

**MOBILNY TRENAŻER 120 MM MOŹDZIERZY SAMOBIEŻNYCH RAK  
JAKO PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA NAJNOWSZYCH  
TECHNOLOGII SZKOLENIA**

**THE MOBILE TRAINING 120 MM MORTAR SELF-PROPELLED SYSTEM RAK  
AS AN EXAMPLE OF THE LATEST APPLICATIONS  
TRAINING TECHNOLOGY**

**Krzysztof BIELAWSKI**  
krzysztof.bielawski@arex.pl

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. Gdynia

**Mirosław CHMIELIŃSKI**  
m.chmielinski@amw.gdynia.pl

Akademia Marynarki Wojennej  
Wydział Nawigacji i Uzbrojenia Okrętowego

**Dariusz SZAGAŁA**  
dariusz.szagala@arex.pl

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. Gdynia

**STRESZCZENIE**

*W artykule przedstawiono istotę i znaczenie procesu szkolenia w mobilnym stanowisku szkolno-treningowym 120 mm. Samobieźnego Moździerza M120K RAK z wykorzystaniem nowych technologii szkolenia.. Dokonano charakterystyki 120 mm Samobieźnego Moździerza RAK, który jest podstawowym środkiem ogniowym kompanii wsparcia, a jest przeznaczony do strzelania ogniem półpośrednim, pośrednim i na wprost, w ramach rażenia obiektów przeciwnika. W referacie zaprezentowano możliwości wykorzystania kompleksowego symulatora kierowania ogniem, opartego na Wirtualnym polu walki VBS (ang. Virtual Battlespace), który został zaprojektowany do symulacji operacji taktycznych. Zakład Automatyki i Urządzeń pomiarowych AREX Sp. z o.o. z Gdyni dokonując opracowania mobilnego trenażera Samobieźnego Moździerza M120K RAK miał na celu wdrożenia do Sił Zbrojnych nowych rozwiązań zaplecza szkoleniowego dla użytkowników oraz obsług Samobieźnych Moździerzy RAK.*

**SUMMARY**

*The article presents the essence and importance of the training process in a 120 mm mobile training and training station. Self-Propelled Mortar M120K RAK with the use of new training technologies. Characterization of 120 mm Self-Propelled Mortar RAK was made, which is the primary fire agent of the support company, and is intended for semi-direct, indirect and direct fire shooting as part of the opponent's destruction. The paper presents the possibilities of using a comprehensive fire control simulator, based on the Virtual Battlefield VBS (Virtual Battlespace), which was designed to simulate tactical operations. AREX Ltd, from Gdynia, when*

*developing a mobile Mortar M120K RAK, aimed to implement new solutions for the training facilities for users and support Self-Propelled Mortar M120K RAK to the Armed Forces.*

*Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, trening, symulacja komputerowa*

*Key words: safety, training, computer simulation*

## **WSTĘP**

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. jest członkiem WB Group S.A., największej prywatnej grupy realizującej zadania z obronności państwa. W początkowym etapie działalność firmy wiązała się z produkcją przetworników pomiarowych różnych wielkości fizycznych. Jednak nieustanne nastawienie na rozwój nowoczesnych technologii przełożyło się na opracowanie rozwiązań związanych z obronnością kraju i rozwój firmy na rynku specjalnym. Kadra AREX Sp. z o.o. złożona jest z inżynierów będących specjalistami w dziedzinie elektroniki, mechaniki, elektryki i informatyki, co zapewniło stworzenie innowacyjnych i zaawansowanych technologicznie rozwiązań, a obecnie specjalizuje się w projektowaniu i produkcji technologii dedykowanych branży zarówno cywilnej, jak i specjalnej. Idąc naprzeciw współczesnym wymaganiom, a także wysokim kosztom związanym z użytkowaniem sprzętu wojskowego, AREX Sp. z o.o. rozpoczęła już 15 lat temu prace nad pierwszym trenażerem. W dniu dzisiejszym Obecnie AREX Sp. z o.o. koncentruje swoje działania w dwóch sektorach:

- specjalnym działalność dotyczy opracowywania i wdrażania rozwiązań, do których zaliczyć można zestawy treningowe do różnego typów uzbrojenia, podzespoły, a także systemy sterowania napędami w sprzęcie wojskowym. Na rynku wojskowym firma posiada wiele skutecznych wdrożeń;
- cywilnym specjalizacją firmy są systemy elektroenergetyczne dla infrastruktury kolejowej i drogowej. Sztandarowym produktem firmy jest system elektrycznego ogrzewania rozjazdów usprawniający ruch pociągów w warunkach zimowych.

Dodatkowo AREX Sp. z o.o., dbając o stały rozwój technologiczny dotychczasowo powstałych produktów, a także tworzenie nowych rozwiązań, prowadzi prace naukowo-badawcze oraz współpracuje z uczelniami i ośrodkami naukowo-badawczymi m.in. z Politechniką Gdańską i Akademią Marynarki Wojennej. Wieloletnia działalność AREX Sp. z o.o. i szereg różnorodnych projektów pozwoliły na zdobycie doświadczenia i pogłębienia umiejętności w zakresie projektów dedykowanych branży specjalnej i kolejowej, (Banacki A., Bielawski K., Chmieliński M., Tamberg S., 2008).

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. uczestniczy w licznych projektach mających na celu opracowanie i modernizację uzbrojenia dla Sił Zbrojnych RP w zakresie dotyczącym systemów sterowania napędami elektrycznymi, współpracując przy tym z czołowymi partnerami na rynku specjalnym. Przedsiębiorstwo jest otwarte na udział w innowacyjnych projektach dotyczących opracowania i wdrożenia nowych produktów do sektora obronnego.

## **1. TRENAŻERY W PROCESIE SZKOLENIA SIŁ ZBROJNYCH**

W Siłach Zbrojnych w procesie szkolenia żołnierzy (obecnie zawodowych), w sposób planowy wykorzystywane są różnego rodzaju urządzenia i pomoce szkoleniowe. Sam fakt wykorzystywania różnych pomocy szkoleniowych, a zwłaszcza rozwój nowoczesnych technik oraz ich szybka ewolucja zwrócił uwagę m.in. w środowisku szkoleniowców w wojsku, wykładowców w uczelniach wojskowych na możliwości wykorzystania tego typu urządzeń, jako pomocy do opanowania wiedzy teoretycznej, niezbędnej np. do wykonywania funkcji: kierowcy, operatora, działonowego, czy też strzelca.

System szkolenia w Siłach Zbrojnych RP stanowi układ elementów wzajemnie ze sobą powiązanych oraz zbiór relacji między nimi, ukierunkowany na osiągnięcie założonych celów szkolenia (Doktryna Szkolenia SZ RP DD/7, 2006). Proces szkolenia jest to zespół kolejno następujących po sobie czynności, obejmujących organizację szkolenia, szkolenie, kontrolę i ocenę postępów w szkoleniu. Proces szkolenia podlega ciągłej ewaluacji i jest udoskonalany w zależności od zmieniających się uwarunkowań operacyjnych i organizacyjnych oraz uzyskiwanych doświadczeń. Proces szkolenia w Siłach Zbrojnych RP podlega ciągłej modyfikacji, w zależności od zmieniających się uwarunkowań operacyjnych i organizacyjnych oraz uzyskiwanych doświadczeń. Formy, metody i treści szkolenia dostosowywane należą do zadań, potrzeb i nowych wyzwań przyszłości (Woźniak D., 2010).

Dzięki szybkiemu rozwojowi technologii IT (ang. *Information Technology* - Technologia informacyjna) oraz wymianie doświadczeń w ramach współpracy międzynarodowej np. NATO otworzyły się nowe sposoby nauczania wykorzystywane w szkoleniu wojsk, zwłaszcza metody praktycznego działania, wzbogacone poprzez wykorzystanie symulatorów i trenażerów.

W każdym rodzaju wojsk, dzięki zastosowaniu w szkoleniu nowoczesnych trenażerów i symulatorów znacząco obniżono koszty, jak też m.in. takie działania pozwalają na uniknięcie awarii, wypadków, jak również wydłużyć sprawność techniczną i bojową posiadanego na wyposażeniu sprzętu wojskowego (SpW).

Rozwiązania tego typu, jak też uzyskiwany poziom wykształcenia w Sił Zbrojnych RP i w innych państwach pozwalają na stwierdzenie, że szkolenia z użyciem urządzeń szkolno-treningowych są nie tylko tańsze od tradycyjnych, ale także łatwiejsze w organizacji oraz w mniejszym stopniu uzależnione od warunków meteorologicznych.

Urządzenia szkolno-treningowe posiadają również zalety dydaktyczne, które pozwalają m.in. na szybsze opanowanie przez szkolonych programu oraz wyrabiają niezbędne nawyki zawodowe, jak również umożliwiają wytworzenie realnych sytuacji zbliżonych do tych, takimi jak na rzeczywistym polu walki, czy określonej sytuacji.

Trenażery można podzielić na kilka rodzajów w zależności od stopnia komplikacji ich konstrukcji i wierności w naśladowaniu czynności np. kierowania, dowodzenia, strzelania, obsługi (Woźniak D., 2010). Podstawowym ich elementem jest zawsze model np. pojazdu, transportera, samolotu - lub ich kabin, stanowiska, lub poszczególnych ich modułów wyposażony we wszystkie urządzenia np. sterownicze, wizyjne, operatorskie, systemy uzbrojenia. Drugim elementem jest mniej lub bardziej rozbudowany blok rejestracyjny, który pozwala na zapis czynności szkolonych, ze szczególnym uwzględnieniem popełnionych błędów. Czynnikiem różnicującym trenażery jest zasadniczo sposób ekspozycji sytuacji taktycznej, terenowej, lub drogowej. Możemy tu wyróżnić kilka typów trenażerów m.in.:

- trenażery z ruchomą jezdnią - pod modelem samochodu, sterowanym przez szkolonego, przemieszcza się jezdnia wymalowana na ruchomej taśmie. Daje to złudzenie jazdy po prawdziwej drodze z prędkością zależną od woli kierującego.
- trenażery z projekcją filmową - pozwalają prezentować na ekranie obraz, widziany uprzednio przez kamerę. Obraz ten jest wprawdzie bardziej realistyczny, jednakże jego sekwencja jest z góry ustalona i faktyczne możliwości manewrowania przez kierującego są bardzo ograniczone.
- trenażery z projekcją cieniową - to urządzenia, w których na ekranie pojawia się realistyczny obraz drogi pobierany ze specjalnego dysku, po którym przesuwają się obiekty urządzenia projekcyjnego. Daje to kierującemu praktycznie dużą swobodę w wyborze trasy przejazdu.
- trenażery z projekcją telewizyjną prezentują obraz terenu w dwojaki sposób:
  - operując nagrany uprzednio obrazem video, który ma podobne cechy jak obraz uzyskany z kamery;
  - przekazując na monitor telewizyjny obraz z miniaturowej kamery telewizyjnej umieszczonej na modelu pojazdu poruszającego się po makiecie terenu

z miniaturowymi elementami drogi i jej otoczenia, trenażery tego typu używane są najczęściej w wojsku do szkolenia kierowców pojazdów specjalnych (czołgów, transporterów itp.).

Symulacja jest to metoda aktywnego nauczania i uczenia się, w której naśladowana jest rzeczywistość i dzięki temu zdobywamy doświadczenia zbliżone do tych, które będziemy realizować w świecie realnym. Stosowanie jej jest jedną z najbardziej efektywnych metod pozyskiwania wiedzy (Woźniak D., Kukiełka L., Woźniak J., 2014).

Obecnie AREX Sp. z o.o. to krajowy lider trenażerów 23 mm zestawów artyleryjskich, który specjalizuje się również w opracowaniu innych trenażerów uzbrojenia do szkolenia i treningów żołnierzy dla Wojska Polskiego, dlatego w tym celu wykorzystywane jest rzeczywiste uzbrojenie, które dostosowywane jest do roli trenażera oraz wyposażane jest w odpowiedni sprzęt kontrolno–sterujący (Bielawski K., Banacki A., 2015).

Zasadniczym celem budowy urządzeń szkolno-treningowych 23 mm zestawów artyleryjskich przez AREX SP. z o.o. jest tworzenie nowoczesnych, własnych rozwiązań technologicznych dla modelowych warunków szkolenia Wojska Polskiego, a obniżających koszty szkolenia i poprawiających bezpieczeństwo eksploatacji sprzętu wojskowego. W dobie cięć budżetowych istotnym jest, aby dysponując ograniczonymi środkami, utrzymać na założonym poziomie gotowości bojowej sprzęt, jak również zapewnić wysoką jakość szkolenia. Rosnące koszty eksploatacji uzbrojenia w warunkach zbliżonych do bojowych (pobyt na poligonach, wyjścia w morze, koszty paliwa, prowiantu, amunicji) powodują potrzebę poszukiwania tańszych form szkolenia bojowego. Proces szkolenia jest podstawą wartości nowoczesnych armii, których wartości bojowe zależą w dużej mierze od posiadanego sprzętu i umiejętności żołnierzy.

Problem poszukiwania innowacyjnych i unikalnych rozwiązań technicznych symulatorów dostosowanych do potrzeb Sił Zbrojnych RP, obniżających koszty szkolenia, jak również oferujących kompleksowe opracowywanie dokumentacji konstrukcyjnej zespołów i elementów wyrobów wojskowych, dostrzeżono w AREX Sp. z o.o. już w 2006 roku, kiedy stworzono Trenażer TR-23 do Przeciwlotniczego Zestawu Artyleryjsko Rakietowego ZUR-23-2KG.

Obecnie dwa takie urządzenia są wykorzystywane w Indonezji. Bazując na tych doświadczeniach, stworzono wspólnie z Akademią Marynarki Wojennej w Gdyni - w ramach projektu badawczo-rozwojowego finansowanego przez MNiSW - demonstrator technologii

(9 poziom zaawansowania technologicznego), trenażera morskiego zestawu ZU-23-2MR Wróbel II.

W trakcie wielokrotnych prezentacji trenażera w AMW oraz jego nadzorowanego użytkowania w AMW potwierdzona została wysoka jakość wykonania wyrobu oraz przydatność w procesie kształcenia i szkolenia w AMW (Bielawski K., Banacki A., Chmieliński M., 2015).

## **2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA 120MM SAMOBIEŻNEGOMOŹDZIERZA RAK**

120 mm Moździerz Samobieżny M120K RAK kal. (SMK RAK) na podwoziu kołowym jest to polowe działo artyleryjskie, zaprojektowane w Centrum Produkcji Wojskowej Huta Stalowa Wola S.A. i wyposażone w automatycznie ładowany moździerz kal. 120 mm, montowany na podwoziu kołowym SMK 120, pochodzącym z Kołowego Transportera Opancerzonego Rosomak (rysunek 1), (Bielawski K., Banacki A., Chmieliński M., 2015).

SMK RAK zdolny jest do oddawania celnych strzałów na odległość od 8 do 12 km, a oprócz standardowych granatów może strzelać pociskami z ładunkiem kumulacyjnym. Czas przygotowania do otwarcia ognia wynosi 2 minuty, a stanowisko ogniowe może zmienić w przeciągu 15 sekund od wystrzelenia ostatniego granatu. Pojazd jest wyposażony w cyfrowy system kierowania ogniem, składający się m.in. z kamery termalnej i dalmierza laserowego, dzięki czemu może skutecznie działać w dzień i w nocy.

Dane do prowadzenia ognia może m.in. czerpać z bezzałogowego aparatu powietrznego typu FlyEye. SMK RAK może również strzelać zdalnie jako broń bezzałogowa, wykorzystując komendy i dane przekazywane drogą elektroniczną do komputera pojazdu.



Rys. 1. Moździerz samobieżny 120 mm RAK na podwoziu kołowym

Źródło: Opracowanie: <http://www.stalowka.eu/arttykul/1067/wojsko-kupuje-mozdzierze-samobiezne-rak-ze-stalowej-woli/>.

Moździerz samobieżny 120 mm RAK jest podstawowym środkiem ogniowym kompanii wsparcia, przeznaczonym do strzelania ogniem półpośrednim, pośrednim i na wprost, w ramach rażenia obiektów przeciwnika (<http://www.stalowka.eu/arttykul/1067/wojsko-kupuje-mozdzierze-samobiezne-rak-ze-stalowej-woli>).

### **3. OSPRZĘT ELEKTROMECHANICZNY DO SYSTEMU WIEŻOWEGO 120MM MOŹDZIERZA SAMOBIEŻNEGO RAK**

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. dokonał opracowania i uruchomienia produkcyjnego osprzętu elektromechanicznego do systemu wieżowego 120 mm moździerza samobieżnego 120mm RAK (rysunek 2.), w tym zespołu magazynu amunicyjnego, układu zasilania osprzętu, układu napędów dosyłania amunicji i układu napędów wieży i lufy, układu sterowania napędami, manipulatora (joysticka), pulpitu dowódcy, pulpitu celowniczo-operatora, zespołu celownika do strzelania na wprost oraz wiązek kablowych.



Rys. 2. Zespołu magazynu amunicyjnego 120 mm moździerza samobieżnego 120mm RAK  
Źródło: Opracowanie własne.

Osprzęt elektromechaniczny do systemu wieżowego 120mm moździerza samobieżnego przeznaczony jest do:

- kontroli załączania osprzętu wraz z pomiarem napięcia zasilania (baterii akumulatorów);

- zasilania osprzętu elektromechanicznego;
- wyłączania osprzętu elektromechanicznego w stanach awaryjnych;
- włączania i wyłączania napędów elektrycznych mechanizmów obrotu wieży i podniesienia lufy oraz napędów dosyłania;
- ręcznego naprowadzania wieży w azymucie i lufy w elewacji za pomocą napędów ręcznych;
- napędu wieży w azymucie i lufy w elewacji z wykorzystaniem napędów elektrycznych i manipulatora;
- kontroli funkcjonowania zespołu zasilania moździerza w amunicję w sposób ręczny;
- sterowania zespołem zasilania moździerza w amunicję;
- aktywacji procesu ładowania magazynu naboju, wprowadzania rodzaju naboju oraz jego parametrów podczas procesu ładowania;
- automatycznego zasilania moździerza w amunicję;
- współpracy z Systemem Kierowania Ogniem oraz systemem nawigacji.

#### **4. CHARAKTERYSTYKA PROWADZENIA SZKOLENIA I TRENINGÓW 120MM MOŹDZIERZA SAMOBIEŻNEGO RAK**

Proces szkolenia jest podstawą wartości nowoczesnych armii, a wartości bojowe każdej armii zależą w dużej mierze od posiadanego sprzętu i umiejętności. Współczesna technika pozwala na realne odzwierciedlenie obrazu pola walki poprzez nowoczesne środki szkolno-treningowe (<http://polskazbrojna.pl/home/articleshow/22314?t=Szkolenie-obsługi-modulu-ogniowego-Rak>).

Pierwszym etapem szkolenia specjalisty jest nauka budowy, zasad działania oraz teorii z zakresu użycia Samobieżnego Moździerza M120 RAK na polu walki (m.in. nauka zasad strzelania). W następnej kolejności szkoleni uczą się praktycznych umiejętności na symulatorach i тренаżerach.

Ostatnim etapem szkolenia jest wykonanie praktycznych zadań na sprzęcie bojowym w ramach załogi. Każdy członek załogi jest zapoznawany z wszystkimi elementami wyposażenia i uzbrojenia na poziomie ogólnym, natomiast szczegółowo przygotowywany jest zgodnie z pełnioną funkcją.

Podstawą funkcjonowania oraz warunkiem niezbędnym do rozpoczęcia nauki praktycznych umiejętności jest dobra znajomość budowy Samobieżnego Moździerza M120K RAK, a w szczególności tej jego części, za użycie której odpowiedzialny jest dany członek

załogi. Dlatego też we wstępnym etapie szkolenia zadaniem działonowych jest dobre zapoznanie się z uzbrojeniem, amunicją oraz zasadami strzelania.

Szkolenie członków załogi Samobieżnego Moździerza M120K RAK realizowane jest na podstawie programów szkolenia, które obejmują zarówno przekazywanie wiedzy teoretycznej z zakresu budowy, jak i naukę praktycznego działania na sprzęcie (rysunek 3).



Rys. 3. Wykonywanie praktycznych strzelań z Samobieżnego Moździerza M120 RAK  
Źródło: Opracowanie: <https://tech.wp.pl/najnowocześniejsza-bron-na-swiecie-polski-mozdzierz-rak-6034897894793858a>.

Ładowniczy odpowiedzialni za ładowanie moździerza, a także radiostacji przygotowani są szczególnie w zakresie znajomości amunicji, uzbrojenia czołgu, środków łączności, zasad strzelania z przeciwlotniczego karabinu maszynowego. Kierowcy przed rozpoczęciem nauki jazdy są zobowiązani do właściwego przyswojenia wiedzy z zakresu budowy podwozia, układu napędowego oraz zasad prowadzenia wozu bojowego w różnych warunkach terenowych.

Po zakończeniu przygotowania teoretycznego kursanci rozpoczynają praktyczne działania na urządzeniach szkoleniowych, mających ich w konsekwencji przygotować do działania na sprzęcie bojowym w składzie załogi a dalej plutonu, kompanii, itd.

Ponad rok temu na terenie Huty Stalowa Wola (HSW) i pobliskim Ośrodku Szkolenia Poligonowego w Nowej Dębie od 6 marca do 7 kwietnia 2017 żołnierze Centrum Szkolenia Artylerii i Uzbrojenia uczestniczyli w szkoleniu obsady etatowej kompanijnego modułu ogniowego (KMO) Moździerza Kołowego 120mm M120K RAK.

Moździerz Samobieżny M120K RAK jest nowym środkiem wsparcia ogniowego wprowadzanym do wojska polskiego. W 120 mm samobieżnym moździerzu wykorzystano podwozie kołowe i gąsienicowe, co daje o wiele większe możliwości manewrowe niż przy wykorzystaniu ciągnionych moździerzy tego kalibru. Nowy moduł ogniowy wzbogaci kompanię wsparcia dywizjonu zabezpieczenia toruńskiego Centrum. Żołnierze Centrum, jako pierwsi w Polsce brali udział w kursie obsługi nowego modułu ogniowego. Szkolenie składało się z dwóch etapów. Przez pierwsze dwa tygodnie zgłębiali oni wiedzę teoretyczną. Uczestniczyli w zajęciach z budowy i eksploatacji uzbrojenia i sprzętu wojskowego poznając ogólną charakterystykę i przeznaczenie nowego sprzętu.

Kolejnym etapem było wykorzystanie zdobytej wiedzy w praktyce na pobliskim poligonie podczas zajęć ze strzelania i kierowania ogniem (<http://polskazbrojna.pl/home/articleshow/22314?t=Szkolenie-obsługi-modułu-ogniowego-Rak>).

W czasie całego szkolenia dowódcy moździerzy, celownicowie, amunicyjni, kierowcy i grupa logistyków mogli liczyć na wsparcie i wiedzę inżynierów z HSW i firm biorących udział w pracach nad modułem tj. firmy Arex Sp. z o. o., WB Electronics Sp. z o.o. oraz ROSOMAK S.A.

## **5. CHARAKTERYSTYKA MOBILNEGO TRENAŻERA 120MM SAMOBIEŻNEGO MOŹDZIERZA RAK**

Powstanie mobilnego trenażera Samobieżnego Moździerza M120K RAK (Rysunek 4). miało na celu zapewnienie zaplecza szkoleniowego dla użytkowników oraz obsług Samobieżnych Moździerzy RAK w zakresie:

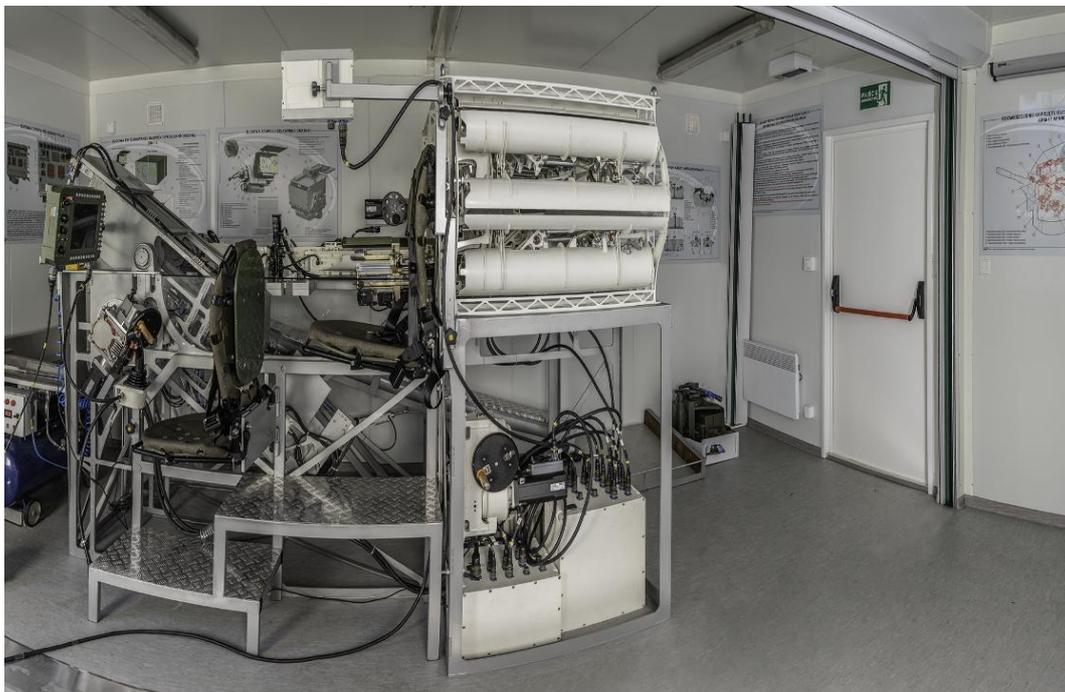
- realizacji zadań ogniowych (wirtualne pole walki);
- symulacji systemu celowania na wprost (wirtualne pole walki);
- obsługi i serwisu osprzętu elektromechanicznego (Rysunek 5);
- wbudowany symulator uszkodzeń osprzętu moździerza;
- multimedialny system diagnostyczny (rzeczywistość rozszerzona).



Rys. 4. Stanowisko kontenerowego, mobilnego trenera Samobieżnego Moździerza RAK  
Źródło: Opracowanie własne.

Autonomiczność trenera zapewnia pełne jego wyposażenie umożliwiające jego użycie w warunkach polowych. Natomiast mobilność trenera zapewnia łatwy rozładunek i załadunek dzięki systemowi siłowników, standardowy wymiar kontenera 20-stopowego.

Dla potrzeb transportu trenera planowane jest zastosowanie standardów załadunku stosowanych w MON. Inny wariant to załadunek systemem opartym o 4 sterowane podpory hydrauliczne.



Rys. 5. Stanowisko szkoleniowe mobilnego trenera Samobieżnego Moździerza RAK  
Źródło: Opracowanie własne.

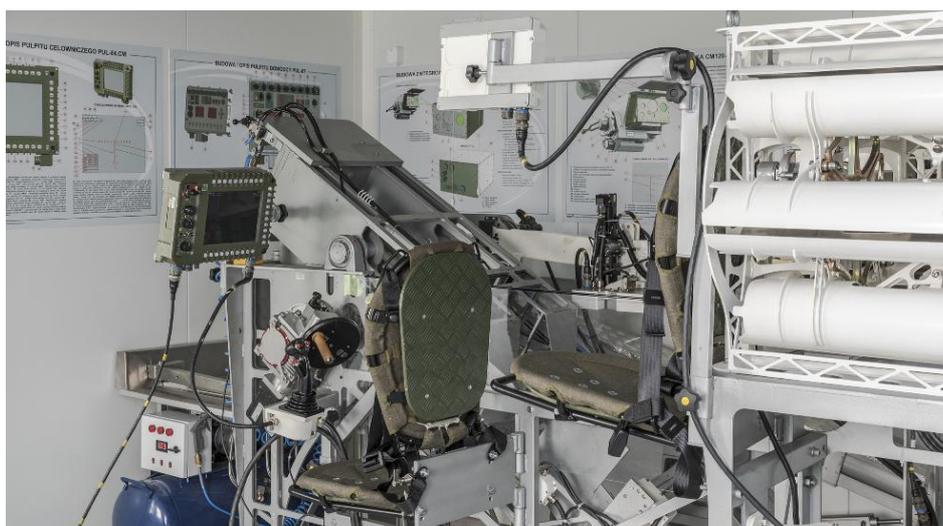
Funkcjonalność trenera zostanie zapewniona poprzez wykorzystanie najnowszych technologii multimedialnych - wirtualne pole walki – ang. *Virtual Battle Space*, (Rysunek 6) tzn. realizację zadań ogniowych na wirtualnym polu walki i poprzez ćwiczenia z zakresu systemu celowania na wprost.



Rys. 6. Realizacja zadań ogniowych na wirtualnym polu walki

Źródło: Opracowanie własne.

Funkcjonalność trenera zostanie również zapewniona dzięki symulatorowi uszkodzeń elementów osprzętu mózdzierza (Rysunek 7), procedura naprawy z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej.



Rys. 7. Stanowisko szkoleniowe mobilnego trenera Moździerz Samobieżny RAK wraz ze znajdującym się w nim standem

Źródło: Opracowanie własne.

Stanowiska multimedialne trenera Moździerza Samobieżnego M120K RAK wyposażone zostaną testy sprawdzające stopień opanowania prezentowanych informacji (Rysunek 8), istnieje też możliwość dostarczenia stanowisk komputerowych lub wgrania oprogramowania na istniejące już stanowiska).



Rys. 8. Stanowiska multimedialne trenera Samobieżnego Moździerza RAK

Źródło: Opracowanie własne.

Istnieje też możliwość dodatkowej funkcji tzn. możliwość integracji trenera z systemem TOPAZ.

## **6. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU SYMULACJI VBS DLA MOBILNEGO 120MM MOŹDZIERZA SAMOBIEŻNEGO RAK**

Najnowsze technologie szkolenia (wirtualna rzeczywistość, rzeczywistość rozszerzona) oraz opracowanie od podstaw Mobilnego Trenera 120mm Moździerza RAK pozwalają na dużą swobodę przy wyborze konkretnego rozwiązania technicznego. Nie ma potrzeby dostosowania się do konkretnej platformy. Dało to dużą swobodę konstruktorom, ale i zmusiło zespół do starannego wyboru narzędzi umożliwiających zarówno sprawną realizację projektu, jak i możliwość jego rozbudowy.

Oprogramowanie VBS3 (VBS ang. *Virtual Battle Space*) jest symulatorem obrazującym uniwersalne, nowoczesne środowisko taktyczne, rozwijane przez firmę Bohemia Interactive Simulations od roku 2001. Środowisko VBS3 znajduje zastosowanie w szkoleniu i symulacji pojedynczych żołnierzy, pojazdów, drużyn, plutonów i kompanii do prowadzenia operacji połączonych na poziomie do batalionu włącznie (Chmieliński M., Stopniak M., 2015).

VBS3 jest nowoczesnym środowiskiem symulacyjnym pozwalającym na integrację symulatorów i trenażerów w jednym spójnym systemie wizualizacji trójwymiarowej 3D za pomocą interfejsów HLA (*High Level Architecture*) lub DIS (*Distributed Internet Simulation*). Środowisko VBS3 jest otwartą platformą zawierającą szereg narzędzi niezbędnych do projektowania nowoczesnych symulatorów pojazdów bojowych, statków powietrznych lub innego sprzętu techniki wojskowej. Obecnie VBS stanowi standardowy symulator taktyczny wielu państw NATO i jest używany między innymi przez Korpus Piechoty Morskiej USA, Wojska Lądowe USA, Siły Zbrojne Wielkiej Brytanii, Siły Zbrojne Szwecji, Siły Zbrojne Australii (i Nowej Zelandii), Siły Zbrojne Kanady i Siły Zbrojne Finlandii.

Obecnie VBS w najnowszej wersji VBS 3.9 jest najbardziej rozpowszechnionym programowalnym środowiskiem symulacji taktycznej na świecie.

Środowisko odzwierciedla realne zachowanie jednostek na polu walki. Za pomocą modelu balistycznego, odwzorowane jest działanie amunicji i efekty końcowe. Symulowana jest amunicja strzelecka, granaty, bomby lotnicze, pociski raketowe, kasetowe, amunicja dymna i oświetlająca. W bazie danych znajduje się przeszło 2500 modeli amunicji z możliwością dodawania nowych i modyfikacji istniejących. Model fizyki pozwala na odzwierciedlenie praw fizycznych symulowanych obiektów, a moduł warunków środowiskowych symuluje wpływ pory dnia, fazy księżyca, gwiazdozbiorów i zjawisk atmosferycznych (<http://www.wojsko-polskie.pl/pl/articles/z-zycia-wojska-s/szkolenie-na-symulatorze-pola-walki-vbs-t2016-10-07/>).

Wirtualna rzeczywistość to jedyne miejsce, gdzie da się odtworzyć niektóre, niekiedy bardzo drastyczne wydarzenia i sceny, których ponowne przeżycie pomaga żołnierzom dojść do siebie.

Scenariusze szkoleniowe w VBS są generowane za pomocą intuicyjnego edytora misji (*Offline Mission Editor*), który umożliwia kreowanie w zasadzie dowolnej sytuacji taktycznej. Edytor jest wspomagany zestawem narzędzi deweloperskich (*Development Suite*), który generuje geospecyficzne mapy 3D do implementacji w scenariuszach szkoleniowych. Szkolenie dodatkowo ulepszono, udostępniając edytor czasu rzeczywistego (*Real Time Editor*), który pozwala instruktorom na dynamiczną modyfikację sesji szkoleniowej. Moduł odpraw końcowych (*After Action Review*) umożliwia dokładne odtworzenie każdego scenariusza w celu wyciągnięcia wniosków i przeprowadzenia odprawy końcowej dla uczestników (Chmieliński M., Stopniak M., 2015).

W kontekście projektowania symulatorów oznacza to, że zespół konstruktorów może się skupić na dopracowaniu modelu własnego pojazdu lub broni i nie musi poświęcać środków na budowanie kompleksowego środowiska.

W kontekście szkolenia szeroko rozumianych zagadnień z wiązanych z praktyczną aplikacją wsparcia ogniowego oraz targetingu, system ten ma bardzo istotne znaczenie, ze względu na swoją uniwersalność, niski koszt jednostkowy wdrożenia, a przede wszystkim skuteczność wyszkolonych w tym systemie żołnierzy.

Wsparcie ogniowe jest połączonym i skoordynowanym użyciem ognia pośredniego wojsk lądowych i marynarki wojennej, lotnictwa wojsk lądowych, sił powietrznych, ofensywnych działań informacyjnych oraz środków nieśmiertelnych przeciwko celom naziemnym do wsparcia działań na szczeblu operacyjnym i taktycznym. Wsparcie ogniowe polega na integracji ognia i jego skutków w celu opóźnienia, zakłócenia lub zniszczenia sił przeciwnika, jego funkcji walki i stworzenia warunków do osiągnięcia zakładanych celów operacyjnych lub taktycznych. Tak rozumiane wsparcie jest najczęściej wsparciem połączonym, chociaż nie można wykluczyć przypadków prowadzenia wsparcia ogniowego za pomocą środków jednego rodzaju sił zbrojnych (Chmieliński M., Stopniak M., 2015).

Praktyczne przećwiczenie wykonania zadań artylerii w trakcie ćwiczenia wspomaganego komputerowo oddziałów artylerii jest jednym z głównych celów, jakie powinny być realizowane. Oddział artylerii realizuje każdorazowo swoje zadania w przyjętej strukturze stanowiska dowodzenia.

W ćwiczeniach wspomaganych komputerowo dowództw oddziałów artylerii, zespół autorski opracowujący scenariusz do ćwiczenia musi wziąć pod uwagę przyjętą strukturę stanowiska dowodzenia i przygotowywać na jej podstawie plan podawania wiadomości.

Środki ogniowe od artylerii, poprzez samoloty lub artylerię okrętową, zajmują fizycznie miejsce w wirtualnej rzeczywistości i mogą być atakowane przez przeciwnika. Cele przemieszczają się i maskują. Prowadzona jest walka elektroniczna, zmieniają się pory dnia i warunki pogodowe. Na przykład, w celu położenia skutecznej zasłony dymnej na pozycjach wyjściowych do przeprawy, kursant musi brać pod uwagę kierunek i siłę wiatru.

Symulowana jest również skala - w systemie symulacji można położyć ogień kilku dywizjonów artylerii równocześnie, z wykorzystaniem nieograniczonych ilości amunicji. Jest to szczególnie istotne w przypadku szkolenia z użyciem bardzo drogiej precyzyjnej amunicji lotniczej, która w praktyce nie jest wykorzystywana do szkoleń ze względu na zaporową cenę. Symulator weryfikuje wiele książkowych założeń których nie można sprawdzić poza realnym działaniem (Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J., 2014).

Ważną rolę w VBS odgrywają dynamiczne ćwiczenia *force-on-force* polegające na podgrywaniu obydwu stron konfliktu przez niezależne zespoły (Rysunek 9). W ten sposób, wykorzystując rzeczywistych kursantów, pomijane są niedoskonałości sztucznej inteligencji, a ćwiczenie odpowiada realiom.



Rys. 9. Szkolenie VBS z wykorzystaniem symulatora szkolenia  
Źródło: Opracowanie własne.

W literaturze, dotyczącej połączonego wsparcia ogniowego wskazuje się, iż właśnie wsparcie ogniowe i manewr, czyli walka (*ang. Manoeuvre = fire + movement + speed*) - rozumiana jako połączenie ognia, ruchu (przemieszczania) i prędkości, stanowią wzajemnie uzupełniające się funkcje (*ang. complementary functions*).

Ostatnią fazą cyklu prowadzenia ćwiczeń jest jego omówienie. Składa się ono z omówienia wstępnego i szczegółowego oraz opracowania po nich sprawozdań. Celem tej fazy jest wyciągnięcie jak największych korzyści z wysiłków i nakładów poniesionych w procesie przygotowania i prowadzenia ćwiczenia. Analiza tego procesu zawiera ocenę poszczególnych zespołów ćwiczących w kolejnych fazach ćwiczenia. Ukazanie dodatnich i ujemnych stron działania ćwiczących pozwala na określenie aktualnego stanu wyszkolenia danego oddziału i jego zdolności do realizacji zadań zgodnie z przeznaczeniem. Wnioski z tego etapu powinny być ujęte w wytycznych do szkolenia w kolejnych etapach doskonalenia sztabu.

W trakcie omówienia wstępnego, prowadzonego bezpośrednio po ćwiczeniu w formie debaty na gorąco, która jest prowadzona z udziałem uczestników ćwiczenia zbiera się uwagi i wnioski od wszystkich uczestników szkolenia.

Prowadzi się dyskusje na temat jakości (sposobów) wywiązywania się ze swoich zadań w toku ćwiczenia, szczególnie w odniesieniu do celów założonych w ćwiczeniu, a także wskazuje możliwość wykorzystania zebranych doświadczeń i wniosków do ewentualnego wdrożenia w praktyce (Chmieliński M., Stopniak M., 2015).

W proponowanej postaci kompleksowy system kierowania ogniem wyposażony w VBS może umożliwić budowę unikalnej bazy szkoleniowo-badawczej, a poprzez to, może przyczynić się także do uzyskania możliwości eksportowych oryginalnego w skali międzynarodowej systemu szkolenia wojsk. Symulacja procesów wsparcia ogniowego i targetingu jest zagadnieniem kluczowym dla skutecznego szkolenia kadr. Nowoczesne systemy symulacji taktycznej są rozwiązaniem integralnym dla całego procesu i muszą być wdrażane na każdym szczeblu.

W symulatorze VBS3 wykorzystywane są elementy silnika graficznego *Real Virtuality* zarówno w wersji 3, jak i 4. Nowe możliwości silnika graficznego umożliwiają zobrazowanie obiektów o dużym poziomie szczegółowości. Nowe właściwości udostępnione w wersji VBS3 oprogramowania umożliwiają budowę symulatorów i trenerów w dużym stopniu odwzorowujących otaczającą ćwiczącego rzeczywistość. Wzrost liczby dostępnych obiektów (pojazdy, broń, samoloty, śmigłowce, okręty nawodne i okręty podwodne) i dodatkowe mapy umożliwiają zespołom przygotowującym ćwiczenia umiejscowienie ćwiczących w nowych, do tej pory nieosiągalnych scenariuszach.

Ponadto VBS pozwala również dołączać moduły zewnętrzne oraz modyfikować ustawienia systemu, jeśli chodzi o fizykę, modele balistyczne pocisków, parametry pojazdów (obecnie VBS oferuje ponad 6000 modeli pojazdów wojskowych używanych przez siły NATO), ustawienia pogody. Praktycznie rzecz biorąc, VBS pozwala na stworzenie modelu świata od podstaw, łącznie z jego prawami fizyki.

## **7. PODSUMOWANIE**

Celem zasadniczym stosowania trenerów (w tym symulatorów) jest stworzenie modelowych warunków szkolenia wojsk obniżających jego koszt. Przedstawione w artykule niektóre aspekty dotyczące wykorzystania symulatorów i trenerów do szkolenia, a także okresowego doszkalania pozwalają stwierdzić że ich zastosowanie daje niewymierne korzyści w wojsku m.in.:

- zmniejszenie kosztów eksploatacji;
- zmniejszenie możliwości wystąpienia awarii rzeczywistego SpW podczas nauczania;
- zmniejszenie ryzyka wystąpienia awarii lub wypadku;
- przeprowadzanie bezstresowych szkoleń;
- wyrabianie szybkich umiejętności i nawyków zawodowych np. prawidłowego prowadzenia lub obsługi;
- efektywne szkolenie;
- możliwość szkoleń w warunkach ekstremalnych;
- ochrona środowiska naturalnego;
- przeprowadzenie szkoleń związanych np. z przekwalifikowaniem na inny rodzaj uzbrojenia i sprzętu.

Efektywne wykorzystywanie symulacji i trenażerów podczas szkoleń wymaga od wojska przygotowania precyzyjnego programu nauczania przewidującego min. uzyskanie określonych celów szkoleniowych z wykorzystaniem narzędzi jakimi są symulatory i trenażery.

Dziś można wnosić, że szkolenie na trenażerach oraz przy użyciu programów symulacyjnych jest niezbędnym składnikiem rozwijania umiejętności dowodzenia oraz wyrabiania nawyków w obsłudze uzbrojenia. Należy przy tym zwrócić uwagę, że na rosnącą rolę trenażerów w szkoleniu wpływają warunki maksymalnie zbliżone do tych, jakie żołnierz spotyka w czasie wykonywania zadań rozpoznawczo-ogniowych.

Zapewnia to realizację szkolenia w pełnym zakresie, w tym trenowanie procedur operacyjnych oraz działanie w określonych sytuacjach problemowych.

Wiedza i innowacje stanowią podstawowe narzędzia służące podnoszeniu konkurencyjności gospodarki, zaś celem osiągnięcia wzrostu gospodarczego niezbędne jest zwiększanie poziomu inwestycji w badania i rozwój oraz podejmowanie działań na rzecz zapewnienia, iż wyniki badań będą następnie przekształcane w innowacyjne produkty.

Współcześnie w dobie gwałtownego rozwoju technologicznego zagadnienia współpracy nauki z przemysłem stają się niezwykle ważnym czynnikiem warunkującym konkurencyjność i atrakcyjność wytwarzanych wyrobów, a co za tym idzie sukces ekonomiczny.

Opracowanie Mobilnego Trenażera 120mm Moździerza RAK - od podstaw pozwala na dużą swobodę przy wyborze konkretnego rozwiązania technicznego. Nie ma potrzeby dostosowania się do konkretnej platformy.

Dało to dużą swobodę, ale i zmusiło zespół do starannego wyboru narzędzi umożliwiających zarówno sprawną realizację projektu, jak i możliwość jego rozbudowy.

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. postawił sobie wiele nowych wyzwań, które stymulują dalsze jego prace badawczo-rozwojowe i często są początkiem nowych kierunków działalności. AREX Sp. z o.o. inwestuje własne środki na badania i rozwój, a dzięki projektowi uzyskuje unikalną wiedzę, która pozwala konkurować na rynku. Ważne jest, że wiedza ta, może przyczynić się także do uzyskania możliwości eksportowych oryginalnego w skali międzynarodowej systemu szkolenia wojsk.

Ministerstwo Obrony Narodowej jest zainteresowane dobrą kondycją podmiotów polskiego przemysłu obronnego nie tylko ze względu na interes Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, ale również ze względu na utrzymanie stabilnej sytuacji w systemie obronnym państwa. Proces transformacji polskiego wojska ukierunkowany jest na osiągnięcie coraz wyższego poziomu sprawności i zdolności do wypełniania przewidywanych zadań.

Obecnie na rynku nie ma firm, które oferują całe spektrum symulatorów i trenerów wykorzystywanych do szkolenia i treningu różnych rodzajów wojsk. Jednak tendencje światowe (łączenia/współpracy/koordynacji systemu symulacji) spowodowały, że powstają konsorcja oferujące wybrane przez zamawiającego elementy lub kompletne zespoły.

Problematyka opisana w artykule stanowić będzie przedmiot kolejnych badań i analiz, których wyniki będą prezentowane w kolejnych publikacjach.

## LITERATURA

- Banacki, A., Bielawski, K., Chmieliński, M., Tamberg, S.(2008). *Nowe rozwiązania technologiczne dla Sił Zbrojnych RP*. Zeszyty Naukowe AMW 172B. Publikacje z zakresu „Kierowania ogniem systemów obrony powietrznej (przeciwlotniczej), Gdynia: Akademia Marynarki Wojennej.
- Bielawski, K., Banacki, A., Chmieliński, M. (2015). *Logistyczne aspekty produkcji zestawów treningowych dla Sił Zbrojnych RP realizowanych przez AREX Sp. z o.o.* Materiały VII Konferencja Naukowa LogMare, Gdynia: Akademia Marynarki Wojennej.
- Bielawski, K., Banacki, A., Chmieliński, M. (2015). *Kierunki działania firmy AREX Sp. z o.o. w zakresie rozwoju symulatorów i trenerów dla Sił Zbrojnych RP*, Materiały XX Międzynarodowa Konferencja naukowo–techniczna Uzbrowienie 2015. Warszawa: Wojskowa Akademia Techniczna.

- Bielawski, K., Banacki, A. (2015). *Trenażery Zakładu Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., jako propozycja rozbudowy bazy szkoleniowej dla Sił Zbrojnych RP*, Materiały Konferencji „Nauka dla Obronności” Poznań: Politechnika Poznańska.
- Chmieliński, M., Stopniak, M. (2015). *Środowisko symulacyjne VBS, jako przykład możliwości symulatorów wirtualnych dla Sił Zbrojnych*. TTS Technika Transportu Szynowego 12/2015. Doktryna Szkolenia SZ RP DD/7, MON Sztab Generalny WP, Warszawa 2006.
- <http://www.wojsko-polskie.pl/pl/articles/z-zycia-wojska-s/szkolenie-na-symulatorze-pola-walki-vbs-t/> (08.08.2018).
- <http://polskazbrojna.pl/home/articleshow/22314?t=Szkolenie-obslugi-modulu-ogniowego-Rak> (10.08.2018).
- <http://www.stalowka.eu/artukul/1067/wojsko-kupuje-mozdzierze-samobiezne-rak-ze-stalowej-woli/> (03.08.2018).
- <https://tech.wp.pl/najnowoczesniejsza-bron-na-swiecie-polski-mozdzierz-rak-6034897894793858a> (18.08.2018).
- Woźniak, D. (2010). *Środki dydaktyczne w szkoleniu technicznym*. Przegląd Logistyczny nr 3/2010 (011). Warszawa: MON.
- Woźniak, D., Kukielka, L., Woźniak, J. (2014). *Symulatory i trenażery w nauczaniu i szkoleniu wojskowym – wybrane*. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 6 /2014, tom R. 15.