

Examples of national opportunities for modernization of selected types of armament and developed weapons trainers

Przykłady krajowych możliwości modernizacji wybranych typów uzbrojenia i opracowanych trenażerów uzbrojenia

KRZYSZTOF BIELAWSKI
ANDRZEJ BANACKI
MIROSŁAW CHMIELIŃSKI
ARKADIUSZ KRUPA
PIOTR MAJEWSKI
SŁAWOMIR TAMBERG
DARIUSZ SZAGAŁA *

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2024.5-6.11>

Presented is the use of devices and trainer devices that are the original applications of Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. a part of the WB Group. This application also uses the characteristics of devices with the efficiency of modernization works understood as benefits resulting from the expenditure incurred. Special attention was paid to modernization resulting from the reliability of the improved system and its readiness to perform tasks. The article is not a presentation of the commercial offer but covers the scope of research and development works, implemented original modernization, developed in response to market expectations, user comments and technical progress. The potential of the WB Group and the current state of knowledge and application possibilities provided by AREX Sp. z o.o. is in meeting the requirements of the modern battlefield. The process should be conducted in the national defence sector (in the domestic industrial defence potential). This industry should have additional new technologies of modernization.

KEYWORDS: modernization process, functionality, safety, armament

Przedstawiono krajowe uwarunkowania modernizacji wybranych typów uzbrojenia i trenażerów uzbrojenia, które są autorskimi propozycjami Zakładu Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. wchodzącego w skład Grupy WB. W procesie tym uwzględniono również charakterystykę związaną z efektywnością prac modernizacyjnych rozumianych jako uzyskiwanie korzyści w odniesieniu do

ponoszonych nakładów. Szczególną uwagę poświęcono modernizacji wynikającej z funkcji niezawodności doskonałego systemu i jego gotowości do wykonywania zadań. Artykuł nie jest przedstawieniem oferty handlowej, ale zakresu prac badawczo-rozwojowych i wdrożonych rozwiązań modernizacyjnych, opracowanych w odpowiedzi na oczekiwania rynku, uwagi użytkowników oraz postęp techniczny. Potencjał Grupy WB oraz stan wiedzy i możliwości wskazują, że w dziedzinie uzbrojenia AREX Sp. z o.o. jest w stanie spełnić wymagania stawiane przez współczesne pole walki. Proces modernizacji powinien być prowadzony w ramach krajowego przemysłu obronnego (w rodzimym przemysłowym potencjale obronnym). Przemysł ten powinien dysponować nowoczesnymi technologiami modernizacyjnymi.

SŁOWA KLUCZOWE: proces modernizacji, funkcjonalność, bezpieczeństwo, uzbrojenie

Wprowadzenie

Profil działalności firmy AREX Sp. z o.o. obejmuje działalność produkcyjną i rozwojową. Przedmiotową działalność spółka realizuje kompleksowo, m.in. poprzez projektowanie, wytwarzanie i wdrażanie urządzeń i systemów, szkolenie personelu eksploatacyjnego i obsługę posprzedażową.

AREX Sp. z o.o. powstała w 1989 r. Od początku sercem firmy był jej właściciel – dr Andrzej Darski – który zbudował silne zaplecze projektowo-wykonawcze dla różnych branż elektroniki, informatyki,

* Krzysztof Bielawski – Krzysztof.Bielawski@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Andrzej Banacki – Andrzej.Banacki@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Mirosław Chmieliński – Miroslaw.Chmielinski@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Arkadiusz Krupa – Arkadiusz.Krupa@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Piotr Majewski – Piotr.Majewski@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Sławomir Tamberg – Slawomir.Tamberg@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

Dariusz Szagała – Dariusz.Szagała@arex.pl – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX sp. z o.o., Grupa WB, Gdynia, Polska

mechaniki oraz elektrotechniki. Już od pierwszych lat działalności firma AREX stawiała na nowoczesne i wysoko jakościowe produkty.

Do 1993 r. działalność była prowadzona na terenie Politechniki Gdańskiej. W tym czasie firma AREX skupiała się na produkcji przetworników pomiarowych dla podstawowych wielkości fizycznych, takich jak: ciśnienie, temperatura, napięcie, prąd. Ponadto wykonywano zlecenia związane z wdrażaniem systemów automatyki przemysłowej i systemów kontrolno-pomiarowych.

W roku 2002 firma rozpoczęła współpracę z przemysłem zbrojeniowym. Brała udział w wykonywaniu osprzętu na okrętach wojennych dla Jemenu. W roku 2003 AREX Sp. z o.o. podjęła współpracę z Zakładami Mechanicznymi w Tarnowie w zakresie opracowania i dostarczania osprzętu elektromechanicznego dla zestawu przeciwlotniczego ZUR-23KG. Obecnie osprzęt ten jest seryjnym produktem spółki. Po udanym wdrożeniu osprzętu dla zestawu przeciwlotniczego ZUR-23KG nawiązała współpracę z czołowymi ośrodkami badawczo-rozwojowymi zajmującymi się opracowywaniem nowych rozwiązań dla przemysłu obronnego [1].

W lutym 2005 r. w wyniku tragicznego wypadku poniósł śmierć właściciel firmy dr Andrzej Darski. To ogromna strata dla firmy, która przez najbliższe miesiące z trudem podnosiła się po tym wydarzeniu. Jednak okazało się, że o sile zakładu stanowią jego pracownicy. Wspólny wysiłek pracowników i spadkobierców firmy pozwolił na utrzymanie dotychczasowej działalności. Zmianie uległa jej forma prawna – od sierpnia 2005 r. AREX został przekształcony w spółkę prawa handlowego. Pomoc firm współpracujących z zakładem oraz mobilizacja pracowników pozwoliły na odzyskanie pozycji na rynku.

W 2011 r. AREX Sp. z o.o. dołączyła do Grupy WB, aby z powodzeniem rozwijać kolejne oryginalne rozwiązania. Grupa WB ma korzenie w dynamicznym rozwoju spółki WB Electronics SA. Zmiany organizacyjne oraz odnowienie i wzmocnienie parku maszynowego pozwoliły na zwiększenie wydajności i produkcję wyrobów lepszej jakości.

Działalność AREX Sp. z o.o. na rynku specjalnym dotyczy dostarczania i opracowywania dedykowanych rozwiązań w obszarze uzbrojenia oraz sterowania uzbrojeniem w pojazdach wojskowych. Specjalizacją firmy jest budowa układów napędowych dla systemów wieżowych oraz budowa automatów ładowania amunicji dla czołgów, moździerzy samobieżnych i innych pojazdów opancerzonych. Ponadto firma wypracowała własne rozwiązania w zakresie trenerów uzbrojenia, w tym trenerów ręcznych wyrzutni raketowych GROM. Trener to urządzenie treningowe do szkolenia indywidualnego i zespołowego żołnierzy w posługiwaniu się sprzętem bojowym (maszynami, urządzeniami oraz przyrządami).

AREX Sp. z o.o. współpracuje z czołowymi polskimi podmiotami działającymi w branży zbrojeniowej, w tym ze spółkami PGZ. Wiele przedsięwzięć spółka

realizuje wspólnie z liderem Grupy WB – firmą WB Electronics. Podejmuje także działania handlowe dotyczące promocji i sprzedaży własnych produktów na rynkach zagranicznych. Działalność Zakładu Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. jest oparta na innowacyjnych projektach dotyczących opracowania i wdrożenia nowych produktów do sektora obronnego [4].

Grupa WB kojarzy się przede wszystkim z zaawansowanymi systemami elektronicznymi, takimi jak: systemy zarządzania polem walki, środki łączności, drony czy środki rozpoznania. AREX specjalizuje się w projektowaniu zdalnie sterowanych modułów uzbrojenia o lekkiej, kompaktowej konstrukcji, opracowanych przede wszystkim jako uzbrojenie pojazdów (Grupa WB od wielu lat współpracuje z producentami wozów bojowych), ale także jako wyposażenie stacjonarne, np. na różnego rodzaju posterunkach, punktach obserwacyjnych czy fortyfikacjach [2].

Pod koniec 2023 r. Grupa WB była jednym z najważniejszych uczestników polskiego sektora obronnego. Składa się z podmiotów krajowych: WB Electronics (Ożarów Mazowiecki), Radmor (Gdynia), Flytronic (Gliwice), WB Centrum Kompozytów (Czechowice-Dziedzice), Arex (Gdynia), Mindmade (Warszawa), Polcam (Raszyn) i PN Standard (Warszawa). Poza granicami Polski Grupa WB dysponuje podmiotami zlokalizowanymi na trzech kontynentach: WB Ukraina (Ukraina), Delta-WB (Gruzja), WB Middle East (Arabia Saudyjska), WB India (Indie) oraz WBE Technologies (Malezja). Jednym z istotnych obszarów działalności Grupy jest produkcja systemów uzbrojenia lub ich elementów. Ma w swoich zasobach kompetencje z tego obszaru, na dodatek dysponuje systemami dowodzenia i łączności, a także rozpoznawczymi oraz uderzeniowymi.

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. realizuje działania na rynku specjalnym w zakresie:

- automatyki (systemów wieżowych – napędów naprowadzania w azymucie i elewacji oraz stabilizacji, automatów ładowania amunicji różnych kalibrów, innych rozwiązań dotyczących specjalizowanych potrzeb w sprzęcie wojskowym);
- osprzętu elektromechanicznego do systemów wieżowych małych i średnich kalibrów, manipulatorów, pulpitu operatorów, kompletnych systemów szkoleniowo-treningowych dotyczących uzbrojenia (np. do ZU-23-2, przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych);
- dostaw samodzielnych produktów energoelektronicznych do sprzętu wojskowego (zasilaczy, falowników);
- opracowywania pod wymagania klienta trenerów uzbrojenia.

AREX Sp. z o.o. jest identyfikowana na rynku specjalnym jako firma specjalizująca się w układach napędowych, zwłaszcza autonomicznych systemach wieżowych oraz systemach zasilania urządzeń pokładowych, urządzeniach sterujących, a także symulatorach i trenerach uzbrojenia.

Rozwiązania modernizacyjne Zakładu Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX na rynek specjalny

W chwili obecnej firma prowadzi intensywne działania ukierunkowane na pozyskanie nowych klientów krajowych i zagranicznych. Ponadto trwają prace badawczo-rozwojowe mające na celu stały rozwój technologiczny dotychczasowych produktów, a także wprowadzanie na rynek nowych produktów.

Członkowie zarządu AREX Sp. z o.o. w odpowiedzialny sposób zarządzają firmą, dzięki czemu w ogromnym stopniu przyczyniają się do wsparcia rozwoju innowacji technologicznych i ich wykorzystania w prowadzonej działalności. Działania te są elementem walki konkurencyjnej i pozwalają na budowanie silnej pozycji spółki na rynku. Wszystkie przedstawione w artykule rozwiązania są w całości zaprojektowane i wykonane przez firmę AREX Sp. z o.o. [3].

Osprzęt elektromechaniczny do 23-mm Przeciwlotniczych Zestawów Artyleryjsko-Rakietowych

Osprzęt elektromechaniczny do zestawu ZUR-23-2KG (rys. 1) realizuje następujące funkcje:

- kontrolę załączania osprzętu wraz z pomiarem napięcia zasilania (baterii akumulatorów);
- napęd w elewacji oraz w azymucie z wykorzystaniem silników elektrycznych zasilanych z baterii



Fig. 1. 23-mm Anti-Aircraft Artillery and Missile System ZUR-23-2KG (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 1. 23-mm Przeciwlotniczy Zestaw Artyleryjsko-Rakietowy ZUR-23-2KG (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

akumulatorów na zestawie, na zasadzie regulacji prędkościowej z wykorzystaniem manipulatora (joysticka);

- sterowanie systemem dwóch rakiet w zakresie zespołów odryglowania oraz współpracy z mechanizmem startowym zestawu raketowego;
- transmisja informacji pomiędzy podzespołami osprzętu oraz do celownika kolimatorowego.

W skład osprzętu elektromechanicznego wchodzi:

- zespół sterowania zestawami raketowymi;
- zespół sterowania silnikami elektrycznymi;
- zespół silnika w elewacji;
- zespół silnika w azymucie (rys. 2a);
- pulpit operatora z zespołem joysticka (rys. 2b);
- zespół elektronicznych układów sterowania (rys. 2c);
- zespół zasilacza zestawów raketowych;
- zespół zasilania układów sterowania;
- zespół wiązek elektrycznych.

Zestawy te są użytkowane obecnie w Siłach Zbrojnych RP (Wojskach Lądowych i Siłach Powietrznych) oraz w siłach lądowych Indonezji [5].

Układ napędowy kontenera startowego GROM do ZSU-23-4MP „Biała”

Układ napędowy kontenera startowego GROM do ZSU-23-4MP „Biała” (rys. 3) zapewnia możliwość naprowadzania i sterowania pozycją kątową w elewacji kontenerów startowych za pomocą wartości kątów zadawanych z systemu kierowania ogniem (SKO).



Fig. 3. 23-mm quadruple self-propelled anti-aircraft system ZSU-23-4MP „Biała” (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 3. 23-mm poczwórny samobieżny zestaw przeciwlotniczy ZSU-23-4MP „Biała” (źródło: Archiwum Arex Sp. z o.o.)



a) Zespół silnika w azymucie

b) Pulpit operatora z zespołem joysticka

c) Zespół elektronicznych układów sterowania

Fig. 2. Selected assemblies included in the ZUR-23-2KG electromechanical equipment (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 2. Wybrane zespoły wchodzące w skład osprzętu elektromechanicznego ZUR-23-2KG (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

W dwóch kontenerach startowych znajdują się cztery przeciwlotnicze zestawy rakietowe bliskiego zasięgu [7].

W skład układu napędowego wchodzi następujące zespoły (rys. 4):

- zespół sterowania;
- zespół napędu;
- zespół wiązek kablowych.

System sterowania procesem minowania narzutowego

System sterowania procesem minowania narzutowego (rys. 5) umożliwia ułożenie pola minowego według zdefiniowanej konfiguracji – zagęszczenia min oraz obszaru minowania. System umożliwia konfigurację w podłączeniu 4 lub 6 miotaczy. System sterowania procesem minowania może działać w trybie automatycznym lub ręcznym [9].

Osprzęt elektromechaniczny do Zdalnie Sterowanego Modułu Uzbrojenia ZSMU-1276 „Kobuz”

Osprzęt elektromechaniczny jest przeznaczony do montowania na Zdalnie Sterowanym Module Uzbrojenia ZSMU-1276A3 (rys. 6). Moduł ten może być używany na takich pojazdach, jak:

- patrolowe samochody opancerzone;
- kołowe transportery opancerzone;

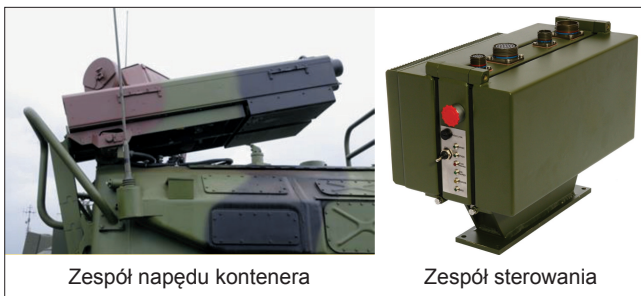


Fig. 4. ARM-02 drive system assemblies (source: archive of Arex Sp. z o.o.)
Rys. 4. Zespoły układu napędowego ARM-02 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)



Fig. 5. Scattered Mining Vehicle (source: archive of Arex Sp. z o.o.)
Rys. 5. Pojazd Minowania Narzutowego (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)



Fig. 6. Remotely Controlled Weapons Module ZSMU-1276A3 (source: archive of Arex Sp. z o.o.)
Fot. 6. Zdalnie Sterowany Moduł Uzbrojenia ZSMU-1276A3 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

- bojowe wozy piechoty jako uzbrojenie główne lub pomocnicze.

ZSMU-1276A3 można również zastosować do ochrony obiektów. W takim przypadku Zdalnie Sterowany Moduł Uzbrojenia montuje się na stacjonarnej podstawie umieszczonej w pobliżu chronionego obiektu. Pulpit operatora wraz z manipulatorem umieszcza się w opancerzonym kontenerze lub w chronionym obiekcie [8].

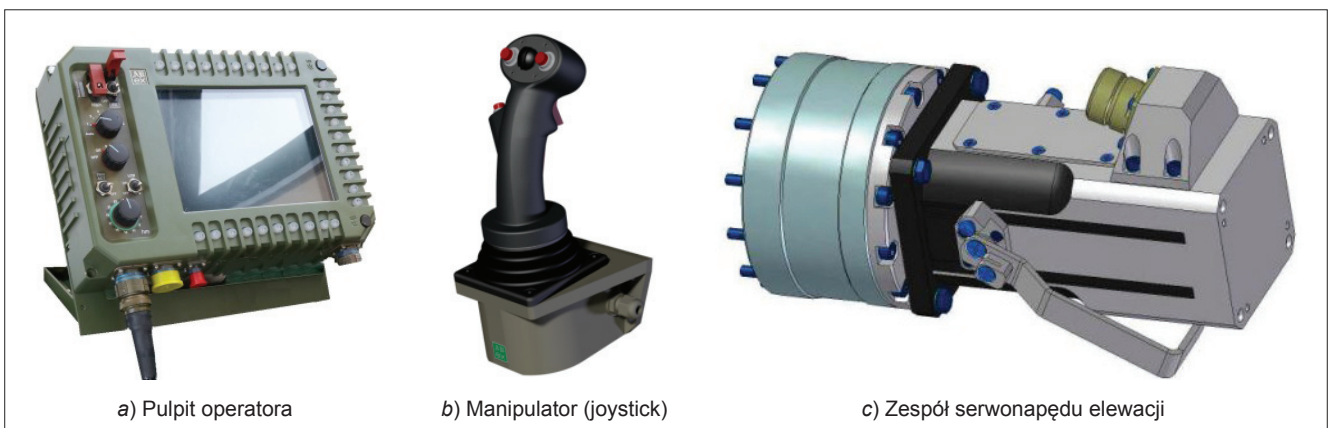


Fig. 7. Selected assemblies included in the OEZSMU-001A3 electromechanical equipment (source: archive of Arex Sp. z o.o.)
Rys. 7. Wybrane zespoły wchodzące w skład osprzętu elektromechanicznego OEZSMU-001A3 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

Osprzęt elektromechaniczny przeznaczony do sterowania Zdalnie Sterowanym Modułem Uzbrojenia jest wyposażony w system celowania, system kontroli i sterowania uzbrojeniem oraz napędy elektryczne i ręczne do naprowadzania uzbrojenia.

W skład osprzętu elektromechanicznego wchodzi następujące elementy:

- blok sterowania;
- złącze obrotowe;
- zespół sterowania;
- pulpit operatora (rys. 7a);
- manipulator (joystick) (rys. 7b);
- blok żyroskopów (opcjonalnie);
- zespół serwonapędu elewacji (rys. 7c) i azymutu;
- enkodery położenia elewacji i azymutu;
- zespół wiązek kablowych.

Umożliwia zwalczanie lekko opancerzonych celów za pomocą karabinu WKM-B o kalibrze 12,7 mm lub UKM-2000 o kalibrze 7,62 mm. Do obrony biernej służy wyrzutnia granatów dymnych kalibru 81 mm. Wyposażony jest w funkcję stabilizacji ułatwiającą strzelanie podczas ruchu pojazdu. Osprzęt wraz z ZSMU można montować w pojazdach gąsienicowych oraz kołowych. Umożliwia obsługę uzbrojenia z kilku stanowisk – w zależności od zapotrzebowania [10].

Osprzęt elektromechaniczny do sterowania „Wieżyczką z 12,7 WKM-B dla śmigłowca PZL W-3”

Osprzęt elektromechaniczny do systemu wieżowego montowanego na śmigłowcach PZL W-3 (rys. 8) umożliwia zwalczanie celów powietrznych i lądowych za pomocą karabinu o kalibrze 12,7 mm [12].



Fig. 8. Turret with 12.7 WKM-B mounted on the PZL W-3 helicopter (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 8. Wieżyczka z 12,7 WKM-B zamontowana na śmigłowcu PZL W-3 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

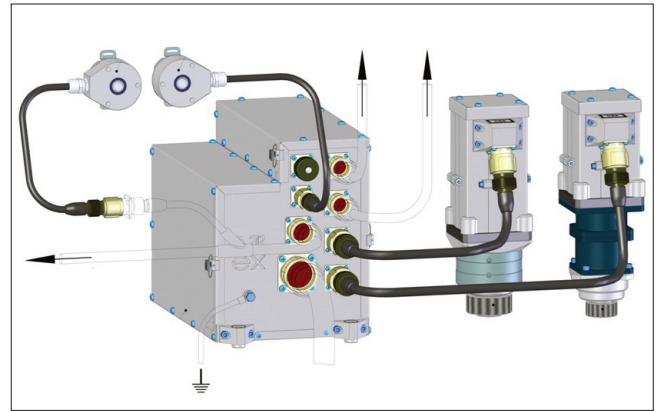


Fig. 9. Electromechanical equipment (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 9. Osprzęt elektromechaniczny (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

W skład osprzętu elektromechanicznego (rys. 9) wchodzi:

- zespół sterowania;
- zespół serwonapędu w azymucie i elewacji;
- enkoder położenia w azymucie i elewacji;
- zespół okablowania.

Osprzęt jest wyposażony w przelicznik balistyczny. Umożliwia sterowanie uzbrojeniem poprzez precyzyjne naprowadzanie głowicy śmigłowca na cel w połączeniu z komputerem misji. Jest również przystosowany do współpracy z wideotrackerem [13].

Osprzęt elektromechaniczny do systemu wieżowego 120-mm 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 120-mm RAK (rys. 10), 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 [11].



Fig. 10. Ammunition magazine assembly of the 120-mm RAK self-propelled mortar (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 10. Zespół magazynu amunicyjnego 120-mm moździerza samobieżnego RAK (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

Osprzęt elektromechaniczny do systemu wieżowego 120-mm moździerca (rys. 10) jest przeznaczony do:

- kontroli załączania osprzętu wraz z pomiarem napięcia zasilania (baterii akumulatorów);
- zasilania osprzętu elektromechanicznego;
- wyłączenia 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 moździerca w amunicję w sposób ręczny (manualny);
- sterowania zespołem zasilania moździerca w amunicję;
- aktywacji procesu ładowania magazynu naboju, wprowadzania rodzaju naboju oraz jego parametrów (ilości ładunków miotających, znaku odchyłki wagowej, wielkości odchyłki wagowej) podczas ładowania;
- automatycznego zasilania moździerca w amunicję;
- współpracy z systemem kierowania ogniem oraz systemem nawigacji inercyjnej.

W skład osprzętu elektromechanicznego wchodzi:

- zespół magazynu (rys. 11a);
- blok zasilania;
- blok napędów dosyłania;
- blok napędów wieży;
- układ sterowania;
- układ sterowania silnikami;
- zespół serwonapędów;
- enkoder położenia azymutu i elewacji oraz enkoder położenia magazynu;
- manipulator (joystick – rys. 11b);
- pulpit dowódcy;
- pulpit celowniczo-operatora (rys. 11c);
- zespół celownika;
- wiązki kablowe.

Osprzęt elektromechaniczny do wyrzutni rakiet WR-40 „Langusta”

Wyrzutnia rakietowa WR-40 „Langusta” (rys. 12) została oparta na gruntownej modernizacji radzieckiej wyrzutni BM-21 Grad.

Modernizacja wyrzutni obejmowała wykonanie nowych napędów elektrycznych elewacji i azymutu oraz umożliwienie sterowania wyrzutnią za pomocą pulpitu z dwóch punktów, z kabiny pojazdu oraz z punktu wynośnego poza pojazdem [14].

Przygotowany osprzęt elektromechaniczny wyrzutni składa się z następujących elementów:

- zespołu napędów elektrycznych azymutu i elewacji;
- bloku sterowania napędami;
- bloku zasilania elektrycznego;
- pulpitu sterowania położeniem wyrzutni (wewnętrzny i zewnętrzny);
- enkoderów położenia w azymucie i elewacji oraz czujników krańcowych.

Na stanowiskach sterowania wyrzutnią zamontowano pulpity operatorów zawierające: kontrolki zasilania, kontrolki poprawności pracy osprzętu elektromechanicznego, kontrolkę punktu sterowania, kontrolkę zakończenia procedury ustawienia kątów dozwolonych i zabronionych, klawisze ustawiania pozycji kątowych, dwa segmentowe wyświetlacze kątów położenia wyrzutni, klawisze startu i stopu oraz przełącznik przejścia sterowania [16].

Modernizacja 57-mm samoczynnej armaty przeciwlotniczej S-60

Propozycja modernizacji 57-mm samoczynnej armaty przeciwlotniczej S-60 (rys. 13) jest możliwa na podstawie następujących założeń:



Fig. 12. WR-40 „Langusta” missile launcher (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 12. Wyrzutnia rakietowa WR-40 „Langusta” (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

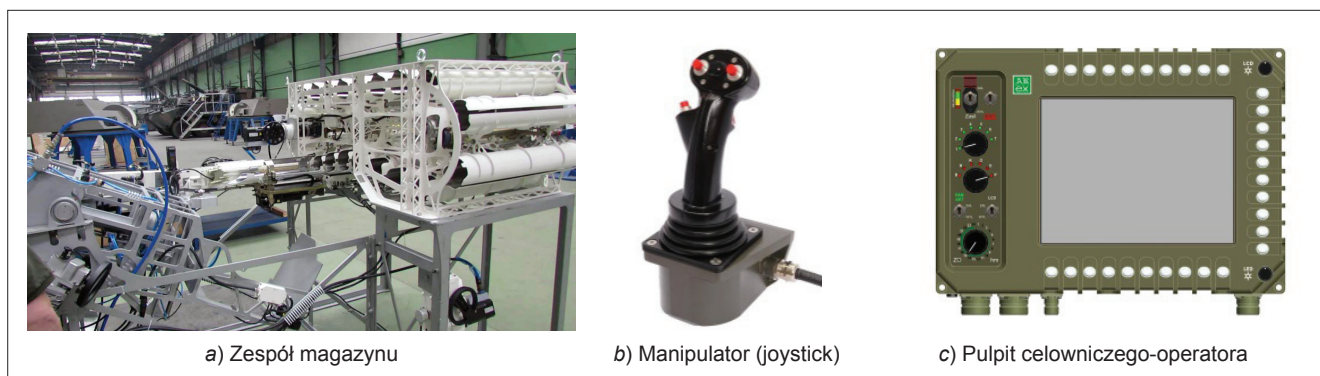


Fig. 11. Selected assemblies included in the ARM-11 electromechanical equipment (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 11. Wybrane zespoły wchodzące w skład osprzętu elektromechanicznego ARM-11 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)



Fig. 13. 57-mm S-60 automatic anti-aircraft gun (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 13. 57-mm samoczynna armata przeciwlotnicza S-60 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

- zastąpienie wzmacniacza lampowego i amplidyny sterownikiem elektrycznych napędów naprowadzania w azymucie i elewacji z zachowaniem parametrów dynamicznych nie gorszych niż w wersji przed modernizacją;
- wymiana elektrycznych silników wykonawczych MJ-32Ta na silniki nowej generacji;
- zastosowanie enkoderów do pomiaru prędkości;
- wymiana celownika półautomatycznego (wektorowego) AZP-57 na celownik kolimatorowy;
- zastąpienie wskaźników zerowych (wizualizacją na celowniku kolimatorowym);
- zintegrowanie sposobu ręcznego naprowadzania armaty w azymucie i elewacji (jeden celowniczy);
- wymiana okablowania elektrycznego;
- zastąpienie układu zasilania elektrycznego armaty (SPO-30) na zasilanie autonomiczne (akumulatory na armacie) i zasilanie centralne (agregat prądowórczy z prostownikiem na armacie);
- doprowadzenie łączności fonicznej;
- wykorzystanie w maksymalnym stopniu dotychczasowych rozwiązań;
- zachowanie trybów pracy armaty (ręczny, półautomatyczny, automatyczny);
- zmniejszenie obsługi do 5 osób (bez 2 celowniczych i 1 celowniczego).

Do podstawowych zalet modernizacji 57-mm samoczynnej armaty przeciwlotniczej należy zaliczyć:

- zwiększenie parametrów dynamicznych napędów naprowadzania w azymucie i elewacji;
- zwiększenie dokładności rozwiązania zadania trafienia pociskiem w cel przez zastosowanie nowoczesnego celownika kolimatorowego (dziennego, dzieńno-nocnego lub noktowizyjnego w zależności od wymagań użytkownika);
- wizualizacja na celowniku kolimatorowym wszystkich informacji potrzebnych celowniczo-operatorowi do wykonania zadania ogniowego;
- zintegrowanie sposobu ręcznego naprowadzania armaty w azymucie i elewacji (jeden celowniczy);
- zasilanie autonomiczne (akumulatory na armacie) i zasilanie centralne (agregat prądowórczy z prostownikiem na armacie);

- wprowadzenie łączności fonicznej (do dowódcy plutonu ogniowego, dowódcy działa i celowniczo-operatora);
- zachowanie dotychczasowych trybów pracy armaty (ręczny, półautomatyczny, automatyczny) z jednoczesnym zwiększeniem ich możliwości;
- zmniejszenie obsługi do 5 osób (bez 2 celowniczych i 1 celowniczego);
- zmniejszenie podatności na uszkodzenia oraz zwiększenie możliwości serwisowania.

Modernizacja 23-mm poczwórnej samobieżnej armaty przeciwlotniczej ZSU-23-4

Modernizacja 23-mm poczwórnej samobieżnej armaty przeciwlotniczej ZSU-23-4 (rys. 14) jest realizowana na podstawie następujących założeń:

- wprowadzenie bloku sterowania napędami elektrohydraulicznymi w azymucie i elewacji z zachowaniem napędów ręcznych;
- wprowadzenie głowicy optoelektronicznej z dalmierzem laserowym w miejsce stacji radiolokacyjnej;
- wprowadzenie głowicy optoelektronicznej z dalmierzem laserowym współpracującej ze stacją radiolokacyjną (opcja);
- wprowadzenie nowej generacji przekształtników współrzędnych celu (PWC) i ognia (PWO);
- wprowadzenie pulpitu operatora zestawu wraz z wolantem;
- możliwość programowania zabronionych stref strzelania w azymucie i elewacji;
- wprowadzenie nowej wewnętrznej łączności fonicznej;
- zmniejszenie obsługi do 3 osób (dowódca, operator, kierowca).

Trenażery uzbrojenia Arex

Obecnie AREX Sp. z o.o. jest krajowym liderem pod względem trenażerów 23-mm zestawów artyleryjskich. Spółka specjalizuje się również w opracowywaniu innych trenażerów uzbrojenia do szkolenia



Fig. 14. 23-mm quadruple self-propelled anti-aircraft gun ZSU-23-4 (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 14. 23-mm poczwórna samobieżna armata przeciwlotnicza ZSU-23-4 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

i treningów żołnierzy dla Sił Zbrojnych RP. W tym celu wykorzystuje się rzeczywiste uzbrojenie, które jest dostosowywane do roli trenażera oraz wyposażane w odpowiedni sprzęt kontrolno-sterujący. Zasadniczym celem budowy urządzeń szkolno-treningowych 23-mm zestawów artyleryjskich przez AREX Sp. z o.o. jest tworzenie nowoczesnych, własnych rozwiązań technicznych dla modelowych warunków szkolenia Sił Zbrojnych RP, obniżających koszty szkolenia i poprawiających bezpieczeństwo eksploatacji sprzętu wojskowego [6].

W dobie cięć budżetowych istotne jest, aby przy ograniczonych środkach utrzymać sprzęt na założonym poziomie gotowości bojowej i 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 [1].

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 r., kiedy stworzono Trenażer TR-23 do Przeciwlotniczego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZUR-23-2KG.

Na podstawie tych doświadczeń opracowano 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 jego przydatność w procesie kształcenia i szkolenia w AMW.

Trenażer TR-23 do Przeciwlotniczego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZUR-23-2KG

Trenażer TR-23 to zestaw treningowy przeznaczony do szkolenia operatora 23-mm Przeciwlotniczego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZUR-23-2KG. W projekcie trenażera wykorzystano osprzęt oraz podstawę od armaty bojowej ZUR-23-2KG, co miało na celu zapewnienie jak największego stopnia realizmu. Trenażer TR-23 (rys. 15) jest mobilnym urządzeniem wyposażonym w stanowisko instruktora oraz stanowisko operatora, które są połączone bezprzewodową siecią WiFi.

Stanowisko instruktora ma możliwość łączenia się i współpracy z wieloma stanowiskami operatora w tym samym czasie (opcja w zależności od wymagań użytkownika). Umożliwia prowadzenie szkoleń obsad ZUR-23-2KG w warunkach zbliżonych do rzeczywistych pod względem obsługi, kinematyki i dynamiki oraz procedur związanych z działaniami bojowymi.



Fig. 15. ZUR-23-2KG trainer at CSSP in Koszalin (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 15. Trenażer ZUR-23-2KG w CSSP w Koszalinie (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

Jeden trenażer TR-23 do Przeciwlotniczego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZUR-23-2KG znajduje się obecnie na wyposażeniu Sił Zbrojnych Indonezji, a dwa egzemplarze są w centrum Szkolenia Sił Powietrznych RP w Koszalinie (rys. 15).

Spółka AREX wraz z Wojskowym Instytutem Technicznym Uzbrojenia z Zielonki oraz Autocomp Management Sp. z o.o. ze Szczecina w 2015 r. były wykonawcami i dostawcami urządzeń szkolno-treningowych ZU-23-2 (numer postępowania: IU/42/VI-91/ZO/PO/DOS/SS/2014) dla Centrum Szkolenia Sił Powietrznych w Koszalinie.

Trenażer TR-23 jest przeznaczony do szkolenia żołnierzy obsługujących zestaw artyleryjsko-rakietowe ZUR-23-2KG. Zbudowano go w oparciu o rzeczywisty zestaw ZUR-23-2KG, z zachowaniem wszystkich parametrów funkcjonalnych i charakterystyk kinetycznych. Trenażer składa się ze stanowiska instruktora i stanowiska celowniczego połączonych ze sobą za pośrednictwem bezprzewodowej sieci komputerowej. Komputerowa symulacja zadania ogniowego jest wyświetlana na monitorze zamontowanym w miejscu celownika [1].

Trenażer TR-23-2MR do Morskiego Zestawu Rakietowo-Artyleryjskiego ZU-23-2MR

Trenażer TR-23-2MR (rys. 16 i 17) to zestaw treningowy przeznaczony do szkolenia operatora Morskiego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZU-23-2MR.



Fig. 16. TR ZU-23-2MR trainer on a moving platform at AMW (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 16. Trenażer TR ZU-23-2MR na ruchomej platformie w AMW (źródło: Archiwum Arex Sp. z o.o.)



Fig. 17. TR ZU-23-2MR trainer on a moving platform at AMW (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 17. Trener TR ZU-23-2MR na ruchomej platformie w AMW (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

W celu osiągnięcia jak największego stopnia realizmu trener został zbudowany na bazie rzeczywistego zestawu ZU-23-2MR; zachowano jego pełny wygląd i funkcje, a także hydrauliczne napędy naprowadzania. Znamiona bojowe w postaci oryginalnych automatów i luf zostały pozbawione cech użytkowych [3].

Trener Morskiego Zestawu Artyleryjsko-Rakietowego ZU-23-2MR został zrealizowany w ramach projektu rozwojowego nr OR 00 0034 09 przez konsorcjum naukowo-przemysłowe Akademii Marynarki Wojennej i ARES Grupa WB [7].

Stanowisko operatora ZU-23-2MR znajduje się na ruchomej platformie umożliwiającej symulację wychyłów odpowiadających bujaniu okrętu na morzu. Za obsługę mechanizmu symulującego falowanie okrętu na morzu odpowiedzialny jest moduł sterowania platformą ruchomą (SWP). Zadawanie parametrów wychylenia odbywa się na stanowisku instruktora.

Trener składa się ze stanowiska operatora celowniczego i stanowiska instruktora połączonych lokalną siecią komputerową, a stanowisko instruktora ma możliwość łączenia się i współpracy z wieloma stanowiskami operatora celowniczego w tym samym czasie (jest to opcja w zależności od wymagań użytkownika) [6].

Wyniki zrealizowanej ponad 10 lat temu pracy rozwojowej w postaci trenera TR ZU-23-2MR zbudowanego przez konsorcjum Akademii Marynarki Wojennej i ARES Grupy WB pozwalają wnosić o jego zdatności do procesu szkolenia i doskonalenia kadr MW RP. Współpraca nauki z przemysłem okazała się niezwykle korzystna dla AMW, a w tym dla MW RP. Nauka była stymulowana do ukierunkowanego działania, otrzymała finansowe wsparcie i rozwój swojego zaplecza laboratoryjno-badawczego. Celem zasadniczym trenera ZU-23-2MR było stworzenie modelowych warunków szkolenia wojsk, obniżających jego koszt. Ponadto przedstawiony trener ZU-23-2MR przyczynił się do poprawy warunków BHP i ochrony środowiska [13].

Trener ZU-23-2MR został uznany za innowacyjny, gdyż zastosowane w nim rozwiązania mają cechy

nowe i jednocześnie charakterystyczne, wyróżniające go wśród innych konstrukcji o podobnej charakterystyce, a także zapewniają nową wartość w odniesieniu do tradycyjnych rozwiązań. Wynik projektu w postaci trenera ZU-23-2MR spowodował, że zapewniona została też możliwość uzyskania wiedzy, doświadczenia oraz solidnych podstaw do prowadzenia badań w kierunku wypracowania danych do jego projektowania i modernizacji [8].

Trener ZU-23-2MR miał wpływ na podniesienie rangi Pracowni Broni Rakietowej i Artylerii WNIUO AMW oraz może się przyczynić do nawiązania współpracy na poziomie międzynarodowym. Opracowanie projektu od podstaw zapewniło dużą swobodę przy wyborze konkretnego rozwiązania technicznego. Nie było potrzeby dostosowania się do określonej platformy. Z drugiej strony zmusiło zespół do starannego wyboru narzędzi umożliwiających zarówno sprawną realizację projektu, jak i jego rozbudowę.

Wszystkie czynności realizowane w ramach projektu i określane jako symulacja morskiego teatru działań miały na celu zapewnienie możliwie wysokiego stopnia realizmu podczas prowadzenia ćwiczeń. Współczesna technika pozwala na odzwierciedlenie obrazu pola walki poprzez nowoczesne środki multimedialne [9]. Przedstawiciel przemysłu, tj. ARES Grupa WB, stawia sobie wiele nowych wyzwań, które stymulują dalsze prace badawczo-rozwojowe i często są początkiem nowych kierunków działania.

Uczestnicząc w konsorcjum, ARES Grupa WB lepiej inwestuje własne środki na badania i rozwój, a jako partner w konsorcjum, dzięki projektowi i współpracy z AMW, uzyskała unikalną wiedzę, która pozwala konkurować na rynku. Ważne jest, że wiedza ta może się także przyczynić do uzyskania możliwości eksportowych oryginalnego w skali międzynarodowej systemu szkolenia wojsk.

Trener TR ZU-23-2MR to unikalne (wysokiej jakości) urządzenie treningowe. Odznacza się innowacyjnością i oryginalnością zastosowanych rozwiązań technicznych oraz ma wysokie parametry techniczne, które zabezpieczają ich efektywne zastosowanie. Z powodzeniem i uznaniem wykorzystywany jest od ponad 10 w AMW, w procesie kształcenia podchorążych jako narzędzie szkolenia i doskonalenia czynności operatora (celowniczego) obsługującego morski zestaw artyleryjsko-rakietowy ZU-23-2MR [16].

Realizacja tego rozwiązania przyniosła wymierne korzyści długoterminowe i miała pozytywny wpływ na rozwój pojedynczych przedsiębiorstw oraz polskiej gospodarki. Zastosowane metody szkolenia operatorów ZU-23-2MR z wykorzystaniem trenerów, w tym TR ZU-23-2MR, pozwalają w wierny sposób oddać wymaganą specyfikę procesu i warunków walki okrętu z przeciwnikiem nawodnym (brzegowym) i powietrznym, wpływając na jego realność i zwiększenie skuteczności [4]. Wyniki badań dedykowanych trenera TR ZU-23-2MR zrealizowanych przez konsorcjum AMW w Gdyni i ARES Grupy WB świadczą o jego zdatności do szkolenia i doskonalenia kadr MW RP.

Trenażer TR-12,7 WKM PS 12,7 mm Wielkokalibrowego Karabinu Maszynowego na podstawie słupkowej (PS)

Trenażer TR-12,7 WKM PS (rys. 18) jest przeznaczony do szkolenia operatora Wielkokalibrowego Karabinu WKM 12,7 mm zamontowanego na pokładzie okrętu. Zarówno budową, jak i sposobem eksploatacji trenażer odpowiada rzeczywistemu 12,7-mm Wielkokalibrowemu Karabinowi Maszynowemu WKM-B na podstawie słupkowej, co umożliwi szkolenie operatora z budowy i bojowego użycia karabinu. Zestaw treningowy jest umieszczony na platformie symulującej stany morza. Trenażer TR-12,7 WKM PS jest wyposażony w stanowisko instruktora oraz stanowisko ćwiczącego, które są połączone ze sobą bezprzewodową siecią WiFi. Stanowisko instruktora ma możliwości łączenia się i współpracy z wieloma stanowiskami ćwiczącymi w tym samym czasie [4].

System szkolno-treningowy w postaci wielofunkcyjnej platformy symulatora ruchu nosiciela – ruchu okrętu z 12,7-mm karabinem WKM to nowoczesny trenażer uzbrojenia morskiego, a jako zestaw innowacyjnych technologii to urządzenie (system działania) będące pozbawioną cech bojowych wersją treningową 12,7-mm karabinu WKM przygotowaną na potrzeby edukacyjne [20]. System umożliwia szkolenie podchorążych, oficerów na kursach specjalistycznych oraz doskonalenie czynności operatora (celowniczego) obsługującego morskie uzbrojenie na wielu stanowiskach na okrętach. Funkcje trenażera uzbrojenia morskiego w postaci 12,7-mm karabinu WKM odnoszą się do systemu rzeczywistego i tworzą warunki do nabywania praktycznych umiejętności niezbędnych do obsługi rzeczywistych zestawów bojowych w zakresie przygotowania wstępnego, końcowego i oceny skuteczności. Umożliwiają także realizację programu szkolenia, a zajęcia mogą być realizowane w formie ćwiczeń podzielonych na poszczególne etapy.

Główne stanowisko szkolenia operatorów mobilnego stanowiska szkolno-treningowego w postaci wielofunkcyjnej platformy symulatora ruchu nosiciela – ruchu okrętu z 12,7-mm karabinem WKM zostało



Fig. 18. TR-12,7 WKM PS trainer on a moving platform at AMW (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 18. Trenażer TR-12,7 WKM PS na ruchomej platformie w AMW (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

zbudowane na bazie modelu rzeczywistego sprzętu wojskowego zrekonstruowanego na potrzeby szkoleniowych i pozbawionego cech bojowych [17].

Charakterystyki kinematyczne urządzeń treningowych odpowiadają rzeczywistemu 12,7-mm karabinowi WKM. Stanowisko szkolenia operatora także odpowiada rzeczywistości. W celach szkoleniowych zainstalowano dodatkowo elementy umożliwiające podgląd czynności operatora.

Trenażer TR-PPZR GROM Przenośnego Przeciwlotniczego Zestawu Rakietowego GROM

Trenażer TR-PPZR GROM jest przeznaczony do szkolenia żołnierzy obsługujących Przenośny Przeciwlotniczy Zestaw Rakietowy GROM. Trenażer TR-PPZR GROM (rys. 19) jest stacjonarnym urządzeniem wyposażonym w stanowisko instruktora i stanowisko ćwiczącego (strzelca – przeciwlotnika). Stanowiska te są ze sobą połączone za pośrednictwem sieci LAN. TR-PPZR Grom został wyposażony w system wizualizacji oparty na oprogramowaniu VBS (Visual Battle Space) – zaawansowany symulator pola walki, który generuje trójwymiarowe, ruchome i nieruchome obiekty powietrzne (samoloty, śmigłowce, BAL) [15].

Trenażer TR-PPZR GROM jest nowoczesnym urządzeniem pozwalającym na szkolenie strzelców z zastosowaniem zestawu treningowego Przenośnego Przeciwlotniczego Zestawu Rakietowego GROM bez użycia amunicji. Obecnie większość symulatorów wykorzystuje symulację komputerową. Zgodnie z innym ujęciem symulator jest urządzeniem technicznym naśladującym działanie innego urządzenia, stosowanym podczas badań i szkoleń.

Trenażer TR-PPZR GROM zastępuje sprzęt bojowy i obniża znacznie koszt szkolenia [10]. Jego mechanizmy i urządzenia są modelami podobnymi do oryginału; pozwalają na szkolenie w warunkach zbliżonych do realnych. Umożliwia on nabywanie przez żołnierzy praktycznych umiejętności lub ćwiczenie tych umiejętności. Zestaw szkolno-treningowy składa się z przystosowanej do współpracy z systemem repliki modułu startowego oraz gabarytowo-wagowej makiety wyrzutni.



Fig. 19. TR-PPZR GROM trainer (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 19. Trenażer TR-PPZR GROM (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

Zastosowanie nowoczesnych metod szkolenia z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości, czyli realizacja projektu trenera w postaci TR-PPZR GROM, umożliwiła budowę unikatowej bazy badawczej i jest uważana za innowacyjne opracowanie, wyróżniające się oryginalnością zaproponowanych rozwiązań technicznych i wysokimi parametrami użytkowymi. Jego zastosowanie przyczynia się zarówno do rozwoju techniki wojskowej, jak i poprawy efektywności wytwarzania trenera oraz szkolenia wojska [19]. Ponadto przyczyniła się do poprawy warunków BHP i ochrony środowiska naturalnego.

Wynik projektu w postaci trenera umożliwił uzyskanie wiedzy, doświadczenia oraz solidnych podstaw do prowadzenia badań w kierunku wypracowania danych do zaprojektowania i modernizacji wymienionego uzbrojenia. Trener jest uważany za innowacyjny, gdyż zastosowane w nim rozwiązania mają cechy nowe i jednocześnie charakterystyczne, wyróżniające wśród innych o podobnej charakterystyce, oraz oferują nową wartość w odniesieniu do tradycyjnych rozwiązań.

Trener TR-PPZR GROM umożliwia nabywanie przez obsługę praktycznych umiejętności lub ćwiczenie tych umiejętności. Może się na nim odbywać nie tylko szkolenie, ale też doskonalenie operatora (celowniczego) obsługującego PPZR Grom. Jego funkcje odnoszą się do systemu rzeczywistego oraz tworzą warunki do nabywania praktycznych umiejętności, niezbędnych do obsługi rzeczywistych zestawów bojowych, w zakresie przygotowania wstępnego, końcowego i oceny skuteczności [11].

Trener TRAK-01 120-mm moździerza RAK

Powstanie trenera TRAK-01 Samobieżnego Moździerza M120K RAK (rys. 20 i 21) zapewniło doposażenie zaplecza szkoleniowego dla użytkowników oraz obsługi Samobieżnych Moździerzy RAK w zakresie: realizacji zadań ogniowych (wirtualne pole walki), symulacji systemu celowania na wprost (wirtualne pole walki) oraz obsługi i serwisu osprzętu elektromechanicznego. Trener ma wbudowany symulator uszkodzeń osprzętu moździerza i multimedialny system

diagnostyczny (rzeczywistość rozszerzona). Istnieje również możliwość wykonania trenera w wersji otwartej, tzn. osprzęt może być zamontowany na standzie albo w wersji wieżowej.

Funkcjonalność trenera TRAK-01 zapewniły najnowsze technologie multimedialne – wirtualne pole walki (Virtual Battle Space) umożliwiające realizację zadań ogniowych i ćwiczenia z systemu celowania na wprost. Również symulator uszkodzeń elementów osprzętu moździerza, takich jak procedura naprawy z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej, korzystnie wpływa na jego funkcjonalność [17].

Obecnie w HSW w Stalowej Woli znajduje się wersja mobilna trenera AREX Grupy WB TRAK-01 – kontener transportowo-szkoleniowy. Autonomiczność trenera TRAK-01 została zapewniona przez jego pełne wyposażenie umożliwiające użycie w warunkach polowych. Natomiast mobilność trenera ułatwia rozładunek i załadunek dzięki systemowi siłowników i standardowemu wymiarowi 20-stopowego kontenera.

Trener moździerza RAK TRAK-01 zapewnia pełen zakres szkolenia, w tym: realizację zadań ogniowych, strzelanie na wprost, diagnostykę i serwis osprzętu, najnowsze technologie szkolenia (wirtualna rzeczywistość, rzeczywistość rozszerzona) oraz pracę na rzeczywistym sprzęcie. Opracowanie projektu Mobilnego Trenera 120-mm Samobieżnego Moździerza RAK – TRAK-01 od podstaw uelastycznia podejście przy wyborze konkretnego rozwiązania technicznego. Nie ma potrzeby dostosowania się do konkretnej platformy. AREX postawił sobie wiele nowych wyzwań, które stymulują dalsze prace badawczo-rozwojowe spółki i często są początkiem nowych kierunków działania [18].

Zaawansowane nowoczesne rozwiązania uzbrojenia przeznaczone dla wojska

Sztandarowym przykładem nowoczesnych rozwiązań uzbrojenia dla wojska jest udział firmy AREX Sp. z o.o. w produkcji i rozwoju bezzałogowej wieży ZSSW-30 dla kołowych i gąsienicowych pojazdów bojowych. Wieża znajduje się już w produkcji, a Agencja Uzbrojenia zamówiła pierwszą partię seryjnych ZSSW-30 do



Fig. 20. TRAK-01 trainer (source: archive of Arex Sp. z o. o.)
Rys. 20. Trener TRAK-01 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)



Fig. 21. TRAK-01 trainer (source: archive of Arex Sp. z o. o.)
Rys. 21. Trener TRAK-01 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

kołowych transporterów opancerzonych Rosomak. Pierwsze wieże zostały dostarczone do wojska w grudniu zeszłego roku. Grupa WB jest głównym partnerem producenta wież, czyli Huty Stalowa Wola SA, i wraz z inną państwową spółką – PCO SA – odpowiada w praktyce za całą wieżę. Jak podkreślił prezes Piotr Wojciechowski: obecny stan przygotowań do wielkoseryjnej produkcji ZSSW-30 pozwala mówić o zdolnościach produkcyjnych „setek” wież rocznie i jest w dużej mierze uzależniony od dostaw komponentów. Produkowane są wieże ZSSW-30 w pierwszej wersji do Rosomaków i ukończono już wersję do bojowego wozu piechoty Borsuk, która różni się m.in. podwyższoną klauzulą ochrony przetwarzanych danych – ma to być rozwiązanie unikalne na skalę światową. Wieże ZSSW-30 będą wyposażone w system wspomagania obserwacji i identyfikacji EyeQ zawierający elementy sztucznej inteligencji.

Rozwój ZSSW-30 obejmuje obecnie wprowadzenie nowych rozwiązań w systemie obserwacji i rozpoznania oraz kierowania ogniem wieży – przede wszystkim podsystemu EyeQ w wersji Land. Jest to system rozpoznawania obiektów znajdujących się w polu widzenia przyrządów obserwacyjno-celowniczych, wykorzystujący elementy sztucznej inteligencji. Specjalne algorytmy rozpoznają i klasyfikują obiekty widziane przez operatorów wieży według zdefiniowanej hierarchii, a system nanosi automatycznie wykryte obiekty na mapę. Dzięki temu można określić rodzaj obiektu, np.: czołg, wóz opancerzony, ciężarówka, samochód osobowy, oraz przynależność do określonej grupy, co skraca czas reakcji. W połączeniu z możliwościami obserwacji w trudnych warunkach system EyeQ z określonym prawdopodobieństwem wskazuje, że obiekt niemożliwy do identyfikacji dla patrzącego przez kamerę termowizyjną jest np. czołgiem. System EyeQ jest wyposażony w automatyczny optyczny pomiar odległości, który dostarcza danych o odległości bez użycia dalmierza laserowego wykrywanego przez systemy LWR (*laser warning reciever*).

Implementacja systemu następuje poprzez montaż w wieży modułu obliczeniowego EyeQ Vx-M i nie wprowadza zmian w systemie kierowania ogniem, a użytkownik może się przełączać pomiędzy wspomaganiem EyeQ a standardowym widokiem. Kolejne serie polskich wież ZSSW-30 będą wyposażone w ten system. Poza tym ZSSW-30 jest przystosowana – o ile takie zamówienie się pojawi – do integracji z innymi przeciwpancernymi pociskami kierowanymi, których wyrzutnia może być zamontowana w miejsce obecnie zintegrowanego kontenera z pociskami Spike-LR. System sterowania wieżą i jego oprogramowanie mają umożliwiać łatwą integrację, w tym dwukierunkową wymianę danych do strzelania, np. z odpowiednio dostosowanym modułem startowym pocisków Javelin.

Zdalnie sterowany moduł uzbrojenia ZMU-08 z granatnikiem maszynowym GMG-E kal. 40 mm

Rozwijane są również opracowane samodzielnie przez Grupę WB zdalnie sterowane moduły uzbrojenia ZMU. Pierwsze seryjne systemy zostały już do-

starzone użytkownikowi zagranicznemu. Moduły ZMU mają konstrukcję z symetrycznie montowanymi komponentami, do zasilania prawo- lub lewostronnego broni, oraz modułami wymiennej elektroniki. Moduły są dostosowane do montażu broni kalibru od 5,56 mm do 40 mm, przykładowo:

- ZMU-01 – czołgowy karabin maszynowy PKT kal. 7,62 mm;
- ZMU-03 – wielkokalibrowy karabin maszynowy M2HB kal. 12,7 mm;
- ZMU-04 – napędowy karabin maszynowy M134D (Minigun) kal. 7,62 mm;
- ZMU-05 – wielkokalibrowy karabin maszynowy NSW kal. 12,7 mm;
- ZMU-06 – armata automatyczna M621 kal. 20 mm;
- ZMU-07 – uniwersalny karabin maszynowy MAG kal. 7,62 mm;
- ZMU-08 – granatnik maszynowy GMG-E kal. 40 mm.

ZMU mają modułową konstrukcję z symetrycznie montowanymi komponentami do prawo- lub lewostronnego zasilania broni. Moduły mają elektryczne przeładowanie i likwidowanie zacięć. Zastosowano podwójną stabilizację: głowica optyczna jest niezależna od zamontowanego uzbrojenia. W systemie kierowania ogniem zamontowano wideotracker śledzący cele na dystansie do 1500 m. Mogą być zdalnie sterowane nie tylko od wewnątrz, ale też za pomocą systemu U-GATE produkowanego przez Grupę WB.

Wojskowa automatyzacja nie ogranicza się do powietrznych systemów bezzałogowych. Obejmuje także zrobotyzowanych towarzyszy broni, poruszających się na lądzie ramię w ramię z żołnierzami. Sensory lądowych platform zbierają informacje i rozszerzają świadomość sytuacyjną, jednak nadrzędnym zadaniem systemów bezzałogowych jest ochrona ich życia. Takim rozwiązaniem jest robot PIAP HUNTeR z wieżą bezzałogową AREX ZMU-03 (rys. 22), który zadebiutował podczas ćwiczeń eksperymentalnych FEX na poligonie w Nowej Dębie.

Polski robot bojowy (w odmianie rozpoznawczej) został zaprezentowany w trudnych warunkach poligonowych podczas eksperymentalnych ćwiczeń Field Experimentation Exercises (FEX). Pierwszy raz przez ponad tydzień żołnierze mieli okazję poznać i ocenić możliwości wykorzystania uzbrojonego bezzałogowego pojazdu kołowego w różnych sytuacjach taktycznych.



Fig. 22. AREX ZMU-03 unmanned turret (source: archive of Arex Sp. z o.o.)

Rys. 22. Wieża bezzałogowa AREX ZMU-03 (źródło: archiwum Arex Sp. z o.o.)

Opracowanie robota PIAP HUNTeR z wieżą ZMU-03 to efekt współpracy liderów systemów bezzałogowych w Polsce: Sieci Badawczej Łukasiewicz – Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP oraz spółki AREX. Bezzałogowa platforma charakteryzuje się wysoką dzielnością terenową, przewyższającą w niektórych sytuacjach transportery opancerzone. Towarzystwo spieszonym pododdziałom w trudnym, piaszczystym obszarze. Robot ze zdalnym modułem uzbrojenia AREX ZMU-03 był używany do wykrywania zagrożeń oraz wsparcia ogniowego i stawiania zasłony dymnej.

Podsumowanie i wnioski

Przedstawione przykłady modernizacji uzbrojenia spełniają wymagania stawiane wobec uzbrojenia współczesnego pola walki oraz mają wiele istotnych cech, takich jak zapewnienie prowadzenia celnego i skutecznego ognia.

AREX Sp. z o.o. inwestuje środki w badania i rozwój, a dzięki takim projektom uzyskuje unikalną wiedzę, która pozwala konkurować na rynku. Wiedza ta może się przyczynić także do uzyskania możliwości eksportowych oryginalnego w skali międzynarodowej systemu szkolenia wojsk. Spółka stawia sobie nowe wyzwania, które stymulują dalsze prace badawczo-rozwojowe i często są początkiem nowych kierunków działań.

LITERATURA

- [1] Bielawski K., Banacki A., Chmieliński M., Tamberg S. „Nowe rozwiązania technologiczne dla Sił Zbrojnych RP”. *Zeszyty Naukowe AMW*. 172B (2008).
- [2] Banacki A., Bielawski K., Chmieliński M., Krupa A. Szagała D. „Doświadczenia firmy AREX z 10-letniego wdrażania zaawansowanych systemów szkolno-treningowych dla sił zbrojnych. Obrona powietrzna. Przegląd osiągnięć”. Gdynia: AMW (2017): 335–352.
- [3] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Szagała D. „Innowacyjne rozwiązania trenera morskiego zestawu rakietowo-artylewskiego dla Marynarki Wojennej RP”. *VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Technologie morskie dla obronności i bezpieczeństwa”*. Gdańsk (24–26 czerwca 2014).
- [4] Bielawski K., Banacki A., Chmieliński M. „Kierunki działania firmy AREX Sp. z o.o. w zakresie rozwoju symulatorów i trenerów dla Sił Zbrojnych RP”. *XX Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna Uzbrojenie 2015*. Jachranka (8–11 czerwca 2015).
- [5] Bielawski K., Banacki A. „Trenerzy 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 (29–30 czerwca 2015).
- [6] Bielawski K., Chmieliński M., Szagała D. „Tryton – wielofunkcyjna platforma szkolno-treningowa uzbrojenia morskiego”. *X Międzynarodowa Konferencja Uzbrojeniowa „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa”*. Warszawa: WAT (15–18 września 2014).
- [7] Bielawski K., Chmieliński M., Szagała D. „Trener 23 mm morskiego zestawu rakietowo-artylewskiego jako przykład poprawy warunków BHP i ochrony środowiska”. *VI Konferencja Naukowa LogMare’14*. Gdańsk: AMW (15–17 października 2014).
- [8] Bielawski K., Chmieliński M., Szagała D. „Działalność rozwojowa firmy AREX poza rynkiem cywilnym – Nowoczesne technologie VR trenera przenośnego przeciwlotniczego zestawu rakietowego Grom – TR-PPZR GROM”. *Konferencja naukowa „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”*. Jurata: AREX Sp. z o.o. (6–8 maja 2014).
- [9] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Milewski S., Stopniak M. „Kierunki zwiększenia innowacyjności platformy treningowej uzbrojenia morskiego”. *VII Konferencja Naukowa nt.: „Kierowanie ogniem systemów obrony powietrznej (przeciwlotniczej)”*. Ustka (18–20 września 2012).
- [10] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Milewski S., Szagała D. „Platforma symulatora ruchu okrętu nosiciela ZU-23-2MR na fali trenera morskiego zestawu artylerysto-rakietowego TR ZU-23-2MR”. *XVI Międzynarodowa Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji*. Jurata (14–18 maja 2012). T. 1. Warszawa: WAT (2012).
- [11] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Milewski S., Szagała D. „Integracja tradycyjnych i nowoczesnych metod nauczania na przykładzie demonstratora technologii – trenera morskiego zestawu rakietowo-artylewskiego ZU-23-2MR”. *III Konferencja Naukowa LOGMARE’11 „Logistyka morska”*. Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni. Jastarnia (26–28 października 2011).
- [12] Banacki A., Bielawski K., Chmieliński M., Szagała D., Krupa A. „Identyfikacja obszarów działań logistycznych w firmie AREX w aspekcie ponad 10-letniego wdrażania uzbrojenia i sprzętu wojskowego”. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*. 12 (2016): 11–31, ISSN 1231-2037.
- [13] Bielawski K., Chmieliński M., Szagała D., Tamberg S. „Trener przenośny przeciwlotniczego zestawu rakietowego GROM – TR-PPZR GROM”. *Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe*. 33, 2 (2013), ISBN 0860-8369.
- [14] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Milewski S., Stopniak M. „Ocena skuteczności przeciwstawiania się zagrożeniom asymetrycznym w portach i bazach morskich z wykorzystaniem zaawansowanego systemu symulacyjnego”. *XXVI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Ekomilitaris 2012 „Inżynieria bezpieczeństwa – ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń”*. Zakopane (3–6 września 2012).
- [15] Bielawski K., Chmieliński M., Dobrzyński P. „Kierunki unowocześnienia 23-mm morskich zestawów artylerystycznych”. *VIII Konferencja Naukowa „Kierowanie ogniem systemów obrony powietrznej (przeciwlotniczej)”*, KOSOP2014. Ustka: AMW (2014).
- [16] Banacki A., Bielawski K., Chmieliński M. „Podsumowanie 5-letnich doświadczeń szkolenia na trenerze 23 mm Morskiego Zestawu Rakietowo-Artylewskiego”. *XX Międzynarodowa szkoła komputerowego wspomagania projektowania, wytwarzania i eksploatacji, Jurata 16÷20.05.2016 r.*. *Mechanik 7* (2016): 639–641.
- [17] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Milewski S. „Celowość stosowania rozwiązań modernizacyjnych uzbrojenia dla Sił Zbrojnych RP (technologie dualne)”. *Materiały III Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Technika i Uzbrojenie morskie”* NATCon 2009. Gdynia (2009).
- [18] Bielawski K., Chmieliński M., Kobierski J.W., Szagała D. „Nowoczesne rozwiązania urządzenia szkolno-treningowego 23-mm morskiego zestawu rakietowo-artylewskiego”. *VIII Konferencja Naukowa nt.: „Kierowanie ogniem systemów obrony powietrznej (przeciwlotniczej)”* – KOSOP 2014. Ustka: AMW (2014).
- [19] Chmieliński M., Gołyga M. „Procedury systemu jakości dotyczące dostawców usług lub dostarczających wyroby na potrzeby obronności i bezpieczeństwa państwa”. *III Konferencja Naukowa LOGMARE’11 „Logistyka morska”*. Jastarnia: Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni (26–28 października 2011).
- [20] Chmieliński M., Gołyga M., Kobierski J.W. „Koncepcja Zarządzania Jakością w pracach rozwojowych”. *Konferencja naukowa „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”*. Jurata: Arex Sp. z o.o. (27–29 kwietnia 2011).