

NOWOCZESNA WIZJA PROCESU SZKOLENIA I DZIAŁAŃ SERWISOWYCH



1.0	Wstęp	04
2.0	Etapy szkolenia specjalistów wojskowych	05
2.1	Wstępny etap szkolenia	06
2.2	Szkolenie podstawowe	10
2.3	Szkolenie zaawansowane	14
2.4	Szkolenie z wykorzystaniem rzeczywistego/bojowego sprzętu	17
3.0	Podsumowanie	20
4.0	Literatura	21

Streszczenie.

Jednym z podstawowych obszarów realizowanych prac badawczo-rozwojowych w OBRUM były i są urządzenia szkolno – treningowe wspierające proces szkolenia. Ciągłe ulepszane technologie informatyczne w połączeniu z nowym spojrzeniem na metodykę szkolenia, umożliwiły opracowanie innowacyjnej wizji procesu szkolenia oferowanego klientowi. Wykorzystywane narzędzia bazują na najnowszych technologiach informatycznych z dziedziny multimedialnych (obraz, dźwięk, animacja, film), rzeczywistości wirtualnej, poszerzonej i „mieszanej” czy też zaawansowanej, trójwymiarowej grafiki komputerowej czasu rzeczywistego. W artykule opisano proponowane rozwiązania tworzące kompleksowy system szkolenia. Dla skomplikowanego sprzętu zaproponowano tryb szkolenia „krok po kroku” z obszarów użytkowania i serwisowania. Omówiono zakresy szkolenia indywidualnego oraz zespołowego (np. załogi pojazdu). W podsumowaniu odniesiono się do możliwości wykorzystania opracowanej metodyki i narzędzi zarówno dla klienta wojskowego, jak i cywilnego. Pokazano możliwości rozbudowy zaproponowanych w systemie etapów szkolenia o etapy dodatkowe lub nowe materiały szkoleniowe.

1.0 Wstęp

W ubiegłych latach na terenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. realizowano wiele projektów badawczo-rozwojowych obejmujących urządzenia szkolno-treningowe [1], [2]. Poszukiwane były rozwiązania mające na celu obniżenie kosztów szkoleń, zwłaszcza związanych z użytkowaniem nowoczesnego sprzętu wojskowego (czołg, wóz zabezpieczenia technicznego, stacja radiolokacyjna itd.) z zagwarantowaniem wysokiego poziomu przeszkolenia. Dostępne technologie pozwalały na konstruowanie trenażerów wykorzystujących oryginalne podzespoły wbudowane w uproszczone konstrukcje mechaniczne odzwierciedlające sprzęt rzeczywisty. Podczas dalszych prac powstały symulatory, np. BESKID - 3 [3], [4], w którym wykorzystano modele matematyczne dynamiki ruchu pojazdu i systemu kierowania ogniem, a także wirtualne bazy terenu. Wprowadzono również symulacje działania podzespołów z wykorzystaniem sterowników programowalnych. Podejmowane były także próby prowadzenia szkolenia na rzeczywistym sprzęcie poprzez zadawanie zakłócających sygnałów zewnętrznych do rzeczywistych, systemów mających na celu wywołanie niezbędnej reakcji załogi pojazdu lub obsługi użytkowanego sprzętu [5].

Postępujący w XXI wieku gwałtowny rozwój techniczny użytkowanego sprzętu w Wojsku Polskim oraz wprowadzenie służby zawodowej, wymusiły konieczność posiadania kadry o bardzo wysokim stopniu wyszkolenia z zakresu taktyki wykorzystania, obsługi i użytkowania, w tym serwisowania, a także ciągłego doskonalenia wyposażenia i sprzętu wojskowego.

W celu sprostania nowym wymaganiom w Ośrodku została w roku 2012 powołana samodzielna jednostka organizacyjna – Biuro Symulatorów, która powstała na bazie wcześniej funkcjonującej sekcji Symulatorów i Trenażerów [6]. Jednym z pierwszych zadań było opracowanie symulatora dla kołowego transportera opancerzonego KTO ROSOMAK. Początkowo było to pojedyncze stanowisko, rozbudowane następnie do struktury plutonu piechoty [7], [8], [9], [10].

Prowadzone w Ośrodku dalsze prace rozwojowe, częste kontakty z użytkownikami uzbrojenia, sprzętu i urządzeń wojskowych, konsultacje i rozmowy dotyczące trybu prowadzonych szkoleń pozwoliły na opracowanie elementów kompleksowego procesu szkolenia, który może zostać zbudowany w oparciu o materiały oraz systemy dostarczane przez OBRUM.

Proponowane przez Ośrodek komponenty procesu szkolenia, bazujące na urządzeniach szkolno-treningowych, systemach informatycznych oraz materiałach szkoleniowych pozwalają znacząco zwiększyć efektywność szkolenia, zmniejszyć jego koszty oraz zapewnić niezbędny rozwój kadry wojskowej. Główną zaletą proponowanego rozwiązania jest kompleksowe podejście do problematyki szkolenia, pozwalające na wykorzystanie systemów o różnicowanym stopniu odwzorowania, odmiennych zadaniach szkoleniowych, a także wykorzystujących nowoczesne technologie informatyczne.

Umożliwienie Siłom Zbrojnym RP realizowania kompleksowego szkolenia wojsk oraz umożliwienie dostarczania przez spółki Polskiej Grupy Zbrojeniowej S.A.(PGZ) pełnego pakietu wsparcia dla oferowanych produktów było i jest najważniejszym celem Biura Symulatorów OBRUM. Do realizacji tych zadań łączone są możliwości szerokiego wykorzystania technologii cywilnych i wojskowych, specjalistycznego oprogramowania oraz odpowiedniego zespołu specjalistów [11], [12], [13], [14], [23]. Proponowane etapy szkolenia, oparte o najnowsze technologie symulacji i wizualizacji pozwalają na dostarczenie klientowi rozwiązania, umożliwiającego efektywne i bezpieczne przygotowanie operatora, mechanika, kierowcy i dowódcy wozu do przyszłych działań bojowych.

Celem prezentowanego artykułu było przedstawienie koncepcji/wizji szkolenia specjalistów wojskowych w oparciu o urządzenia stanowiące pomoce szkoleniowe, które zostały opracowane w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urządzeń Mechanicznych OBRUM sp. z o.o.

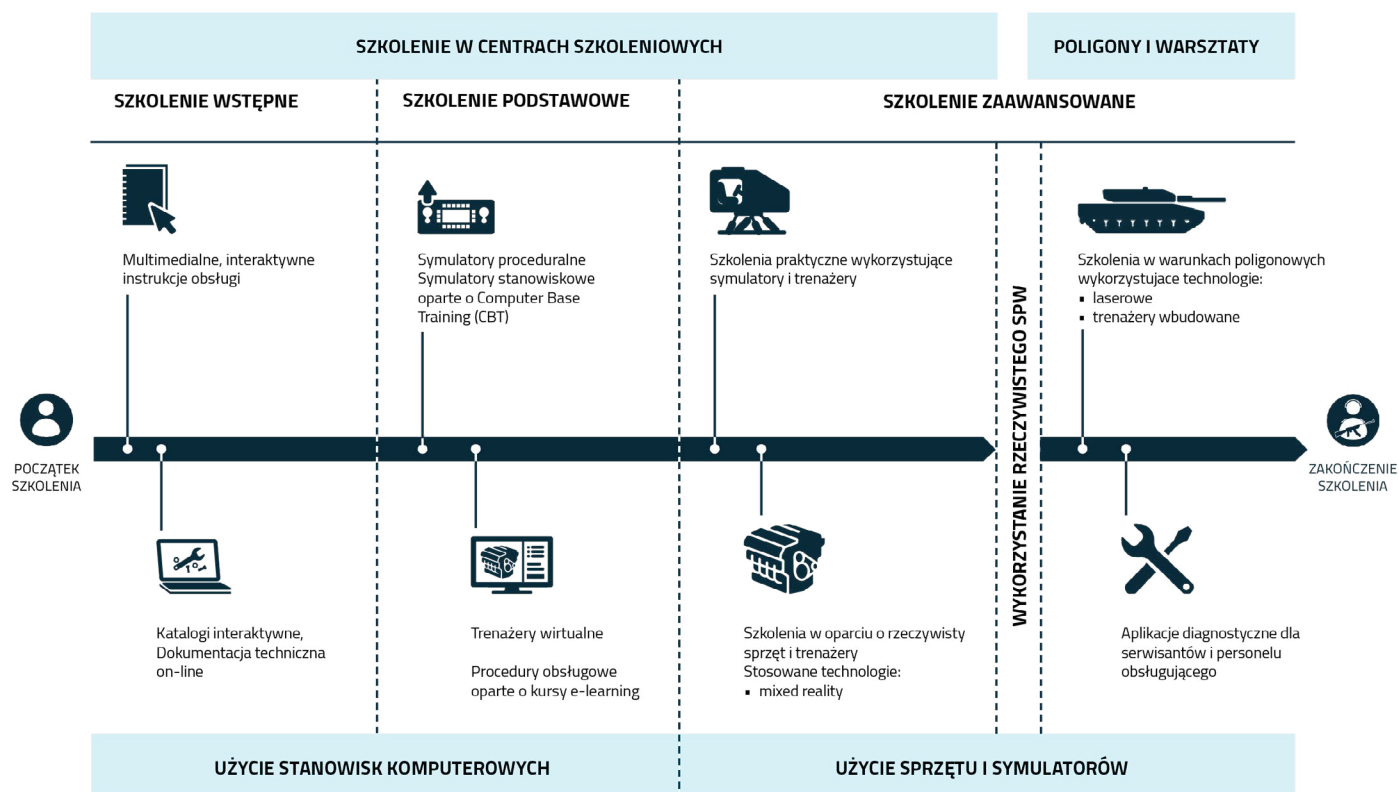
2.0 Etapy szkolenia specjalistów wojskowych

W ocenie Ośrodka, na potrzeby kompleksowego przygotowania żołnierza dowolnej specjalności niezbędne jest uzupełnianie ćwiczeń poligonowych o dodatkowe szkolenie z wykorzystaniem nowoczesnych systemów szkolno-treningowych, symulujących rzeczywiste działania. Metody takie stosuje się w wielu armiach jako obowiązkowy element szkolenia, niezbędny do poprawnego wykorzystania sprzętu wojskowego (SpW) podczas działań bojowych.

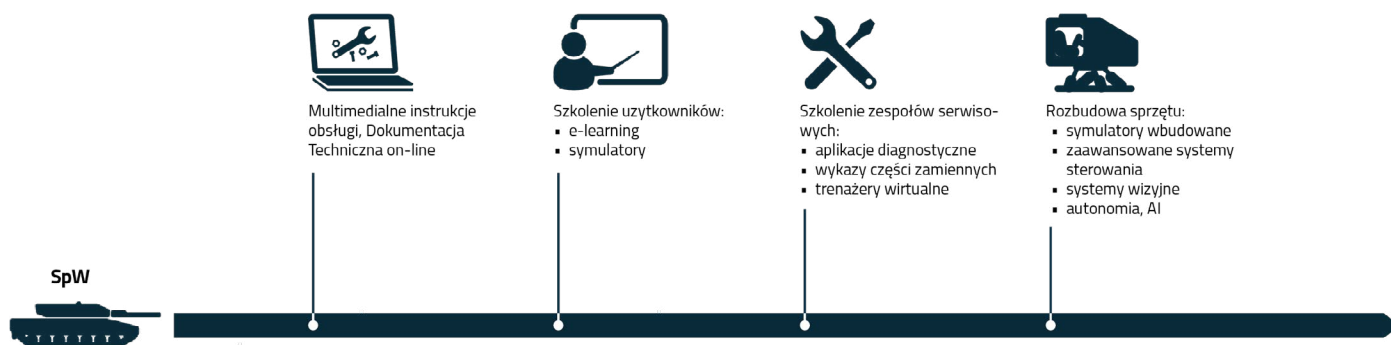
Bazując na nowoczesnych technologiach, Ośrodek proponuje kompleksowy system szkolenia dla Użytkowników i zespołów remontowych (specjalności takie jak: kierowca, działonowy, dowódca załogi lub mechanik pojazdów specjalnych (Rysunek 1)). Propozycja ta dotyczy szkolenia ogólnego dla żołnierzy-specjalistów oraz szkolenia dedykowanego dla konkretnego rodzaju sprzętu wojskowego (Rysunek 2).

Bez względu na poziom wcześniejszego przygotowania szkolonego, proponuje się aby w ramach pierwszego etapu szkolenia wykorzystywać materiały oparte o dokumentację interaktywną w postaci multimedialnych instrukcji użytkownika, interaktywnych katalogów części, czy też baz danych z dokumentacją w wersji elektronicznej (opartej o technologię WEB). W ramach tego etapu przeprowadza się szkolenie wstępne obejmujące zapoznanie się z przeznaczeniem, wyposażeniem, budową oraz najważniejszymi właściwościami SpW.

Po wstępnym etapie szkolenia, proponuje się kontynuację szkolenia w Jednostce Wojskowej (JW) realizowaną z wykorzystaniem symulatorów proceduralnych, bądź trenażerów wirtualnych (także w wersji e-learningowej). Symulatory proceduralne oraz trenażery wirtualne pozwalają na dokładne zapoznanie się z algorytmami obsługi oraz metodami wykorzystania sprzętu.



Rysunek 1 Etapy szkolenia i narzędzia szkoleniowe



Rysunek 2 Proces wdrożenia SpW w oparciu o nowoczesne technologie cyfrowe

2.1 Wstępny etap szkolenia

Etap wstępny ma za zadanie zorientować szkolonego w ogólnej budowie użytkowanego – eksploatowanego sprzętu. W trakcie szkolenia wykorzystywane są narzędzia typu:

- Multimedialna, interaktywna instrukcja obsługi;
- Interaktywna dokumentacja techniczna;

Instrukcja Użytkowania (IU), Obsługi Technicznego (IOT), Napraw (IN) czy Katalog Części Zamiennych (KCzZ) to nieodłączne elementy niemal każdej dostawy sprzętu – nie tylko wojskowego. Dokumenty te określają procedury i zasady wykonywania czynności niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego użytkowania UiSW. Użytkownik powinien się z nimi zapoznać jeszcze przed podjęciem jakichkolwiek działań związanych ze sprzętem. W kontekście szkolenia są więc pierwszym elementem spośród wszystkich materiałów dydaktycznych, z którymi ma styczność. Aby usprawnić ten wczesny etap „przygotowawczy”, niektórzy producenci sprzętu – zwłaszcza bardziej złożonego, decydują się na dostarczenie również instrukcji interaktywnych.

Czasz kilkusetstronicowych wydawnictw instrukcji papierowych załączanych do każdego zakupionego sprzętu, powoli dobiegają końca. W ich miejsce pojawiają się instrukcje multimedialne zapisane na elektronicznych nośnikach danych.

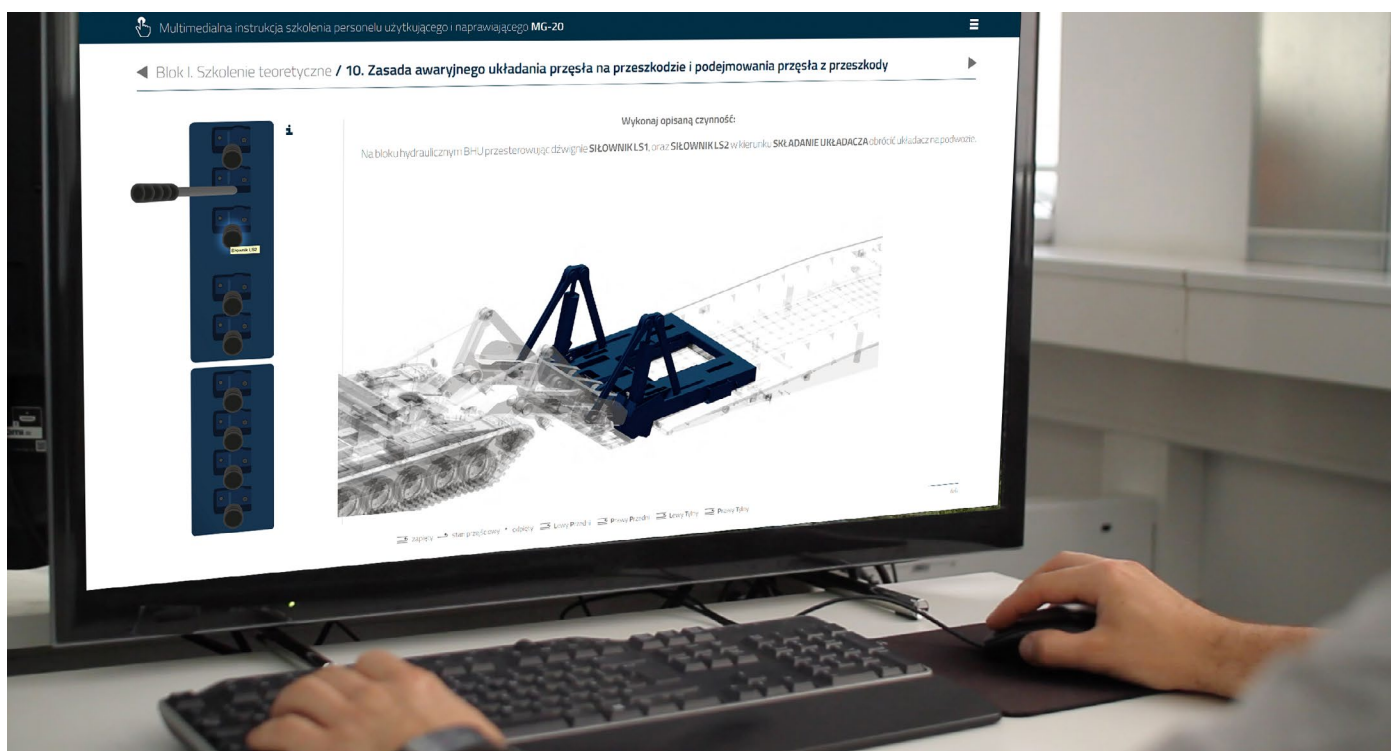
Jak twierdzi kierownik Cyklu Budowy i Eksploatacji w Centrum Szkolenia Logistyki w Grudziądzu – mjr Tomasz Smoła: *W obecnym okresie rozwoju techniki rola nauczyciela przedmiotów technicznych staje się coraz trudniejsza. Problem nie polega na samym przekazie treści, ale na przekazie ich szkolonemu w taki sposób, aby w pełni zrozumiał łatwiejsze i trudniejsze treści, oraz zainteresował się nimi, przez co samodzielnie będzie poszerzał wiedzę i wiedza ta nie będzie go zniechęcała. W dobie XXI wieku przekaz treści do słuchacza to głównie wzrok i kolory. Nauczając trudnych zagadnień technicznych, wykładowcy i instruktorzy stosują wybieg – pułapkę, zainteresowania przez dynamikę ruchu, swobodny i przestrzenny dostęp, oraz zbliżenie kształcenia wspomagane komputerowo do intuicyjnego przeglądania plików [16].*

W czasach gdy elektronika wypiera papier, a kolejnym pokoleniom zdecydowanie częściej towarzyszy urządzenie mobilne, połączone do sieci bezprzewodowej, aniżeli książka, czy czasopismo, koniecznym staje się stosowanie nowych rozwiązań organizacyjnych i dydaktycznych, również w obszarze szkolenia żołnierzy [16]. Wykorzystanie technik multimedialnych w procesie szkolenia wojska nie jest nowym zagadnieniem. Już w 1999 roku, kwestie unowocześnienia systemów szkoleniowych w zakresie tworzenia i obiegu instrukcji wydawały się istotne ze względu na planowaną współpracę z NATO, gdzie z powodzeniem funkcjonował już e-learning. Pozwalało to nie tylko na zapoznanie się ze sprzętem, jego modelem, złożonością, mechanizmem, poszczególnymi częściami, ale również dawało dostęp do materiałów dydaktycznych i zasobów bibliotecznych [16]. Uważano wówczas, że wysoki poziom winny posiadać nie tylko jednostki liniowe, lecz także służby remontowe i warsztaty/zakłady naprawcze. Ówczesny sprzęt wojskowy, także w wojskach inżynieryjnych, był

w pewnym stopniu nasycony elektroniką, optoelektroniką i jego obsługa wymagała specjalnie przeszkolonych żołnierzy. Skrócony czas trwania zasadniczej służby wojskowej w Wojsku Polskim, brak możliwości selekcji przy naborze oraz konieczność dobrego wyszkolenia żołnierza w zakresie podstawowym, stawiały przed kadrą nowe zadania [17]. W 2011 roku Minister Obrony Narodowej wydał, kluczową w tej sprawie, decyzję 349/MON o tytule „Instrukcja w sprawie określenia wymagań na dokumentację techniczną Uzbrojenia i Sprzętu Wojskowego” w której znalazł się zapis o instrukcji interaktywnej i wymogu jej dostarczania wraz z każdym wyrobem wdrażanym do Sił Zbrojnych RP. Według Inspektoratu Uzbrojenia, celem opracowania dokumentacji interaktywnej ma być ułatwienie użytkownikowi korzystania z dokumentacji technicznej (DT) złożonego uzbrojenia i sprzętu wojskowego (UiSW) w procesach szkolenia, użytkowania i utrzymania. Dokumentacja interaktywna powinna być odtwarzana na komputerze przenośnym (lub specjalizowanym urządzeniu) dostosowanym do pracy w środowisku, w którym dany element dokumentacji będzie potencjalnie wykorzystywany [decyzja MON Nr 349/MON]. Zawarta w tej decyzji definicja dokumentacji interaktywnej oraz wymagania dotyczące jej postaci są jednak lakoniczne i niejednoznaczne. Wymagają one:

- możliwości pracy na wielu oknach;
- możliwości stosowania opcji zoom;
- szybkiego wglądu w wybrane fragmenty dokumentacji;
- układu hierarchicznego (od ogółu do szczegółu / od szczegółu do ogółu);
- udostępnienia hiperłącza do stron internetowych producentów;
- wykorzystania multimediów – zdjęcia, grafiki, filmy, animacje.

W roku 2017 dostarczenie 10 sztuk mostów samochodowych MS-20 Dagleżja przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. do Sił Zbrojnych RP wiązało się z koniecznością spełnienia wyżej opisanych wymogów. Za wytworzenie instrukcji interaktywnej odpowiadało wówczas Biuro Symulatorów OBRUM. Ten sam zespół został również wyznaczony do wytworzenia multimedialnej instrukcji szkolenia, dla personelu użytkującego i naprawiającego pojazd gąsienicowe, na bazie stendu PT-91 wykorzystywanego w Centrum Szkolenia Logistyki w Grudziądzu. Na podstawie zebranych doświadczeń i po konsultacjach z klientem, opracowano interaktywne (Rysunek 3) materiały szkoleniowe, które nie tylko spełniły każdy z wymienionych wymogów, ale znacznie poszerzyły funkcjonalność aplikacji, usprawniając jej użytkowanie.



Rysunek 3 Przykładowy ekran interaktywnej instrukcji

Poniżej zaprezentowana jest lista funkcjonalności, które oprócz wymaganych w Decyzji Nr 349/MON, zdecydowano się wprowadzić do opracowanej interaktywnej instrukcji użytkownika:

- hiperłącza w tekście (do konkretnych fragmentów tekstu itp.) oraz dokumentów zewnętrznych;
- interaktywne odnośniki, przyciski, pola aktywne oraz schematy;
- interaktywne, kompletne procedury obsługowe do przeprowadzenia wewnątrz aplikacji;
- animacje oraz możliwość przeglądania modeli 3D;
- możliwość wprowadzenia haseł dostępu;
- grafiki wektorowe nadające się do wydruków wielkoformatowych;
- kompatybilność z aplikacjami Adobe oraz Autodesk;
- darmowa i ogólnodostępna platforma do przeglądania zawartości dokumentacji.

Oprócz opisów tekstowych, dostępnych w standardowych instrukcjach, zawierają one szereg materiałów multimedialnych obrazujących poszczególne kroki postępowania. Aplikacje pozwalają na tworzenie struktur informacji zawartych wewnątrz instrukcji, nadając znaczenie poszczególnym fragmentom tekstu – formując hiperłącza, akapity, nagłówki, listy – oraz osadzając w tekście dokumentu obiekty plikowe, np. multimedia. Hiperłącza usprawniają poruszanie się wśród zawartych informacji, które mogą odwoływać się do innego dokumentu, miejsca w danym dokumencie – rozdziału, opisywanego pojęcia, fotografii, schematu czy filmu lub aplikacji będącej częścią Kompleksowej Bazy Dydaktycznej – Trenażera Wirtualnego czy Bazy Wiedzy. Fotografie i schematy zawarte w aplikacji opatrzone są opisami w postaci interaktywnych odnośników. Pozwala to na szybkie lokalizowanie poszczególnych elementów obiektu poprzez jego wyeksponowanie (podświetlenie po kliknięciu). Materiały video oraz interaktywne animacje odwołujące się do fragmentów tekstu pomagają w zrozumieniu zasady działania, sposobu montażu czy naprawy, przedstawiając „krok po kroku” sposób przeprowadzania konkretnych etapów procedur. Graficzne (wektorowe) reprezentacje maszyn i urządzeń sterujących znajdujące się wewnątrz instrukcji złożone są z „pól aktywnych”, które po najejchaniu lub kliknięciu kursorem myszy wywołują różnego rodzaju interakcje zgodne ze specyfiką danego urządzenia. Funkcjonalność ta umożliwia nie tylko skuteczną absorpcję wiedzy, ale i jej weryfikację na wczesnym etapie szkolenia. Oprogramowanie nie pozwoli bowiem przejść do kolejnego kroku procedury, dopóki użytkownik nie wykona odpowiednich czynności (jak na przykład: kliknięcie we właściwy przycisk na graficznym odpowiedniku sterownika maszyny).

Szkolenie z wykorzystaniem instrukcji multimedialnych można zrealizować na:

- sali dydaktycznej (szkolenie prowadzi wykładowca);
- pojedynczym stanowisku komputerowym (praca własna);
- urządzeniu mobilnym lub komputerze przenośnym (praca własna);
- kilku stanowiskach pod nadzorem wykładowcy (praca w oparciu o lokalną sieć typu Intranet);
- wielu stanowiskach poprzez sieć rozległą np. Internet [15].

Równolegle do szkolenia opartego na dedykowanych Interaktywnych Instrukcjach Obsługi, zastosowanie powinna mieć klasyczna dokumentacja techniczna, ale dostarczona w postaci czysto elektronicznej, wliczając w to dostęp poprzez wewnętrzne rozległe sieci informatyczne np. MILNET. Dokumentacja techniczna w wersji elektronicznej (sieciowa, bądź „stand alone”) w celu przyspieszenia procesu przyswajania informacji dotyczących SpW, została opracowana jako aplikacja internetowa (ang. Web Application) o architekturze klient-serwer, w ramach której zawiera się usystematyzowany zbiór elementów. Celem nadrzędnym Dokumentacji Interaktywnych jest szybkie i sprawne poruszanie się użytkownika wśród różnych elementów DT oraz prezentowanie istotnych, przystępnie przedstawionych treści zawartych wewnątrz dokumentacji technicznej. Powyższe zostało osiągnięte poprzez zastosowanie zestawionych poniżej funkcjonalności:

- Wyszukiwarka służy do odnajdywania informacji według podanych przez użytkownika słów kluczowych lub wyrażen wśród zawartych treści oraz przenosi do miejsc, gdzie dane słowa kluczowe występują.
- Interaktywny spis treści ułatwia nawigację w ramach dokumentacji interaktywnej. Odsyła do konkretnej strony lub podstrony wewnątrz aplikacji poprzez kliknięcie w konkretny element hierarchicznie uporządkowanego spisu treści (drzewo katalogów - od ogółu do szczegółu).
- Hiperłącza w postaci oznaczonych słów to odnośniki (odsyłacze), znajdujące się wewnątrz tekstu, schematów,

rysunków. Uaktywnienie hiperłącza następuje poprzez kliknięcie lub najechanie kursorem na element, co powoduje uruchomienie podstrony i wyświetlenie docelowej informacji. Hiperłącza mogą odsyłać do miejsc wewnątrz aplikacji, innych dokumentów i plików np. pdf, doc., mp4 (tryb offline), ale i stron www producentów i instytucji wojska odpowiedzialnych za organizację systemu szkolenia, użytkowania i utrzymania UiSW (tryb online).

- Tagi to znak lub słowo kluczowe przypisane do określonego fragmentu informacji. Umożliwiają grupowanie wiadomości i wyszukiwanie komunikatów, w których zawarto dany tag.
- Logowanie – w ramach realizacji projektu możliwe jest zabezpieczenie aplikacji przed nieuprawnionym dostępem w postaci mechanizmów logowania. W takim wypadku wymagane będzie stworzenie kont użytkowników.
- Część elementów DT może być prezentowana w ramach Dokumentacji Interaktywnej w formie graficznej. Możliwe jest wykorzystanie również w dokumentacji interaktywnej materiałów graficznych z uzupełnieniem o interaktywne odnośniki (hiperłącza).
- Wybrane schematy, rysunki i opisywane czynności wewnątrz Dokumentacji Interaktywnej mogą być zaprezentowane w formie animacji i filmów w zależności od przekazanych przez WZL materiałów wsadowych.
- Aplikacja Dokumentacji Interaktywnej umożliwia pracę na wielu otwartych oknach i zakładkach / kartach jednocześnie.
- Opcja „zoom” pozwala użytkownikowi powiększać lub pomniejszać widok prezentowanych treści.
- Wybrane treści mogą być zwizualizowane w Dokumentacji Interaktywnej w postaci obiektów trójwymiarowych, których eksploracja polega na obracaniu obiektu (orbita) i jego przybliżaniu / oddalaniu. Obiekty 3D prezentowane są w sposób uproszczony i pozbawiony tekstur odpowiedzialnych za odwzorowanie kolorystyki oraz faktur materiałów.
- Aplikacja posiada możliwość wydruku materiałów zawartych w Dokumentacji Interaktywnej.
- Interfejs zaprojektowany zgodnie z najlepszymi praktykami, tak by był on prosty i intuicyjny.

Kompletny system wsparcia wykorzystania, obsługiwanie oraz wykonywania napraw, którego elementem są interaktywne instrukcje multimedialne przekłada się bezpośrednio na:

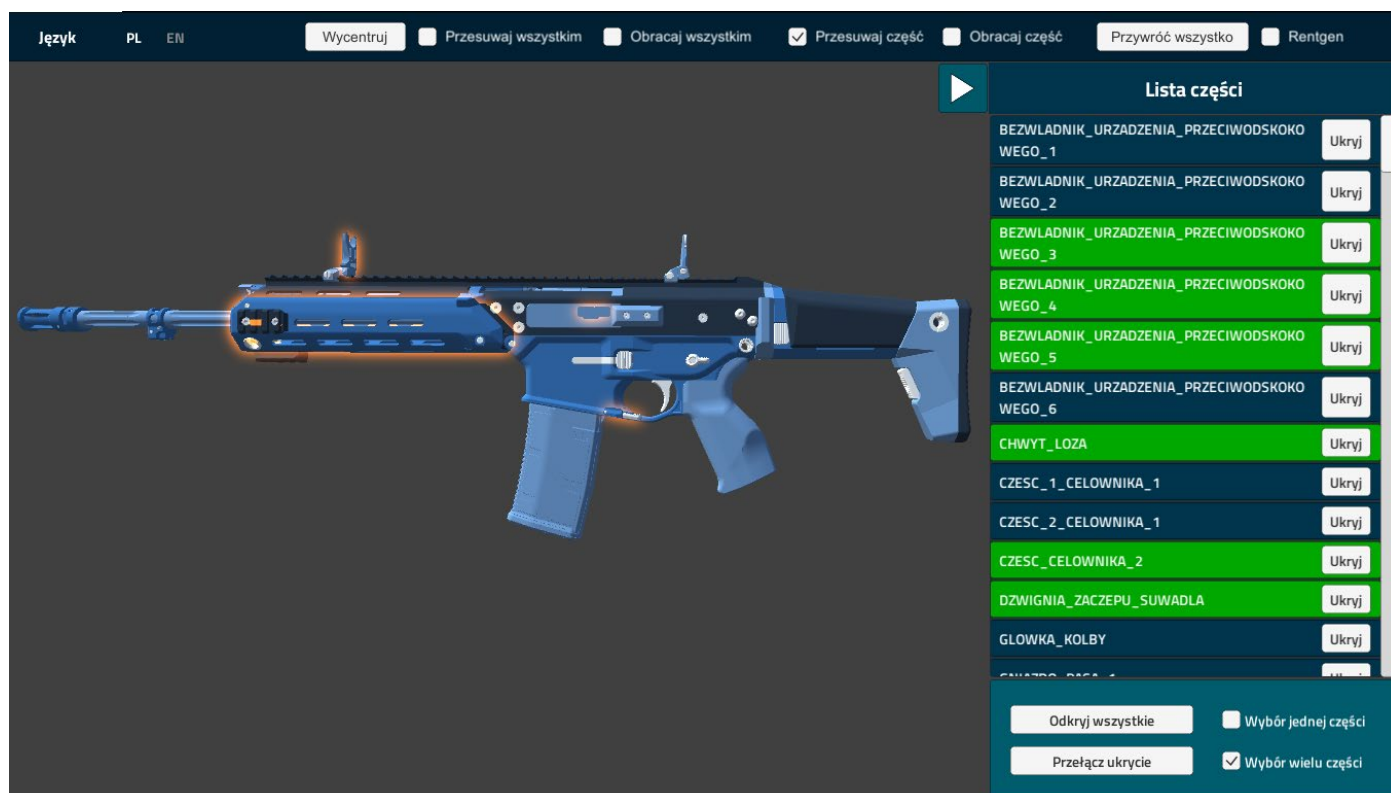
- redukcję kosztów wykorzystania SpW przez Siły Zbrojne RP;
- redukcję kosztów realizowanych szkoleń oraz przygotowania niezbędnych materiałów szkoleniowych;
- przyspieszony transfer wiedzy dla nowych członków zespołów wsparcia i wykorzystania SpW w strukturach SZ RP – szkolenie w ramach SZ RP oraz szkolenie realizowane przez dostawcę;
- zwiększenie bezawaryjności – zmniejszenie kosztów utrzymania sprzętu „w linii” przez dostawcę;
- spełnienie warunków formalnych obowiązujących w Decyzji nr 349/MON.

Opracowane technologie umożliwiają dostawę następujących elementów kompleksowej dokumentacji technicznej opisanej w dokumencie [18]:

- Instrukcji Użytkowania (IU);
- Instrukcji Obsługi Technicznego (IOT);
- Instrukcji Napraw (IN);
- Katalogu Części Zamiennych (KCzZ);
- Katalogu Narzędzi specjalnych (KNS).

Najbardziej zaawansowaną formą wdrożenia interaktywnych form dokumentacji, jest opracowanie Interaktywnych Katalogów Części. Rozwiązanie to opiera się o zaawansowane modele przestrzenne, powiązane z kompleksową bazą danych przechowującą informacje w zakresie numerów zamówieniowych, numerów JIM, danych kontaktowych do producenta/dostawcy itp.. Interaktywne katalogi części pozwalają użytkownikowi na zapoznanie się z budową urządzenia, za pomocą intuicyjnego interfejsu i następujących funkcjonalności:

- Lista podzespołów urządzenia dostępna w postaci struktury „drzewa” – podział na zespoły/podzespoły/detale;
- Dwukierunkowe hiperłącza pomiędzy listą części a graficzną prezentacją;
- Możliwość wykonywania operacji na modelach 3D – obrót, przybliżenie, podświetlenie;
- Możliwość wyświetlenia/wyróżnienia określonych elementów;



Rysunek 4 Zrzut ekranu z IKCz

2.2 Szkolenie podstawowe

W trakcie etapu Szkolenia Podstawowego szkolony rozwija swoją wiedzę i umiejętności w zakresie wybranej specjalności, a przekazywana wiedza „ogranicza się” do obszarów związanych ściśle z elementami obsługi i użytkowania SpW. W trakcie szkolenia wykorzystywane są narzędzia typu:

- Trener wirtualny;
- Symulator proceduralny;

Trener wirtualny [22]

Podstawowym elementem trenera wirtualnego są wiernie odwzorowane, trójwymiarowe modele części, maszyn i urządzeń. Operacje na modelach przestrzennych stanowią główną funkcjonalność oprogramowania. Użytkownik ma możliwość przeprowadzania złożonych interakcji na wirtualnym urządzeniu lub maszynie. Głównym założeniem szkoleń, prowadzonych z wykorzystaniem trenerów wirtualnych jest zaznajomienie kursanta ze specyfiką obsługi, diagnostyki oraz napraw sprzętu, jeszcze przed pierwszym zetknięciem z obiektem rzeczywistym. Wdrożenie trenerów wirtualnych do procesu szkolenia służy między innymi:

- zwiększeniu bezpieczeństwa wykonywanych czynności obsługowych i napraw;
- zwiększeniu efektywności szkolenia przy równoczesnym zmniejszeniu kosztów;
- przeprowadzaniu szkolenia wstępnego lub przypominającego bez dostępu do oryginalnych podzespołów;
- zwiększeniu niezawodności poprawnie obsługiwanych i naprawianych urządzeń;
- zwiększeniu atrakcyjności i przyswajalności prowadzonego szkolenia [20].

Geometria przestrzenna modeli wykorzystywanych w trenerach wirtualnych jest odwzorowywana na poziomie szczegółowości umożliwiającym zapoznanie z budową i podstawowymi funkcjonalnościami. Technika wyświetlania opiera się na modelach reprezentowanych powierzchniowo (siatka wielokątów) i zapewnia odpowiednią jakość reprezentacji geometrii.

Modele przestrzenne (podzielone na pojedyncze części, takie jak np. śruby, nakrętki, przełączniki itp.) w połączeniu z intuicyjnym interfejsem, pozwalają na przeprowadzenie szeregu szkoleń obejmujących m.in.:

- wyjmowanie i wymianę podzespołów;
- przesuwanie, obracanie, podświetlenie i ukrywanie/pojawianie części;
- wyświetlanie w różnych trybach widoku: kontekstowym, szkieletowym, x-ray;
- wykonywanie przekrojów;
- tworzenie objaśnień.

Opracowane przez OBRUM trenażery wirtualne 3D, wdrożone do użytku w Centrum Szkolenia Logistyki w Grudziądzu, umożliwiają:

- naukę budowy poszczególnych zespołów, podzespołów oraz części;
- zapoznanie z procedurami demontażu oraz montażu, rozkładania i składania poszczególnych zespołów, podzespołów oraz części;
- zapoznanie z zasadami działania poszczególnych układów;
- zapoznanie z zasadami bezpieczeństwa obsługi;
- zapoznanie się z zestawem wykorzystywanych narzędzi oraz urządzeń pomiarowych;
- trening nabytych umiejętności w postaci samodzielnego wykonywania procedur na wirtualnym modelu;
- weryfikację posiadanych umiejętności oraz wiedzy;
- przeszukiwanie bazy części po unikalnej nazwie lub numerze identyfikacyjnym;
- dokonanie obiektywnej oceny umiejętności i wiedzy kursanta oraz udokumentowanie tej oceny w sposób zautomatyzowany.

Przeglądarka wirtualnego trenażera 3D umożliwia pracę w kilku trybach: tryb przeglądania, tryb szkolenia, tryb praktyki oraz tryb testu (weryfikacji). W trybie przeglądania osoby szkolone mają możliwość zapoznania się ze strukturą zespołów, podzespołów oraz części. Poszczególne zespoły lub podzespoły mogą być rozkładane do poziomu pojedynczych części. Takie rozwiązanie umożliwia szczegółowe zapoznanie się z budową danego sprzętu, stosowanym nazewnictwem, a także daje możliwość służbom utrzymania ruchu na znajdowanie części zamiennych wg numerów zgodnych z Jednolitym Indekssem Materiałowym (JIM) identyfikującym wyrób lub usługę w resorcie obrony narodowej w systemie informatycznym [19]. Drugim trybem jest tryb szkolenia oparty na animacjach 3D, w którym użytkownik zapoznaje się z poszczególnymi procedurami obsługi i naprawy zaimplementowanego w trenażerze sprzętu wojskowego. Kolejnym trybem pracy jest tryb praktyki, w którym każdy krok procedury wykonywany jest przez użytkownika. Daną operację montażu lub demontażu użytkownik przeprowadza samodzielnie. Otrzymuje wskazówki, w jaki sposób dany krok procedury należy wykonać, a także na co należy zwrócić uwagę. Ostatnim trybem pracy modułu przeglądarki jest tryb weryfikacji (testu), w którym użytkownicy otrzymują polecenia dotyczące wykonywania określonych procedur. Każdą z nich muszą wykonać samodzielnie, tym razem już bez podpowiedzi ze strony trenażera. Pojawiają się również pytania w postaci testów jednokrotnego i wielokrotnego wyboru. Wyniki testów, jak i reszty poleceń praktycznych mogą być monitorowane za pośrednictwem dostosowanego systemu zarządzania nauką SCORM [20]. Typowe dane weryfikacyjne mogą zawierać informacje dotyczące liczby podejmowanych prób oraz czasu spędzonego nad całym zadaniem, jak i poszczególnym krokiem procedury [20].

Moduł instruktorski (deweloperski) trenażerów wirtualnych posiada wbudowany edytor kursów i procedur. Instruktorzy (eksperti merytoryczni – SubjectMatterExpert) mają możliwość modyfikacji istniejących oraz tworzenia i dodawania nowych scenariuszy kursów szkoleniowych, bazujących na dostarczonych przestrzennych modelach obiektów poprzez wykorzystanie dedykowanych modułów aplikacji. Eksperti merytoryczni mogą wprowadzać zmiany w procedurach serwisowych i naprawczych oraz zdalnie prowadzić szkolenie z wykorzystaniem platformy e-learningowej wykorzystywanej w MON.

Nauka z wykorzystaniem trenażerów wirtualnych oparta jest o praktyczne działania, co pozwala osiągać cele szkoleniowe szybciej niż przy użyciu innych metod. Dzięki atrakcyjnej i zróżnicowanej formie przedstawiania oraz weryfikowania wiedzy kursantów, przyswajalność materiału niewątpliwie wzrasta. Wnioski można wysunąć na podstawie kilku wdrożeń w Centrum Szkolenia Logistyki (CSL) w Grudziądzu. Zrealizowane projekty obejmowały wówczas wykonanie trenażera wirtualne-

go 3D armaty MK-44 Bushmaster oraz silnika pojazdu Jelcz 0442.32, [21].

Wszystko wskazuje na to, że wkrótce w wirtualnym świecie będą pracowali zarówno planiści, jak i wykonawcy (mechanicy, elektro-mechanicy czy magazynierzy), co pozwoli na zminimalizowanie pomyłek podczas wykonywania prac przy sprzęcie – tak twierdzi kierownik Cyklu Budowy i Eksploatacji w Centrum Szkolenia Logistyki w Grudziądzu – mjr Tomasz Smoła [21], [24].



Rysunek 5 Trenażer wirtualny - wersja dla karabinka MSBS GROT

Symulator proceduralny

Symulatory proceduralne są urządzeniami szkolno-treningowymi opartymi o technologie rzeczywistości wirtualnej. Użytkownik prowadzi działania w środowisku wirtualnym z wykorzystaniem oprzyrządowania opartego o standardowe urządzenia interfejsu komputerowego, takie jak klawiatura, mysz czy ekran dotykowy. Dodatkową opcją zwiększającą realizm szkolenia jest możliwość podpięcia rzeczywistych elementów interfejsu człowiek-maszyna (np. pulpity obsługowe, sterownice czy panele przycisków). Symulatory proceduralne stanowią ważny element proponowanego przez OBRUM sp. z o.o. cyklu szkoleniowego, ze względu na fakt, iż łączą wstępny etap szkolenia z zaawansowanym szkoleniem obsługowym realizowanym przy użyciu kompleksowych symulatorów. Dla niektórych typów urządzeń i sprzętu wojskowego, których obsługa i użytkowanie polega na wykonywaniu dokładnie zdefiniowanych kroków, opisanych w formie np. procedur, tworzenie zaawansowanych systemów symulacji, wykorzystujących skomplikowane odwzorowanie przestrzeni obsługowych, staje się całkowicie nieopłacalne w stosunku do otrzymywanych dodatkowych efektów szkolenia. Dobrym przykładem wyżej opisanych urządzeń są produkowane przez OBRUM sp. z o.o. mosty samochodowe MS-20 (Daglezja). Dla tych wyrobów Biuro Symulatorów opracowało urządzenie szkolno-treningowe SMS-20 (Rysunek 6). Jest to symulator proceduralny, dedykowany do szkolenia z zakresu procedur układania i podejmowania przęsła mostu w różnych warunkach otoczenia (pogodowych, pory dnia, typ terenu/gruntu) i trybach pracy (automatyczny, ręczny, awaryjny). Urządzenie – symulator SMS-20 pozwala na przeprowadzenie kompletnego szkolenia z zakresu wykorzystania mostu samochodowego. Zaimplementowane oprogramowanie pozwala na odtworzenie wszystkich elementów/kroków procedur, a ponadto w momentach kluczowych ze względu na bezpieczeństwo obsługi, system udziela użytkownikowi dodatkowych wskazówek w postaci animacji komputerowych czy komunikatów testowych. W celu zwiększenia skuteczności szkolenia, a także szybkiego wdrożenia symulatora do użytku w miejscach stacjonowania/użytkowania mostu samochodowego, w trakcie

prac projektowych wykorzystano uwagi użytkownika końcowego i zamawiającego.



Rysunek 6 Symulator SMS-20 podczas pracy

Symulatory proceduralne opracowywane w OBRUM sp. z o.o. dostarczane są do użytkownika w formie mobilnych zestawów szkoleniowych, opartych o:

- komputery typu laptop;
- komplet okablowania;
- nisko gabarytowy projektor;
- konwerter sygnałów do wpięcia oryginalnych sterownic/pulpitów;
- dedykowaną obudowę.

Dostarczane zestawy pozwalają na prowadzenie szkolenia w praktycznie dowolnym miejscu, a system symulacji można przygotować do pracy w ciągu kilku minut. Jeżeli do celów szkolenia będziemy mogli skorzystać z oryginalnych pulpitu sterujących, system automatycznie wykryje podpięcie urządzenia, po czym szkolony do realizacji kroków związanych z zadawaniem sygnałów sterujących, będzie mógł wykorzystywać wynośny pulpit sterowania.

Podstawowym zadaniem symulatorów proceduralnych jest uproszczenie przyswajania wiedzy z zakresu obsługi urządzeń, przy jednoczesnym zwiększeniu skuteczności szkolenia. Zadanie to realizowane jest dzięki odwzorowaniu sposobu obsługi symulowanego urządzenia, z maksymalnie dużą dokładnością. Dodatkowym atutem symulatorów proceduralnych jest jakość zastosowanego oprogramowania renderującego (Image Generator). Podczas operowania w świecie wirtualnym szkolony obserwuje i wykonuje wszystkie czynności z wykorzystaniem perspektywy takiej jak w rzeczywistości. Jedynymi wyjątkami są sytuacje, gdzie ze względu na bezpieczeństwo użytkownika symulowanego urządzenia i dostarczenia dodatkowej wiedzy, system symulacji pokazuje elementy normalnie niewidoczne dla operatora. Symulatory proceduralne

wyróżnia także fakt, iż standardowo umożliwiają pracę w dwóch trybach szkolenia:

- tryb nauki/praktyki,
- tryb egzaminacyjny.

Podczas pracy w trybie nauki, szkolony wykorzystuje dokładnie te same elementy wyposażenia symulatora co w trybie egzaminacyjnym, ale dodatkowo system prowadzi szkolonego przez kolejne kroki procedury poprzez szereg podpowieści i objaśnień. Oprogramowanie w trybie nauki dostarcza szkolonemu informacje w postaci szczegółowych komunikatów tekstowych i animacji komputerowych, uruchamianych na poszczególnych elementach symulowanego pojazdu. Operator może przeprowadzić interakcję tylko na wybranych elementach wyposażenia, dodatkowo system podpowiada, które komponenty należy użyć w danym kroku procedury. W trybie egzaminacyjnym liczba komunikatów tekstowych ogranicza się jedynie do przekazania szkolonemu uproszczonej listy czynności do przeprowadzenia. Wszystkie elementy symulowanego urządzenia wykorzystywane w trakcie danej procedury obsługowej, są „aktywne”. Oznacza to, iż operator może wykonać na nich czynności/interakcję, a wbudowane oprogramowanie ocenia, czy podejmowane przez szkolonego czynności zgadzają się z procedurą. Po wyznaczonym czasie bądź zakończeniu szkolenia, system automatycznie generuje arkusz oceny. Dzięki zastosowaniu takich rozwiązań symulatory proceduralne mogą służyć do ciągłego podnoszenia swoich umiejętności z zakresu obsługi urządzeń, a także podtrzymywania wiedzy. Do prowadzenia szkolenia nie jest wymagana obecność instruktora.

2.3 Szkolenie zaawansowane

Ze względu na mnogość definicji i interpretacji nazw: symulator oraz trenażer, na potrzeby artykułu przyjęto następujące definicje:

- Trenażer – urządzenie służące do nauki budowy i czynności obsługowych (w zakresie manipulowania czy prowadzenia napraw bądź obsługi bieżących), zbudowane w oparciu o elementy zabudowy rzeczywistego obiektu, bądź zabudowy maksymalnie przypominającej rzeczywisty obiekt.
- Symulator – urządzenie, oprogramowanie lub system służący do nauki budowy i wykorzystania sprzętu (np. w zakresie obsługi przedziału kierowcy) przy wykorzystaniu oprogramowania i zabudowy mechanicznej. W przypadku symulatorów przeznaczonych do szkolenia załóg, zabudowa maksymalnie przypominająca rzeczywisty obiekt (w wyznaczonym zakresie obsługowym, np. brak niektórych elementów wyposażenia niewymaganych do realizacji zadań szkoleniowych). Symulatory, w przeciwieństwie do trenażerów, wykorzystują elementy oprogramowania, pozwalające na znacznie głębszą interakcję szkolonego z UST, a także wizualizację środowiska działań.

Podczas tego etapu odbywa się szkolenie praktyczne z wykorzystaniem trenażerów i/lub symulatorów. W zależności od potrzeb zrealizowane mogą być różne formy szkolenia:

- szkolenia pojedynczego użytkownika;
- szkolenie załogi-zespołowe;
- szkolenie personelu obsługującego i naprawczego.

Szkolenie praktyczne wykorzystujące trenażery i symulatory

Użytkownicy oraz personel serwisowy, po zakończeniu pierwszego etapu szkolenia, kontynuują cykl szkolenia przy wykorzystaniu urządzeń szkolno-treningowych (UST) odwzorowujących fizyczną zabudowę sprzętu (topologię rozmieszczenia w przestrzeni). Urządzeniami pomocniczymi, przeznaczonymi do tego typu treningu są symulatory i trenażery. Podstawową cechą UST jest bardzo wysoka dokładność odwzorowania zabudowy urządzenia. W odróżnieniu od symulatorów proceduralnych czy trenażerów wirtualnych, w przypadku klasycznych symulatorów i trenażerów szkolenie opiera się o obcowanie z realnym sprzętem.

Trenażery i symulatory mogą być wykorzystywane do prowadzenia szkoleń zarówno z zakresu obsługi jak i z budowy

sprzętu wojskowego (SpW). Jednakże w związku z rozwojem technologii, a także ze wzrostem skomplikowania samych urządzeń i sprzętu wojskowego, produkowanie systemów szkolno-treningowych łączących możliwości prowadzenia bardzo szerokiego spektrum szkoleń, obejmujących takie obszary jak: budowa, obsługa, naprawy, wymiany podzespołów itp. staje się nieuzasadnione ekonomicznie. Ze względu na swoją budowę trenażery znajdują zastosowanie w szkoleniach z zakresu napraw, serwisu i bieżących obsług, natomiast symulatory znajdują coraz szersze zastosowanie w szkoleniu załóg pojazdów oraz innych urządzeń i sprzętu wojskowego. Opisane zastosowania przekładają się bezpośrednio na charakterystykę konstrukcji zarówno trenażerów, jak i symulatorów. W konstrukcji symulatorów coraz częściej odchodzi się od stosowania oryginalnych komponentów, urządzeń i kompletnych podzespołów, na rzecz wykorzystania imitatorów o identycznych gabarytach i funkcjonalnościach, ale skonstruowanych w oparciu o znacznie prostsze i tańsze podzespoły. Natomiast trenażery w dalszym ciągu opierają się o oryginalne (czasami nawet „bojowe”) podzespoły, które zostają zabudowane w specjalnie opracowanych konstrukcjach nośnych, dostosowujących oryginalną zabudowę do wymagań szkoleniowych. Wyjątek od opisywanych reguł stanowią symulatory wbudowane, które szczegółowo opisano w rozdziale 6 artykułu.

Obsługa urządzeń – od pojedynczego stanowiska do plutonu załóg

Korzystając z szerokiego pola doświadczeń OBRUM sp. z o.o., pozyskanego podczas zrealizowanych wdrożeń, pracownicy Ośrodka, a w szczególności Biura Symulatorów są w stanie opracowywać dedykowane urządzenia oraz systemy szkolno-treningowe. W dotychczasowych zastosowaniach symulatorów oraz trenażerów, kluczowym obszarem było szkolenie stanowiskowe, rzadziej szkolenia typu FMS (Full Mission Simulator) obejmujące kilku członków załogi. Najczęściej spotykanymi symulatorami są urządzenia, które można w najlepszy sposób określić przymiotnikiem „zadaniowe”. Są to urządzenia szkolno-treningowe (UST) przeznaczone do szkolenia ściśle określonych czynności, najczęściej także w znacznie ograniczonym zakresie parametrów symulacji (np. ograniczenia typu podkładu mapowego, generowanych sił przeciwnika itp.). Przykładem takich urządzeń są symulatory strzelań czy symulatory jazdy. Osobną grupę stanowią, niegdyś bardzo popularne, UST stanowiące pośredni element pomiędzy trenażerami a symulatorami. Są to urządzenia przeznaczone do nauki rozmieszczenia i sposobu działania interfejsów człowiek – maszyna, zabudowanych w uzbrojeniu i sprzęcie wojskowym (UiSW). Cechują się one wysoką jakością odwzorowania przestrzeni pracy, a dodatkowo elementy interfejsu człowiek – maszyna wyposażone są w podzespoły sterujące (np. przełączniki, kontrolki, manipulatory). Nadrzędne urządzenie sterujące pozwala na odczyt stanów przełączników, jak i sterowanie stanem poszczególnych lamp sygnalizacyjnych. Niektóre urządzenia tego typu pozwalają na ćwiczenie prostych algorytmów obsługowych (np. uruchomienie silnika, włączenie zespołu celownika itp.), dzięki oprogramowaniu wbudowanemu w stanowisko instruktora/operatora ćwiczenia.

Opracowywane w OBRUM symulatory cechują się takimi parametrami oprogramowania, a także zabudowy mechanicznej, aby umożliwiać prowadzenie szkoleń przy wykorzystaniu jednego typu urządzenia szkolno-treningowego, na co najmniej kilku szczeblach i poziomach trudności. Przykładem takich rozwiązań są symulatory SJCL-6P – symulator jazdy dla kierowców czołgów Leopard 2A4, SK1-Pluton – kompleksowy symulator strzelań dla plutonu załóg KTO Rosomak oraz BESKID 2M/K (Rysunek 7) w wersji zmodernizowanej (prace przeprowadzone wspólnie z Wojskowym Centralnym Biurem Konstrukcyjno-Technologicznym).

Symulator BESKID 2M/K, mimo iż początkowo służył jedynie nauce prowadzenia ognia z czołgu T-72, po modernizacji znacznie poszerzył swoje możliwości szkoleniowe. Wytyczne i założenia modernizacyjne zostały opracowane między innymi przez pracowników Akademii Wojsk Lądowych z Wrocławia. Działanie takie wpisuje się w aktualnie stosowaną metodę prowadzenia analiz i pozyskiwania wymagań dla systemów szkolno-treningowych, wykorzystywaną w OBRUM sp. z o.o. Opieranie się na doświadczeniu i uwagach pracowników centrów szkoleniowych i uczelni wojskowych pozwala na opracowanie UST wpisujących się w realne potrzeby szkoleniowe MON. Poszczególne moduły kompleksowych symulatorów mogą być z powodzeniem wykorzystane do szkolenia indywidualnego (np. szkolenie kierowców czy działonowych czołgów²). Funkcjonalność ta została osiągnięta poprzez dobrą jakość odwzorowania (integracja wszystkich kluczowych interfejsów obsługowych SpW), a także wbudowaniu w oprogramowanie symulatora większości algorytmów sterujących. Rozszerzeniem tej metody projektowania symulatorów jest system szkoleniowych SK1-Pluton. Podstawowymi elementami SK1-Pluton są trzy typy modułów: kierowcy, wieżowy oraz stanowisko instruktora. W standardowej konfiguracji system składa się z 9 modułów (4 moduły kierowcy, 4 moduły wieżowe, 1 stanowisko instruktora), co pozwala na szkolenie plutonu załóg KTO Rosomak. Ponadto do ww. symulatorów można podłączać dodatkowe stanowiska typu CBT (Computer Base Trening). CBT pozwala na zaangażowanie w szkolenie dodatkowych osób (np. dowódca plutonu, drużyna piechoty itp.). Zarówno konstrukcja symulatorów jak i architektura ich oprogramowania pozwalają na to, aby poszczególne stanowiska były



Rysunek 7 Symulator BESKID 2M/K

uruchomione w trybie szkolenia indywidualnego, bądź w trybie scenariusza sieciowego wykorzystującego niepełną konfigurację sprzętową (np. mniej niż 4 zestawy modułów w symulatorze SK1-Pluton), bądź zastąpienie działania niektórych członków załogi przez obiekty kontrolowane przez oprogramowanie symulacji (np. pojazdy mogą być prowadzone przez „graczy komputerowych”). Zarówno symulatory BESKID 2 M/K, SJCL-6P, jak i SK1-Pluton opierają się o nowoczesne oprogramowanie symulacji, pozwalające na swobodne definiowanie scenariuszy i wariantów ćwiczenia, a także zapewniające dostęp do obszernej bazy danych obiektów symulacji czy podkładów mapowych (kilkanaście map w tym te odwzorowujące poligony na terenie Polski, a także kilkanaście tysięcy obiektów symulacji w tym ponad 200 odwzorowujących sprzęt wykorzystywany w MON). Dodatkowo symulatory te mogą zostać połączone w ramach wspólnych scenariuszy ćwiczeń (pod warunkiem działania we wspólnej sieci), a także zostać szybko dostosowane do wpięcia w zewnętrzne systemy symulacji (wbudowana obsługa protokołów sieciowych takich jak HLA i DIS).

Naprawa i serwis urządzeń

Opisane powyżej UST pozwalają na zaspokojenie potrzeb MON w zakresie użytkowania pojazdów i innego sprzętu wojskowego, jednak nie są przeznaczone do prowadzenia szkoleń z zakresu naprawy i obsługi technicznych. Podstawową metodą prowadzenia szkoleń w tym zakresie jest wykorzystanie trenażerów. Rozwiązanie takie pozwala na zredukowanie ryzyka związanego z wykorzystaniem rzeczywistego sprzętu, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu realizmu szkolenia. Wykorzystanie trenażerów do celów szkolenia miało swoje początki w MON już ponad 40 lat temu. Od tamtego momentu urządzenia takie są z powodzeniem wykorzystywane w obszarach szkolenia, gdzie dokładność odwzorowania warunków pracy, a w szczególności zabudowy mechanicznej ma największe znaczenie. Pracownicy OBRUM sp. z o.o., widząc zapotrzebowanie użytkownika na tego typu systemy i urządzenia szkoleniowe, opracowali nowe metody konstruowania klasycznych trenażerów. Najprostszą metodą rozwinięcia możliwości i efektywności szkolenia w oparciu o trenażery jest ich rozbudowa o elementy obrazujące działanie poszczególnych części składowych (np. przepływy w układach paliwowym bądź smarowania itp.). Biuro Symulatorów Ośrodka dysponuje kadrą opracowującą dodatkowe materiały, jak wspomniane w poprzednich rozdziałach instrukcje multimedialne czy interaktywne plansze szkoleniowe. Opracowane materiały stanowią uzupełnienie wyposażenia sali szkoleniowych, umożliwiając szkolonym szybsze zapoznanie się z niezbędnymi informacjami. Kolejnym krokiem rozbudowy UST typu trenażer jest ich rozbudowa o systemy podświetlenia, montowane na szybkołącznych elementach do konstrukcji bazowej. Systemy podświetlenia mogą być zdalnie sterowane z poziomu aplikacji komputerowej (np. uruchomionej na tablecie bądź laptopie instruktora), przez co szkoleni szybko mogą zlokalizować na stanowisku dany element bądź zespół konstrukcyjny. Największym rozwinięciem możliwości trenażerów jest

ich wspólne wykorzystanie wraz z systemami poszerzonej/mieszanej rzeczywistości (szczegółowy opis poniżej). Systemy szkolno-treningowe zbudowane w ten sposób pozwalają na redukcję czasu szkolenia oraz znaczną poprawę jego efektywności. Ich szczególną zaletą jest fakt, że w przypadku klasycznego wykorzystania тренаżerów, szkolenie z ich udziałem stanowi najczęściej jeden z ostatnich etapów procesu szkolenia. Szkolony musi przejść kilka poprzedzających szkoleń, aby móc w pełni wykorzystać potencjał тренаżerów. W przypadku zastosowania technologii rzeczywistości poszerzonej (Rysunek 8) AR (Augmented Reality), bądź mieszanej rzeczywistości (Mixed Reality), szkolony znaczną część wiedzy może nabyć w trakcie szkolenia na rzeczywistym obiekcie, a dodatkowo jest na bieżąco instruowany o kolejnych krokach przeprowadzanej procedury naprawczej.

Zastosowanie тренаżerów jako obiektów bazowych dla aplikacji MR i AR, zamiast rzeczywistych pojazdów, pozwala na redukcję czasu szkolenia. Brak konieczności demontażu niektórych elementów obudowy czy osłony, znacznie lepsza widoczność ważnych komponentów urządzenia, redukcja ryzyka zniszczenia rzeczywistego sprzętu to główne zalety.



Rysunek 8 Przykład wykorzystania technologii AR

2.4 Szkolenie z wykorzystaniem rzeczywistego/bojowego sprzętu

Ostatni etap szkolenia, w proponowanym przez OBRUM sp. z o.o. systemie, stanowi wykorzystanie symulatorów wbudowanych (w zakresie obsługi – szkolenie załóg) oraz aplikacji diagnostycznych i serwisowych (w zakresie szkolenia personelu naprawczego).

Symulatory wbudowane

Symulatory wbudowane są wykorzystywane w wojsku od długiego czasu, najprostszą aplikacją takiego typu są wszystkie podstawowe systemy szkolenia strzeleckiego – zbudowane w oparciu o np. nadajniki laserowe montowane na ostrej broni. Największą zaletą symulatorów wbudowanych, stanowiącą zarazem ich największą wadę, jest możliwość zastosowania w procesie szkolenia rzeczywistego sprzętu. Proces szkolenia obejmujący symulatory wbudowane, opiera się o użycie rzeczywistego UiSW, połączonego z elementami symulacji niektórych zdarzeń czy warunków ćwiczenia. Do realizacji tego typu symulacji wykorzystywana jest wirtualna rzeczywistość, rzeczywistość poszerzona AR, bądź zaawansowane algorytmy i systemy sterowania, pozwalające na generowanie wymuszeń i stanów pracy dla rzeczywistych układów sterujących pojazdów i urządzeń. Najbardziej zaawansowaną formą szkolenia na symulatorach wbudowanych są ćwiczenia obejmujące wiele załóg i liczny osprzęt wojskowy. Przykładami takich UST są np. zaawansowane systemy strzelań laserowych, gdzie w ćwiczeniu mogą brać udział setki żołnierzy, a aktualny stan rozgrywki jest na bieżąco kontrolowany przez centra dowodzenia. W OBRUM sp. z o.o. opracowywany jest obecnie sieciowy symulator dla wojsk obrony przeciwlotniczej. Jest to rozwiązanie opierające się o rzeczywisty sprzęt, który wyposażony jest w specjalne jednostki komputerowe oraz renderujące. Szkolony ma za zadanie prowadzić obserwację przedpola, a także niszczyć cele, które podczas ćwiczenia są generowane komputerowo, na podstawie sytuacji taktycznej zaprojektowanej na stanowisku instruktora. System może pracować w dwóch trybach:

- rzeczywistości wirtualnej;
- poszerzonej rzeczywistości AR.

W pierwszym trybie szkolony obserwuje ekran monitora jednostki ogniowej, gdzie aplikacja komputerowa wyświetla w pełni wirtualny obraz przedpola oraz interaktywnych obiektów symulacji. W trybie AR na ekranie wirtualne pozostają jedynie obiekty symulacji, które są nanoszone na rzeczywisty obraz z rejestratorów obrazu. W obu trybach oprogramowanie umożliwia pracę sieciową, gdzie kilku szkolonych może wspólnie prowadzić ćwiczenie. Oprogramowanie wbudowane pozwala symulację prowadzenia ognia zarówno z amunicji konwencjonalnej, a także wykorzystanie rakietowych pocisków kierowanych. System symuluje rzeczywistą skuteczność rażenia poszczególnych typów amunicji, dzięki czemu szkolony pracuje w warunkach maksymalnie zbliżonych do rzeczywistych.

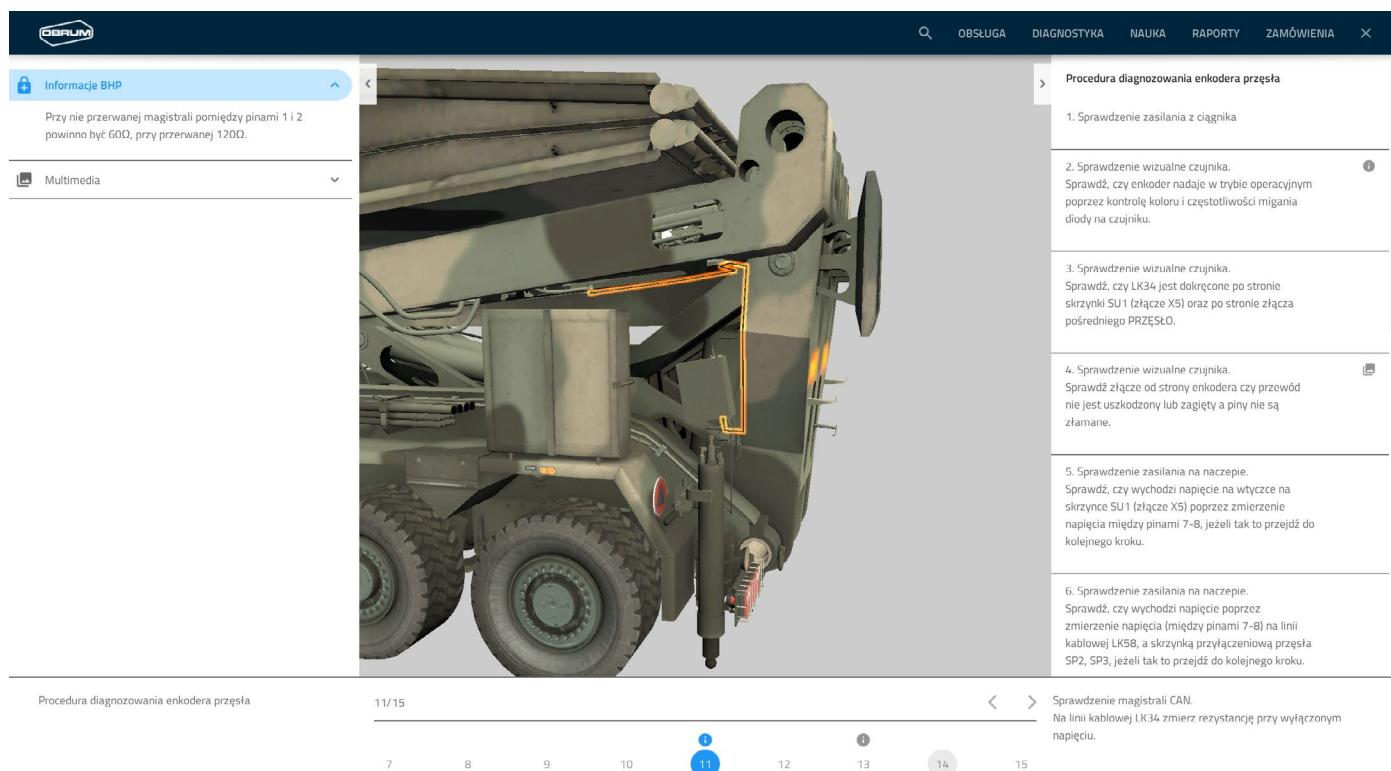
Symulatory wbudowane ze względu na konieczność integracji oprogramowania i dodatkowego osprzętu komputerowego z istniejącymi na pojazdach i urządzeniach interfejsów komunikacyjnych, interfejsów człowiek-maszyna, systemów wizyjnych itp. stanowią jedno z najbardziej zaawansowanych systemów symulacji. Wiąże się to z koniecznością stosowania osprzętu komputerowego najwyższej klasy, gdyż oczekuje się iż symulatory umożliwią szkolenie w warunkach środowiskowych identycznych jak dla samych urządzeń (np. wymagania odnośnie odporności na wilgoć i temperaturę). Pracownicy OBRUM sp. z o.o. od wielu lat budują swoją wiedzę i doświadczenia z zakresu wytwarzania i sposobów wykorzystania symulatorów wbudowanych, dzięki czemu także w procesie projektowania nowych maszyn i urządzeń brane są pod uwagę wymagania odnośnie podatności na budowę systemów szkoleniowych, a w szczególności symulatorów wbudowanych.

Diagnostyka i naprawa sprzętu

W przypadku szkolenia personelu zespołów serwisowych czy remontowych, systemy szkoleniowe budowane są w oparciu o technologię VR bądź AR. Aplikacje szkoleniowe pozwalają na prezentację dodatkowych zawartości względem klasycznych instrukcji obsługi technicznego i napraw, np. na tle obrazu zarejestrowanego przez kamerę.

Oprogramowanie stosowane w aplikacjach serwisowych pozwala na generowanie następujących danych:

- wirtualne elementy wyposażenia – obiekty przestrzenne;
- instrukcje i objaśnienia (tekstowe, głosowe);
- animacje przestrzenne (np. rotacja, animacja otwierania drzwi/klap);
- uporządkowane względem kolejności i częstotliwości wykonywania, a także poziomu obsługi, procedury diagnostyczne, kontrolno-pomiarowe, naprawcze;



Rysunek 9 Przykładowy widok aplikacji diagnostycznej dla mostu kołowego

Opracowane w OBRUM sp. z o.o. technologie, a także analizy i wiedza wymagane do wytwarzania systemów szkoleniowych mogą być w pełni wykorzystane do opracowania zaawansowanych systemów wspierających diagnostykę i naprawy SpW. Biuro Symulatorów we współpracy z Biurem Rozwoju opracowują w Ośrodku specjalistyczne aplikacje diagnostyczno-serwisowe, które pracują w następujących trybach:

- diagnostyka;
- naprawa/obsługa;
- nauka.

Tryb diagnostyczny

W trybie diagnostycznym użytkownik dokonuje przeglądu stanu technicznego pojazdu bądź urządzenia. Za pomocą dedykowanego okablowania oraz interfejsu komunikacyjnego, stacja komputerowa podpinana jest do pojazdu. Użytkownik za pośrednictwem graficznego interfejsu GUI (Graphical User Interface) wybiera procedurę diagnostyczną dostępną z bazy danych. Na ekranie pojawiają się kolejne kroki procedury wraz z odpowiedziami w formie tekstu, a także wizualizacji i animacji 3D. Niektóre kroki procedury polegają na odczycie parametrów pracy. W tym celu komunikaty systemu sterowania i diagnostyki pojazdu, są odbierane i interpretowane przez moduł komunikacji, a następnie informacje te zostają wysłane do bazy danych. Na podstawie tych danych system proponuje Użytkownikowi wykonanie dodatkowych procedur diagnostycznych bądź naprawczych, dodatkowo wyniki testów i pomiarów mogą być zapisywane i generowane w postaci raportów.

Tryb naprawa/obsługa

Tryb naprawa/obsługa pozwala personelowi obsługującemu w łatwy sposób przeprowadzić procedury naprawcze i obsługowe znajdujące się w bazie danych aplikacji. Użytkownik, podobnie jak w trybie diagnostyki, wybiera procedurę z bazy danych. Następnie system przedstawia kolejne kroki procedury, obrazując poszczególne czynności przy pomocy grafik, animacji i opisów. Przy przechodzeniu pomiędzy kluczowymi krokami użytkownik będzie proszony o potwierdzenie wykonania zadania zdefiniowanego w danym kroku. Do uruchomienia aplikacji w trybie naprawa/obsługa nie jest wymagane podpięcie do pojazdu poprzez interfejs komunikacyjny.

Tryb nauki

W trybie nauki aplikacja umożliwia przeglądanie zawartości procedur trybu diagnostyki i naprawy/obsługi w uproszczonej formie – np. bez połączenia z pojazdem. Dodatkowo dostępna jest lista dokumentów w postaci interaktywnych instrukcji napraw i obsługi.

Wszystkie opisane powyżej tryby pracy aplikacji serwisowej mogą zostać zbudowane w oparciu o elementy rzeczywistości poszerzonej, oprogramowania trenażera wirtualnego czy dedykowanych instrukcji multimedialnych. Połączenie ww. oprogramowania, z możliwością podpięcia do systemu diagnostycznego urządzenia, pozwala na opracowanie skutecznej metody wspierania personelu naprawczego.

Tryb AR

Odpowiednio skonfigurowany i skalibrowany system szkoleniowy oparty o technologię AR, pozwala na rozpoznanie odległości oraz orientacji w przestrzeni rzeczywistego urządzenia. Na podstawie tych parametrów oprogramowanie steruje sposobem wizualizacji dodatkowych danych, które umieszczane są na obrazie z kamery wbudowanej w urządzenie diagnostyczne. Aplikacje AR mogą być uruchamiane na urządzeniach przenośnych wyposażonych w rejestratory obrazu typu tablet, laptop, notebook czy nawet gogle nagłowne. Aplikacja działająca w trybie AR pozwala na rozszerzenie funkcjonalności trybu Diagnostyki i Naprawy/Obsługi, o rzeczywisty widok serwisowanego urządzenia. Obraz wygenerowany przez aplikację może być przekazywany poprzez sieć do innych urządzeń, w celu analizy danych przez instruktora, bądź w celu repetycji danych na monitorach innych kursantów. Dzięki takim możliwościom systemy wykorzystujące AR stanowią nie tylko doskonałe wyposażenie sali szkoleniowych, ale mogą być z powodzeniem wykorzystywane w procesach napraw i podczas obsługi technicznych.

3.0 Podsumowanie

Interaktywne instrukcje multimedialne oferowane przez Biuro Symulatorów OBRUM sp. z o.o. są sprawdzonym narzędziem usprawniającym przyswajanie wiedzy z zakresu eksploatacji, użytkowania oraz obsługi maszyn i urządzeń [23], [24].

Oferowane przez Biuro Symulatorów OBRUM sp. z o.o. oprogramowanie jest kompatybilne z szeroką gamą popularnych zasobów multimedialnych, takich jak: strumieniowanie wideo, audio, obrazy, animacje Flash, a także modele 3D oraz symulacje Unity3D. Tematyka instrukcji multimedialnych jest stale w OBRUM sp. z o.o. rozwijana, a posiadana baza techniczna oraz potencjał intelektualny zatrudnionych specjalistów pozwalają na realizację prac o wysokiej skali trudności.

Należy pamiętać, iż opracowanie pełnej instrukcji multimedialnej eksploatacji i użytkowania skomplikowanego wyrobu (np. maszyny inżynieryjno-drogowej) czy innego wyrobu, jest przedsięwzięciem złożonym, wymagającym zaangażowania specjalistów [15] z wielu dziedzin. Pewnym kompromisem pomiędzy nakładami, czasem i efektem końcowym, może być etapowe opracowywanie wybranych obszarów tematycznych w postaci multimedialnej [17].

Wspomagające procesy szkoleniowe, narzędzia i sposób/tryb prowadzenia szkoleń mogą być modyfikowane w zależności od potrzeb klienta – skracane lub rozszerzane. Przedmiotem projektów realizowanych w OBRUM sp. z o.o. mogą też być nowe UST skonfigurowane dla nietypowych – specjalistycznych szkoleń.

Jednym z dodatkowych materiałów opisowych może być na przykład specjalistyczna „Baza Wiedzy” wykorzystująca strukturę ogólnie znanej internetowej encyklopedii-Wikipedii.

4.0 Literatura

Opracowano na podstawie: Kurzeja A., Wielicki J., Strojecki T.: Nowoczesne technologie informatyczne bazą przyszłych prac rozwojowych. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (48/49) nr 2/3, 2018. ISSN: 0860-8369. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2018.

1. Grabania M. Ł.: Trenażer ogniowy BESKID-1 do szkolenia załóg czołgu T-72. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (4) nr 1, 1993, str. 55-59. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, listopad 1993.
2. Grabania M. Ł., Hałek R.: Zwiększenie walorów szkoleniowych trenażera BESKID-1 przez wprowadzenie stanowiska instruktora. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (5) nr 1, 1994, str. 37-43. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, listopad 1994.
3. Grabania M. Ł.: Wizualizacja w urządzeniach treningowych. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (13) nr 1, 2000, str. 149-159. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2000.
4. Hałek R.: Eksploatacja i użytkowanie symulatora BESKID-3. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (15), nr 1, 2002, str. 87-95. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, maj 2002.
5. Grabania M. Ł., Knapczyk H.: Nowe podejście do konstrukcji urządzeń szkolno- treningowych. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (8) nr 1, 1996, str. 83-90. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, grudzień 1996.
6. Zarządzenie nr 2/2014 Prezesa Zarządu - Dyrektora Generalnego Ośrodka Badawczo- Rozwojowego Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” spółka z ograniczoną odpowiedzialnością z dnia 28 lutego 2014 r. w sprawie: Regulaminu Organizacyjnego OBRUM sp. z o.o.
7. Kurzeja A., Koźlak M., Wielicki J.: Budowa systemu symulacji dla pojazdu KTO Rosomak. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (32) nr 1, 2014, str. 75-82. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2014.
8. Kurzeja A., Wielicki J.: SK-1 Pluton dla załóg Rosomaka. Nowa Technika Wojskowa. Nr 2/2014, str. 46-48. Warszawa, luty 2014.
9. Kurzeja A., Rakaszewski W., Wielicki J., Reuter Z., Wantoch-Rekowski R.: Zastosowanie symulatora SK-1 Pluton w szkoleniu załóg KTO ROSOMAK. Część 1. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (34) nr 1, 2014, str. 91-106. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2014.
10. Dąbrowski Cz., Bielewicz M., Zielichowski A., Grabania M. Ł.: Zastosowanie symulatora SK-1 Pluton w szkoleniu załóg KTO ROSOMAK. Część 2. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (34) nr 1, 2014, str. 123-136. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2014.
11. Synowiec M.: Zasada działania i wybrane zastosowania poszerzonej rzeczywistości. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (29) nr 1, 2012, str. 93-104. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2012.
12. Skarka W., Moczulski W., Januszka M.: Interaktywne technologie w procesie kształcenia. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (29) nr 1, 2012, str. 105-114. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2012.
13. Koźlak M., Kurzeja A. Nawrat A.: Virtual Reality Technology for Military and Industry Training Programs Springer, Heidelberg, Print ISBN, 978-3-319-00368-9.
14. Koźlak M., Kurzeja A. Nawrat A.: Verifying Unmanned Land Vehicle Vision System Configuration Using Serious Gaming Solution. Springer, Heidelberg, Print ISBN, 978-3-319-00368-9.
15. Grabania M. Ł.: Wykorzystanie technik multimedialnych w procesie szkolenia. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe nr 12, 1999, str. 97-104. ISSN: 0860-8369. OBRUM, Gliwice, wrzesień 1999 r.
16. Smoła T.: System szkolenia specjalistów służby czołgowo-samochodowej w centrum szkolenia logistyki – początki, stan aktualny i plany na przyszłość. Przegląd Sił Zbrojnych nr 3/2017.
17. Grabania M. Ł., Barcik J.: „Multimedialne instrukcje obsługi i eksploatacji sprzętu wojskowego”. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (15) nr 1, 2002, str. 107-112. ISSN: 0860-8369. OBRUM, Gliwice, maj 2002.

18. Decyzja nr 349/ MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 11 września 2011. Dziennik Urzędowy MON nr 19. Warszawa, dnia 14 października 2011 r.
19. Decyzja Nr 3/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 3 stycznia 2014 r. w sprawie wytycznych określających wymagania w zakresie znakowania kodem kreskowym wyrobów dostarczanych do resortu obrony narodowej. Załącznik: Wytyczne określające wymagania w zakresie znakowania kodem kreskowym wyrobów dostarczanych do resortu obrony narodowej, Rozdział 1/12. Dziennik Urzędowy MON. Warszawa, dnia 7 stycznia 2014 r.
20. SCORM: SCORM Explained. <http://scorm.com/scorm-explained/> [dostęp 16.05.2018].
21. Smoła T.: Wykorzystanie trenażerów wirtualnych. Przegląd Sił Zbrojnych, nr 6/2017.
22. Strojcki T.: Wirtualny trenażer 3D narzędziem wspomagającym proces szkolenia. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (45) nr 3, 2017, str. 23-30. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2017.
23. Kurzeja A.: Symulacja komputerowa w służbie systemów szkolenia wojska. Kompleksowe systemy szkolno-treningowe dla szkolenia zespołów bojowych. XXI Konferencja Naukowo-Techniczna, Automatyzacja Dowodzenia", 10-12 październik 2016 r.
24. Kurzeja A.: Kompleksowy, interaktywny system szkolenia operatorów i obsługa wybranych stacji radiolokacyjnych. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Obrona powietrzna w systemie bezpieczeństwa państwa”. Zeszyty Naukowe AON. Warszawa, listopad 2015.