

dr inż. **Jacek ROGUSKI**¹
dr inż. **Roman WANTOCH-REKOWSKI**²
płk dr inż. **Krzysztof KRAKOWSKI**³
ppłk dr **Zbigniew LEŚNIEWSKI**³
mgr inż. **Ireneusz STROJEWSKI**⁴
Maciej STOPNIAK⁵

Przyjęty/Accepted/Принята: 28.05.2013;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 04.12.2013;
Opublikowany/Published/Опубликована: 20.12.2013;

SYMULATOR SZKOLENIA KIEROWCÓW WOZÓW BOJOWYCH PSP Z WYKORZYSTANIEM ŚRODOWISKA SYMULACJI WIRTUALNEJ VBS2⁶

**Training Fire Truck Simulator for PSP officers with virtual simulation
environment VBS2**

**Симулятор обучения водителей боевых машин PSP с использованием
среды виртуальной симуляции VBS2**

Abstrakt

Cel: Przedstawienie koncepcji i projektu тренаżera stanowiska kierowcy zintegrowanego ze środowiskiem symulacji wirtualnej, przy pomocy którego można wspomagać proces szkolenia i doskonalenia kierowców-funkcjonariuszy KSRG

Wprowadzenie: Artykuł przedstawia założenia merytoryczne oraz stan realizacji projektu naukowo-badawczego pt. „Opracowanie nowoczesnych stanowisk szkoleniowych zwiększających skuteczność działań ratowników KSRG”. Umowa numer 0001/ID3/2011/01 z dnia 2011-12-28 r., finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Wnioski: Celem realizacji projektu jest zaprojektowanie тренаżera stanowiska kierowcy zintegrowanego ze środowiskiem symulacji wirtualnej, przy pomocy którego można wspomagać proces szkolenia i doskonalenia kierowców-funkcjonariuszy KSRG. Zastosowane rozwiązania informatyczne pozwalają dowolnie konstruować scenariusze sytuacji typowych i wyjątkowych, uwzględniając różnorodność terenu działań, obiektów, warunków związanych z porą roku i dnia oraz zachowaniem się innych komputerowo sterowanych wirtualnych uczestników scenariusza. Symulator stanowi autonomiczne i mobilne stanowisko szkoleniowe z zastosowaniem oryginalnych elementów wyposażenia kabiny kierowcy z wykorzystaniem zaawansowanego środowiska symulacji wirtualnej.

Znaczenie dla praktyki: Ze względu na różne warianty prowadzenia ćwiczeń wspomaganych komputerowo, zaprezentowano najistotniejsze elementy wpływające na bezpieczeństwo dojazdu na miejsce działań ratowniczo-gaśniczych. Przedstawiono przykładowe organizacje ćwiczeń ze wskazaniem roli poszczególnych elementów w oparciu o tworzone biblioteki scenariuszy oraz możliwości ingerencji instruktora w wykorzystywane scenariusze. Zaprezentowano najważniejsze właściwości symulatorów wirtualnych w kontekście ich wykorzystania do szkolenia. Na zakończenie przedstawione zostały przykłady praktycznych zastosowań systemu wizualizacji do tworzenia oprogramowania z wykorzystaniem symulatora VBS2.

¹ Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB), ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów k. Otwocka, Polska; j.roguski@cnbop.pl / National Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland;

² Wojskowa Akademia Techniczna, ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa / Military University of Technology Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Poland;

³ Akademia Obrony Narodowej al. Generała Antoniego Chruściela „Montera” 103, 00-910 Warszawa / Faculty of Management and Command, National Defence University, al. Generała Antoniego Chruściela „Montera” 103, 00-910, Warsaw, Poland;

⁴ PRODUS SA, Bystrzycka 69C, Wrocław, Poland / PRODUS SA, Bystrzycka 69C / Wrocław, Poland;

⁵ SPECOPS Sp. z o.o., Świętojańska 104A/3, 81-388 Gdynia / SPECOPS Sp. z o.o., Świętojańska 104A/3, 81-388 Gdynia, Poland

⁶ Autorzy wnieśli równy wkład w powstanie artykułu/The authors contributed equally to this work / Авторы внесли одинаковый вклад в эту статью

Słowa kluczowe: szkolenie kierowców, symulator, symulacja wirtualna, VBS2;

Typ artykułu: komunikat z badań

Abstract

Objective: Presentation of the preliminary results and assumptions of the scientific and research project entitled “Development of advanced training positions to increase the effectiveness of KSRG rescuers”.

Introduction: The article describes factual assumptions as well as the status of the scientific and research project entitled “Development of advanced training positions to increase the effectiveness of KSRG rescuers” realised under the contract No. 0001/ID3/2011/ 01 dated 2011.12.28 and financed by the National Centre for Research and Development.

Conclusions: This paper presents design and implementation of the elements of the fire truck simulator. The simulator was prepared using the original elements of vehicle cabin. Virtual Battlespace Simulator (VBS2) was used to prepare virtual scenarios. The article shows the idea and design of the driving simulator integrated with the virtual simulation environment. This environment can support the training process of KSRG driver-officers (National System for Rescue and Fire-fighting). The solutions allow to construct freely the scenarios of typical and emergency situations taking into account diversity of territories where the activities are carried, objects, conditions related to the time of the year and day as well as the behavior of other computer-controlled virtual scenario participants.

Value for practice: The simulator is an independent and mobile station training which takes advantage of original elements of driver’s equipment as well as advanced virtual simulation environment. Due to variations in conducting computer-assisted exercises, the authors presented the key elements affecting the safety of travel to the place of fire and rescue operations. The publication shows exemplary patterns of exercise organization showing the roles of elements based on the scenario library and possible interference of an instructor in used scenarios. The article submits the most important properties of virtual simulators in the context of their application in training. At the end of this paper the authors showed examples of applications of visual systems to create software with VBS2 simulator

Keywords: drivers training, simulator, virtual simulation, VBS2;

Type of article: short scientific report

Аннотация

Цель: Представление концепции и проекта тренажёра для водителей интегрированного со средой виртуальной симуляции, с помощью которого, можно поддерживать процесс обучения и совершенствования практических умений водителей-работников KSRG (государственной спасательно-гасящей системы).

Введение: Статья представляет мериторические предположения и состояние реализации научно-исследовательского проекта под названием «Разработка современных учебных стендов для повышения эффективности работ выполняемых работниками спасательно-гасящей системы (KSRG)». Контракт № 0001/ID3/2011/01 от 28 декабря 2011 года, финансируемый Народным Центром Исследования и Развития (NCBiR).

Выводы: Целью реализации проекта есть разработка тренажёра для водителей интегрированного со средой виртуальной симуляции, при помощи которого, можно укреплять процесс обучения и повышения практических умений водителей-работников KSRG. Принятые информатические решения позволяют свободно конструировать сценария типичных и чрезвычайных ситуаций, учитывая многообразие территорий на которых проводится действие, объектов, а также условий, связанных с временем года и дня и поведением компьютерно-управляемых других участников сценария. Симулятор является автономической и мобильной учебной установкой, оборудованной оригинальными элементами оснащения кабины водителя и использующей заавансированную среду виртуальной симуляции.

Значение для практики: Учитывая различные варианты проведения поддерживаемых компьютерами упражнений, были представлены самые важные элементы, влияющие на безопасность доезда к месту тушения пожаров и спасательных работ. Представлены примеры организации учений, которые охватывают указание функций конкретных элементов на основе разработанных библиотек сценариев, а также возможности интервенции инструктора в используемых сценариях. Представлены самые важные свойства виртуальных симуляторов и их использования в процессе обучения. В конце статьи представлены примеры практического применения систем визуализации для разработки программного обеспечения с использованием симулятора VBS2.

Ключевые слова: обучение водителей, симулятор, виртуальная ситуация, VBS2;

Вид статьи: предварительный отчёт

1. Wstęp

Jednym z kierunków rozwoju systemów szkoleń specjalistycznych jest stosowanie symulatorów i dedykowanych тренаżerów. Pojawienie się na rynku specjalizowanych symulatorów wirtualnych umożliwiających odwzorowanie obiektów z dużą dokładnością znacznie rozszerzyło możliwości ich zastosowania do szkoleń.

Zastosowanie symulatorów do szkolenia ma na celu zastąpienie świata rzeczywistego światem wirtualnym [4] [6][3][2]. Sytuacja taka stwarza nowe możliwości w zakresie szkolenia, umożliwiając prowadzenie ćwiczeń w świecie wirtualnym, ale z wykorzystaniem obowiązujących procedur oraz rzeczywistego wyposażenia. Możli-

wości zastosowania symulatorów do prowadzenia szkoleń wynikają z następujących właściwości tych symulatorów:

- symulacja przebiegu scenariusza,
- możliwość tworzenia własnych obiektów,
- możliwość tworzenia własnych map,
- możliwość budowy własnych scenariuszy,
- możliwość programowania warunków atmosferycznych,
- możliwość ingerencji instruktora w trakcie symulacji,
- możliwość programowania zachowania obiektów,
- możliwość rejestrowania i odtwarzania przebiegu symulacji.

Z zastosowania zaawansowanych środowisk symulacyjnych wynikają następujące korzyści:

- zmniejszenie kosztów szkoleń,
- ćwiczenie sytuacji, które są bardzo trudne do odtworzenia w rzeczywistości
- ćwiczenie sytuacji, które nie są możliwe do odtworzenia w rzeczywistości ze względu na duże koszty lub duże zagrożenia dla ćwiczących,
- możliwość ćwiczenia efektywności procedur oraz weryfikacja nowych procedur, możliwość ćwiczenia z użyciem nowych urządzeń.

2. Założenia dotyczące stanowiska szkolenia kierowców z wykorzystaniem symulatora wirtualnego

Bezpieczne funkcjonowanie kierowcy w systemie zwanym ruchem drogowym zależy od jego zdolności psychofizycznych, przystosowania społecznego, nabytej kultury jazdy, dyscypliny społecznej, kontroli emocjonalnej, umiejętności radzenia sobie w złożonej sytuacji zadaniowej jaką jest prowadzenie samochodu pożarniczego. Zakłóceniem systemu są wypadki drogowe powstające zarówno na skutek psychofizycznych niedoskonałości uczestników ruchu drogowego, jak i łamania przez użytkowników przepisów oraz braku umiejętności w prowadzeniu pojazdu. Można założyć, że prowadzenie pojazdu to układ wzajemnie ze sobą powiązanych możliwości, wiedzy, umiejętności, postaw i emocji człowieka.

Uczestnictwo w ruchu drogowym jest złożonym systemem czynności i zachowań w specyficznej sytuacji w przestrzeni, poprzez kształtowanie relacji z innymi. Sprawność w kierowaniu pojazdem łączy w sobie trzy obszary:

- sprawność fizyczną określaną w badaniach lekarskich,
- sprawność psychiczną określaną w badaniach psychotechnicznych kierowców,
- wiedzę, umiejętności i postawę kierującego pojazdem.

Sprawne funkcjonowanie kierującego w warunkach ruchu drogowego zależy od odpowiedniej sprawności fizycznej i psychicznej, o których wpływie będzie mowa w dalszej części opracowania.

Przyjmując definicję bezpiecznego kierowcy jako zdolność do bezkolizyjnego prowadzenia pojazdu z jednego miejsca do drugiego, można przyjąć, że taki kierowca opanował i umie wszechstronnie wykorzystać nabyte umiejętności związane z prawidłowym prowadzeniem pojazdu i posiada odpowiednią sprawność psychiczną.

W Polsce, wg danych Komendy Głównej Policji o wypadkach drogowych, w 2010 roku doszło do 38 832 wypadków drogowych, w których śmierć poniosło 3907 osób, a 48 952 zostało rannych. W porównaniu z rokiem 2009, liczba wypadków zmniejszyła się o 5364, czyli o 12,1%, osób zabitych było mniej o 665, czyli o 14,6%, liczba rannych spadła o 7094, czyli o 12,7% (*Wypadki drogowe w Polsce w 2010 roku*). Koszty wypadków drogowych w Polsce wynoszą około 12 mld zł rocznie, co stanowi 2,7% PKB. Polska od wielu lat zajmuje czołowe miejsce pod względem wskaźnika ciężkości wypadków drogowych. Wskaźnik ten wynosi 11 zabitych na 100 wy-

padków drogowych, podczas gdy średnia dla UE wynosi nieco powyżej 3 (*Road safety country profile. Polska*).

Głównymi sprawcami wypadków drogowych są kierujący pojazdami – z ich winy dochodzi do blisko 80% wypadków. Wśród kierujących pojazdami – sprawców wypadków drogowych grupa *kierowców zawodowych* (kierowcy samochodów ciężarowych, autobusów, tramwajów i trolejbusów) spowodowała w 2010 r. około 8% wypadków (*Wypadki drogowe w Polsce w 2010 roku*).

Kierowcy zawodowi są również ofiarami wypadków drogowych. W Polsce, transport zajmuje trzecie miejsce ze względu na liczbę śmiertelnych ofiar wypadków przy pracy (15%) (*Wypadki przy pracy w 2008 roku*), a miejsce drugie (po budownictwie) ze względu na wzrost (o 31,1%) w stosunku do 2007 r. liczby śmiertelnych wypadków przy pracy (*Alarmujące dane dotyczące wypadków przy pracy*). Z danych Państwowej Inspekcji Pracy wynika, że kierowcy samochodów ciężarowych, osobowych i autobusów stanowią najliczniejszą grupę poszkodowanych w wypadkach przy pracy ze skutkiem śmiertelnym (17% w 2008 r.). Pod względem zaś ogólnej liczby poszkodowanych w wypadkach przy pracy kierowcy pojazdów znajdują się na drugim miejscu (8,3% w 2008 r.) (*Analizowanie okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy*). Praktyka pokazuje, że dopuszczanie do prowadzenia pojazdów wyłącznie osób posiadających określone predyspozycje jest metodą wysoce skuteczną w obniżaniu ryzyka wypadków w transporcie drogowym. Na poziomie europejskim kwestię tę reguluje m.in. Dyrektywa Rady Wspólnoty Europejskiej o „*minimalnych normach dotyczących cech (właściwości) fizycznych i umysłowych, niezbędnych do prowadzenia pojazdów*”, gdzie wymienia się trzy podstawowe grupy osób, którym prawo jazdy nie powinno być wydane ani wznowione (*Dyrektywa 91/439/EWG*).

W Polsce działania zmierzające do poprawy bezpieczeństwa w transporcie drogowym określone zostały w założeniach Polityki Transportowej Państwa na lata 2006–2025, przyjętej przez Radę Ministrów 29 czerwca 2005 r. Zadaniem czwartym tej polityki jest „zapewnienie bezpieczeństwa w transporcie [...], by transport drogowy nie wiązał się z tak dużym jak obecnie zagrożeniem zdrowia i życia obywateli”, zaś cel 5. dotyczy „poprawy bezpieczeństwa prowadzącej do radykalnej redukcji liczby wypadków i ograniczenia ich skutków” (*Polityka Transportowa Państwa na lata 2006–2025*).

Założenia ogólne dla symulatora wirtualnego stanowiska kierowcy:

1. Stanowisko kierowcy ma umożliwiać odwzorowanie odczuć kierowcy w zakresie wykonywanych manewrów. Właściwość ta ma zostać zrealizowana z wykorzystaniem siedzenia kierowcy umocowanego na odpowiednich siłownikach lub wyposażonego w siłowniki sprzężone z systemem symulacyjnym.
2. Symulator ma umożliwić odzwierciedlenie odgłosów pochodzących spoza kabiny (praca silnika, odgłosy ulicy, dźwięk sygnałów uprzywilejowania w ruchu)
3. Pulpit kierowcy ma umożliwić zobrazowanie najistotniejszych z punktu widzenia procesu szkolenia stanu przyrządów i wskaźników.

4. Należy uwzględnić rodzaj wskaźników widzianych przez kierowcę w formie wirtualnej tablicy rozdzielczej wyświetlanej na ekranie LCD.
5. Zobrazowanie symulowanej sytuacji widzianej z pozycji kierowcy samochodu pożarniczego ma być realizowane z wykorzystaniem oprogramowania VBS.
6. Zobrazowanie sytuacji widzianej przez kierowcę będzie realizowane w formie monitorów lub ekranów. Wizualizowany będzie widok szyby przedniej, lewego i prawego boku pojazdu.
7. Stanowisko kierowcy wraz z pozostałymi stanowiskami i niezbędnym wyposażeniem ma być umieszczona w mobilnym kontenerze.

Założenia dotyczące modelu pojazdu wykonanego w VBS2

Model cyfrowy pojazdu VBS2 powinien uwzględniać możliwość realizacji następujących zagadnień:

1. Manewry w czasie ruchu pojazdem:
 - b) ruszanie,
 - c) hamowanie,
 - d) skręcanie,
 - e) wyprzedzanie,
 - f) zawracanie,
 - g) cofanie,
 - h) parkowanie,
2. Wymuszenie pierwszeństwa,
3. Wtargnięcie na jezdnię (omijanie nagle pojawiających się przeszkód),
4. Zajechanie drogi przez inny pojazd (w czasie korzystania z uprzywilejowania na skrzyżowaniu),
5. Podwójna zmiana pasa ruchu,
6. Jazda pod prąd,
7. Pokonywanie skrzyżowań:
 - a) wjazd na skrzyżowanie na sygnale przy czerwonym świetle sygnalizacji,
 - b) skrzyżowanie zablokowane na skutek intensywnego ruchu,
8. Utrata stateczności spowodowana:
 - a) bocznym znoszeniem opon i samochodu,
 - b) poślizgiem kół w czasie napędzania (przyspieszania) i hamowania,
9. Jazda (hamowanie i przyspieszanie) na łuku drogi,
10. Utrata stateczności podczas hamowania,
11. Oddziaływanie układu napędowego,
12. Uwzględnienie nierówności nawierzchni drogi,
13. Właściwości aerodynamiczne pojazdu,
14. Oddziaływanie układu hamulcowego (ABS),
15. Oddziaływanie ESP na ruch pojazdu,
16. Wpływ nachylenia łuku drogi na prędkość maksymalną i graniczną,

Model pojazdu powinien uwzględniać możliwość symulowania awarii:

- a) pęknięcie opony,
- b) wyłączenie silnika (np.: brak paliwa, brak zasilania, obniżona moc silnika),
- c) awaria systemu hamulcowego,
- d) awaria sygnalizatora dźwiękowego i świetlnego,
- e) stłuczenie szyby,

- f) awaria wycieraczek ,
- g) awaria świateł,
- h) zniszczone lusterko wsteczne.

Założenia dotyczące scenariuszy wykonanych w VBS2

1. Scenariusze powinny być przygotowane z wykorzystaniem narzędzi programowych VBS2. Narzędzia te będą także dostępne dla odbiorcy.
2. Odbiorca powinien mieć możliwość samodzielnej modyfikacji i rozbudowy scenariuszy.
3. W trakcie szkolenia instruktor powinien mieć możliwość ingerencji w przebieg ćwiczenia poprzez wprowadzanie elementów (zdefiniowanych na potrzeby innych scenariuszy), które nie były założone w scenariuszu początkowym; przykładem może być ręczne sterowanie pojazdem osobowym przed pojazdem bojowym w celu utrudnienia jego przejazdu.
4. Odbiorca powinien mieć możliwość budowy własnych scenariuszy.
5. Scenariusze powinny zawierać możliwość losowego generowania wybranych zdarzeń dla ustalonego scenariusza (lista możliwych zdarzeń musi być ustalona wcześniej).
6. Scenariusze będą dotyczyły obszarów, w których wykonywane są zadania, w których czas dojazdu powinien być krótszy niż 15 minut. Na potrzeby demonstracji budowane będą scenariusze, których obszar będzie zawierał się w granicach 15km x15km.
7. Scenariusze dotyczą szkolenia pojedynczego kierowcy (jeden pojazd).
8. Zakres możliwych symulowanych warunków środowiska realizacji scenariusza:
 - a) pogoda (słońce, deszcz, deszcz intensywny, mgła, grad),
 - b) pora doby (dzień, noc, zmierzch, świt),
 - c) pora roku (wiosna, lato, jesień, zima),
 - d) wiatr (brak, słaby, silny),
 - e) warunki drogowe (normalne, gołoledź, błoto pośniegowe),
 - f) występowanie zjawisk utrudniających prowadzenie pojazdu bojowego (oślepienie, olśnienie słoneczne, jazda pod słońce, zadymienie)
 - g) rodzaj drogi: autostrada, droga krajowa, lokalna, osiedlowa, las, łąka, bród, pole
 - h) podjazdy i zjazdy o dużym nachyleniu.

3. Analiza ogólnych wymagań dla symulatorów pojazdów

Przy projektowaniu symulatora należy uwzględnić ogólne wymagania techniczno-organizacyjne wynikające z rozporządzenia ministra infrastruktury z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie urządzenia do symulowania jazdy w warunkach specjalnych (Dz. U. z 2011 nr 81, poz. 444) oraz:

- wymagania funkcjonalne i organizacyjno-techniczne dotyczące kierowania pojazdami zgodnie z Prawem o ruchu drogowym (Dz. U. z 2005 nr 108, poz. 908);
- wymagania metodyczne, w tym zbiór założeń możliwych scenariuszy ćwiczeń;

- wymagania techniczne związane z modelem kabiny pojazdu;
- wymagania systemu informatycznego;
- wymagania użytkownika symulatora.

Zgodnie z cytowanym rozporządzeniem symulator powinien spełniać wymagania określone w:

- Ustawie z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej (Dz. U. Nr 82, poz. 556 oraz z 2010 r. Nr 107, poz. 679);
- Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. Nr 199, poz. 1228);
- Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 sierpnia 2007 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz. U. Nr 155, poz. 1089).

Symulator powinien spełniać wymagania następujących norm:

- PN-EN 61010-1:2004;
- PN-ISO 7000:2007.

System informatyczny symulatora, a w szczególności użyte w nim: wzory znaków i sygnałów drogowych, sytuacje drogowe, rodzaje dróg i zasady ruchu drogowego powinny odpowiadać przepisom określonym w:

- Ustawie z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2005 r. Nr 108, poz. 908, z późn. zm.);
- Rozporządzeniu Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2002 r. w sprawie znaków i sygnałów drogowych (Dz. U. Nr 170, poz. 1393, z 2008 r. Nr 179, poz. 1104 oraz z 2010 r. Nr 65, poz. 412);
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220, poz. 2181, z późn. zm.).

System informatyczny symulatora powinien wydawać komunikaty posiadaczowi, użytkownikowi oraz instruktorowi prowadzącemu zajęcia w języku polskim.

W zakresie wymagań kompatybilności elektromagnetycznej symulatora określono warunki zachowania przez urządzenie, w tym aparaturę, instalację stacjonarną, komponent oraz instalację ruchomą, zdolności do zadowalającego działania w określonym środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania do tego środowiska niedopuszczalnych zaburzeń elektromagnetycznych.

Zasadnicze wymagania dla maszyn określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. 199, poz. 1228). Maszyna zgodnie z tą ustawą może być wprowadzona do obrotu lub oddana do użytku, jeżeli spełnia przepisy określone w rozporządzeniu i przy prawidłowym zainstalowaniu i konserwacji oraz zastosowaniu zgodnym z przeznaczeniem lub w warunkach, które można przewidzieć, nie stwarza zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdro-

wia osób oraz w przypadkach, gdzie ma to zastosowanie, zwierząt domowych, mienia i środowiska.

Zasadnicze wymagania dla sprzętu elektrycznego określone zostały w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 sierpnia 2007 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz. U. 155, poz. 1089). Rozporządzenie to precyzuje oraz określa procedury oceny zgodności sprzętu elektrycznego. W celu ochrony przed zagrożeniami stwarzanymi przez sprzęt elektryczny, w procesie jego projektowania i wytwarzania należy przewidzieć i zastosować w nim odpowiednie środki techniczne zapewniające:

1. Ochronę ludzi i zwierząt domowych przed niebezpieczeństwem urazu lub innej szkody, mogących powstać w wyniku bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z elektrycznością;
2. Niepowstawanie temperatury, łuków lub promieniowania, mogących spowodować niebezpieczeństwo;
3. Ochronę ludzi, zwierząt domowych i mienia przed niebezpieczeństwem o charakterze nieelektrycznym, spowodowanym przez ten sprzęt;
4. Odpowiednią do dających się przewidzieć warunków izolację.

Wymagania bezpieczeństwa zostały określone w Polskiej normie PN-EN 61010-1:2004; PN-ISO 7000:2007. W normie zawarte są ogólne zasady bezpieczeństwa w odniesieniu do urządzeń elektrycznych przeznaczonych do zastosowań profesjonalnych, sterowania procesami produkcyjnymi oraz w edukacji. Urządzenia mogą zawierać urządzenia obliczeniowe stosowane zarówno w warunkach normalnych, jak i w trudnych warunkach środowiskowych.

Wykorzystanie symulatora sprowadza się do następujących obszarów:

- a. Podstawowe szkolenie kierowców:
 1. Nauka procedur (używanie elementów sterowania pojazdem itp.),
 2. Jazda (wybór prędkości jazdy, odległości między innymi użytkownikami drogi i pobocza itp.),
 3. Jazda w różnych warunkach atmosferycznych i przy różnej widzialności),
 4. Jazda na różnych drogach przy różnym natężeniu ruchu,
 5. Jazda nocna.
- b. Zawansowane szkolenie kierowców:
 1. Bezpieczna jazda w czasie wyjazdu alarmowego
 2. Rozpoznawanie sytuacji awaryjnych,
 3. Odzyskiwanie sprawności po stresach, chorobach lub długich przerwach w jeździe,
 4. Szkolenie w nabieraniu prawidłowych reakcji w różnych sytuacjach drogowych,
 5. Trening wzorów zachowania w sytuacjach niebezpiecznych,
 6. Działanie podczas akcji ratowniczo-gaśniczych.
- c. Specjalne zastosowania:
 1. Kierowanie pojazdem po alkoholu (symulowane efekty działania alkoholu),
 2. Kierowanie pojazdem po narkotykach lub lekach działających w podobny sposób (symulowane efekty działania narkotyków lub leków).

Biorąc pod uwagę powyższe założenia zestaw scenariuszy służących doskonaleniu umiejętności, kierowców uszeregowano w trzech kategoriach:

1. Scenariusze podstawowe,
2. Scenariusze zadaniowe,
3. Scenariusze specjalne.

Scenariusze zostały sklasyfikowane w taki sposób, aby zapewnić osiągnięcie i podtrzymywanie pełnego spektrum wiedzy, umiejętności i nawyków niezbędnych u kierowcy wozu bojowego PSP podczas realizacji zadań w większości możliwych warunków otoczenia oraz sytuacji na drodze. *Scenariusze podstawowe* ukierunkowane są na podstawowe umiejętności kierowcy pojazdu jak ergonomii w samochodzie, ruszanie i przyspieszanie, hamowanie, zapobieganie oraz wychodzenie z poślizgu i jazda szosowa oraz miejska. *Scenariusze zadaniowe* obejmują realizację zadań przez kierowców wozu bojowego podczas działań alarmowych (dojazd do miejsca realizacji zadania bojowego jako pojazd uprzywilejowany, zajęcie stanowiska). *Scenariusze specjalne* ukierunkowane są na podniesienie sprawności kierowców wozów bojowych na ponadprzeciętne (ponadstandardowe) oraz wykorzystanie swojej rywalizacji (jazda na czas), jako stwarzającej warunki do popełniania błędów w warunkach występowania stresu. Realizacja poszczególnych grup scenariuszy winna następować zgodnie z ich uszeregowaniem: w pierwszej kolejności scenariusze podstawowe, następnie zadaniowe, a na zakończenie szkolenia doskonalącego – scenariusze specjalne. Kolejność taka obliczona jest na uzyskanie sprawności alarmowej kierowców jeszcze przed zakończeniem pełnego szkolenia, tzn. przed realizacją scenariuszy specjalnych. Jednak to realizacja tych ostatnich pozwala osiągnąć pełną sprawność kierowców i nie jest błędem ich realizacja w drugiej kolejności, przed scenariuszami zadaniowymi. Wybór wariantu realizacji scenariuszy pozostawia się instruktorom prowadzącym szkolenia doszkalające, którzy decydować będą w zależności od stopnia sprawności poszczególnych kierowców oraz ogólnych wymagań w zakresie przygotowania kierowców poszczególnych jednostek organizacyjnych.

4. Przykładowe założenia scenariusza na podstawie rzeczywistego wydarzenia w KMPSP w Olsztynie

Dystans od jednostki – ok. 16 km

Szacowany czas dojazdu 7 minut

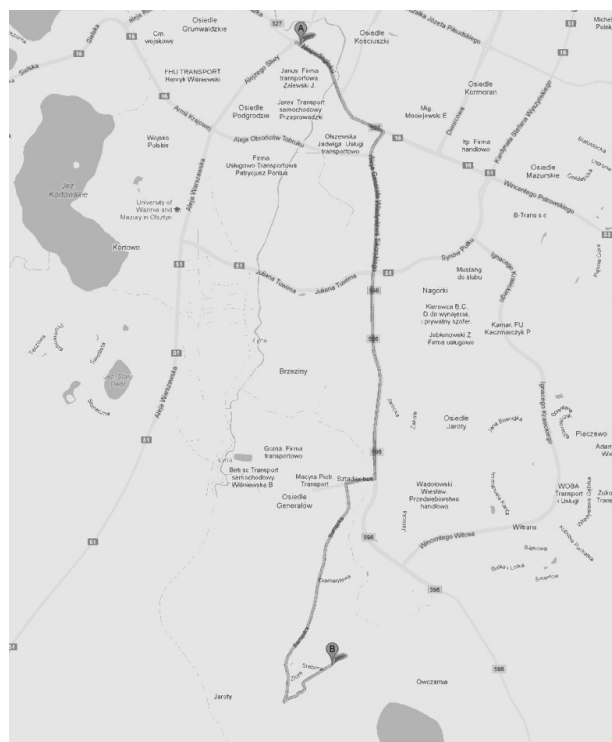
Pora dnia: noc, ok. 23:30 (niewielkie natężenie ruchu)

Warunki pogodowe: deszcz/mżawka

1. Wyjazd z bramy (ludzie przechodzący przed szlabanem)
2. Jazda prosto,
3. Jazda pod prąd (malowanie pasów na jezdni)
4. Zakręt w prawo
5. Utrudnienie – kolumna pojazdów w tym pojazd wielkogabarytowy (np. przewóz elementów wiatrowego generatora energii) – zablokowane pasy jezdni
6. Jazda prosto (po drodze fotoradar)

7. Zamknięta droga (wyścigi na 1/4 mili lub malowanie pasów na jezdni) – konieczność zjechania za pas zieleni i jazdy pod prąd,
8. Dojazd do skrzyżowania i konieczność zjechania na właściwy pas ruchu,
9. Zakręt w prawo, jazda pod górkę wąską drogą (do końca scenariusza jest o tzw. „droga osiedlowa” czyli wąska jezdnia dodatkowo zastawiona samochodami, czasem po obu stronach drogi).
10. Zakręt w lewo, jazda po drodze z występującymi często „garbami” zwalniającymi (śpiącymi policjantami),
11. Jazda przez teren niezabudowany, wąska i dziurawa droga (może sarna wybiegająca na drogę z pobliskiego lasu?)
12. Bardzo ostry zakręt w lewo (powyżej 90 stopni),
13. Jazda pod stromą górką, teren nieutwardzony, podmokły
14. Dojazd do miejsca zdarzenia.

Na podstawie realnej sytuacji:



Ryc. 1. Przykładowy scenariusz do symulatora [12]

Fig. 1. Exemplary scenario of simulator [12]

5. Właściwości środowiska symulacji wirtualnej VBS2

5.1. Podstawowe narzędzia środowiska symulacyjnego VBS2

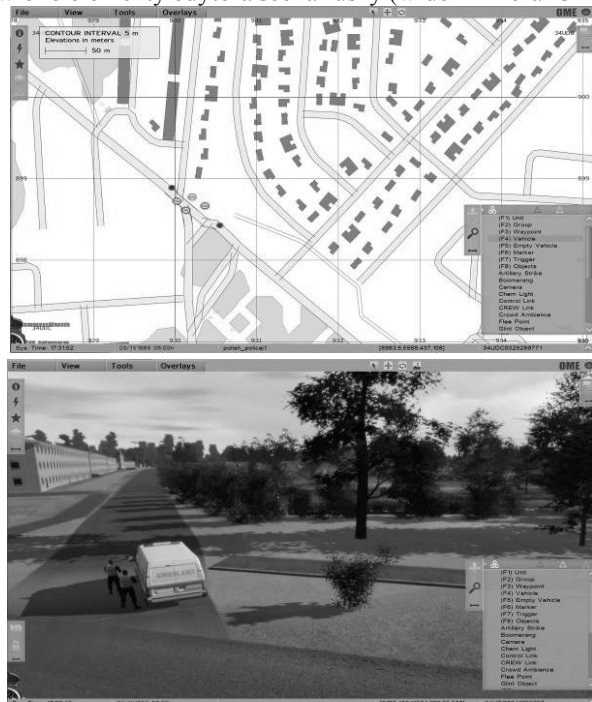
Organizacja ćwiczeń wspomaganých komputerowo z wykorzystaniem systemów informatycznych w szczególności symulatorów (ang. CAX – Computer-Assisted Exercises) wymaga zaangażowania i koordynacji zespołów przygotowujących ćwiczenia typu CAX. Do zadań przygotowawczych należy zaliczyć opracowanie wytycznych i założeń do ćwiczeń, przygotowanie i implementację scenariuszy oraz danych niezbędnych do realizacji

ćwiczenia (mapa, parametry i własności obiektów itp.). Środowisko symulacyjne VBS2 zostało zaprojektowane w taki sposób, aby wspierać wszystkie etapy ćwiczeń wspomaganych komputerowo: przygotowanie ćwiczeń, realizacja ćwiczeń, analizy postsymulacyjna oraz wspomaganie oceny ćwiczących.



Ryc. 2. Elementy składowe środowiska symulacyjnego VBS2 [9]
Fig. 2 Components of the VBS2 simulation environment

Podstawowym narzędziem jest pakiet VBS2 VTK. Umożliwia on przygotowanie scenariusza z wykorzystaniem wcześniej przygotowanych map oraz obiektów (pojazdów, budynków, osób itp.). Wykorzystywany jest także do uruchomienia sterowania symulacją oraz do odtwarzania przebiegu symulacji. Na poniższej rycinie przedstawiono elementy edytora scenariuszy (widok 2D oraz 3D).



Ryc. 3. Edytor scenariuszy - widok 2D i 3D [8]
Fig. 3. Scenario Editor - 2D and 3D view

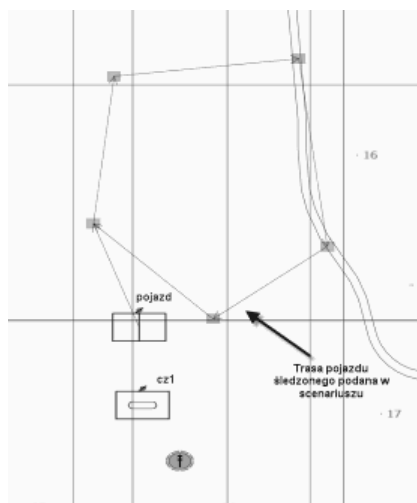
Na etapie przygotowania scenariusza wykorzystanych jest wiele narzędzi wspomagających. Podstawowe to Visitor4 oraz Oxygen2. Visitor4 wspomaga przygotowanie map. Możliwe jest przygotowanie dla określonego rzeczywistego obszaru. Korzystając z elektronicznych zasobów mapowych dostępnych w systemach GIS, możliwe jest przygotowanie bardzo zaawansowanych map do zobrazowania 3D. Drugim zasadniczym programem jest Oxygen2, który służy do przygotowania różnego typu obiektów, które mają być umieszczane na mapie lub w scenariuszu. W dalszej części opracowania przedstawiono przykładowe obiekty przygotowane z wykorzystaniem Oxygen2 na potrzeby opracowywanego stanowiska kierowcy wozu bojowego.



Ryc. 4. Widok głównego okna programu Visitor4 i Oxygen2 [8]
Fig. 4. View of the main window Oxygen2 and Visitor4 programs

5.2. Możliwość programowania zachowania obiektów symulacyjnych

Środowisko symulacji wirtualnej ma możliwość programowania zachowania obiektów oraz elementów środowiska symulacyjnego z wykorzystaniem dedykowanego języka SQF oraz programowania niskopoziomowego z bezpośrednim dostępem do mechanizmów symulacyjnych – Fusion. Poniżej przedstawiono przykład, w którym zaimplementowano zachowanie pojazdu polegające na śledzeniu innego obiektu. W scenariuszu umieszczony jest pojazd o nazwie *pojazd* oraz *cz1*. Pojazd ma ustaloną w scenariuszu trasę poruszania się w formie pętli. Pojazd *cz1* co 3 sekundy pobiera pozycję *pojazdu* i wyznacza drogę do tego punktu. Aby uniknąć kolizji *cz1* z *pojazdem* mierzona jest także odległość pomiędzy nimi. W przypadku, gdy ta odległość jest mniejsza od 10 m, to *cz1* zatrzymuje się.



Ryc. 5. Scenariusz śledzenia obiektu [1]
Fig. 5. Scenario of object tracking

```
//Śledzenie pojazdu
while {true} do {
    sleep 3;
    _odleglosci = cz1 distance
    pojazd; // pomiar odległości
    player sideChat format ["%1 -
    %2m", getPos pojazd, _odleglosci];
    // na ekranie wypisywana jest
    pozycja pojazdu
    // oraz odległość od czołgu
    //jeżeli odległości jest
    mniejsza niż 10m
    // to należy zatrzymać cz1
    if (_odleglosci < 10) then {
        player sideChat "Stop -
        za blisko";
        doStop cz1;
    }
    else {
        player sideChat "Jedź
        dalej";
        cz1 doMove (getPos
        pojazd);
    };
};
```

Drugim przykładem jest sterowanie awatarem w środowisku symulacyjnym. W scenariuszu należy umieścić kilka jednostek (osób). Dla każdej osoby będzie losowana akcja salutowanie lub siadanie z wykorzystaniem komendy `action`.



Ryc. 6. Przykład sterowania awatarami [1]
Fig. 6. Control example for avatars

```
zawartość pliku init.sqf:
// pobranie wszystkich jednostek ze
scenariusza
_osoby = allUnits;

// lista akcji
_akcje = ["SitDown", "Salute"];
while {true} do {
    {
        //wylosowanie liczby 0 lub
        1 (numer akcji z tablicy _akcje)
        _akcja = floor (random
        (2));

        if (_x != player) then {
            // jeżeli jednostka
            nie jest player'em
            // to wykonanie
            wylosowanej akcji
            select _akcja, _x);
        }
    } forEach _osoby;
    sleep 5;
};
```

6. Mobilne stanowisko szkoleniowe dla kierowców wozów bojowych PSP

6.1. Projekt mobilnego kontenera

Mobilne stanowisko szkolenia kierowców pojazdów ratowniczo-gaśniczych PSP realizowane w formie przewoźnego kontenera wraz z niezbędnym wyposażeniem. Kontener zawiera niezbędne instalacje (m.in. elektryczna, teleinformatyczna, telewizja przemysłowa, ppoż., grzewcza, klimatyzacja), wyposażenie stanowiska kierowcy na ruchomej platformie, stanowiska instruktora i administratora. Poglądowe rozmieszczenie elementów symulatora przedstawiono na poniższej rycinie.



Ryc.7. Poglądowe rozmieszczenie elementów symulatora [7]
Fig.7. Image arrangement of elements simulator

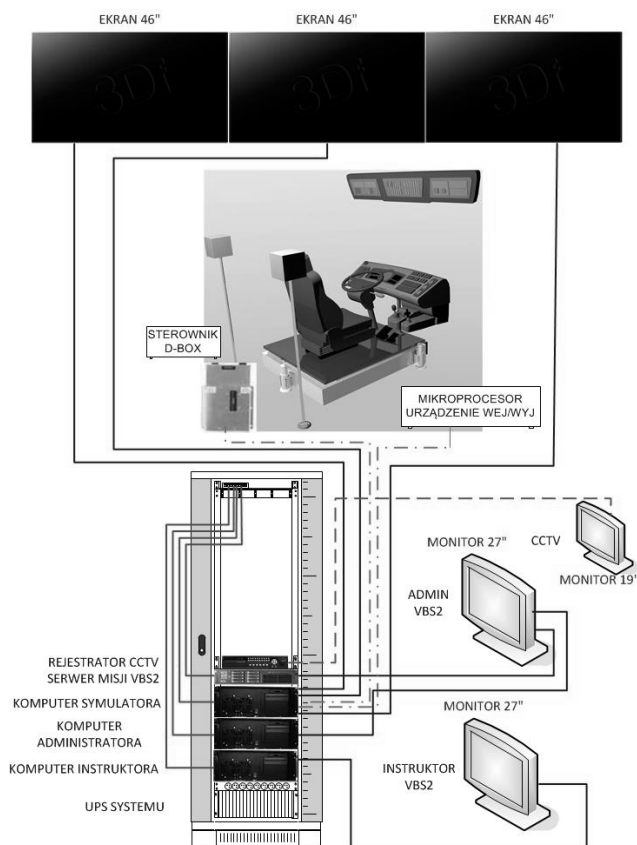


Ryc.8. Elementy budowanego mobilnego symulatora stanowiska kierowcy

Fig.8. Elements of built mobile simulator driving

6.2. Elementy oprogramowania stanowiska kierowcy

Podstawą funkcjonowania symulatora jest oprogramowanie wykonane z wykorzystaniem elementów środowiska symulacyjnego VBS2. Z wykorzystaniem narzędzi VBS2 przygotowane zostały odpowiednie modele obiektów symulacyjnych (opisane w dalszej części) oraz oprogramowanie zarządzające manipulatorami, przyciskami i wskaźnikami stanowiska kierowcy. Podstawowym przeznaczeniem VBS2 jest realizacja przebiegu symulacji dla zadanego scenariusza. Ćwiczący zanurzany jest w środowisko symulacyjne z wykorzystaniem zobrazowania na trzech wielkoformatowych monitorach o wysokiej rozdzielczości oraz głośników odwzorowujących odgłosy występujące na stanowisku kierowcy. Całość symulacji sterowana jest wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi VBS2 na stanowisku administratora i instruktora.



Ryc. 9. Architektura sprzętowa symulatora wirtualnego.

U góry: ekran 46", Lewa strona: Rejestrator CCTV, Serwer misji VBS2, Komputer symulatora, Komputer administratora, UPS systemu, Monitor 27", CCTV, ADMIN VBS2, Monitor 19", Monitor 27", Instruktor VBS2

Fig. 9. Hardware architecture of virtual drivers simulator.

Top: the screen 46"; Right: the driver D-BOX, the recorder CCTV, the host computer VBS2, the computer of simulator, the computer of administrator, the computer of instructor, UPS of system; Left: the microprocessor, the display 27", CCTV, the display 19" ADMIN VBS2, the display 27", the instructor VBS2

7. Modele obiektów symulacyjnych

Podstawowym elementem funkcjonującym w środowisku symulacyjnym są obiekty. Przygotowanie obiektów symulacyjnych wymaga stosowania wielu szczegółowych reguł, tak aby uzyskać obiekt, który w środowisku symulacyjnym będzie zachowywał się w prawidłowy sposób. Wymagana jest prawidłowa interakcja ze środowiskiem symulacyjnym oraz innymi obiektami. Podstawą działania obiektów jest model zapisany w formacie P3D oraz związane z nim pliki konfiguracyjne (poniżej przedstawiono przykładowe fragmenty dwóch plików). Na poniższej rycinie przedstawiono wygląd rzeczywistego pojazdu bojowego PSP oraz jego odpowiednik dla środowiska symulacyjnego VBS2.



Ryc. 8. Samochód pożarniczy – obiekt rzeczywisty i odpowiednik wirtualny
Fig. 8. Fire truck – real object and the virtual counterpart

Fragment definicji klasy CfgVehicles

```
class CfgVehicles
{
    class vbs2_car_military_x;
    class bia_sample_hmmwv : vbs2_car_military_x
    {
        scope = public;
        displayName = "Sample HMMWV";
        model = __
CurrentDir_ \bia_sample_hmmwv;
        vehicleClass = bia_sample_cars;

        //CREW
        side = SIDE_
BLUFOR;
        crew = vbs2_us_
mc_rifleman_w_m16a4;
        transportSoldier = 3;
        typicalCargo[] =
{vbs2_us_mc_rifleman_w_m16a4};

        //AUDIO/VISUAL
        driverAction = vbs2_
HMMWV_Driver;
        cargoAction[] = {vbs2_
HMMWV_Cargo01};

        wheelCircumference =
2.82;
        picture = __
CurrentDir_ \data\Ico\us_m1114_w_ca;
```

```
Icon = vbs2_icon_
nato_bluefor_Transport;

//COMBAT
armor = 70;
threat[] = {0, 0,
0};

unloadInCombat = true;
crewVulnerable = true;

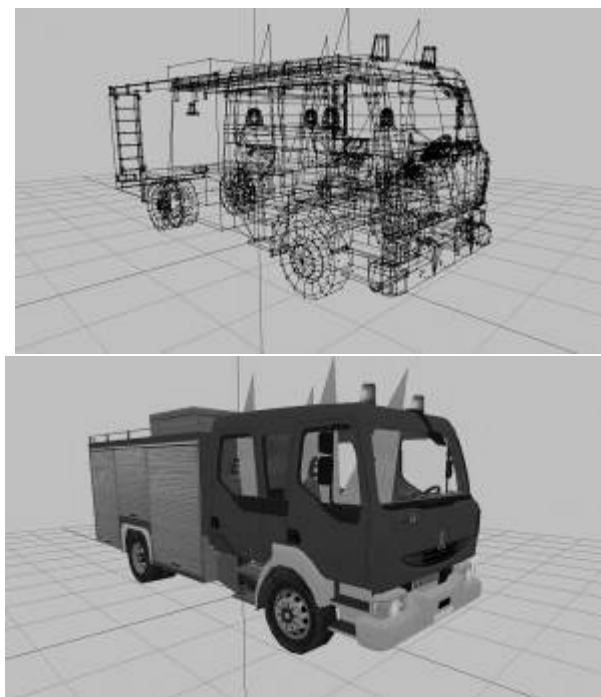
//MOBILITY
maxSpeed = 140;
terrainCoef = 3.0;
enginePower = 142;
redRpm = 3600;
engineLosses = 10;
transmissionLosses =
100;
...

```

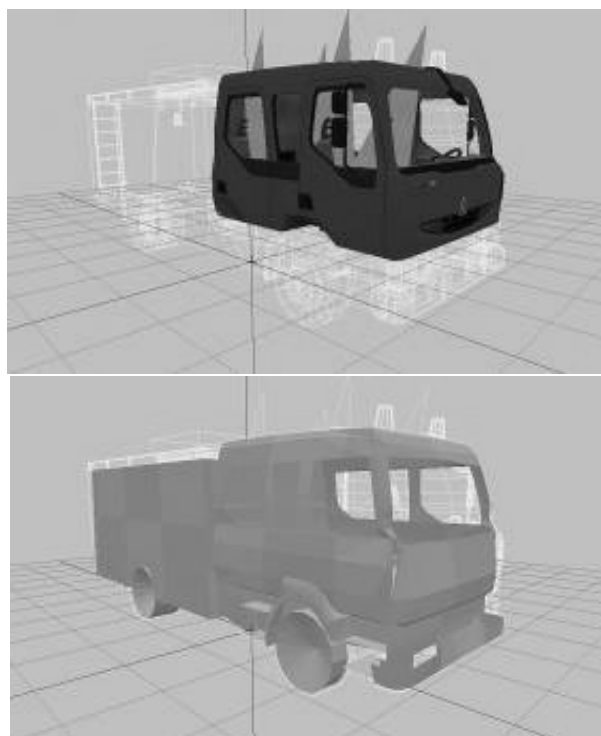
Fragment definicji klasy CfgModels

```
class cfgModels
{
    class VBS2_Vehicle;

    class bia_rhib: VBS2_Vehicle
    {
        skeletonName = "bia_rhib_
skeleton";
        class Animations
        {
            class fuel: Rotation
            {
                source =
"fuel";
                selection =
"ins_fuel";
                axis =
"ins_fuel_axis";
                memory = 1;
                angle0 =
2.0;
                angle1 =
0.0;
            };
            class mph: Rotation
            {
                source =
"speed";
                selection =
"ins_speed";
                axis =
"ins_speed_axis";
                memory = 1;
                angle0 =
0.00;
                angle1 =
4.71;
            };
        };
    };
};
```

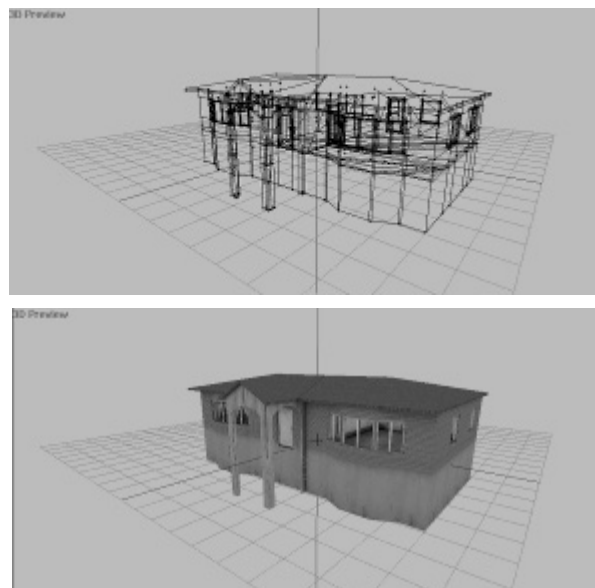


Ryc. 9. Model 3D samochodu pożarniczego i zobrazowanie 3D
Fig. 9. 3D model of fire truck and 3D imaging



Ryc. 10. Model P3D widoku kabiny załogi oraz model kolizji samochodu pożarniczego
Fig. 10. P3D model of the crew cabin view and fire-fighting vehicle collision model

Analogiczne modele tworzy się dla innych obiektów, które mają być umieszczone w środowisku symulacyjnym.



Ryc. 11. Model P3D budynku oraz widok 3D budynku
Fig. 11. P3D model of building and 3D view of the building

W celu przygotowania scenariuszy, które będą w dużym stopniu odzwierciedlały rzeczywiste warunki przejazdu pojazdem bojowym, wymagane jest przygotowanie wielu dedykowanych (polskich) obiektów stanowiących elementy infrastruktury drogowej. Są to na przykład znaki drogowe, tablice informacyjne, kratownice i przystanki autobusowe. Na poniższej rycinie przedstawiono przykładowe opracowane dedykowane obiekty infrastruktury drogowej.



Ryc.12. Przykładowe obiekty infrastruktury drogowej
Fig.12. Examples of road infrastructure objects



Ryc.13 Przykładowe modele osób różnych służb
Fig.13. Exemplary models of people of different services

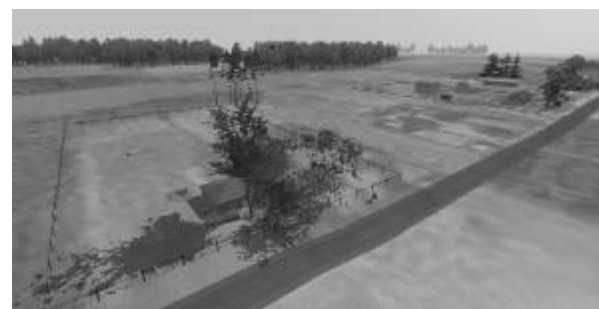
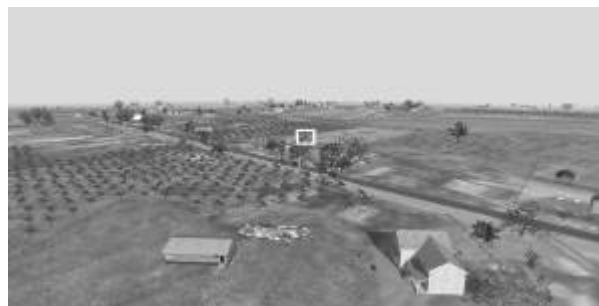
7. Model terenu

Przedstawione powyżej obiekty opracowane na potrzeby symulatora stanowiska kierowcy (pojazdy, budynki, ludzie, elementy infrastruktury) w trakcie budowy scenariusza muszą zostać umieszczone na specjalnie przygotowanej mapie. Budowa map jest obok przygotowania modeli obiektów jednym z najważniejszych etapów budowy symulatora. Przygotowana mapa powinna zawierać elementy analogiczne do warunków, w których funkcjonują kierowcy wozów bojowych. Dlatego ważne jest, aby przygotować mapy różnorodne pod względem ukształtowania terenu, rodzaju zabudowy oraz zalesienia. Takie zróżnicowanie umożliwi prowadzenie ćwiczeń w różnych warunkach. Na potrzeby realizowanego projektu przygotowane zostały dwa obszary: o charakterze wiejskim (okolice miejscowości Wyszogród) oraz miejskim (fragment Warszawy).



Ryc. 14. Przykładowy fragment mapy: mapa rzeczywista i mapa utworzona z wykorzystaniem narzędzi VBS2
Fig. 14. Exemplary snippet of maps: the real and the map created using tools VBS2

Poniżej przedstawiono przykładowe zobrazowanie map 3D z już uruchomionych testowych scenariuszy w środowisku symulacji wirtualnej VBS2.





Ryc.15. Przykładowe zobrazowanie 3D fragmentów map cyfrowych VBS2

Fig.15. Examples of imaging 3D digital mapping fragments VBS2

9. Podsumowanie

Zastosowanie symulatorów do szkolenia kierowców wozów bojowych PSP stanowi alternatywę dla kosztownych i obciążonych dużym ryzykiem ćwiczeń na rzeczywistych pojazdach. Zastosowanie różnorodnych scenariuszy zaimplementowanych w środowisku symulacji wirtualnej umożliwia przeprowadzenie szerokiego zakresu ćwiczeń – w tym również takich, których w rzeczywistych warunkach ze względów bezpieczeństwa się nie przeprowadza. Jednocześnie opracowanie symulatora w formie mobilnego stanowiska (kontener z własnym podnośnikiem) umożliwia dotarcie do szerokiego grona odbiorców, ze szczególnym uwzględnieniem jednostek organizacyjnych, w których liczba wypadków i kolizji jest większa od średniej. Możliwe jest także wykorzystanie symulatora jako elementu dydaktycznego ilustrującego wagę zagadnień bezpiecznego kierowania samochodem pożarniczym w trakcie szkoleń specjalistycznych dla kierowców-funkcjonariuszy PSP

Ze względu na zaimplementowane właściwości środowiska symulacyjnego VBS2 istnieje możliwość integracji prowadzonych ćwiczeń (gdzie symulator stanowiska kierowcy jest elementem szerszego ćwiczenia) w których uczestniczą inne osoby ćwiczące w odpowiednio wyposażonej sali szkoleniowej.

Literatura

1. Wantoch-Rekowski R. (redakcja naukowa) Programowane środowisko symulacji wirtualnej VBS2, 2013 WN PWN (w druku)
2. Najgebauer A., Antkiewicz R., Pierzchała D., Tarapata Z., Rulka J., Kasprzyk R., Chmielewski M., Koszela J., Wantoch-Rekowski R.: Rozdział: Informatyczne systemy wspomagania decyzji w sytuacjach konfliktowych i kryzysowych w monografii *Technologii podwójnego zastosowania*, Wojskowa Akademia Techniczna, 2012 Warszawa, ISBN 978-83-62954-32-2
3. Najgebauer A., Antkiewicz R., Pierzchała D., Tarapata Z., Rulka J., Kasprzyk R., Chmielewski M., Koszela J., Wantoch-Rekowski R.: Rozdział: Systemy wspomagania zarządzania kryzysowego w monografii *Badania operacyjne i systemowe a zagrożenia społeczeństwa*, Wojskowa Akademia Techniczna, 2008 Warszawa, ISBN 83-894-7518-9
4. Roguski J., Wantoch-Rekowski R., Koszela J., Majka A.: Koncepcja symulatora do szkolenia kierowców wozów bojowych PSP w zakresie zadań realizowanych w ramach krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. *Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”* nr 4, pp: 71-81, ISSN: 1895-8443, 2012 r.

5. Koszela J., Drozdowski T., Wantoch-Rekowski R.: Przygotowanie danych terenowych na potrzeby symulacji wielorozdzielczej. *Szybkobieżne Pojazdy Gaśnicowe* (31) nr 3, 2012 r., pp: 109-118, ISSN: 0860-8369
6. Koszela J., Wróblewski P., Szymańska A., Wantoch-Rekowski R.: Projekt i implementacja mechanizmów sztucznej inteligencji w środowisku symulacyjnym VBS2. *Szybkobieżne Pojazdy Gaśnicowe* (31) nr 3, 2012 r., pp: 119-132, ISSN: 0860-8369
7. Raport z zakończenia etapu nr I/2012 badań naukowych z realizacji projektu na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa pt „Opracowanie nowoczesnych stanowisk szkoleniowych zwiększających skuteczność działań ratowników KSRG”. Umowa numer 0001/ID3/2011/01 z dnia 2011-12-28 roku.
8. Instalacja VBS2 VTK 2.0
9. Bohemia Interactive Australia Ltd, White Paper: VBS2 Release Version 2.0 January 06, 2012
10. Koszela J., Drozdowski T., Wantoch-Rekowski R.: Przygotowanie danych terenowych na potrzeby symulacji wielorozdzielczej. *Szybkobieżne Pojazdy Gaśnicowe* (31) nr 3, 2012 r., pp: 109-118, ISSN: 0860-8369
11. Koszela J., Wróblewski P., Szymańska A., Wantoch-Rekowski R.: Projekt i implementacja mechanizmów sztucznej inteligencji w środowisku symulacyjnym VBS2. *Szybkobieżne Pojazdy Gaśnicowe* (31) nr 3, 2012 r., pp: 119-132, ISSN: 0860-8369.
12. Google Maps: <https://maps.google.com/maps?saddr=Niepodleg%C5%82o%C5%9Bci&daddr=Nieznana+droga&hl=pl&ie=UTF8&ll=53.740589,20.504608&spn=0.089243,0.264187&sl=53.731146,20.501518&sspn=0.089263,0.264187&geocode=FaKCNAMd-mXM4AQ%3BFajLMwMdZoM4AQ&t=h&mra=dme&mrsp=1&sz=13&z=13>

dr inż. Jacek ROGUSKI jest adiunktem w Zespole Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Pożarowych CNBOP-PIB. Zajmuje się naukowo i praktycznie aspektami związanymi z zagadnieniami ochrony osobistych, instalacji gaśniczych oraz problemami eksploatacji urządzeń technicznych. Jest autorem i współautorem szeregu artykułów i monografii, wystąpień na konferencjach krajowych i zagranicznych

dr inż. Roman Wantoch-Rekowski jest od roku 1992 pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. Dr inż. Roman Wantoch-Rekowski był kierownikiem prac badawczych własnych z zakresu analiz właściwości sieci neuronowych oraz kierownikiem zadań badawczych grantów finansowanych ze środków KBN oraz prac badawczych zamawianych. Jest współautorem systemów symulacyjnych wdrożonych w Siłach Zbrojnych RP. Jest autorem lub współautorem 8 monografii, 11 rozdziałów w monografiach, ponad 30 referatów na konferencjach krajowych oraz ponad 40 na konferencjach zagranicznych, jest specjalistą w zakresie metod sztucznej inteligencji oraz zastosowania zaawansowanych systemów symulacyjnych do ćwiczeń wspomaganych komputerowo. http://www.wcy.wat.edu.pl/info/roman_wantoch-rekowski

plk dr inż. Krzysztof Krakowski jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Zarządzania i Dowodzenia. W 2006 roku obronił rozprawę doktorską nt. Sy-

mulacje numeryczne w procesie doskonalenia dowództw wojsk lądowych SZ RP, za którą otrzymał nagrodę Ministra Obrony Narodowej II stopnia w 2007 roku. Jest autorem ponad 60 publikacji naukowych w tym 3 monografii samodzielnych i 10 rozdziałów w monografiach zbiorowych. Specjalizuje się w dydaktyce środowiskowej – dydaktyce obronnej i dydaktyce bezpieczeństwa.

ppłk dr Zbigniew Leśniewski od 2007 roku jest pracownikiem naukowo – dydaktycznym Zakładu Metodyki Szkolenia Sił Zbrojnych Katedry Działań Połączonych Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej. We wspomnianym Wydziale w roku 2011 ukończył studia doktoranckie i po skutecznej obronie rozprawy doktorskiej nt. *Doskonalenie kadr w organizacji wojskowej* uzyskał tytuł doktora w dziedzinie nauk humanistycznych w dyscyplinie nauk o obronności w specjalności dydaktyka obronna. Obszary zainteresowania: podstawy zarządzania, zachowania organizacyjne, pedagogika wojskowa, dydaktyka obronna, metodyka szkolenia. W trzech ostatnich obszarach jest autorem lub współautorem ponad 10 monografii, 30 rozdziałów w monografiach, ponad 10 referatów na konferencjach.

mgr inż. Ireneusz Strojewski, absolwent Politechniki Wrocławskiej, Wydział Elektryczny, specjalność: elektrotechnika, pracuje w firmie PRODUS S.A. od 1997 r. W latach 2006-2010. pełnił rolę Szefa Działu Projektowania, od 2011 r. jest Szefem Działu Realizacji. Brał udział w wielu projektach w zakresie systemów transmisji danych, infrastruktury teleinformatycznej, systemów bezpieczeństwa, systemów rejestracji obrazu. Jest autorem min. koncepcji i wdrożenia systemu kompleksowej ochrony obiektów przemysłowych i obiektów specjalnych podległych MON za pomocą systemów telewizji przemysłowej, systemu barier mikrofalowych i podczerwieni, systemu kontroli dostępu itp.

Artur Kowalski, pracuje w firmie PRODUS S.A. od 1995 r. Posiada ogromne doświadczenie techniczne w projektowaniu, realizacji i serwisowaniu systemów transmisji danych, infrastruktury teleinformatycznej, systemów bezpieczeństwa, systemów rejestracji obrazu.

Maciej Stopniak, jest prezesem zarządu firmy SPECOPS Sp. z o.o., która jest wyłącznym przedstawicielem Bohemia Interactive Systems na terenie RP środowiska symulacji wirtualnej VBS2.