

prof. dr hab. inż. Józef GACEK\*  
ppłk dr inż. Jacek KIJEWSKI\*  
dr n. techn. Jan PRZANOWSKI\*\*  
dr inż. Ryszard WOŹNIAK\*  
\* Wojskowa Akademia Techniczna  
\*\* WB Electronics S.A.

## **PROGRAMOWANA ELEKTRONICZNIE ODPALARKA DO ZDALNEGO PROWADZENIA OGNI Z POŁOWYCH WYRZUTNI RAKIETOWYCH**

**Streszczenie:** W referacie zaprezentowano niektóre wyniki prac nad wynośną, programowaną elektronicznie odpalarką do polowych wyrzutni raketowych, wykonanych przez WAT i WB Electronics w ramach projektu celowego nr 403/BO/B dofinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Ze względu na to, że wiele problemów, będących przedmiotem referatu, nie jest przeznaczonych do wiadomości powszechnej, publikacja zawiera jedynie informacje o charakterze ogólnym.

## **ELECTRONICALLY PROGRAMMED FIELD MISSILE LAUNCHER**

**Abstract:** Elaborate presents some of the research results on electronically programmed field missile launcher (PWR) as a project 403/BO/B of Polish Ministry of Science and Higher Education.

### **1. Wprowadzenie**

Program technicznej modernizacji Sił Zbrojnych RP zaowocował wieloma nowymi rozwiązaniami uzbrojenia i sprzętu wojskowego, wprowadzonymi do wojsk. Między innymi w ramach programu modernizacji artylerii Wojsk Lądowych opracowano i wdrożono polową wyrzutnię raketową (PWR) WR-40 LANGUSTA, będącą zmodernizowaną wersją PWR BM-21. Już na etapie badań prototypu PWR WR-40 LANGUSTA stwierdzono, że dalszym, niezbędnym krokiem w kierunku jej unowocześnienia jest zmodernizowanie elektrycznych obwodów strzelania, a w szczególności wynośnej odpalarki pocisków raketowych. Dotychczasowe rozwiązanie odpalarki bazowało bowiem na przestarzałej technologii, uniemożliwiającej optymalizację programu odpalania rakiet. W związku z tym, na początku 2006 roku dostawca sprzętu łączności i informatyki dla PWR WR-40 LANGUSTA – firma WB Electronics S.A. (WB) z Ożarowa Mazowieckiego wraz z Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Sprzętu Mechanicznego Sp. z o.o. (OBR SM) z Tarnowa, we współpracy z Instytutem Techniki Uzbrojenia Wydziału Mechatroniki Wojskowej Akademii Technicznej (ITU WMT WAT) z Warszawy, dokonali wstępnej analizy możliwości opracowania, wykonania i wdrożenia do wojsk nowoczesnego tego typu urządzenia. Wynikiem tej analizy było m.in. stwierdzenie: „*możliwe jest opracowanie w warunkach krajowych nowoczesnej odpalarki, która powinna znaleźć zastosowanie nie tylko w PWR WR-40 LANGUSTA, ale także w polowych wyrzutniach raketowych BM-21 i RM-70/85, użytkowanych obecnie przez Siły Zbrojne RP, a także wiele innych armii państw m.in. byłego bloku wschodniego.*”

Mając powyższe na uwadze WB Electronics i OBR SM złożyły na konkurs – ogłoszony przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – wniosek o finansowanie projektu badawczego rozwojowego pt. „*Opracowanie i wykonanie oraz badania konstrukcyjno-technologiczne i dynamiczne wyośnej, programowanej elektronicznie odpalarki do polowych wyrzutni raketowych*”. Pozytywne oceny wniosku spowodowały zakwalifikowanie pracy do finansowania ze środków na naukę w latach 2006-2009, jako projekt rozwojowy nr OR00 0013 04. Jego kierownikiem został dyrektor ITU WMT WAT prof. dr hab. inż. Józef Gacek.

Podstawowym celem projektu było opracowanie, wykonanie oraz przeprowadzenie badań konstrukcyjnych, technologicznych i dynamicznych (w tym balistycznych badań laboratoryjnych i poligonowych) demonstratora technologii wyośnej, programowanej elektronicznie odpalarki dla PWR [1]. Cel projektu osiągnięto, co potwierdziły pozytywne wyniki badań demonstratora zarówno w warunkach laboratoryjnych (prowadzonych na wyrzutni szkolno-bojowej), jak i warunkach dynamicznych-poligonowych (na wyrzutni bojowej). Demonstrator działał poprawnie oraz zapewnił wymaganą funkcjonalność i bezpieczeństwo prowadzenia ognia. Oznaczało to, że może stanowić zamiennik dotychczasowej odpalarki, dając jednocześnie podstawę do prowadzenia dalszych prac ukierunkowanych na wdrożenie odpalarki do jednostek artylerii raketowej Wojsk Lądowych RP [2].

Mając powyższe na uwadze WB Electronics i ITU WMT WAT, przy wsparciu Szefostwa Wojsk Rakietowych i Artylerii Dowództwa Wojsk Lądowych, postanowiły kontynuować dalsze prace w przedmiotowej dziedzinie. Pod koniec kwietnia 2009 roku złożyli więc wniosek o dofinansowanie projektu celowego pt. „*Badania konstrukcyjno-technologiczno-wdrożeniowe wyośnej programowanej elektronicznie odpalarki do polowych wyrzutni raketowych*”. Projekt o nr. 403/BO/B uzyskał dofinansowanie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a jego kierownikiem ze strony ITU WMT WAT został prof. dr hab. inż. Józef Gacek.

Obecnie prototyp odpalarki przeszedł pomyślne badania zakładowe i jest przygotowywany do dalszych badań.

## 2. Stosowane systemy odpalania w PWR

W obecnie eksploatowanych polowych wyrzutniach raketowych: BM-21 i RM-70/85 (fot. 1) oraz WR-40 LANGUSTA (fot. 2 i 3) odpalanie pocisków raketowych odbywa się pojedynczymi strzałami lub salwami (o regulowanej liczbie pocisków w salwie) zarówno z kabiny pojazdu, jak i zdalnie – z odległości do 60 m od wyrzutni. Odpalanie pocisków odbywa się elektrycznie i może być sterowane ręcznie lub automatycznie.



Fot. 1. 122 mm polowa wyrzutnia raketowa BM-21 (z lewej) i RM-70/85 (z prawej strony)  
(fot. J. Kijewski)



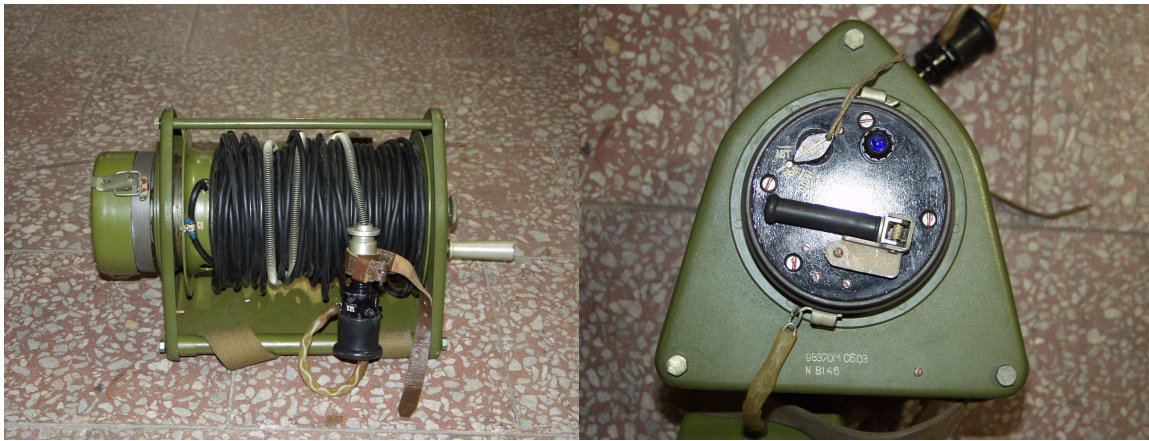
**Fot. 2. 122 mm polowa wyrzutnia raketowa WR-40 LANGUSTA (fot. J. Kijewski):**  
**1 – mechanizm wyłączania resorów, 2 – mechanizm ryglowania zespołu podniesieniowego,**  
**3 – drabinka, 4 – gniazdo zasilania zewnętrznego, 5 – skrzynia z akumulatorami,**  
**6 – wyłącznik baterii akumulatorów**



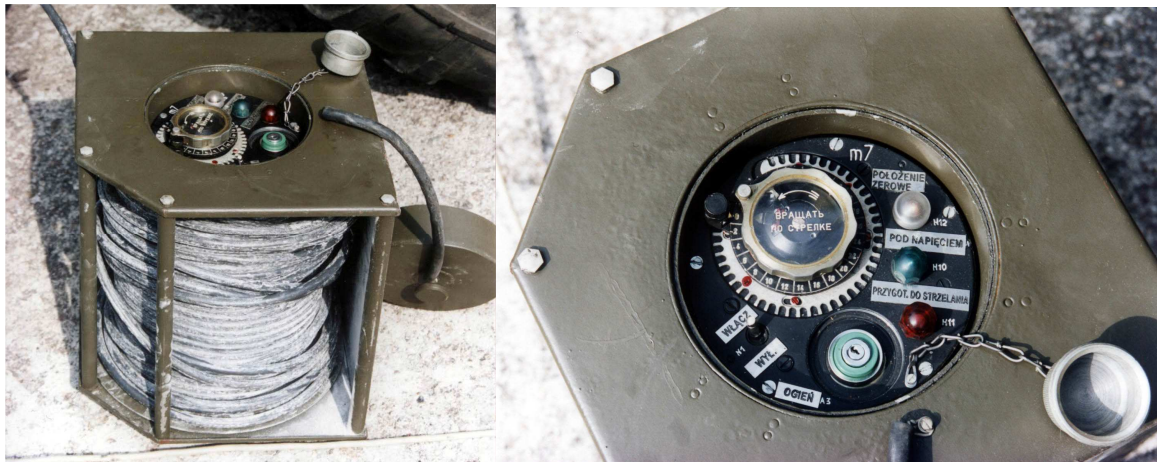
**Fot. 3. 122 mm polowa wyrzutnia raketowa WR-40 LANGUSTA – widok z prawej strony na kabinę (fot. J. Kijewski):** 1 – tablica liniowa TL-2L, 2 – gniazdo odpalarki wynośnej

Wyposażenie elektryczne obwodów strzelania PWR służy do wysyłania impulsów napięcia do zapłonników elektrycznych pocisków raketowych M-21OF oraz nowo opracowanych pocisków FENIKS. Wyposażenie to zapewnia:

- bezpieczną pracę obsługi wyrzutni podczas strzelania;
- prowadzenie ognia pojedynczymi strzałami i salwami, w czasie gdy obsługa znajduje się w kabinie wyrzutni;
- prowadzenie ognia pojedynczymi strzałami i salwami, gdy obsługa znajduje się w ukryciu oddalonym od wyrzutni o 60 m, przy wykorzystaniu wynośnej odpalarki (fot. 4 i fot. 5) służącej do zdalnego sterowania pracą elektrycznych obwodów strzelania.



Fot. 4. Odpalarka wynośna wyrzutni BM-21 i WR-40 LANGUSTA (fot. J. Kijewski)



Fot. 5. Odpalarka wynośna wyrzutni RM-70/85 (fot. J. Kijewski)

### 3. Podstawowe wymagania funkcjonalne dla wynośnej odpalarki do PWR

Na podstawie analizy, stosowanych w polowych wyrzutniach raketowych Wojska Polskiego systemów odpalania, sformułowano wymagania funkcjonalne dla wynośnej odpalarki dla WR-40 LANGUSTA, zwracając szczególną uwagę na bezpieczeństwo użytkowania oraz specyfikę konstrukcji systemu kierowania ogniem (SKO) w tej wyrzutni.

Przeprowadzone analizy wykazały, że wynośna odpalarka dla PWR powinna charakteryzować się poniższymi właściwościami.

- 1) W zakresie zgodności parametrów elektrycznych obwodów strzelania, z rozwiązaniami stosowanymi w eksploatowanych odpalarkach do polowych wyrzutni raketowych: BM-21, RM-70/85 i WR-40 LANGUSTA, konieczne jest takie zaprojektowanie urządzenia, żeby zostały zachowane parametry impulsów elektrycznych doprowadzanych do zapłonników elektrycznych pocisków odpowiednich prowadnic (luf).
- 2) W zakresie zgodności funkcjonalnej z dotychczasowymi rozwiązaniami, w tym w obszarze zapewnienia bezpieczeństwa obsługi PWR podczas strzelania, urządzenie powinno uniemożliwiać:
  - przypadkowe doprowadzenie impulsów prądu do zapłonników elektrycznych pocisków;
  - jednoczesne doprowadzenie impulsów prądu do zapłonników elektrycznych więcej niż jednego pocisku;

- odpalenie pocisków w przypadku wykrycia niewłaściwego poziomu napięcia zasilającego – sytuacja taka powinna być jednoznacznie sygnalizowana.

Ponadto:

- kluczowe elementy urządzenia (zespół podawania impulsów prądu na zapłonniki elektryczne pocisków, zespół odpalania z wnętrza kabiny i zespół odpalania z ukrycia) powinny być wyposażone w elementy zabezpieczające przed uruchomieniem odpalarki przypadkowo lub przez osoby niepowołane;
  - urządzenie powinno być wyposażone w system wykrywania uszkodzeń i niesprawności sygnalizujący wystąpienie okoliczności uniemożliwiających bezpieczne odpalenie pocisków i zabezpieczający przed użyciem odpalarki w takich sytuacjach.
- 3) W zakresie zgodności funkcjonalnej z dotychczasowymi rozwiązaniami, w tym w obszarze prowadzenia ognia pojedynczymi strzałami i salwami z wnętrza kabiny wyrzutni należy zapewnić:
- możliwość ręcznego odpalenia jednego pocisku z dowolnej prowadnicy (lufy) wyrzutni;
  - możliwość ręcznego odpalenia jednego pocisku z kolejnej prowadnicy (lufy) zgodnie z fabrycznie ustawioną kolejnością odpalania;
  - możliwość automatycznego odpalenia salwy o zadanej liczbie pocisków zgodnie z fabrycznie ustawioną kolejnością odpalania.
- 4) W zakresie zgodności funkcjonalnej z dotychczasowymi rozwiązaniami, w tym w obszarze prowadzenia ognia pojedynczymi strzałami i salwami z ukrycia, znajdującego się w odległości do 300 metrów od wyrzutni należy zapewnić:
- możliwość ręcznego odpalenia jednego pocisku z dowolnej lufy wyrzutni;
  - możliwość ręcznego odpalenia jednego pocisku z kolejnej lufy zgodnie z fabrycznie ustawioną kolejnością odpalania;
  - możliwość automatycznego odpalenia salwy o zadanej liczbie pocisków zgodnie z fabrycznie ustawioną kolejnością odpalania.
- 5) W zakresie możliwości sterowania działaniem odpalarki za pomocą środków informatyki i łączności, składających się na zastosowany w PWR system kierowania ogniem należy zapewnić:
- wyposażenie zespołu podawania impulsów prądu w interfejs cyfrowy, umożliwiający odbiór komend sterowania podawaniem impulsów prądu na zapłonniki elektryczne pocisków oraz wysyłanie raportów o stanie urządzenia (stan zespołu, przebieg odpalania, wystąpienie uszkodzeń i niesprawności itp.);
  - zintegrowanie zespołu odpalania z wnętrza kabiny z wyposażeniem Zautomatyzowanego Miejsca Pracy Bojowej (ZMPB) dowódcy wyrzutni i wyposażenie tego elementu w interfejs cyfrowy, umożliwiający wymianę danych z terminalem dowódcy wyrzutni oraz wysyłanie komend do zespołu podawania impulsów prądu i odbiór raportów z tego zespołu;
  - wyposażenie zespołu odpalania z ukrycia w interfejs cyfrowy umożliwiający wymianę danych z terminalem dowódcy wyrzutni oraz wysyłanie komend do zespołu podawania impulsów prądu i odbiór raportów z tego zespołu. Interfejs cyfrowy powinien zapewniać niezawodną realizację transmisji danych na odległość nie mniejszą niż 60 m od wyrzutni. Wskazane jest zapewnienie łączności fonicznej pomiędzy zespołem odpalania z ukrycia, a pozostałymi elementami pokładowego zestawu urządzeń łączności wewnętrznej FONET;

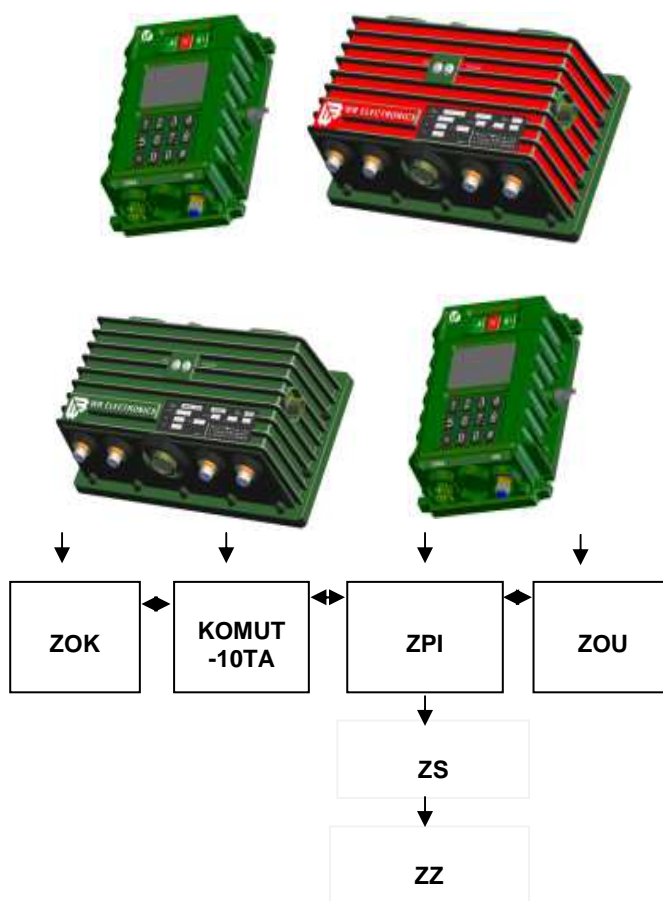
- wyposażenie zespołów odpalarki w funkcję, umożliwiającą sterowanie procedurą odpalania pocisków za pomocą oprogramowania SKO zainstalowanego w terminalu dowódcy wyrzutni.
- 6) W zakresie możliwości implementacji nowych sposobów prowadzenia ognia zarówno w ramach pracy autonomicznej, jak i we współpracy z zainstalowanym SKO, w szczególności w przypadku wykorzystania różnych rodzajów amunicji i układu programowania zapalników, należy zastosować modułową architekturę oprogramowania zapewniającą modyfikację algorytmu działania urządzenia zgodnie z wymaganiami użytkownika.

Powyższe wymagania stanowiły podstawę do opracowania „Założeń taktyczno-technicznych na odpalarkę...”, które zostały uzgodnione z Szefostwem Wojsk Rakietowych i Artylerii Dowództwa Wojsk Lądowych.

## 4. Prototyp wynośnej odpalarki

### 4.1 Struktura urządzenia

Strukturę wynośnej odpalarki do polowych wyrzutni rakietowych przedstawiono na rys.1.



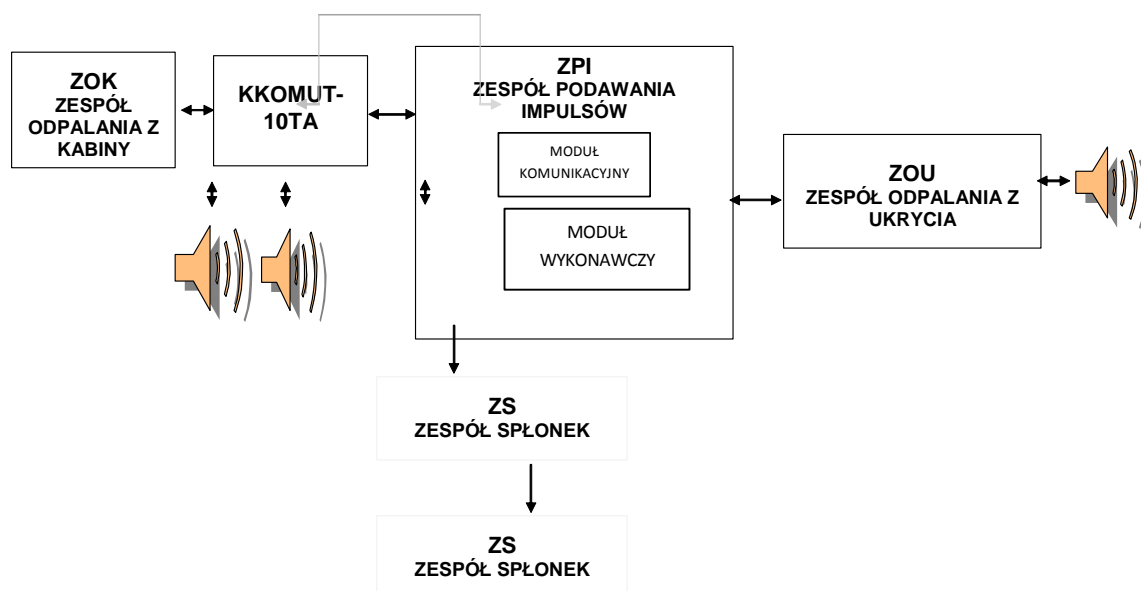
**Rys. 1. Struktura wynośnej odpalarki do polowych wyrzutni rakietowych (rys. WB Electronics):**  
**ZOK – zespół odpalania z kabiny wyrzutni, KOMUT-10TA – jednostka centralna,**  
**ZPI – zespół podawania impulsów na zespół spłonek (ZS) i zespół zapłonników (ZZ),**  
**ZOU – zespołu odpalania z ukrycia**

## 4.2 Charakterystyka podstawowych zespołów wynośnej odpalarki dla PWR

Poniżej scharakteryzowano przedstawione na rys. 1 zespoły i elementy składowe odpalarki.

- pulpit CZS-2FFS-FK jest przewidziany do realizacji funkcji zespołu odpalania z wnętrza kabiny wyrzutni (ZOK) oraz funkcji zespołu odpalania z ukrycia (ZOU).
- KOMUT-10TA jest jednostką centralną PZUŁW FONET, w której zainstalowano oprogramowanie realizujące funkcje zespołu odpalania z wnętrza kabiny wyrzutni (ZOK) oraz funkcje zespołu odpalania z ukrycia (ZOU) – w przypadku odpalarki w wersji wynośnej,
- zespół podawania impulsów (ZPI) jest zbudowany z modułu wykonawczego oraz modułu komunikacyjnego. Moduł komunikacyjny jest elementem kompatybilnym z systemem FONET i pracuje jako interpreter poleceń dla modułu wykonawczego oraz zapewnia łączność między zespołem odpalania z ukrycia (ZOU), a innymi użytkownikami systemu. Moduł wykonawczy odpowiada za podawanie impulsów prądu o odpowiednich parametrach do poszczególnych spłonek i zapłonników pocisków rakietowych.

Diagram przepływu informacji pomiędzy zespołami urządzenia oraz urządzeniami łączności informatyki wyrzutni przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Diagram przepływu danych pomiędzy zespołami urządzenia oraz urządzeniami łączności informatyki wyrzutni (rys. WB Electronics)

## 4.3. Wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej, partii prototypowej oraz badania zakładowe (wstępne) odpalarki

Wykorzystując dotychczasowe wyniki prac firma WB Electronics opracowała dokumentację konstrukcyjną (wykonawczą) na odpalarkę, a następnie wykonała 5 kompletów odpalarek, które przedstawiono na fot. 6. Odpalarki te przedstawiono do badań zakładowych (wstępnych), prowadzonych w warunkach laboratoryjnych (fot. 7) i poligonowych – dynamicznych (fot. 8), które wykonał zespół złożony z pracowników Wojskowej Akademii Technicznej i WB Electronics. Badania te zakończyły się wynikiem pozytywnym, dając podstawę do dalszych prac zgodnie z „Harmonogramem wykonania projektu celowego”. Przewiduje się terminowe zakończenie prac, które przypada na listopad 2011 r.



**Fot. 6. Pięć kompletów prototypowych odpalarek wykonanych przez WB Electronics (fot. J. Kijewski): 1 – odpalarka, 2 – urządzenie KOMUT-10-TA, 3 – klucz zabezpieczający odpalarki, 4 – zespół odpalania z kabiny ZOK, 5 – zespół odpalania z ukrycia ZOU, 6 – klucz autoryzacji, 7 – przewód komunikacyjny, 8 – przewód zasilający, 9 – przewód linii, 10 – przewód wynośny, 11 – przewód przejściowy**



**Fot. 7. Odpalarki podczas badań zakładowych w warunkach laboratoryjnych (fot. J. Kijewski)**



**Fot. 8. Odpalarka (z lewej) podczas badań zakładowych w warunkach poligonowych; moment wyrzelenia pocisku rakietowego z wyrzutni WR-40 LANGUSTA z wykorzystaniem badanej, prototypowej odpalarki (z lewej) (fot. J. Kijewski):**



## 5. Podsumowanie

Na podstawie zrealizowanych prac można stwierdzić, że:

1. projekt celowy jest realizowany zgodnie z harmonogramem.
2. badania zakładowe prototypu odpalarki, przeprowadzone zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i poligonowych, potwierdziły, że urządzenie działa poprawnie i może być nowoczesnym zamiennikiem dotychczas używanych odpalarek w polowych wyrzutniach raketowych eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP.
3. dalsze prace w przedmiotowej dziedzinie powinny być ukierunkowane na przeprowadzenie badań kompleksowych odpalarki według programu badań, którego zakres powinien odpowiadać badaniom kwalifikacyjnym (państwowym).

## Literatura

- [1] J.Gacek, T.Świątek, P.Wojciechowski, R.Woźniak, *Analiza i synteza wynośnej, programowanej elektronicznie odpalarki do polowych wyrzutni raketowych* – podrozdział w pracy zbiorowej pod redakcją C.Niżankowskiego, *Systemy przeciwlotnicze i obrony powietrznej CRAAS 2009*, OBR SM, Tarnów, 2009.
- [2] Praca zbiorowa pod kierunkiem J.Gacka, *Sprawozdanie merytoryczne z wykonanych badań stosowanych i prac rozwojowych w ramach realizacji projektu badawczego rozwojowego Nr OR00 0013 04*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2009 (praca nie publikowana dostępna w ITU WMT WAT).
- [3] *Protokół końcowy z badań zakładowych prototypu wynośnej programowanej elektronicznie odpalarki do polowych wyrzutni raketowych* (praca nie publikowana dostępna w WB Electronics oraz ITU WMT WAT).