdy samochodem oraz za pomocą mierników stosowanych w pracowniach psychologii transportu*, Monografia „Bezpieczeństwo na drogach – edukacja i diagnostyka kierujących pojazdami”, Wydawnictwo Instytutu Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, 53-62.
- [5] <http://www.it.pw.edu.pl/~autopw>.
- [6] Lozia Z., *Symulatory jazdy samochodem*, WKiŁ, Warszawa 2008.