

Zbigniew Lozia
Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Adam Cup
Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania, Kraków

Izabella Mitraszewska
Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa

Tomasz Piętka
Ministerstwo Infrastruktury, Departament Transportu Drogowego

Dariusz Więckowski
Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa

WYMAGANIA MINIMALNE DLA „SYMULATORÓW WYSOKIEJ KLASY” STOSOWANYCH W SZKOLENIU KIEROWCÓW

Streszczenie: W artykule przedstawiono rezultaty prac zespołu powołanego przez Ministra Infrastruktury RP w celu opracowania wymagań minimalnych dla “symulatorów wysokiej klasy”, przeznaczonych do wykorzystania w procesie szkolenia i egzaminowania kierowców dla kwalifikacji wstępnej, w myśl zapisów Dyrektywy 2003/59 UE. Podstawą ich określenia był przegląd aktualnego stanu wiedzy z zakresu budowy symulatorów jazdy samochodem, w tym zwłaszcza tych, które są dedykowane szkoleniu kierowców. Brano także pod uwagę tendencję zmian tych konstrukcji, standaryzację rozwiązań i ich koszt. Dotyczyło to zwłaszcza: modelu ruchu i dynamiki pojazdu; układ wizualizacji; układ ruchu symulatora.

Słowa kluczowe: symulator jazdy samochodem, szkolenie kierowców, Dyrektywa 2003/59

1. WPROWADZENIE

Dyrektywa 2003/59/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy [1] zobowiązuje państwa członkowskie do zmiany systemu szkolenia kierowców autobusów i autokarów (od 10.09.2008r.) oraz samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony (od 10.09.2009r.). W przewidywanym programie szkoleń duży nacisk

jest położony na bezpieczeństwo na drogach, zmniejszenie emisji spalin i zużycia paliwa. Kurs szkoleniowy dla *kwalifikacji wstępnej* musi obejmować przynajmniej 20 godzin indywidualnej jazdy pojazdem danej klasy. Przez maksymalnie 8 z 20 godzin jazdy osoba szkolona może kierować pojazdem po *szczególnym terenie* lub na *wysokiej klasy symulatorze* w celu opanowania umiejętności kierowania pojazdem w różnych warunkach drogowych i w przypadku ich zmiany wywołanej zmianą warunków pogodowych, w różnych porach dnia lub nocy. Egzamin praktyczny może się także (w części) odbywać w *szczególnym terenie* lub na *wysokiej klasy symulatorze*. Odbywane co 5 lat *szkolenia okresowe* obejmują 35 godzin w cyklach co najmniej siedmiogodzinnych i część takiego szkolenia może się odbywać na *wysokiej klasy symulatorach*. W dyrektywie nie zdefiniowano pojęć: *szczególny teren*, *wysokiej klasy symulator*.

Zespół powołany przez Ministra Infrastruktury (autorzy tej publikacji) miał za zadanie opracowanie wymagań minimalnych dla *symulatorów wysokiej klasy*. Mają one postać dwóch dokumentów o nazwach: „ogólne wymagania techniczno-organizacyjne dla symulatora” i „zakres funkcjonalności realizowanej przez symulator – wymagania minimalne dotyczące właściwości funkcjonalnych i technicznych”. Niniejsza publikacja przedstawia, zgodnie z tytułem, drugi dokument.

2. STRUKTURA FUNKCJONALNA SYMULATORA

Na strukturę funkcjonalną symulatora jazdy samochodem składają się takie elementy jak: symulacja zjawisk fizycznych związanych z ruchem pojazdu po nawierzchni drogi (model ruchu, dynamiki pojazdu, jego interakcji z otoczeniem); symulacja otaczającego pojazdu środowiska wraz z innymi pojazdami; kabina symulatora sprzężona z układami umożliwiającymi kierowcy odbiór wielkości charakteryzujących aktualny stan symulowanego obiektu: układem generowania i prezentacji obrazu, układem do symulacji efektów dźwiękowych, układem ruchu, rzeczywistą lub wirtualną deską rozdzielczą, mechanizmami sterowania pojazdem - kołem kierownicy wraz z aktywnym jej oporem, pedałem hamulca, pedałem przyspieszania, pedałem sprzęgła (dla sterowania manualnego), dźwignią zmiany biegów; stanowisko instruktora (wyposażonego w program ćwiczeń i zobiektywizowany system oceny osób badanych); system informatyczny zawierający w sobie układ akwizycji dla rejestracji i dokumentowania wyników badań; układ zasilania; układy zapewniające bezpieczeństwo osób badanych i instruktora.

3. MODEL RUCHU, DYNAMIKI POJAZDU

Model ruchu pojazdu, o co najmniej sześciu stopniach swobody, powinien opisywać dynamikę wzdłużną i poprzeczną, z uwzględnieniem zmian reakcji normalnych drogi, nieliniowości charakterystyk kół ogumionych, w tym łącznego opisu sił wzdłużnych i bocznych opony, typowych nierówności drogi o charakterze losowym (zgodnie z zaleceniami ISO) i zdeterminowanym, wynikającym z konstrukcji i stanu nawierzchni drogi (przejazdy kolejowe i tramwajowe, koleiny, itp.). Model powinien umożliwiać w

łatwy sposób zmiany danych pojazdu, w tym szczególnie: położenie środka masy pojazdu, parametrów współpracy koła ogumionego z nawierzchnią drogi, mocy silnika, przełożeń w układzie napędowym, zmiany parametrów pojazdu wynikających z symulowanych awarii. Opis modelu ruchu pojazdu powinien zawierać: prezentację układów współrzędnych, w których opisywany jest ruch pojazdu, liczbę i opis stopni swobody ruchu, opis modelu kontaktu koła z nawierzchnią drogi, wyniki przykładowych weryfikacji eksperymentalnych modelu dla co najmniej trzech manewrów opisywanych testami ISO, ECE (hamowania w ruchu prostoliniowym, ruchu ustalonego po okręgu, podwójnej zmiany pasa ruchu).

4. KABINA – NAJBLIŻSZE OTOCZENIE KIEROWCY

Symulator powinien być wyposażony w oryginalną kabinę kierowcy współcześnie produkowanego samochodu ciężarowego, ciągnika siodłowego lub autobusu, wyposażoną co najmniej w następujące elementy: regulowany fotel kierowcy lub regulowany fotel kierowcy i pasażera; tablicę rozdzielczą wraz prędkościomierzem i obrotomierzem; elementy sterowania: koło kierownicy, pedał przyspiesznika, sprzęgła i hamulca oraz dźwignię zmiany biegów; dźwignię kierunkowskazów, włącznik lub dźwignię zwalnicza, włączniki świateł postojowych, świateł drogowych, świateł przeciwmgłowych, a także dźwignię hamulca awaryjnego, postojowego; wskaźnik włączenia hamulca awaryjnego, postojowego; wskaźnik działania kierunkowskazów; system oświetlenia wnętrza oraz podświetlania przyrządów i manipulatorów; tachograf (zgodnie z obowiązującymi przepisami); pasy bezpieczeństwa; łatwo dostępny i wyraźnie oznaczony awaryjny wyłącznik. Symulator powinien umożliwiać jazdę z ręczną i automatyczną skrzynią biegów, co najmniej 6-cio biegową. Kabina kierowcy powinna być wyposażona w system komunikacji głosowej między kierowcą, a instruktorem oraz w kamerę skierowaną na kierowcę i kierownicę, umożliwiającą obserwację osoby szkolonej. Symulator powinien generować opory występujące na kole kierownicy (tu opór aktywny zależny od wypadkowego momentu stabilizującego symulowanego pojazdu w danych warunkach ruchu), pedale hamulca, sprzęgła i dźwigni zmiany biegów (dla sterowania ręcznego).

5. UKŁAD WIZUALIZACJI

Symulator powinien być wyposażony w komputerowy układ generowania "trójwymiarowego", barwnego obrazu wirtualnego środowiska widzianego z kabiny symulatora. Minimalna odległość ekranu od punktu ocznego kierowcy powinna być nie mniejsza niż 2,5m, przy czym za punkt oczny kierowcy przyjmuje się punkt leżący w pionowej podłużnej płaszczyźnie symetrii fotela kierowcy na wysokości 0,75m nad siedziskiem nieobciążonego fotela, oddalony o 0,25m od płaszczyzny stycznej do zagłówka lub oparcia fotela na tej wysokości.

Układ projekcji obrazu powinien spełniać następujące parametry optyczne: pole widzenia (na wysokości punktu ocznego kierowcy) nie mniejsze niż 180° w poziomie (plus

widzenie wsteczne w lusterkach) i 30° w pionie, chyba że kabina ogranicza to pole widzenia, minimalna rozdzielczość na kanał graficzny 1024×768 pikseli, rozdzielczość kątowna co najwyżej 4 minuty kątowne na jeden piksel, częstotliwość generowania klatek obrazu, co najmniej 30Hz, częstotliwość wyświetlania klatek obrazu, co najmniej 60Hz i nie mniej niż częstotliwość generowania klatek obrazu, kontrast min. 300. Obraz w imitatorach lusterek wstecznych powinien odpowiadać właściwościom obrazu widzianego w rzeczywistych lusterkach wstecznych pojazdu, którego kabina jest wykorzystywana w symulatorze. Oprogramowanie symulatora powinno umożliwiać symulowanie ruchu drogowego. Obejmuje to także symulację jazdy w mieście, z charakterystyczną dla tych warunków infrastrukturą drogową, pojazdami i pieszymi. Powinna istnieć możliwość jednoczesnego generowania (i obrazowania) co najmniej 25 uczestników ruchu drogowego w polu widzenia kierowcy (pieszych, rowerzystów, samochody osobowe, autobusy, samochody ciężarowe, motocykle, pojazdy uprzywilejowane i tramwaje oraz pociągi na przejazdach kolejowych i w ich pobliżu). Generowany obraz powinien spełniać warunek interaktywności z pozostałymi pojazdami oraz z pieszymi tzn. uwzględniać zmiany w symulacji wprowadzane przez kierowcę symulowanego pojazdu. Symulator powinien obrazować zachowanie uczestników ruchu przestrzegających i nieprzestrzegających przepisy ruchu drogowego. Oprogramowanie symulatora powinno generować obraz zapewniający symulację różnych rodzajów dróg z wykorzystaniem elementów bazy drogowej, zawierającej: teren zabudowany – miejski, charakteryzujący się drogą asfaltową ze skrzyżowaniami, w tym skrzyżowaniami o ruchu okrężnym i sygnalizacją świetlną oraz budynkami wielokondygnacyjnymi (minimum 4 kondygnacje); teren wiejski, charakteryzujący się drogą asfaltową oraz budynkami parterowymi; autostrady charakteryzujące się drogą z dwoma pasami ruchu, z barierą energochłonną umieszczoną na poboczu; drogi ekspresowe, charakteryzujące się drogą wyposażoną w jedną lub dwie jezdnie, posiadającą wielopoziomowe skrzyżowania z przecinającymi ją innymi drogami transportu lądowego i wodnego, z dopuszczeniem wyjątkowo jednopoziomowych skrzyżowań z drogami publicznymi; drogi gruntowe; infrastrukturę drogową (mosty, wiadukty, tunele); plac manewrowy. Rzeźba odwzorowywanego terenu powinna być także zróżnicowana i obejmować teren płaski, pagórkowaty i górski, w tym drogi o różnym stopniu nachylenia (długie podjazdy i zjazdy o dużym nachyleniu, częste podjazdy i zjazdy o zmiennym nachyleniu, serpentyny). Symulowane drogi powinny zawierać wszystkie elementy dróg rzeczywistych (pobocza, chodniki, torowiska dla pojazdów szynowych), a także wymagane przepisami oznakowanie poziome, pionowe oraz sygnalizację świetlną i inne elementy kierowania ruchem, zgodne z polskimi aktami prawnymi tworzącymi prawo o ruchu drogowym. Łączna długość symulowanych tras jazdy nie powinna być krótsza niż 100km. Oprogramowanie powinno umożliwiać symulowanie warunków atmosferycznych i warunków jazdy, pory roku i doby: dowolnych pór doby, warunków atmosferycznych obejmujących zjawiska: deszczu, wiatru, śniegu i mgły, zróżnicowanych warunków trakcyjnych obejmujących nawierzchnię o normalnej oraz zmniejszonej przyczepności.

6. SYMULACJA EFEKTÓW DŹWIĘKOWYCH

Symulator powinien być wyposażony w system generujący efekty dźwiękowe słyszane przez kierowcę w kabinie rzeczywistego pojazdu: odgłosy pracy silnika i układu napędowego, opływ powietrza, szumy generowane przez ogumienie pojazdu podczas normalnej jazdy, dźwięki charakterystyczne dla dużych poślizgów wzdłużnych i bocznych opon, efekty akustyczne towarzyszące przejazdowi po nierównościach drogi, odgłosy innych pojazdów uczestniczących w ruchu, sygnały dźwiękowe i alarmowe, dźwięki charakterystyczne dla określonych awarii lub niesprawności. System powinien umożliwiać szkolenemu kierowcy ocenę kierunku źródła emisji każdego z generowanych dźwięków.

7. UKŁAD RUCHU

Symulator powinien być wyposażony w układ ruchu o sześciu stopniach swobody¹, to znaczy umożliwiający zmianę położenia kabiny symulatora wzdłuż i wokół osi podłużnej, poprzecznej i pionowej. Układ ruchu powinien generować ruchy kabiny symulatora, które w połączeniu z układem wizualizacji oraz systemem dźwiękowym umożliwią odwzorowanie odczuć kierowcy związanych z przyspieszaniem i hamowaniem pojazdu, oddziaływaniem sił odśrodkowych podczas dynamicznej zmiany kierunku jazdy, oddziaływaniem przyczepy lub naczepy, pokonywaniem nierówności nawierzchni drogi, nagłym uszkodzeniem ogumienia, kolizjami drogowymi, itp. Układ ruchu powinien umożliwiać osiąganie chwilowych wartości wielkości mierzonych na siedzisku kierowcy: przyspieszeń translacyjnych z przedziału co najmniej $\pm 4 \text{ m/s}^2$; prędkości translacyjnych z przedziału co najmniej $\pm 0,3 \text{ m/s}$; przyspieszeń kątowych z przedziału co najmniej $\pm 200 \text{ stopni/s}^2$; prędkości kątowych z przedziału co najmniej $\pm 30 \text{ stopni/s}$.

8. SYMULACJA AWARII

Oprogramowanie symulatora do szkolenia kierowców samochodów ciężarowych lub autobusów powinno zapewniać odwzorowanie wybranych awarii i niesprawności poszczególnych układów, instalacji i systemów pojazdu, w tym szczególnie: częściowego i całkowitego zaniku działania hamulca roboczego, asymetrii działania hamulców, przebicia ogumienia, zwłaszcza kół kierowanych, zmiany położenia środka masy pojazdu, wynikającego z przemieszczenia się ładunku, awarii silnika, uniemożliwiającej wytwarzanie efektywnego momentu obrotowego.

¹ Członek zespołu z ITS proponował w tym miejscu zapis o treści: „Symulator powinien być wyposażony w układ ruchu o minimum trzech stopniach swobody”. Propozycja ta nie znalazła poparcia wśród innych członków zespołu.

9. STANOWISKO INSTRUKTORA

Stanowisko instruktora musi umożliwiać realizację następujących funkcji: sprawdzanie zdatności technicznej poszczególnych modułów symulatora, sterowanie pracą symulatora, w tym także niezależne sterowanie systemem ruchu, przygotowanie scenariuszy poszczególnych ćwiczeń, monitorowanie przebiegu ćwiczenia, bieżące korygowanie przebiegu ćwiczenia oraz wprowadzanie nowych jego elementów, utrzymywanie stałej łączności ze szkolonym kierowcą, rejestrowanie i archiwizowanie przebiegu ćwiczenia, awaryjne zatrzymanie systemu ruchu, awaryjne wyłączenie symulatora, odczyt czasu rzeczywistego, rejestrowanie czasu pracy symulatora oraz systemu ruchu. Monitory zainstalowane na stanowisku instruktora powinny umożliwiać obserwację w czasie rzeczywistym między innymi: obrazu zewnętrznego widzianego z kabiny kierowcy, obrazu obserwowanego przez kierowcę w lusterkach wstecznych, widoku zewnętrznego symulowanego pojazdu w wirtualnym środowisku, obrazu z kamery zainstalowanej we wnętrzu kabiny kierowcy, dwuwymiarowej mapy rejonu jazdy z odwzorowaniem aktualnego ruchu drogowego/ulicznego. Podczas przygotowywania scenariusza ćwiczenia instruktor powinien mieć możliwość doboru programu szkolenia oraz wprowadzania zmian w organizacji ruchu drogowego, obejmujących między innymi: zamykanie ulic (inscenizowanie robot drogowych i wypadków itp.), zmianę wybranych pionowych znaków drogowych, zmianę w sygnalizacji świetlnej sterującej ruchem drogowym, terowanie ruchem drogowym przez uprawnione osoby.

Podczas monitorowania przebiegu ćwiczenia instruktor powinien mieć możliwość: korygowania przygotowanego wcześniej scenariusza w zakresie zmian warunków pogodowych, stanu nawierzchni jezdni (sucha, śliska), a także natężenia ruchu, sterowania innym pojazdem uczestniczącym w ruchu drogowym, inscenizowania awarii wybranych systemów i instalacji symulowanego pojazdu oraz nieprawidłowych i zaskakujących zachowań ze strony innych użytkowników ruchu drogowego, które stwarzają zagrożenie dla kierującego symulowanym pojazdem i wymagają od niego natychmiastowej reakcji, zatrzymania prowadzonego ćwiczenia w dowolnym momencie, a następnie jego kontynuowania lub ponownego rozpoczęcia. Wszystkie opisane wyżej ingerencje instruktora powinny być rejestrowane w dokumentacji odbywanego przez osobę szkoloną ćwiczenia.

10. ZAKRES ĆWICZEŃ – ZAKRES SZKOLENIA NA SYMULATORZE

Symulator powinien zapewnić kształcenie zawodowe kierowcy oraz podnoszenie jego kwalifikacji, odpowiednio do kategorii prawa jazdy wymaganego dla symulowanego pojazdu. Powinien umożliwiać realizację programu szkolenia w następującym zakresie: umiejętnego wykorzystywania wyposażenia kabiny kierowcy nowoczesnego samochodu ciężarowego/ciągnika siodłowego lub autobusu oraz prawidłowego posługiwania się mechanizmami sterowania pojazdem, opanowania praktycznych umiejętności

bezpiecznego prowadzenia pojazdu w różnej jego konfiguracji oraz z różnymi rodzajami przewożonego ładunku (gabaryty, masa, rozmieszczenie a w przypadku autobusów z różną liczbą pasażerów), w różnych warunkach atmosferycznych i terenowych, a także przy zróżnicowanym natężeniu ruchu drogowego, stosowania się do przepisów ruchu drogowego, prawidłowej reakcji na znaki i sygnały drogowe, prawidłowego postępowania w przypadku symulowanej awarii, rozpoznawania potencjalnych zagrożeń oraz prawidłowe reagowanie w sytuacjach niebezpiecznych w ruchu drogowym, dopasowania techniki jazdy do warunków lokalnych (np.: różne warunki drogowe, utrudnienia w ruchu, woda, śnieg, lód, susza, zanieczyszczenia nawierzchni drogi, jazda pod górę i z góry), opanowania umiejętności jazdy ekonomicznej i planowania trasy, wykorzystania optymalnego momentu obrotowego, realizacji zmiany biegu w sposób prawidłowy, używania układu hamulcowego, korzystania z układu hamulcowego podczas zjazdów ze wzniesienia, prawidłowego wykonywania manewrów na placu manewrowym.

11. DOKUMENTOWANIE PRZEBIEGU ĆWICZEŃ NA SYMULATORZE

Oprogramowanie i sprzęt informatyczny symulatora powinny umożliwić tworzenie powtarzalnych, pod względem zadań stawianych kierowcom, scenariuszy ćwiczeń. Powinny umożliwiać akwizycję co najmniej następujących wielkości: położenia pedału przyspiesznika, sprzęgła i hamulca, kąta obrotu koła kierownicy, numeru biegu skrzyni przekładniowej, położenia dźwigni kierunkowskazów, położenia, prędkości i przyspieszenia (w przyjętym układzie współrzędnych) bryły nadwozia pojazdu, prędkości obrotowej wału korbowego silnika, włączenia kierunkowskazu lewego, włączenia kierunkowskazu prawego, włączenia świateł postojowych, włączenia świateł mijania, włączenia świateł drogowych, włączenia świateł przeciwmgłowych przednich, włączenia świateł przeciwmgłowych tylnych, włączenia lub wyłączenia elementów sterowania wyposażenia pojazdu typu: hamulec silnikowy, retarder, ABS, ASR, ESP, i innych znajdujących się na wyposażeniu symulowanego pojazdu. Oprogramowanie i sprzęt informatyczny symulatora powinny umożliwić rejestrację i archiwizację ćwiczeń, w tym wielkości wymienionych wyżej. Powinna się ona odbywać na typowych informatycznych nośnikach danych. Ponadto powinna istnieć możliwość: odtwarzania w sposób ciągły zarejestrowanego ćwiczenia z podglądem otoczenia i ruchu symulowanego pojazdu z różnych ujęć wirtualnej kamery, a w szczególności kamery umieszczonej na zewnątrz pojazdu poruszającego się w wirtualnym otoczeniu, obserwacji w sposób ciągły (podczas odtwarzania zarejestrowanego ćwiczenia) wirtualnego otoczenia widzianego z miejsca kierowcy pojazdu. Oprogramowanie i sprzęt informatyczny symulatora powinny umożliwić automatyczną ocenę ćwiczeń, wykonywanych przez kierowców, zarówno w przypadku wykonania ćwiczenia pozytywnie, jak i wykonania ćwiczenia negatywnie. Powinny umożliwić wprowadzanie, do automatycznie generowanego raportu z wykonanego ćwiczenia, uwag instruktora z zaznaczeniem, które elementy raportu zostały ocenione automatycznie, a które uzupełnił instruktor.

Raport z ćwiczenia wykonanego na symulatorze powinien zawierać: dane identyfikujące osobę badaną (nr osoby na liście obecności – 99/, kategoria prawa jazdy – C

lub D/, nr kursu w danym roku – 99/, końcówka roku – 99/, nazwisko – X(25), imię/imiona – X(20); np. 01/C/01/10 Malinowski-Kowalski Jan Włodzimierz), imię i nazwisko instruktora, datę i godzinę rozpoczęcia i zakończenia wykonywania ćwiczenia, obliczony czas trwania ćwiczenia, rodzaj (numer) realizowanego zadania (w tym: konfigurację prowadzonego pojazdu, rodzaj przewożonego ładunku, rejon jazdy, panujące warunki atmosferyczne i drogowe, zainscenizowane awarie i zagrożenia, ingerencje ze strony instruktora, graficzne zobrazowanie rejestrowanych parametrów jazdy), wykaz zarejestrowanych nieprawidłowości związanych z obsługą i prowadzeniem pojazdu, wykaz zarejestrowanych przekroczeń przepisów ruchu drogowego, ocenę wykonanej jazdy pod kątem jej ekonomiki (zużycie paliwa, sterowanie zespołem napędowym, wykorzystania układu hamulcowego itp.), automatyczną ocenę wstępną wykonanego ćwiczenia, miejsce przeznaczone na wpis indywidualnej opinii instruktora oraz jego ostateczną ocenę wykonanego ćwiczenia.

12. WNIOSKI KOŃCOWE

Podstawą określenia wymagań minimalnych dla “symulatorów wysokiej klasy”, przeznaczonych do wykorzystania w procesie szkolenia i egzaminowania kierowców, był przegląd aktualnego stanu wiedzy z zakresu budowy symulatorów jazdy samochodem, w tym zwłaszcza tych, które są dedykowane szkoleniu kierowców. Brano także pod uwagę tendencję zmian tych konstrukcji, standaryzację rozwiązań i ich koszt. Dotyczyło to zwłaszcza: modelu ruchu i dynamiki pojazdu, układu wizualizacji, układu ruchu symulatora.

Bibliografia

1. Dyrektywa 2003/59/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 lipca 2003 r. w sprawie wstępnej kwalifikacji i okresowego szkolenia kierowców niektórych pojazdów drogowych do przewozu rzeczy lub osób. Dziennik Urzędowy UE. I. 226/4. 10.9.2003
2. Instytut Transportu Samochodowego. Warunki Techniczne. Urządzenia do nauki jazdy. Symulator wysokiej klasy do nauki jazdy pojazdem. Wymagania i badania. WT-OTS/89/09-ZDO. Wydanie 1. Warszawa 18.09.2009r.
3. Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania. Kryteria. Symulator jazdy samochodem osobowym, ciężarowym, autobusem. K T – 0619 – 00. Wydanie II. Kraków 07.2009.
4. Lozia Z. Symulatory jazdy samochodem, WKŁ Warszawa 2008, ISBN: 978-83-206-1663-7
5. Przemysłowy Instytut Motoryzacji. Warunki Techniczne. Symulatory jazdy samochodem. Wymagania i badania w zakresie dopuszczenia do stosowania w ośrodkach szkolenia kierowców. WT/115/PIMOT/09. Edycja I. Warszawa 2009.07.24.

MINIMUM REQUIREMENTS FOR "TOP-OF-THE-RANGE SIMULATORS" USED FOR DRIVERS TRAINING

Abstract: This paper presents the results of the work team appointed by Poland's Infrastructure Minister in order to develop minimum requirements for "top-of-the-range simulators" for use in the process of training and testing drivers for initial qualification in

accordance with the provisions of EU Directive 2003/59. The basis for determination thereof was a review of the current state of knowledge of car driving simulators' designs, in particular those that are dedicated to the training of drivers. Also a trend of changes in these structure designs, standardization of solutions, and their cost were taken into account. This was especially true for: a model of vehicle motion and dynamics, visualisation system, simulator's motion system.

Keywords: car driving simulator, drivers training, 2003/59 Directive.