

dr inż. Jacek Roguski¹
mjr dr inż. Mariusz Chmielewski²
dr inż. Roman Wantoch-Rekowski³

Przyjęty/Accepted/Принята: 08.05.2015;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 09.08.2016;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.09.2016;

Zastosowanie symulacji wirtualnej do szkolenia w zakresie bezpieczeństwa użytkownika obiektu na przykładzie terminalu lotniczego³

The Application of Virtual Simulation in Training within the Scope of Safe Use of Facilities Based on The Example of an Airport Terminal

Применение виртуальной симуляции для обучения безопасности использования объекта на примере терминала аэропорта

ABSTRAKT

Cel: W artykule przedstawiono zastosowanie symulacji wirtualnej do szkolenia w zakresie procedur postępowania wybranych służb w kontekście szeroko pojętego bezpieczeństwa, związanego z eksploatowanym obiektem na przykładzie terminalu lotniczego w Modlinie.

Wprowadzenie: Jednym ze sposobów utrzymania wysokiej sprawności i efektywności działania służb jest ćwiczenie procedur postępowania w warunkach rzeczywistych. Prowadzić to może do kolizji interesów z użytkownikami obiektu, którzy mogą potraktować prowadzone działania szkoleniowo-doskonające jako realne działania ratownicze, doprowadzając do sytuacji kryzysowych, trudnych do przewidzenia i opanowania. Alternatywnym rozwiązaniem jest wykonywanie ćwiczeń w ramach wirtualnej rzeczywistości, które ograniczają do minimum ryzyko zniszczenia lub uszkodzenia wykorzystywanego przez zespoły ćwiczące sprzętu oraz zagrożeń dla życia i mienia użytkowników terminalu lotniczego.

Metodologia: W artykule przedstawiono możliwość zastosowania symulatora wirtualnego do ćwiczeń związanych z działaniami ratowniczo-gaśniczymi (RG) oraz działaniami innych służb na przykładzie pirotechników. Ćwiczenia zostały ukierunkowane na specyfikę działań w obiekcie terminalu lotniczego na przykładzie lotniska w Modlinie. Rozważania oparto na wynikach prac rozwojowych realizowanych w projekcie pt. „Wirtualny system doskonalenia taktyki ochrony granicy państwowej oraz kontroli ruchu granicznego” finansowanym ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (nr umowy DOBR/0023/R/ID3/2013/03).

Podsumowanie: Lotniskowa Służba Ratowniczo-Gaśnicza (LSRG) jest specjalistyczną służbą Przedsiębiorstwa Państwowe Porty Lotnicze (PPL) realizującą szereg działań z zakresu ochrony przeciwpożarowej. Zadaniem LSRG jest między innymi udział w akcjach RG w rejonie operacyjnym lotniska, usuwanie i neutralizacja rozlewisk substancji ropopochodnych, zabezpieczenie tankowania samolotów z pasażerami na pokładzie, a także realizacja procedur wynikających z wykonywania operacji lotniczych przy ograniczonej widzialności. Jednocześnie ratownicy i specjaliści LSRG kontrolują obiekty lotniskowe oraz prowadzą działania profilaktyczne z zakresu bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej. Aby powyższe zadania były realizowane bardziej efektywnie, można prowadzić ich trening z wykorzystaniem symulatora wirtualnego. Służbą, która prowadzi działania w terminalu lotniczym są także pirotechnicy. Ich działania są szczególnie ze względu na konieczność ciągłej kontroli dużej liczby bagaży oraz działanie w warunkach dużego zagęszczenia osób.

Wnioski: Stosowanie symulatorów wirtualnych do wspomaganie szkolenia pozwala osiągnąć 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 oraz możliwość ćwiczenia z użyciem urządzeń, których jeszcze nie wyprodukowano.

Słowa kluczowe: symulacja, środowisko wirtualne, szkolenie, pirotechnika

Typ artykułu: doniesienie wstępne

ABSTRACT

Objective: This article shows the way of using virtual simulation in the process of training safety procedures of selected services associated with the used facility based on the example of an airport terminal in Modlin.

¹ Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; jroguski@cnbop.pl;

² Wojskowa Akademia Techniczna / Military University of Technology in Warsaw;

³ Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu / The authors contributed equally to this article;

Introduction: One way to maintain high efficiency and effectiveness of services is to exercise conduct procedures in real conditions. This can lead to conflicts of interest with the users of the facility, who can treat these training and improvement activities as viable rescue operations, which would lead to crisis situations that are difficult to predict and control. An alternative solution is to perform exercises in virtual reality, which minimizes the risk of damage or destruction of the used equipment.

Methodology: The article presents the possibility to use a virtual simulator for exercises related to rescue and firefighting training (RG) and activities of other services based on the example of pyrotechnics. Exercises are targeted to the specific nature of activities at the airport terminal building based on the example of the airport in Modlin. Discussion was carried out on the basis of the results of the project “Virtual system of enhancing the tactics of national border protection and border traffic control” financed by the National Research and Development Centre (contract no. DOBR/0023/R/ID3/2013/03).

Summary: Aerodrome Rescue-Extinguishing Service (LSRG) is a specialized service of the state enterprise “Polish Airports” (PPL) which carries out a number of activities in the field of fire protection. The task of LSRG, among others, is to participate in RG actions in the operational area of an airport, remove and neutralize oil spills, secure refueling of airplanes with passengers on board as well as to implement procedures resulting from air operations at reduced visibility. At the same time, LSRG rescuers and specialists control airport facilities and carry out preventive measures in the field of security and fire protection. While analyzing these tasks, one can performing training courses using a virtual simulator which results in greater efficiency of operation. An airport terminal is also a special place from the point of view of operations performed by pyrotechnics. A special element is the necessity for continuous monitoring of large amounts of luggage and working under conditions where there is a large number of people over one area.

Conclusions: Using virtual simulators to support training, one can achieve the following benefits: reducing the cost of training, performing exercises in situations which are very difficult to recreate in reality; performing exercises in situations which are impossible to be recreated in reality due to high costs or high risk for the trainees; opportunity to practice the efficiency of procedures and to verify new procedures, and the opportunity to practice using equipment which has not yet been produced.

Keywords: simulation, virtual reality, training, pyrotechnics

Type of article: short scientific report

АННОТАЦИЯ

Цель: В статье приведен пример использования виртуальной симуляции для обучения процедурам поведения некоторых служб в контексте широко понимаемой безопасности, связанной с эксплуатируемым объектом на примере терминала аэропорта в Модлине.

Введение: Одним из способов поддержания высокой эффективности и результативности работы служб является проведение тренировок в реальных условиях. Это может привести к конфликту интересов с пользователями объекта, которые могут воспринять проводимые занятия по повышению квалификации как реальные спасательные действия, что может привести к кризисным ситуациям, которые трудно спрогнозировать и контролировать. Альтернативным решением является выполнение тренировок в виртуальной реальности, которая сводит к минимуму риск повреждения или уничтожения используемого группами курсантов оборудования, а также появления угроз жизни и имуществу пользователей терминала аэропорта.

Методология: В статье представлена возможность использования виртуального тренажера для упражнений, связанных со спасательно-гасящими действиями (RG) и другими действиями разных служб на примере пиротехников. Упражнения были ориентированы на конкретный характер деятельности в здании терминала на примере аэропорта Модлин. Идеи были основаны на результатах опытно-конструкторских работ, осуществляемых в рамках проекта под названием «Виртуальная система совершенствования системы охраны государственной границы и пограничного контроля», финансируемого Национальным центром науки и развития (контракт № DOBR/0023/R/ID3/2013/03).

Заключение: Пожарная служба аэропорта (LSRG), являющаяся специализированной службой Государственного предприятия Польские аэропорты (PPL), осуществляет ряд мероприятий в области противопожарной защиты. Задачей LSRG, помимо прочего, является участие в спасательно-гасящих действиях в области эксплуатации аэропорта, удаление и нейтрализация разливов нефтепроизводных веществ, обеспечение безопасности дозаправки самолета с пассажирами на борту, а также осуществление процедур, связанных с осуществлением воздушных операций в условиях ограниченной видимости. В то же время, спасатели и специалисты LSRG контролируют объекты аэропорта и проводят профилактические мероприятия в области обеспечения общей и пожарной безопасности. Анализируя вышеуказанные задачи, использование виртуального стимулятора позволяет повысить эффективность проводимых учений. Терминал аэропорта – это также особое место, с точки зрения деятельности пиротехников. Особым элементом является необходимость постоянного мониторинга большого количества багажа, и работа в условиях определенной площади с большим скоплением людей.

Выводы: Использование виртуальных тренажеров для поддержки обучения позволяет достичь следующие преимущества: сокращение расходов обучения, тренировка ситуаций, которые очень сложны для воспроизведения в реальных условиях, прорабатывание ситуаций невозможных для воспроизведения в реальности из-за больших расходов или большой угрозы для курсантов, возможность тренировок эффективности процедур и верификации новых процедур, а также возможность тренировки с инструментами, которые еще не были произведены.

Ключевые слова: симуляция, виртуальная среда, обучение, пиротехника

Вид статьи: предварительный отчет

1. Wstęp

Użytkowanie obiektów takich jak terminale lotnicze wymaga współpracy różnych grup zawodowych. Od ich sprawności działania i wyszkolenia zależy bezpieczeństwo osób przebywających w danych obiektach, zwłaszcza w przypadku sytuacji kryzysowej, takiej jak pożar czy atak terrorystyczny. Jednym ze sposobów utrzymania wysokiej efektywności działań tych grup są szkolenia wykorzystujące elementy wirtualnej rzeczywistości. Dzięki zaawansowanym rozwiązaniom technicznym

w odwzorowywaniu warunków rzeczywistych wirtualne scenariusze szkoleniowe mogą być bardzo zbliżone do realnych. Dostępne na rynku symulatory wirtualne (silniki symulacyjne i silniki graficzne) umożliwiają:

- budowę własnych scenariuszy,
- symulację przebiegu scenariusza,
- budowę i modelowanie własnych obiektów z odwzorowaniem ich właściwości taktyczno-technicznych, oraz obiektów, które nie istnieją w rzeczywistości,

- budowę własnych map z odwzorowaniem rzeczywistych obszarów nawet do kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych,
- programowanie warunków atmosferycznych oraz zachowania symulowanego środowiska naturalnego,
- ingerencję instruktora w trakcie symulacji, dzięki czemu zwiększa się realizm prowadzonego ćwiczenia,
- programowanie zachowania obiektów (ludzi, pojazdów),
- rejestrowanie i odtwarzanie przebiegu symulacji (ang. AAR - *after action review*),
- łączenie z innymi symulatorami,
- budowę zobrazowania wielkoformatowego.

Zastosowanie symulatora wirtualnego pozwala m.in. przygotować i przeprowadzić ćwiczenia związane z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi działań ratowniczo-gaśniczych oraz procedur postępowania z podejrzanym bagażem pozostawionym na terenie terminalu lotniczego.

Na etapie przygotowania takich ćwiczeń należy:

- opracować mapę wirtualną na podstawie rzeczywistych danych GIS,
- opracować modele wirtualne obiektów, a w szczególności wiernie odwzorować model terminalu lotniczego,
- opracować modele funkcjonariuszy poszczególnych służb z uwzględnieniem ich umundurowania, wyposażenia i uzbrojenia,
- opracować modele (logikę działania) obiektów symulacyjnych w tym: personelu lotniska, społeczeństwa, ewentualnych zamachowców, funkcjonariuszy Straży Granicznej,
- przygotować scenariusze szkoleniowe odpowiadające określonym sytuacjom.

Służbą odpowiedzialną za bezpieczeństwo terminali lotniczych jest m.in. Lotniskowa Służba Ratowniczo-Gaśnicza (LSRG) Przedsiębiorstwa Państwowe Porty Lotnicze (PPL). Zadaniem LSRG jest między innymi udział w akcjach RG w rejonie operacyjnym lotniska, usuwanie i neutralizacja rozlewisk substancji ropopochodnych, zabezpieczenie tankowania samolotów z pasażerami na pokładzie, a także realizacja procedur wynikających z wykonywania operacji lotniczych przy ograniczonej widzialności. Jednocześnie ratownicy i specjaliści LSRG kontrolują obiekty lotniskowe oraz prowadzą działania profilaktyczne z zakresu bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej. Zadania, które mają być przez nią wykonywane są określone i szczegółowo opisane w planie działania w sytuacji zagrożenia (PDSZ) opracowywanym dla każdego z obiektów PPL. Dane zawarte w tym planie stanowią główne źródło informacji wykorzystywanych w sytuacjach kryzysowych. Dokument ten każdorazowo zawiera: operacyjny plan ratownictwa lotniskowego, procedury działania w sytuacji pożaru obiektu lotniskowego, sabotażu z uwzględnieniem zagrożenia bombowego, z użyciem materiałów niebezpiecznych, katastrofy naturalnej lub awarii technicznej, zagrożenia epidemiologicznego. Ponadto określa on Centrum Operacyjne, Centrum Koordynacji Antykryzysowej, Ruchome Centrum Dowodzenia.

Zgodnie z procedurami PDSZ do zadań LSRG należą: interwencyjne zabezpieczenie ratowniczo-gaśnicze operacji lotniczych, organizowanie i kierowanie działaniem ratowniczym w przypadku wystąpienia wypadku lub incydentu związanego z cywilnym statkiem powietrznym, organizowanie i kierowanie działaniem ratowniczym w przypadku powstania pożaru lub katastrofy budowlanej obiektów i urządzeń lotniskowych danego portu. LSRG bierze także udział w likwidacji miejscowych zagrożeń mogących spowodować pożar lub zagrożenie dla zdrowia, życia i bezpieczeństwa ludzi i mienia oraz środowiska naturalnego. Dokument PDSZ zobowiązuje tę służbę do podejmowania działań zapobiegających powstaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, klęski żywiołowej lub innego

miejscowego zagrożenia, a także do prowadzenia kontroli stanu bezpieczeństwa pożarowego na terenie administracyjnym i w obiektach lotniska.

Do zadań LSRG należy również podejmowanie działań organizacyjno-technicznych w celu utrzymania stałej i wymaganej gotowości operacyjno-technicznej sprzętu pożarniczego, sprawowanie nadzoru nad utrzymaniem niezbędnego sprzętu i wyposażenia we właściwym stanie technicznym (ilościowym i jakościowym), prowadzenie teoretycznego i praktycznego szkolenia dla personelu LSRG. Ponadto w miarę potrzeb, prowadzenie szkolenia z zakresu ochrony przed pożarami oraz znajomości i obsługi podręcznego sprzętu gaśniczego dla pracowników portu oraz wykonywanie innych czynności związanych z ochroną przeciwpożarową w celu zapewnienia wymaganego bezpieczeństwa na terenie lotniska.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa, Gospodarki Morskiej z dnia 4 kwietnia 2013 r. [1] lotniskowa służba ratowniczo-gaśnicza powinna:

- osiągać czas reakcji wynoszący do trzech minut do każdego punktu drogi (dróg) startowej używanej do operacji lotniczych na lotniskach naziemnych dla samolotów;
- mieć możliwość natychmiastowego podjęcia interwencji lub przebywać w bezpośrednim sąsiedztwie lotniska podczas wykonywania operacji lotniczych – na lotniskach nawodnych dla samolotów i śmigłowców oraz na lotniskach dla śmigłowców na obiektach;
- osiągać czas reakcji wynoszący do dwóch minut – na lotniskach naziemnych dla śmigłowców.

Czas reakcji jest mierzony od ogłoszenia alarmu dla lotniskowej służby ratowniczo-gaśniczej do pierwszej interwencji pojazdu lub pojazdów ratowniczo-gaśniczych, zapewniających podanie co najmniej 50% wydatku środków gaśniczych określonych w załączniku nr 1 do powyższego rozporządzenia.

2. Zakres szkoleń doskonalących dla pracowników LSRG

2.1. Warunki i program szkolenia lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych

Zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa, Gospodarki Morskiej z dnia 4 kwietnia 2013 r. w sprawie przygotowania lotnisk do sytuacji zagrożenia oraz lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych [1], zarządzający lotniskiem zapewnia udział pracowników lotniskowej służby ratowniczo-gaśniczej, przynajmniej raz na 4 lata, w szkoleniu w zakresie ratownictwa lotniskowego, prowadzonego w ośrodku szkolenia lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych. Szkolenia są przeprowadzane w formie kursów składających się z części teoretycznej i praktycznej.

Część praktyczna powinna być przeprowadzana w grupach od 3 do 9 osób, w szczególności na:

- stanowiskach ćwiczeń,
- placach ćwiczeń,
- poligonie specjalistycznym,
- na terenie obiektów infrastruktury lotniskowej.

W zależności od potrzeb i możliwości część praktyczna szkolenia może odbywać się na terenie jednostki lotniskowej służby ratowniczo-gaśniczej.

Szkolenie przeprowadzają:

- specjaliści z zakresu ratownictwa i ochrony przeciwpożarowej w lotnictwie,
- funkcjonariusze Państwowej Straży Pożarnej,
- specjaliści z zakresu budowy i eksploatacji statków powietrznych,
- inni specjaliści z zakresu:
 - lotnictwa,
 - ratownictwa.

Szkolenie kończy się egzaminem teoretycznym i praktycznym, obejmującym wszystkie tematy będące przedmiotem szkolenia. Termin i warunki egzaminu określone są w regulaminie szkolenia ośrodka szkolenia lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych, uzgodnionym z komendantem głównym Państwowej Straży Pożarnej i zatwierdzonym przez prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Szkolenie przeprowadza się zgodnie z programem szkolenia lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych, określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia. Zarządzający lotniskiem organizuje na terenie jednostki lotniskowej służby ratowniczo-gaśniczej system bieżącego szkolenia doskonalącego pracowników lotniskowej służby ratowniczo-gaśniczej.

Bieżące szkolenie doskonalące obejmuje następujące zagadnienia:

- operacyjne przygotowanie lotniska,
- topografię lotniska i rejonu operacyjnego lotniska,
- budowę statków powietrznych,
- bezpieczeństwo osobiste personelu ratowniczo-gaśniczego,
- systemy łączności, alarmowania, współdziałania i dowodzenia,
- budowę i eksploatację sprzętu i pojazdów ratowniczo-gaśniczych,
- środki gaśnicze i sposób ich zastosowania,
- taktykę działań ratowniczych, również w przypadku materiałów niebezpiecznych,
- udzielanie pomocy osobom poszkodowanym w warunkach pozaszpitalnych,
- współdziałanie służb podległych zarządzającemu lotniskiem oraz służb i podmiotów zewnętrznych w trakcie działań ratowniczych w rejonie operacyjnym lotniska i poza nim.

Po ukończeniu szkolenia uczestnicy powinni:

- znać:
 - zasady obowiązujące podczas operacji startu i lądowania statków powietrznych, ruchu naziemnego pojazdów na terenie lotniska,
 - kierunki lądowań i startów statków powietrznych, drogi kołowania i dojazdowe oraz warunki i zasady bezpiecznego i szybkiego dojazdu do miejsca wypadku lub incydentu lotniczego,
 - budowę samolotów i śmigłowców mającą wpływ na przeprowadzenie skutecznej ewakuacji zagrożonych ludzi oraz prowadzenie działań ratowniczych,
 - budowę, parametry taktyczno-techniczne, zasady działania i wykorzystania sprzętu będącego na wyposażeniu lotniskowych jednostek ratowniczych,
 - wybrane zagadnienia z zakresu zapobiegania pożarom i przeciwdziałania innym zagrożeniom występującym na terenie lotniska,
 - środki gaśnicze i neutralizatory oraz możliwości ich stosowania,
 - funkcje i zasady dowodzenia, w szczególności zastępem i sekcją,
 - mechanizmy procesu spalania i rozwoju pożaru samolotów,
 - metody i sposoby gaszenia pożarów samolotów i innych obiektów na terenie lotniska,
 - zasady taktyki działań ratowniczych prowadzonych przez lotniskowe służby ratowniczo-gaśnicze podczas różnych zdarzeń i w różnych warunkach,
 - zasady organizacji i utrzymania łączności dowodzenia i współdziałania,
 - zasady postępowania przy występowaniu materiałów niebezpiecznych,
 - zasady udzielania pomocy osobom poszkodowanym w warunkach pozaszpitalnych podczas wypadków

i incydentów lotniczych,

- zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w strażnicach, podczas szkolenia, ćwiczeń i działań ratowniczych,
- umieć:
 - obsługiwać sprzęt znajdujący się na wyposażeniu lotniskowych służb ratowniczych i wykorzystywać walory taktyczno-techniczne sprzętu,
 - prowadzić rozpoznanie w różnych warunkach i podczas różnych zdarzeń,
 - dowodzić zastępem i sekcją,
 - organizować oraz utrzymywać łączność dowodzenia i współdziałania,
 - organizować i prowadzić ewakuację i ratowanie ludzi oraz mienia podczas wypadków i incydentów lotniczych i innych zdarzeń,
 - formułować poprawnie pod względem treści i formy rozkazy bojowe,
 - składać meldunki o rozwoju sytuacji i przebiegu działań,
 - dokonywać wyboru odpowiednich środków gaśniczych i skutecznie operować prądami gaśniczymi,
 - określać niezbędne służby i sprzęt do prowadzonych działań ratowniczych,
 - organizować i prowadzić zajęcia w ramach doskonalenia zawodowego,
 - sprawdzać stan techniczny powierzonego sprzętu,
 - udzielać pomocy osobom poszkodowanym w warunkach pozaszpitalnych,
 - stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w strażnicach, podczas szkolenia, ćwiczeń i działań ratowniczych,
 - gasić pożary różnych obiektów,
 - oceniać możliwość rozwoju pożaru,
 - skutecznie prowadzić akcje ratownictwa technicznego, chemicznego i ekologicznego.

Na podstawie dostępnych w literaturze przykładów zastosowania wirtualnej rzeczywistości autorzy artykułu określili następujące obszary wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach pracowników LSRG:

- topografia lotniska i rejon operacyjny lotniska,
- łączność radiowa,
- budowa statków powietrznych,
- lotniskowy sprzęt ratowniczo-gaśniczy,
- rozpoznawanie zagrożeń,
- taktyka działań ratowniczych w lotnictwie,
- zagrożenia chemiczne i ekologiczne na lotnikach,
- współdziałanie służb podległych zarządzającemu lotniskiem oraz służb i podmiotów zewnętrznych w trakcie działań ratowniczych w rejonie operacyjnym lotniska i poza nim.

Wykorzystanie elementów wirtualnej rzeczywistości może podnieść poziom wyszkolenia pracowników LSRG przy jednoczesnym sprowadzeniu do minimum jego kosztów. Takie szkolenie gwarantuje także pełną powtarzalność warunków nauki dla wszystkich jego uczestników.

3. Szkolenie w zakresie działań zespołów pirotechników na terminalu lotniczym z wykorzystaniem symulatora wirtualnego [14]

Wykonywanie zadań służbowych na terenie terminalu lotniczego związane jest ze współdziałaniem różnych formacji w tym również Straży Granicznej. Jednym z kierunków rozwoju systemów szkoleń specjalistycznych jest budowa narzędzi symulacyjnych mających na celu naukę i sprawdzenie specyficznych, poprawnych zachowań funkcjonariuszy Straży Granicznej (SG) w porcie lotniczym. Symulatory wirtualne w tym względzie oferują wartościowe wsparcie, gdyż

wizualizując środowisko, w którym rozgrywa się operacja, są w stanie realistycznie przedstawiać działania osób podejrzanych i funkcjonariuszy uczestniczących w scenariuszu symulacyjnym. W ramach projektu rozwojowego DOBR/0023/R/ID3/2013/03 pt. „Wirtualny system doskonalenia taktyki ochrony Granicy Państwowej oraz kontroli ruchu granicznego” przygotowany został symulator szkoleniowy obejmujący zakres podstawowych zadań SG w ramach kontroli ruchu granicznego, a przede wszystkim działań pirotechnika Straży Granicznej w zakresie reakcji na zagrożenia bombowe. Formacja SG posiada bogaty zbiór dobrych praktyk, który wykorzystywany jest jako regulamin działania służby. W szczególnych przypadkach katalog dobrych praktyk wspierany jest odpowiednimi aktami prawnymi dotyczącymi obowiązków Straży Granicznej (ustawa z dnia 12 października 1990 r. o Straży Granicznej) lub prowadzonych działań np. prawem lotniczym (ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze, załącznik do obwieszczenia nr 5 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 9 sierpnia 2007 r. (poz. 20).

Scenariusze wspierające kształcenie, szkolenie i egzaminowanie funkcjonariuszy pełniących rolę pirotechników składają się z dwóch etapów. W pierwszym etapie zamodelowane są podstawowe zachowania osób i funkcjonariuszy odwzorowujące zwykle działanie portu lotniczego, w drugim etapie – zachowania wynikające z działań pirotechnika w reakcji na zdarzenia związane z obsługą sytuacji kryzysowych. Odwzorowanie drugiego aspektu wymaga modelowania wariantów reakcji pirotechnika na poszczególnych etapach analizy i usunięcia zagrożenia bombowego. Działanie pirotechnika obejmuje przeprowadzenie następującej sekwencji czynności:

- odnalezienie i zaraportowanie pozostawionego, podejrzanego bagażu lub pakunku na hali odpraw portu lotniczego – informacje o takim obiekcie przekazywać mogą: pasażerowie, obsługa portu lotniczego i funkcjonariusze SG;

- identyfikację źródła zagrożenia, np. poprzez przegląd dostępnych materiałów z monitoringu.

Poniżej przedstawiono przykładowy scenariusz postępowania w przypadku zagrożenia. Scenariusz ten zawiera sekwencję etapów, które ćwiczący musi poprawnie wykonać. Środowisko symulatora zakłada wykonanie scenariusza w zespole trzyosobowym. Uczestnicy szkolenia proszeni są o podejmowanie decyzji w przypadkach komunikowanych przez symulator w postaci okien dialogowych. Rozwiązanie to upraszcza wizualizację skomplikowanych graficznie czynności, ale przede wszystkim pozwala skupić się ćwiczącym na nauce i weryfikacji procedur działań. Ograniczenie interaktywności pozwala również zredukować działania do minimum związanego z celem scenariusza. Zawężenie interakcji i obszaru działania w scenariuszu minimalizuje również ewentualne błędy ćwiczącego, które mogą spowodować definitywne przerwanie ćwiczenia. Procedury reagowania na zagrożenie wymagają, oprócz realizacji poprawnego i regulaminowego podejścia do podejrzanego obiektu, ustalenie właściciela obiektu lub bagażu. Wszystkie czynności scenariusza muszą mieścić się w narzuconym reżimie czasowym, w związku z czym, symulator prezentuje stosowne ograniczenia czasowe, wzbogacone dodatkowo przerywnikami fabularnymi, sugerującymi zdarzenia mające wpływ na scenariusz (np. przyjazd pojazdu specjalnego z osprzętem pirotechnicznym).

Podjęte przez ćwiczącego decyzje dotyczące doboru sprzętu oraz wykonywanych czynności mają wpływ na poprawną realizację zadań. Jednym z założeń narzędzia do szkolenia pirotechników jest prezentacja poprawnego wariantu działania w przypadku wyboru wariantu błędnego. W ten sposób ćwiczący uczy się, podejmując błędne decyzje. Wizualizacja w środowisku 3D pozwala również oswoić się ćwiczącym z realistycznymi warunkami działania na terenie portu lotniczego.



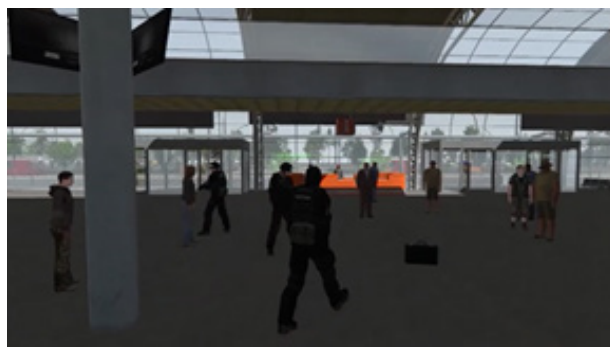
Ryc. 1. Lokalizacja sprzętu [14]
Fig. 1. Location of equipment [14]



Ryc. 2. Wykrycie podejrzanego bagażu [14]
Fig. 2. Detection of suspicious luggage [14]



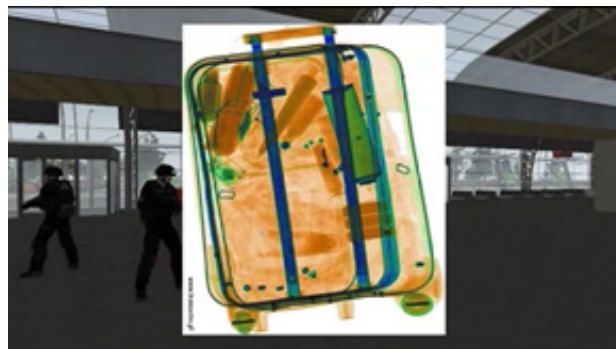
Ryc. 3. Identyfikacja podejrzanego bagażu [14]
Fig. 3. Identification of suspicious luggage [14]



Ryc. 4. Uruchomienie procedury neutralizacji podejrzanego bagażu [14]
Fig. 4. Start-up procedures for neutralization of suspicious luggage [14]



Ryc. 5. Wezwanie transportu specjalistycznego [14]
Fig. 5. Call specialist transport [14]



Ryc. 6. Ustalenie zawartości bagażu [14]
Fig. 6. Determining the contents of luggage [14]



Ryc. 7. Neutralizacja zagrożenia [14]
Fig. 7. Neutralizing threats [14]



Ryc. 8. Transport ładunku [14]
Fig. 8. Transporting the charge [14]



Ryc. 9. Detonacja ładunku [14]
Fig. 9. Detonating the charge [14]

W scenariuszu wykonywane są następujące czynności:

1. Lokalizacja sprzętu technicznego wspierającego pirotechnika w prowadzonych operacjach oraz wykrycie bagażu i procedury związane z wywiadem osób będących świadkami pozostawienia bagażu. Obsługa portu lotniczego sygnalizuje stosowanymi komunikatami informacje o bagażu pozostawionym na hali.

2. Wykrycie niezidentyfikowanego, pozostawionego bez opieki bagażu na terenie hali portu lotniczego. Wykrycie zgłoszone przez patrol Straży Granicznej. Meldunek do kierownika zmiany. Kierownik zmiany wzywa na miejsce znalezienia bagażu pirotechnika, który rozpoczyna czynności związane z identyfikacją zagrożenia i jego neutralizacją. Pirotechnik udaje się pod wskazaną w rozkazie lokalizację.

3. Po przeprowadzeniu wstępnych czynności identyfikujących zagrożenie, na polecenie pirotechnika wzywany jest specjalistyczny sprzęt do transportu materiałów wybuchowych. Pirotechnik, wykorzystując dostępne warianty użycia sprzętu technicznego, ustala zawartość bagażu i identyfikuje potencjalne zagrożenia. Zwraca uwagę również na dane z monitoringu

hali portu lotniczego. Pozyskane dane z monitoringu pozwalają wstępnie ocenić ryzyko prowadzonej operacji.

4. Po zidentyfikowaniu zagrożenia, pirotechnik wybiera scenariusz neutralizacji zagrożenia. Następnie zakłada odpowiednią odzież ochronną oraz przystępuje do neutralizacji na miejscu lub – w zależności od stopnia zagrożenia – odtransportowuje bagaż do strefy neutralizacji. Funkcjonariusz musi wybrać odpowiedni wariant neutralizacji. Wybór zależy od zawartości bagażu i potencjalnego ryzyka związanego z poprawną neutralizacją. Procedury neutralizacji związane są z wykorzystaniem odpowiednich środków technicznych, jak również wykonywaniem czynności poza terenem portu lotniczego oraz w specjalnie przygotowanym miejscu.

4. Odwzorowanie elementów terminalu lotniczego w symulatorze wirtualnym na przykładzie terminalu lotniczego Modlin

Prezentowane w artykule środowisko symulacji wirtualnej VBS3, oprócz prowadzenia symulacji, dostarcza narzędzia

do budowy scenariuszy szkoleniowych. Jest to bardzo ważne, ponieważ przygotowanie specjalnych scenariuszy odwzorowujących elementy rzeczywiste jest kluczowym czynnikiem określającym przydatność takich symulatorów.

Środowisko symulacyjne umożliwia:

- budowę map cyfrowych,
- budowę obiektów charakterystycznych dla terminalu wraz z samym terminalem lotniczym,
- budowę pojazdów,
- budowę postaci odwzorowujących poszczególne służby.

Do budowy mapy cyfrowej wykorzystywane są następujące dane GIS:

- zdjęcia satelitarne (ortofotomapa),
- dane wysokościowe,
- dane wektorowe:
 - sieć drogowa,
 - obszary leśne,
 - zbiorniki wodne,
 - rzeki,
 - budynki,
 - inne obiekty jak ogrodzenia lub szlabany.

W rozpatywanym przykładzie na podstawie rzeczywistych danych GIS (ryc. 10) opracowano mapę okolic terminalu Modlin [14]. Przy budowie mapy uwzględniono rozmieszczenie zasadniczych budynków, układ dróg, elementy roślinności oraz pas lotniska z drogami kołowania.

Kluczowym elementem scenariusza związanego z działaniami na lotnisku jest odwzorowanie terminalu lotniczego. W opracowanym modelu wirtualnym terminalu uwzględniono jego następujące miejsca:

- halę odlotów (stanowiska do nadawania bagaży)
- stanowiska kontroli bagaży i osób,
- halę za kontrolą,
- halę przylotów przed kontrolą,
- halę przylotów po kontroli,
- pomieszczenia na antresoli,
- zaplecze techniczne,
- pomieszczenia służbowe,
- pomieszczenia pirotechników.

Elementy te zostały odwzorowane w modelu wirtualnym z uwzględnieniem ich rzeczywistych rozmiarów i wyglądu. Ryc. 11 przedstawia widok terminalu w symulatorze oraz projekt siatki 3D wykonany w programie Oxygen2.



Wierne odwzorowanie układu pomieszczeń terminalu wraz z jego otoczeniem umożliwia prowadzenie ćwiczeń oraz współdziałanie służb funkcjonujących na terenie terminalu.

Poza budynkiem charakterystycznymi obiektami związanymi z terminalem lotniczym są specjalistyczne pojazdy. W symulatorze odwzorowano ich następujące rodzaje:

- przyczepę do przewożenia ładunków niebezpiecznych,
- specjalistyczne pojazdy lotniskowe typu „follow me”,
- pojazdy straży granicznej,
- pojazdy straży pożarnej.

Przyczepa do przewożenia ładunków niebezpiecznych została zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić przećwiczenie procedury załadunku.

Ostatnim nieodzownym elementem scenariuszy są osoby. W ramach prac nad symulatorem do scenariuszy wprowadzono postaci reprezentujące funkcjonariuszy poszczególnych służb. Odwzorowano ich wygląd, elementy wyposażenia i uzbrojenia oraz zachowanie. Zapewniono także możliwość sterowania manualnego postaciami z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji (AI).

Opracowanie mapy, budynków, obiektów oraz postaci stanowiło ostatni etap przygotowania danych do budowy scenariuszy.

Technologie projektowania trenerów i symulatorów w programalnym środowisku symulacji wirtualnej VBS3Z pozwala na budowę zaawansowanych wielostanowiskowych scenariuszy ćwiczebnych realizujących różne cele szkoleniowe [5], [12], [17].

Ryc. 17 przedstawia widok okna głównego edytora scenariuszy w widoku 2D. Możliwa jest także budowa scenariusza w widoku 3D.

W podstawowym wariantcie, ćwiczenia odbywają się na sali szkoleniowej wyposażonej w niezbędny sprzęt komputerowy.

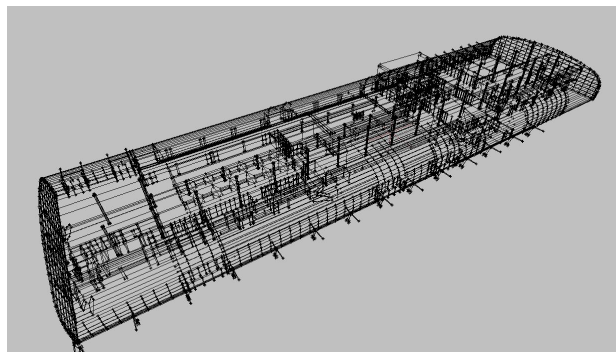
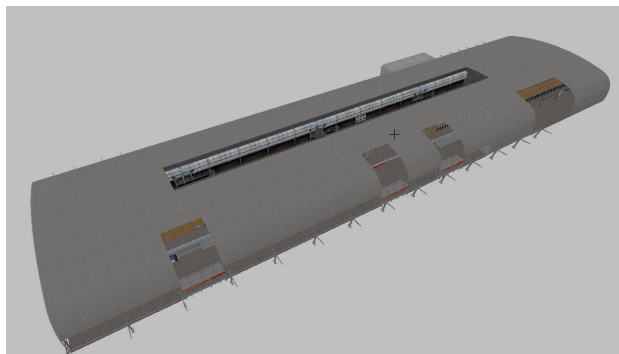
Instruktor uruchamia ćwiczenie, po czym każdy z uczestników szkolenia na swoim stanowisku realizuje zadania przypisane do swojej roli. Cały przebieg scenariusza jest kontrolowany przez instruktora i kierownictwo ćwiczenia. W każdym momencie instruktor może ingerować w przebieg scenariusza. Ma on m.in. możliwość:

- dodawania lub usuwania obiektów,
- niszczenia/naprawiania obiektów (np. podpalenie),
- zranienia/wyleczenia osób,

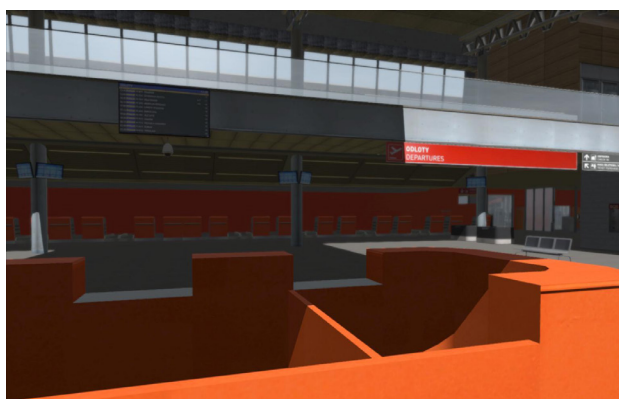


Ryc. 10. Fragment mapy rzeczywistej okolic Modlina i jej odwzorowanie w symulatorze wirtualnym VBS3 [14]

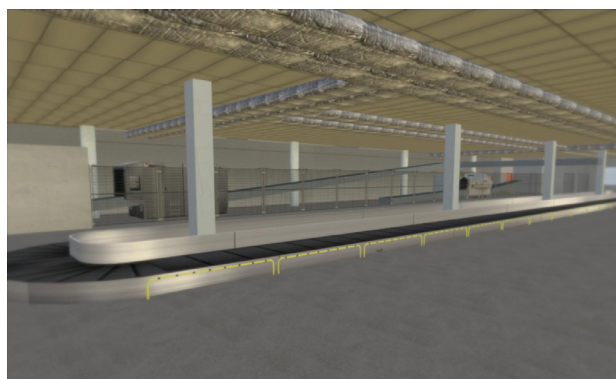
Fig. 10. Actual map section of Modlin surroundings and its representation in virtual VBS3 simulator [14]



Ryc. 11. Widok 3D terminalu Modlin z siatką 3D [14]
 Fig. 11. 3D view of the Modlin terminal with a 3D net [14]



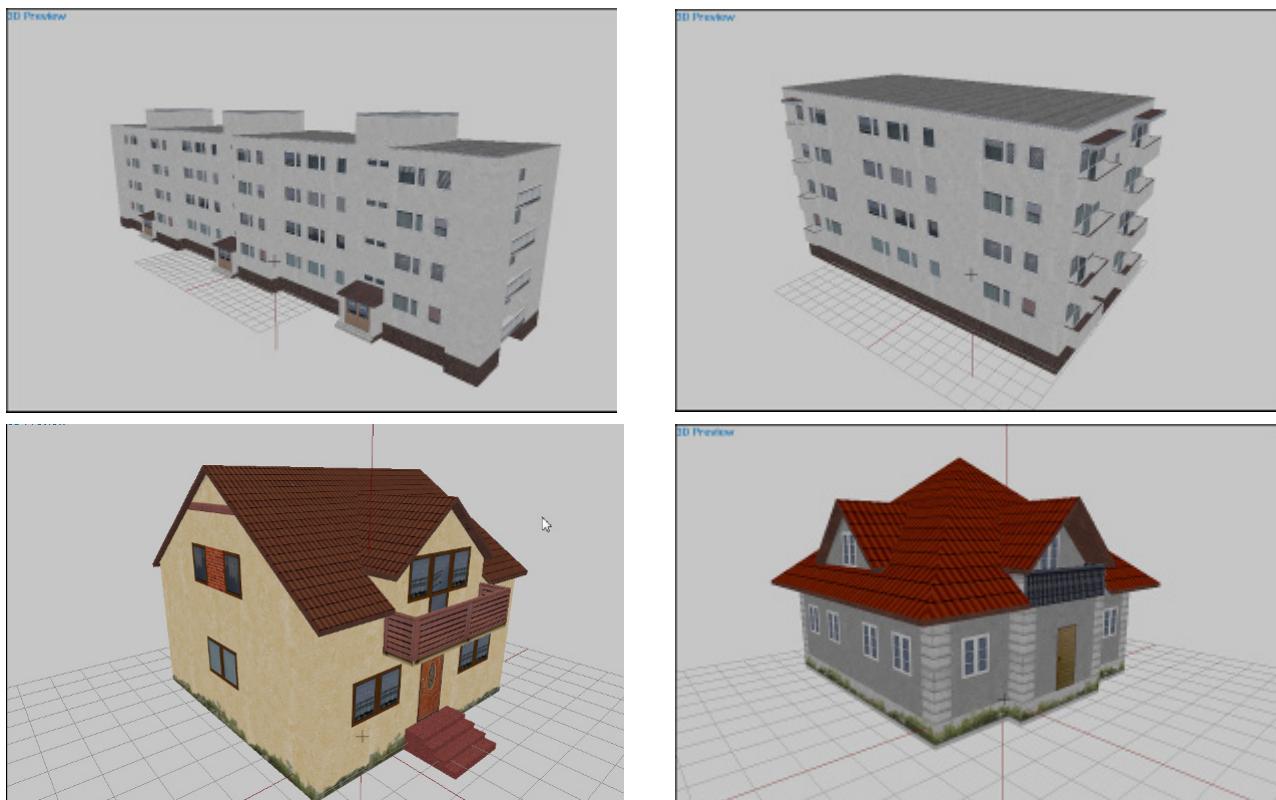
Ryc. 12. Widok 3D hali odpraw oraz kontroli [14]
 Fig. 12. 3D view of the check and control hall [14]



Ryc. 13. Widok 3D hali odlotów oraz zaplecza technicznego terminalu [14]
 Fig. 13. 3D view of the departure hall and technical equipment base of the terminal [14]



Ryc. 14. Widok 3D hali przylotów [14]
 Fig. 14. 3D view of the arrivals hall [14]



Ryc. 15. Projekty budynków z biblioteki scenariuszy [14]
 Fig. 15. Designs of the buildings from the scenarios library [14]



Ryc. 16. Przyczepa do przewozu ładunków niebezpiecznych [14]
 Fig. 16. A trailer for transporting dangerous goods [14]

- zmiany warunków pogodowych,
- zmiany pory doby,
- zatrzymania/wznowienia symulacji,
- przyspieszania/zwalniania symulacji.

Istnieje możliwość zarejestrowania całej symulacji. Po zakończeniu ćwiczenia moduł AAR (After Action Review) może posłużyć do omówienia zrealizowanego ćwiczenia i oceny jego uczestników.

5. Podsumowanie

1. Zastosowanie symulatorów wirtualnych do szkolenia służb działających w obrębie terminalu lotniczego stanowi uzupełnienie oraz alternatywę dla kosztownych i obciążonych dużym ryzykiem ćwiczeń na rzeczywistym sprzęcie i bezpośrednio w terminalu lotniczym.
2. Zastosowanie różnorodnych scenariuszy zaimplementowanych w środowisku symulacji wirtualnej umożliwia

przeprowadzenie szerokiego zakresu ćwiczeń w tym takich, które w rzeczywistych warunkach ze względów bezpieczeństwa nie są przeprowadzane. Jednocześnie można zasymulować eskalację zdarzeń, dzięki czemu możliwa jest ocena decyzji, jakie podejmowałoby ćwiczący w rzeczywistych warunkach.

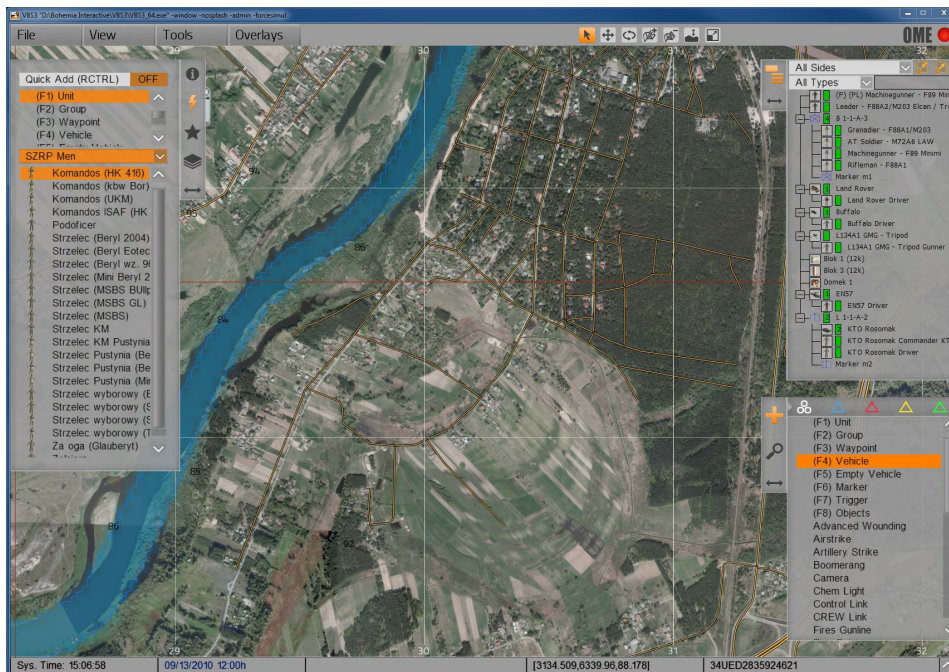
3. Zaprezentowany przykład odwzorowania terminalu lotniczego Modlin oraz jego najbliższej okolicy świadczy o dużych możliwościach odtwarzania istotnych elementów obiektów rzeczywistych do budowy scenariuszy szkoleniowych, które dla ćwiczących są zbliżone do realnych warunków.
4. Technologia projektowania trenerów i symulatorów w programowalnym środowisku symulacji wirtualnej VBS3 omawiana powyżej jako jedno z narzędzi symulacji wirtualnej umożliwia prowadzenie szkoleń składających się z wielu stanowisk. Możliwe jest także łączenie i współdziałanie z innymi specjalistycznymi symulatorami.



Ryc. 17. Pojazd LSRG, policji, straży granicznej i ambulans [13-14]
 Fig. 17. LSRG, police, border police and ambulance vehicles [13-14]



Ryc. 18. Projekt postaci funkcjonariuszy różnych służb [13-14]
 Fig. 18. A design of the officers from various services [13-14]



Ryc. 19. Widok 2D ekranu głównego edytora scenariuszy [17]
 Fig. 19. 2D view of the main screen of scenarios editor [17]

W artykule przedstawiono wyniki badań w ramach projektu rozwojowego nr DOBR/0023/R/ID3/2013/03 pt. „Wirtualny system doskonalenia taktyki ochrony Granicy Państwowej oraz kontroli ruchu granicznego” finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz w ramach programu DEMONSTRATOR, UOD-DEM-1-501/001 pt. „Nowoczesny demonstrator symulatora dla operatorów pojazdów szynowych zwiększający efektywność i bezpieczeństwo ich działania” finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Wykaz skrótów

LSRG - Lotniskowa Służba Ratowniczo-Gaśnicza
PDSZ - Plan Działania w Sytuacji Zagrożenia
PPL - Przedsiębiorstwa Państwowe Porty Lotnicze
RG - ratowniczo-gaśniczych

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 4 kwietnia 2013 r. w sprawie przygotowania lotnisk do sytuacji zagrożenia oraz lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych (Dz. U. poz.487 z dnia 23 kwietnia 2013 r.)
- [2] Wantoch-Rekowski R. (red.), *Technologie projektowania trenerów i symulatorów w programowalnym środowisku symulacji wirtualnej VBS3*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- [3] Kaczmarczyk A., Kacprzak M., Masłowski A., *Wielopoziomowy trening symulacyjny w szkoleniu operatorów urządzeń. Zastosowanie do szkolenia operatorów robotów mobilnych*, „Elektronika” 2009, 11, 92-96
- [4] Roguski J., Wantoch-Rekowski R., Szumiec K., *Zastosowanie symulacji wirtualnej w zakresie szkolenia operatorów bezzałogowych platform lądowych wykorzystywanych do działań ratowniczo-gaśniczych*, BiTP Vol. 36 Issue 4, 2014, pp. 113-123.
- [5] Wantoch-Rekowski R. (red.), *Programowalne środowisko symulacji wirtualnej VBS2*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
- [6] 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*. BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012, pp. 71-81.
- [7] Wantoch-Rekowski R., Koszela J., *Zastosowania symulatorów do szkolenia w zakresie sytuacji kryzysowych*, BiTP BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 113-120.
 - [8] Koszela J., Drozdowski T., Wantoch-Rekowski R., *Przygotowanie danych terenowych na potrzeby symulacji wielorozdzielczej „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe”*, 2012, 31, pp. 109-118.
 - [9] Wantoch-Rekowski R., Roguski J., *Szkolenia operatorów bezzałogowych statków powietrznych w zakresie działań ratowniczo-gaśniczych*, BiTP Vol. 41 Issue 14, 2016, pp. 75-83.
 - [10] Stopniak M., Wantoch-Rekowski R., *Rozwój środowiska symulacji wirtualnej VBS3*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe” 2014, 149-154.
 - [11] Koszela J., Wróblewski P., Szymańska A., Wantoch-Rekowski R., *Projekt i implementacja mechanizmów sztucznej inteligencji w środowisku symulacyjnym VBS2*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe” 2012, 31 (), 119-132.
 - [12] Instalacja środowiska symulacji wirtualnej VBS3.
 - [13] Projekt rozwojowy Nr O ROB 0001 01/ID pt. „Opracowanie nowoczesnych stanowisk szkoleniowych zwiększających skuteczność działań ratowników KSRG” finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, 2011-2013.
 - [14] Projekt rozwojowy nr umowy DOBR/0023/R/ID3/2013/03 pt. „Wirtualny system doskonalenia taktyki ochrony Granicy Państwowej oraz kontroli ruchu granicznego” finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, 2012-2015.
 - [15] Projekt programu DEMONSTRATOR+ nr umowy UOD-DEM-1-501/001 pt. „Nowoczesny demonstrator symulatora dla operatorów pojazdów szynowych zwiększający efektywność i bezpieczeństwo ich działania” finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, 2014-2016.
 - [16] Projekt rozwojowy nr umowy DOB-BIO6/03/48/2014 pt. „Innowacyjne rozwiązania metod stabilizacji konstrukcji budowlanych i technologicznych w warunkach działań ratowniczych podczas likwidacji skutków katastrofy budowlanej” finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 2014-2017.
 - [17] Serwis internetowy www.vbs3.com [dostęp: 10.02.2016].

* * *

dr inż. Jacek Roguski – jest adiunktem w Biurze Projektów i Obsługi Badań CNBOP-PIB. Zajmuje się naukowo i praktycznie aspektami związanymi z zagadnieniami ochron osobistych, instalacji gaśniczych oraz problemami eksploatacji urządzeń technicznych. Jest autorem i współautorem szeregu artykułów i monografii oraz wystąpień na konferencjach krajowych i zagranicznych.

mjr dr inż. Mariusz Chmielewski – od roku 2003 jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. Członek Zespołu Badawczego Modelowania, Symulacji i Informatycznego Wspomagania Decyzji w Sytuacjach Konfliktowych i Kryzysowych. Uczestniczył w ponad 12 projektach badawczo-rozwojowych z zakresu wspomagania decyzji i symulacji komputerowej, w tym 2 realizowanych dla Europejskiej Agencji Obrony. Kierownik prac badawczych z zakresu budowy baz wiedzy, mechanizmów wnioskowania i konstrukcji systemów wspomagania decyzji. Specjalizuje się w opracowaniu i aplikowaniu metod sztucznej inteligencji w zarządzaniu kryzysowym i medycynie. Kierownik projektu budowy wielorozdzielczego środowiska symulacyjnego wspomagania szkolenia funkcjonariuszy Straży Granicznej. Współautor systemów symulacyjnych i wspomagania dowodzenia wdrożonych w Siłach Zbrojnych RP. Autor i współautor ponad 20 rozdziałów w monografiach oraz ponad 50 obcojęzycznych referatów zagranicznych. Zdobywca ponad 40 zespołowych i indywidualnych międzynarodowych nagród za innowacyjność i wynalazczość. Architekt systemów symulacyjnych i wspomagania decyzji, współautor wielu autorskich rozwiązań mobilnych systemów monitoringu biomedycznego.

dr inż. Roman Wantoch-Rekowski – od roku 1992 jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. Jest członkiem Zespołu Badawczego Modelowania, Symulacji i Informatycznego Wspomagania Decyzji w Sytuacjach Konfliktowych i Kryzysowych. Był kierownikiem prac badawczych własnych z zakresu analiz właściwości sieci neuronowych, kierownikiem prac rozwojowych finansowanych ze środków NCBiR oraz prac badawczych zamawianych. Jest współautorem systemów symulacyjnych wdrożonych w Siłach Zbrojnych RP. Jest autorem lub współautorem 10 monografii, 26 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.