

Dariusz KARCZMARZ, Krzysztof BUTLEWSKI, Przemysław MĄDRZYCKI, Wojciech PUCHALSKI,
Marek SZCZEKALA, Marcin ZASADA

SYMULATOR PROCEDURALNO-DIAGNOSTYCZNY PRZECIWLOTNICZEGO ZESTAWU RAKIETOWEGO W TECHNOLOGII WIRTUALNEJ Z ELEMENTAMI POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI - ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI W PROCESIE SZKOLENIA PERSONELU TECHNICZNEGO^[1]

Artykuł przedstawia koncepcję symulatora proceduralno-diagnostycznego, który w sposób wirtualny będzie obrazował przeciwlotniczy zestaw raketowy, jego podstawowe elementy techniczne, występujące uszkodzenia i ich objawy, oraz umożliwi prowadzenie wybranych elementów z pracy bojowej przez obsługę w warunkach symulacji sytuacji powietrznej. Symulator w technologii wirtualnej tworzy nową jakość w procesie nabywania wiedzy i doświadczenia przez jego użytkowników, jednocześnie jest to narzędzie dające wielostronne możliwości rozwoju.

WSTĘP

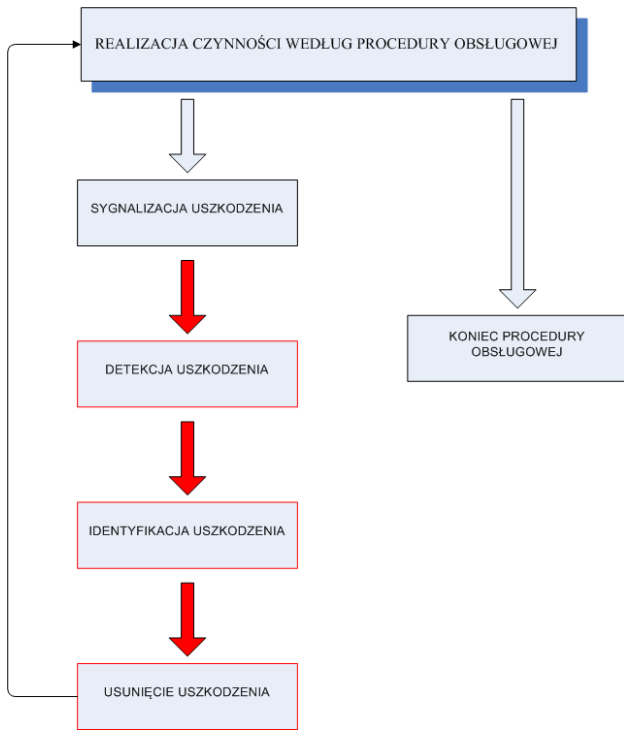
Nadrzędnym celem opracowania symulatora proceduralno - diagnostycznego jest wzrost bezpieczeństwa eksploatacji zestawów przeciwlotniczych. Jednym z istotnych czynników mających wpływ na prawidłową pracę jest sprawność techniczna podzespołów i systemów zainstalowanych na zestawie raketowym. Pomimo stałego wzrostu niezawodności jak również rozwoju narzędzi wsparcia w oparciu o technikę komputerową, nadal kluczowym elementem w procesie kontroli i diagnostyki systemów jest człowiek – mechanik lub elektryk z jego kwalifikacjami, wiedzą i doświadczeniem [1]. Symulator docelowo pozwoli na zmniejszenie kosztów szkolenia i degradacji sprzętu bojowego występującego w przypadku tradycyjnych metod szkolenia personelu technicznego.

Symulator proceduralno-diagnostyczny umożliwi wykonanie czynności obsługowych, w tym kontrole funkcjonowania oraz przeprowadzenie podstawowego treningu pracy bojowej obsługi systemu Nawa-SC. Pozwala m.in. na wykonywanie standardowych sprawdzeń, przeglądów i procesów eksploatacyjnych związanych z obsługą, ale też symulowanie stanów awaryjnych oraz błędów, a także na archiwizację pracy obsługi na symulatorze. Zastosowanie poszerzonej rzeczywistości z wykorzystaniem gogli, tabletu lub innego urządzenia multimedialnego umożliwia m.in. uruchomienie wyrzutni czy napędu kolumny antenowej, a także inspekcji elementów zewnętrznych systemu przeciwlotniczego. Symulator ma też możliwość

włączenia do systemu wirtualnej symulacji innych urządzeń podczas ćwiczeń mieszanych

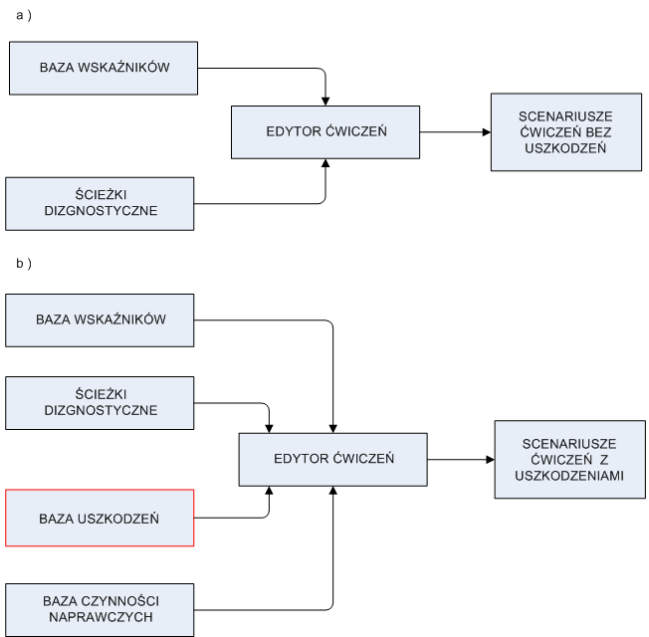
1. KONCEPCJA SZKOLENIA W SYMULATORZE PROCEDURALNO-DIAGNOSTYCZNYM

Symulator proceduralno-diagnostyczny jest w przedstawionej koncepcji rodzajem symulatora CPT (Cockpit Procedures Trainer) – odwzorowującym konsolę operatorów zestawu raketowego wraz z większością wskaźników, celem jest zaznajomienie się osoby szkolonej z konsolą i rozmieszczeniem wskaźników oraz trenowanie wybranych procedur [2]. Symulator będzie umożliwiał pracę w dwóch trybach takich jak praca bez uszkodzeń i praca z uszkodzeniami. Praca w trybie bez uszkodzeń będzie przeznaczona do zaznajomienia się i ćwiczenia przez szkolonego wykonywania kolejnych czynności sprawdzających, w kolejności przewidzianej przez procedury obsługi zestawu raketowego. Drugi tryb pracy, praca z uszkodzeniami jest przeznaczony do ćwiczeń umiejętności radzenia sobie z często występującymi na wybranym zestawie raketowym uszkodzeniami. Szkolony powinien określić typ uszkodzenia, które jest pokazane jako nieprawidłowe działanie danego wskaźnika (lub wskaźników) oraz zaproponować możliwości usunięcia usterki. Cały proces nauki jest monitorowany przez instruktora, dzięki czemu ma on wgląd w to, czy kolejne czynności diagnostyczne zostały wykonane w odpowiedni sposób oraz we właściwej kolejności.



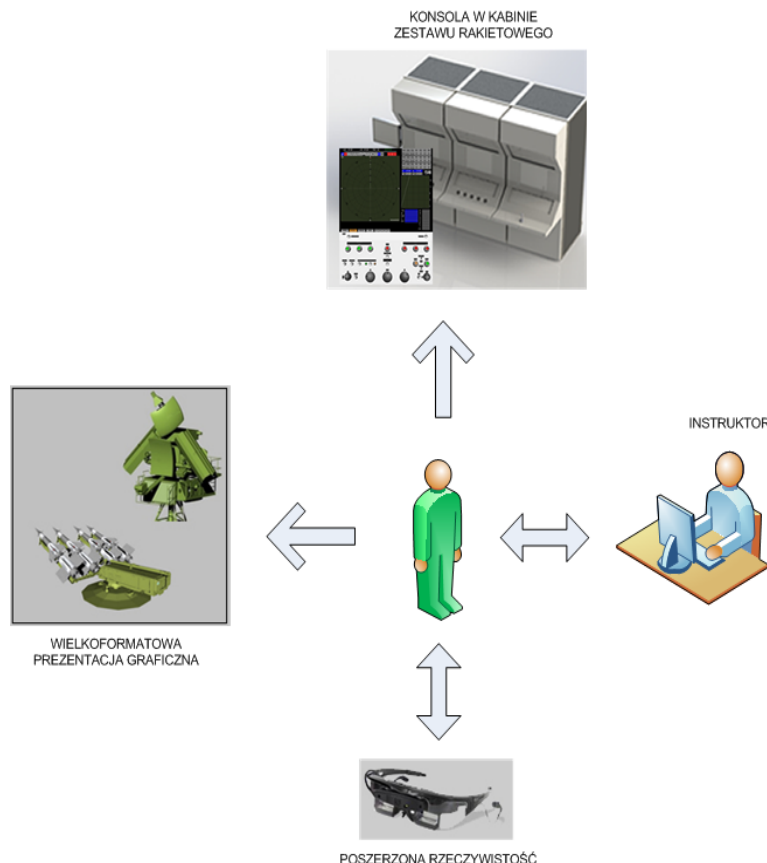
Rys.1. Przyjęty schemat postępowania w symulatorze proceduralno – diagnostycznym

Wybrane procedury obsługowe (patrz rys. 1) zostaną użyte podczas szkolenia i na ich podstawie zostanie zbudowana baza scenariuszy zawierająca scenariusze z uszkodzeniami jak i bez uszkodzeń. Przygotowanie scenariuszy w obu trybach przedstawia rys. 2 [1].



Rys.2. Przygotowanie scenariuszy ćwiczeń bez uszkodzeń (a) i z uszkodzeniami (b)

Student realizuje poszczególne scenariusze zadawane na bieżąco przez instruktora. Miejscem zasadniczym pracy studenta jest stanowisko nazwane na rys. 3 jako konsola w kabine zestawu raketowego. Realizowane czynności procedury obsługowej zestawu raketowego wymagają zwłaszcza w trybie pracy z uszkodzeniami (rys. 1), wykorzystania do identyfikacji i naprawy innych wskaźników niż dostępne na stanowisku zasadniczym. W takim wypadku student realizuje wybrane czynności procedury obsługowej na stanowisku



Rys.3. Struktura symulatora proceduralno – diagnostycznego dla zestawu raketowego.

(rys.3) nazwanym jako wielkoformatowa prezentacja graficzna. Poprawność wykonania procedury obsługowej jest widoczna na wskaźnikach konsoli w kabinie zestawu raketowego. Wskaźniki wizualizowane na stanowisku wielkoformatowej prezentacji graficznej są zsynchronizowane z wskaźnikami na konsoli w kabinie zestawu raketowego bez względu na tryb pracy symulatora proceduralno – diagnostycznego. Oba stanowiska wykorzystują wizualizację 3D wskaźników zestawu raketowego.

Student w symulatorze proceduralno – diagnostycznym może także się uczyć zadanych przez instruktora scenariuszy za pomocą techniki Augmented Reality (AR), czyli „rozszerzonej rzeczywistości”. Do tego celu służy mobilne stanowisko na rysunku 3 nazwane jako poszerzona rzeczywistość, gdzie kamera i wyświetlacz są jednym przenośnym urządzeniem multimedialnym. W symulatorze nośnikiem mobilnego AR będzie tablet i okulary z nałożonym obrazem graficznym. W tym wypadku treść procedury obsługowej zależy od charakterystycznych znaczników w obrazie widzianym w fizycznym świecie.

2. KONFIGURACJA I FUNKCJE SYMULATORA PROCEDURALNO-DIAGNOSTYCZNEGO

Symulator proceduralno-diagnostyczny, jak wspomniano we wstępie, służy do szkolenia personelu technicznego w zakresie realizacji usług technicznych, wykrywania i usuwania niesprawności oraz prowadzenia pracy bojowej przez obsługę w warunkach symulacji sytuacji powietrznej. Symulator będzie w sposób wirtualny odwzorowywał przeciwlotniczy zestaw raketowy (pZR). W skład urządzenia wejdą wymienione poniżej elementy:

- Aparatura Kabiny Dowodzenia i Naprowadzania (AKDN) w postaci trzech połączonych konsoli odwzorowujących stanowiska

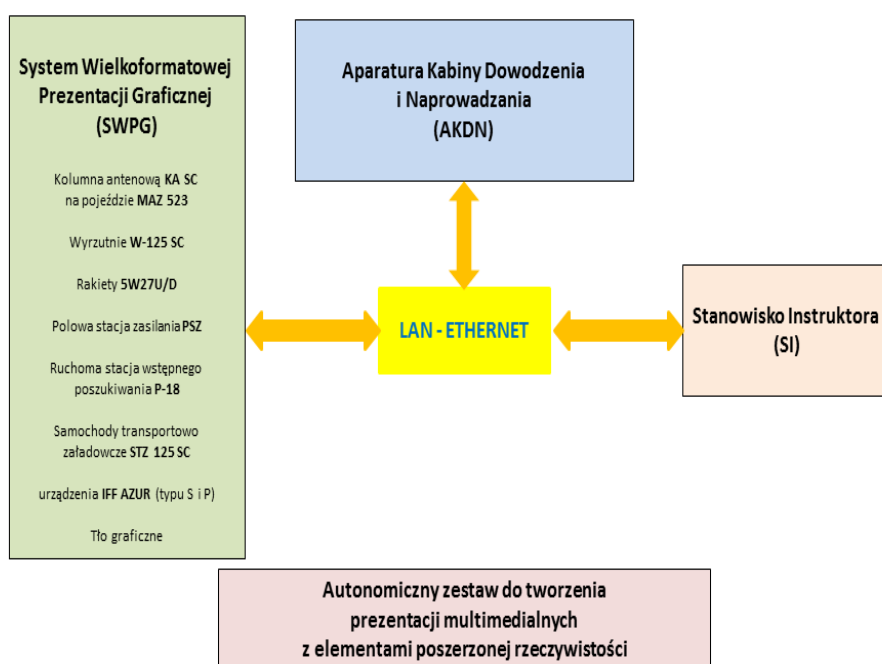
pracy w realnej Kabinie Dowodzenia i Naprowadzania pZR. Elementy wykonawcze (przyciski, przełączniki, pokręta, lampki itp.) dolnych i górnych pulpityw poszczególnych osób funkcyjnych będą wykonane w technologii wirtualnej, jako interaktywne obiekty 3D, prezentowane na monitorach z nakładkami dotykowymi (rys.4);

- System Wielkoformatowej Prezentacji Graficznej (SWPG), gdzie będą odwzorowane pozostałe elementy wchodzące w skład dywizjonu raketowego, w postaci interaktywnych obiektów 3D (rys. 4);
- Stanowisko Instruktora (SI), za pośrednictwem którego będzie się odbywać sterowanie pracą symulatora oraz przebiegiem realizowanych ćwiczeń;
- Autonomiczny zestaw do tworzenia prezentacji multimedialnych z elementami poszerzonej rzeczywistości.



Rys.4. Aparatura Kabiny Dowodzenia i Naprowadzania i System Wielkoformatowej Prezentacji Graficznej

Schemat blokowy Symulatora proceduralno – diagnostyczny przeciwlotniczego zestawu raketowego w technologii wirtualnej (Virtual Reality – VR) z elementami technologii poszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality – AR)



Rys.5. Schemat blokowy symulatora proceduralno – diagnostycznego

Funkcjonalność symulatora proceduralno-diagnostycznego umożliwiła prowadzenia szkolenia w trzech formach:

- Pokazu;
- Treningu:
 - z odpowiedziami od systemu;
 - bez odpowiedzi;
- Egzaminu z możliwością automatycznej oceny.

Szkolenie specjalistyczne prowadzone będzie w blokach tematycznych, które powinny umożliwić:

- Zapoznanie ze sprzętem zasadniczym dywizjonu raketowego;
- Zapoznanie z budową Stacji Naprowadzania Rakiet (SNR);
- Zapoznanie z przyrządami pomiarowymi występującymi w dywizjonie raketowym;
- Przeprowadzenie sprawdzeń i strojeń z wykorzystaniem wirtualnych przyrządów pomiarowych;
- Wykrywanie i usuwanie najczęściej występujących uszkodzeń;
- Szkolenie obsługi bojowych w trybie diagnostycznym.

Prowadzenie treningu na symulatorze będzie realizowane dwoma metodami:

- Statyczną – według przygotowanego wcześniej niezmiennego scenariusza;
- Quasi-Dynamiczną - według przygotowanego wcześniej scenariusza z możliwością jego dynamicznych zmian przez Instruktora; Symulator poprzez przyjęte rozwiązania techniczne i programowe zapewni możliwość:
 - Rejestracji prowadzonych treningów;
 - Odtwarzania zarejestrowanych treningów;
 - Zatrzymania i wznowienia prowadzonego treningu;
 - Archiwizacji zarejestrowanych treningów;
 - Wspomaganie oceniania przeprowadzonych egzaminów.

Symulator jest opracowany w oparciu o komercyjny sprzęt komputerowy działający w środowisku systemowym Windows 7 w lokalnej sieci ETHERNET. Włączanie i wyłączanie symulatora oraz diagnostyka On-Line funkcjonowania poszczególnych jego węzłów będzie realizowane ze Stanowiska Instruktora.

Symulator proceduralno-diagnostyczny jest realizowany w oparciu o przedstawiony na rysunku 5. schemat blokowy, na którym zaprezentowano podstawowe elementy i funkcje urządzenia.

PODSUMOWANIE

Przyjęta koncepcja symulatora proceduralno – diagnostycznego jest oparta o doświadczenie zespołu zajmującego się tą tematyką już od kilku lat. Szybki rozwój nowych technologii wykorzystujących coraz szybsze jednostki procesorowe pozwala rozwijać i wdrażać rozwiązania w sposób prawie natychmiastowy co z kolei przekłada się na zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji w tym akurat przypadku sprzętu bojowego.

Przedstawiony w artykule symulator proceduralno – diagnostyczny jest obecnie w fazie badań funkcjonalnych.

Symulator jest elementem projektu pt.: „Opracowanie i wykonanie symulatora proceduralno-diagnostycznego przeciwlotniczego zestawu raketowego w technologii wirtualnej (Virtual Reality - VR) z elementami poszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality - AR)”, nr O ROB 0050 03 001, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu nr 3/2012 na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa. Projekt realizowany jest przez konsorcjum, w skład którego wchodzi:

- Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (Warszawa) - lider konsorcjum
- Wojskowa Akademia Techniczna (Warszawa)
- Digitalia (Kraków)

Symulator został po raz pierwszy zaprezentowany na XXIII MSPO w Kielcach. Uzyskał wyróżnienie specjalne Ministra Obrony Narodowej. Po zakończeniu projektu symulator zostanie wdrożony w Centrum Szkolenia Sił Powietrznych w Koszalinie

BIBLIOGRAFIA

1. Mądrzycki P., Karczmarz D., Golański P.: "Usage of diagnostic simulator for ground engineering crew" 17th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems KES 2013, 09-11.09.2013 Kitakyushu, Japonia, Procedia Computer Science, Vol. 22, 2013, pages 395-400, ISSN: 1877-0509.
2. Perz-Osowska M., Mądrzycki P., Karczmarz D.: "Usage of virtual technology in training given to ground engineering crew" AIAA Aerospace Sciences - Flight Sciences and Information Systems Event - AIAA Modelling and Simulation Technologies (MST) Conference, 19-22.08.2013, Boston, USA, DOI: 10.2514/6.2013-5229.
3. Przemysław Mądrzycki, Dariusz Karczmarz, Andrzej Rypulak, Andrzej Komorek: The e-Learning and simulation-based techniques in the training given to the aviation engineering staff, e-Challenges 2011, 26-28 October 2011, Florence, Italy.
4. Mądrzycki Przemysław, Butlewski Krzysztof, Golański Piotr, Marchwicki Roman, Perz-Osowska Małgorzata, Puchalski Wojciech: Diagnostic simulator of the M-28 Aircraft for the Ground Engineering Crew in Virtual Technology – Polish Journal of Environmental Studies, Vol.20, No.5A, 2011.
5. Opracowanie zbiorowe "Opracowanie technologii tworzenia wirtualnego bytu obiektu technicznego w celu prowadzenia szkolenia i wirtualnej diagnostyki", BT ITWL 8056/50, ITWL, Warszawa 2014.

Air-defense system - procedural and diagnostic simulator in virtual and augmented reality technology – usage in training of users

The article presents the concept of a procedural and diagnostic simulator, which will image the NEWA SC air-defense missile system, its basic technical elements, occurring faults and their symptoms in a virtual way and will enable conducting of elements selected from the combat mode by a personnel in conditions of air situation simulation. The virtual reality simulator creates new quality in the process of acquiring knowledge and experience by its users, and at the same time, it is a tool that provides multiple development possibilities.

Autorzy:

mgr inż. **Dariusz Karczmarz** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
mgr inż. **Krzysztof Butlewski** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,

dr inż. **Przemysław Mądrzycki** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,

mgr inż. **Wojciech Puchalski** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,

mgr inż. **Marek Szczekala** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
ppłk mgr inż. **Marcin Zasada** - Zarząd Obrony Przeciwlotniczej i Przeciwraketowej DG RSZ RP

[1] Niniejszy artykuł został opracowany w ramach realizacji Projektu nr O ROB 0050 03 001, finansowanego przez NCBiR w ramach konkursu nr 3/2012 na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa