



## Koncepcja polonizacji pocisków raketowych kalibru 2,75”

Paweł DOBRZYŃSKI<sup>1\*</sup>, Stanisław LIPSKI<sup>2</sup>, Bogdan MACHOWSKI<sup>1</sup>,  
Tomasz OLSZEWSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa,  
00-908 Warszawa 49, ul. gen Witolda Urbanowicza 2

<sup>2</sup>Instytut Mechaniki Precyzyjnej, 01-796 Warszawa, ul. Duchnicka 3

<sup>3</sup>Polska Grupa Zbrojeniowa S.A., 00-497 Warszawa, ul. Nowy Świat 4a,

\* autor korespondencyjny, e-mail: pawel.dobrzynski@wat.edu.pl

Artykuł wpłynął do redakcji 08.05.2017 r.

Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 11.06.2018 r.

DOI 10.5604/01.3001.0012.1109

**Streszczenie.** Artykuł porusza problematykę możliwości zwiększenia potencjału polskiego przemysłu zbrojeniowego oraz zwiększenia możliwości oddziaływania ogniowego na przeciwnika przez wszystkie rodzaje formacji Sił Zbrojnych RP – dzięki opracowaniu i produkcji w Polsce kierowanych i niekierowanych pocisków raketowych kalibru 2,75" (70 mm). W artykule przedstawiono główne kierunki prac badawczo-rozwojowych związanych z rozwojem technologii, zapewniających uzyskanie pożądanych wymagań taktyczno-technicznych dla pocisków raketowych tego typu. Przedstawiono także przykładowe wyniki symulacji związanych z pracami przygotowawczymi do realizacji projektu.

**Słowa kluczowe:** polonizacja uzbrojenia, rakieta niekierowana, pociski kierowane, podsystemy pocisków kierowanych, systemy inteligentnego uzbrojenia

## 1. WSTĘP

Brak taniego, lekkiego, niezawodnego, a przy tym uniwersalnego i skutecznego w dzień i w nocy, środka zwalczania ruchomych i nieruchomych obiektów przeciwnika niezwykle ogranicza siłę oddziaływania Wojsk Obrony Terytorialnej i innych formacji SZ RP. Brak oferowanych przez polski przemysł zbrojeniowy pocisków raketowych kal. 2,75" (70 mm) np. do planowanych do zakupu przez SZ RP śmigłowców szturmowych, a także brak systemów typu MLRS (*Multiple Launch Rocket System*) dla WOT, które mogłyby być transportowane cywilnymi pojazdami samochodowymi, spowodował podjęcie przez Polską Grupę Zbrojeniową S.A. prac przygotowawczych, związanych z rozpoczęciem produkcji w kraju pocisków raketowych kal. 70 mm, które mogłyby znacznie zwiększyć potencjał obronny naszego państwa i uniezależnić od dostaw tego typu uzbrojenia z zagranicy.

W tej klasie prym wiedzie General Dynamics Ordnance<sup>1</sup> z Tactical Systems, które je produkują, rozwijają i modyfikują od 1996 r. Według różnych źródeł, General Dynamics sprzedał dotąd na całym świecie od 6 do 10 mln rakiet. Pociski tego typu szeroko stosowano w wojnie koreańskiej, Wietnamie, Iraku, Afganistanie, Syrii i wielu innych. Czteromilionowa rakietka „Hydra 70” została sprzedana armii Stanów Zjednoczonych w maju 2011 r. W 2015 r. do Korei Południowej sprzedano 11 tys. rakiet, a w tym samym roku do Iraku 4092 kompletów. Rakietki kalibru 70 mm są stosowane na różnego rodzaju platformach lotniczych w co najmniej 15 państwach. Mają je na wyposażeniu śmigłowce bojowe AH-64 Apache, AH-1 Cobra i AH-1Z Viper, ale mogą je również wykorzystywać samoloty wielozadaniowe – np. F-16. Hydra 70 to typowe pociski niekierowane, wystrzeliwane z kilku typów wieloprowadnicowych wyrzutni (siedmio- i dziewiętnastorurowych). Równolegle w kilku krajach powstały konstrukcje bliźniacze – prowadzi się także intensywne prace nad wprowadzeniem wersji kierowanej, naprowadzanej np. laserowo, termicznie, współrzędnościowo itp., w tym także z wyrzutni na pojazdach lądowych. Polska ma także swoje tradycje raketowe, m.in.:

- projekt Meteor, realizowany w latach 1958-1974;
- Strzała-2M (na uzbrojeniu od 1972 r.), których licencyjną produkcję uruchomiono w połowie lat 70. w Zakładach Metalowych MESKO w Skarżysku-Kamiennej i kontynuowano – także na eksport – do lat 80.;
- program „Nowoczesne technologie systemu obrony przeciwlotniczej”. W 1995 roku zestaw Grom-I (wykorzystujący elementy importowane) został wdrożony do produkcji w ZM Mesko i przyjęty do uzbrojenia wojsk OPL. Przez całe lata 90. trwały prace nad docelową, całkowicie polską wersją, które doprowadziły do jej wprowadzenia do produkcji seryjnej pod koniec lat 90. ubiegłego wieku;

<sup>1</sup> Zob. <http://www.gd-ots.com/>

- projekt Homar – w wyniku analizy zapisów w planie modernizacji technicznej postanowiono przyspieszyć realizację programu Homar. Zdecydowano, że nowoczesne wyrzutnie raketowe będzie dostarczać polski podmiot Huta Stalowa Wola.

Z uwagi na fakt, że wiele rakiet staje się przestarzałych lub ich rezerwy dobiegają końca, przewiduje się, że w okresie prognozy oczekuje się, że ogólnowojskowe zasoby pocisków raketowych i systemów obrony przeciwraketowej będą rosły pomimo cięć budżetowych. W tej sytuacji przygotowanie się do produkcji w naszym kraju pocisków raketowych kal. 70 mm jest całkowicie przekonujące i zasadne.

## **2. PROJEKT POLSKIEGO POCISKU RAKIETOWEGO KALIBRU 2,75”**

Celem uruchomionego projektu jest praktyczne wykonanie prototypu rodziny pocisków raketowych kal. 70 mm (2,75”) z różnymi typami głowic bojowych, który mógłby być wykorzystany jako uniwersalny pocisk raketowy bardzo krótkiego zasięgu m.in. dla oddziałów Wojsk Obrony Terytorialnej. System pozwala zwalczać cele ruchome: naziemne, powietrzne, nawodne (a przy uzupełnieniu o miniaturową torpedę z napędem raketowym – także podwodne) dla zasięgu 300÷3000 m oraz cele przeciwnika nieruchome lub wolno przemieszczające się dla zasięgu 500÷10 000 m.

Wyposażenie pododdziałów piechoty lub sił specjalnych, wykonujących zadania zwiadowczo-dyweryyjne lub osłonowe (w terenie: otwartym, leśnym, górzystym lub zurbanizowanym), które skutecznie mogłyby oddziaływać na przeciwnika w zakresie wymienionych zasięgów.

Przedmiotowa raketa początkowo powstanie w wersji niekierowanej, a następnie z laserowym systemem naprowadzania – co zwiększy możliwości WOT poprzez:

1. Skuteczne oddziaływanie na cele punktowe i powierzchniowe przy użyciu tego samego kalibru pocisku w szerokim zakresie zasięgów z uniwersalnej wyrzutni (lub układu wyrzutni).
2. Możliwość uzyskania dużej gęstości ognia w krytycznych momentach walki.
3. Możliwość strzelania na wprost.
4. Możliwość stosowania głowic różnego typu – niekierowanych pocisków raketowych kal. 70 mm z głowicą kumulacyjno-odłamkową (HEDP); niekierowanych pocisków raketowych kal. 70 mm z głowicą specjalną (HE Submunition, WDU Flechette, oświetlającą itp.); samonaprowadzających się na podczerwień pocisków raketowych kal. 70 mm z głowicą HEDP; samonaprowadzających się według wskazań podświetlacza laserowego pocisków raketowych kal. 70 mm z głowicą HEDP; samonaprowadzających się na sygnał akustyczny miniaturowych torped superkawitujących kal. 70 mm z głowicą HE.

5. Wykorzystanie tanich sensorów wizyjnych i niechłodzonych termowizyjnych, które mogą być elementem układu detekcyjnego pocisku kierowanego, pozwala zbudować pociski samonaprowadzające na wymienionych zasięgach.
6. Całkowicie pasywna praca układu w trybie wykrywania, śledzenia i klasyfikacji pozwala na skryte działanie pododdziałów WOT (wykrywanie pojazdów opancerzonych oraz samolotów i śmigłowców niezależne od technologii ich wykonania; na ogół zasięg wykrycia większy niż możliwości wykonania ataku przez obiekty napadu powietrznego lub skuteczne oddziaływanie przeciwnika).

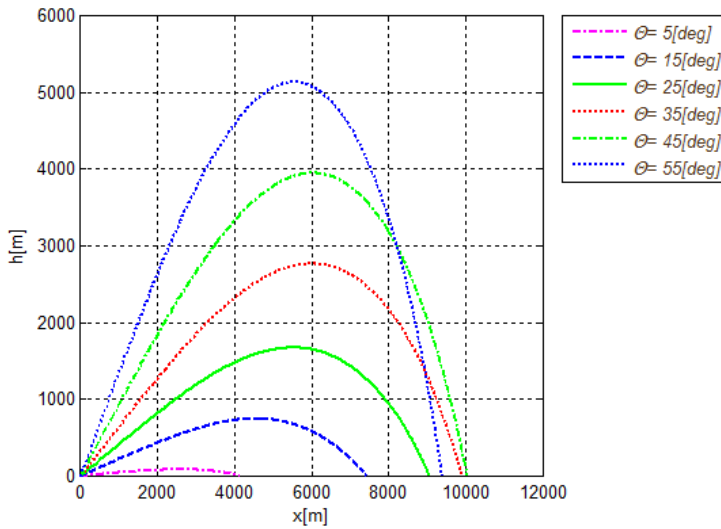
### **3. POSIADANE SUBKOMPONENTY**

Wszystkie niezbędne do wykonania systemu broni raketowej 70 mm komponenty są dostępne w kraju i mogą być produkowane lub adaptowane przez przedsiębiorstwa należące do Polskiej Grupy Zbrojeniowej S.A. Przewidywane parametry T-T spolonizowanych rakiet 2,75”:

- jednolity moduł wyrzutni dla pocisków kierowanych i niekierowanych;
- wymiennosc z pociskami stosowanymi w systemach lotniczych i śmigłowcowych;
- masa startowa pocisku niekierowanego < 10 kg;
- długość max. = 1500 mm;
- masa głowicy bojowej do 3 kg;
- donośność pocisków niekierowanych do 10 km;
- zasięg pocisków kierowanych do 3 km.

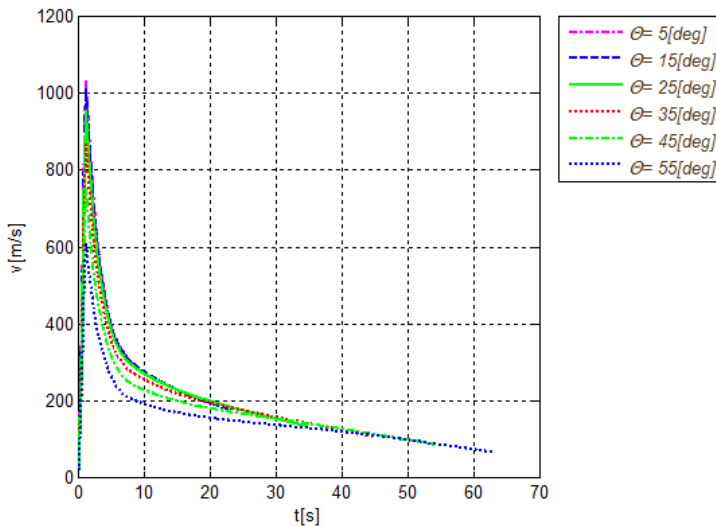
Na podstawie danych rakiety systemu Hydra z silnikiem MK 66 MOD 6 przeprowadzono badania symulacyjne, których wyniki przedstawiono na rys. 1-3.

Wyniki symulacji potwierdzają założone projektowe wymagania T-T na system rakiet 70 mm (2,75”). Na uwagę zasługuje mała masa pocisku razem z głowicą bojową, która jest mniejsza niż 10 kg.



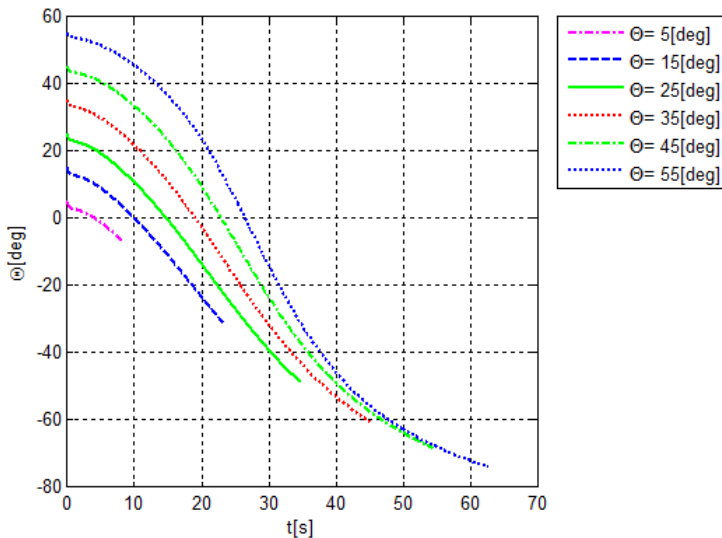
Rys. 1. Tor lotu rakiety 70 mm (2,75'') dla parametrycznie zmiennego kąta startu (symulacja komputerowa)

Fig. 1. Flight path of 70 mm (2.75'') rocket for parametrically variable start angle (computer simulation)



Rys. 2. Zmiana prędkości lotu rakiety 70 mm (2,75'') w funkcji czasu dla parametrycznie zmiennego kąta startu (symulacja komputerowa)

Fig. 2. Changing the flight speed of 70 mm (2.75'') rocket as a function of time for parametrically variable starting angle (computer simulation)



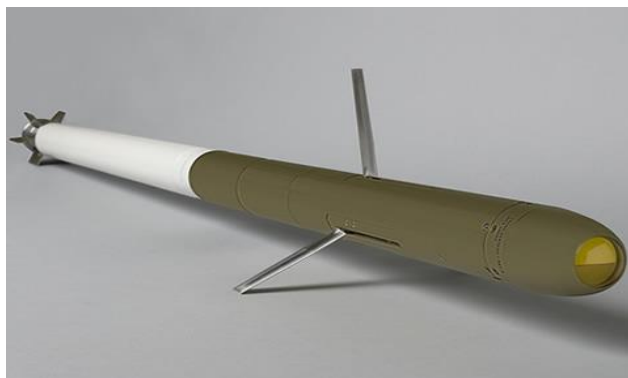
Rys. 3. Zmiana kąta pochylenia wektora prędkości lotu rakiety 70 mm (2,75") w funkcji czasu dla parametrycznie zmiennego kąta startu (symulacja komputerowa)

Fig. 3. Changing the angle of inclination of 70 mm (2.75") rocket flight speed vector as a function of time for a parametrically variable starting angle (computer simulation)

#### 4. RAKIETY STANDARDU 2,75" INNYCH PRODUCENTÓW

- 1) TALON-Laser-Guided Rocket Team Completes jest niedrogim pociskiem klasy 70 mm z półautomatycznym laserowym systemem kierowania rakieta (LGR), opracowanym w wyniku kooperacji Raytheon Missile Systems i Emirates Advanced Investments (EAI).

Broń może być mocowana na skrzydłach samolotu i na pojazdach opancerzonych. Rakieta została wybrana przez Wojska Lądowe Zjednoczonych Emiratów Arabskich, aby wyposażyc swoje helikoptery AH-64D Apache Longbow.



Rys. 4. Kierowana rakietka TALON

Źródło: Raytheon; <http://www.raytheon.com/capabilities/products/lgr/>

Fig. 4. Directed rocket TALON

Source: Raytheon; <http://www.raytheon.com/capabilities/products/lgr/>

- 2) DAGR (Directional Attack Guided Rocket) jest rakieta sterowaną opracowaną na bazie rakiety Hydra 70 przez korporację Lockheed Martin. Rakiety DAGR są przeznaczone dla rażenia celów nie opancerzonych lub słabo opancerzonych, przemieszczających się z prędkością do 100 km/godz. Dzięki zastosowaniu sterowania DAGR zapewnia się celność nie gorszą od 1 m od ostatniego podświetlonego laserem. System zwiększa skuteczność ich bojowego zastosowania i jednocześnie obniża poziom szkód przypadkowych w cywilnej ludności i mieniu.



Rys. 5. Rakietka DAGR

Źródło: <http://www.lockheedmartin.com/us/products/DAGR.html>

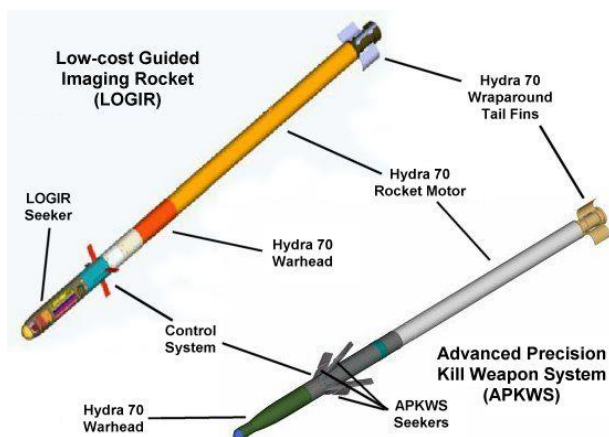
Fig. 5. Rocket DAGR

Source: <http://www.lockheedmartin.com/us/products/DAGR.html>

W systemie naprowadzania rakiety wykorzystuje się rozwiązania konstrukcyjne stosowane w raketach sterowanych typu AGM-114 „Hellfire”, co zapewnia pełną elektroniczną i informatyczną kompatybilność aparatury pokładowej z systemem kierowania ogniem, celownikami i wyrzutniami startowymi typowych nosicieli (śmigłowców, myśliwców taktycznych, bojowych dronów), a także z naziemnymi systemami jej obsługi przed misją, procedurami eksploatacyjnymi i magazynowania.

Zastosowanie bojowe 70 mm rakiet DAGR jest możliwe na śmigłowcach używających AGM-114 „Hellfire”, w tym AH-1 „Cobra”, AH-64 „Apache”, SH-60 „Seahawk”, OH-58 „Kiowa”, Eurocopter EC 665 „Tiger”.

- 3) Kierowana rakietą LOGIR (*LOW-cost Guided Rocket*) została opracowana pod kierunkiem DARPA przy współpracy specjalistów z resortu obrony Korei Południowej.

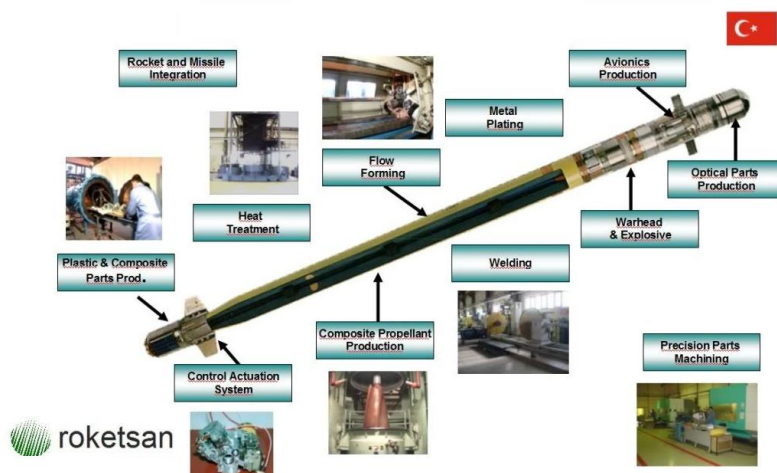


Rys. 6. Wspólne moduły LOGIR I HYDRA 70. Źródło: Bombs, Rockets & Missiles; <http://www.aerospaceweb.org/question/weapons/q0211.shtml>

Fig.7. Common modules LOGIR and HYDRA 70. Source: Bombs, Rockets & Missiles; <http://www.aerospaceweb.org/question/weapons/q0211.shtml>

- 4) Lotnicza rakietą CIRIG tureckiej firmy Rocketsan została wyposażona w laserowy system naprowadzania. Raketę wykonano według aerodynamicznego układu „kaczki” i wyposażono w koordynator z programowanym odbiornikiem, pokładowym źródłem zasilania i antyrotacyjnym stabilizatorem. Część bojowa modułowa: kumulacyjna, odłamkowa i zapalająca. Główne parametry: masa – 14 kg, długość – 1,9 m, zasięg 8 km wyrzutnie z 7 i 19 pociskami. Tureckie szturmowe śmigłowce AH-1W „Super Cobra” i T-129 wyposażano w takie rakiety po 2010 roku.





Rys. 7. Tureckie technologie dla rakiety Cirit. Źródło: ROKETSAN A.Ş. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı'nın bir kuruluşudur; <http://www.roketsan.com.tr/>

Fig. 7. Turkish technologies for the Cirit rocket. Source: ROKETSAN A.Ş. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı'nın bir kuruluşudur; <http://www.roketsan.com.tr/>

- 5) Rakieta lotnicza STAR. Izraelska firma „Elbit” w ramach rządowego programu STAR (*Tactical Advanced Rocket*) kontynuuje wcześniejsze projekty naukowe-badawcze, tworząc uniwersalny pokładowy moduł naprowadzania, przeznaczony na wyposażenie niekierowanych rakiet „Sneb” (kaliber 68 mm), „Hydra-70” i S-8 (produkcji rosyjskiej). Ustawicznie modernizowane rakiety zaczęto stosować dla rażenia lekko opancerzonych pojazdów, a także siły żywej w lekko ufortyfikowanych i uzbrojonych schronach. Blok aparatury naprowadzania rakiety i półautomatyczny system laserowy naprowadzania z zaprogramowanym koordynatorem połączony jest w części nosowej z odpowiednimi dla tego kalibru sensorami. Główne parametry dostosowane do kalibru 68 mm – masa 3 kg, długość modułu (wraz z sensorem) – 0,35 m, a dostosowane do kalibru 70 mm – masa 4,5 kg, długość modułu (wraz z sensorem) – 0,4 m, zasięg (kaliber 70 mm) – 6 km, dokładność trafienia – nie gorzej niż 1,5. Rakiety można stosować na pokładach śmigłowców lub pojazdów bojowych z wykorzystaniem standaryzowanych wyrzutni startowych.



Rys. 8. Rakieta niekierowana SNEB

Źródło: Thai Military and Asian Region. Latest News & Weapons from around the world. <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2016/08/26/>

Fig. 8. Unguided rocket SNEB.

Source: Thai Military and Asian Region. Latest News & Weapons from around the world. <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2016/08/26/>

Pocisk raketowy SNEB jest napędzany jednym silnikiem raketowym i – w zależności od rodzaju głowicy dołączonej na wyrzutni, – może być użyty przeciwko opancerzonym pojazdom bojowym, bunkrom lub tzw. miękkim celom.

- 6) Moduł PEKET (*Precision Enhancement Kit Engagement Target*), opracowany przez belgijską firmę Forges de Zeebrugge w 2004 r., który został zastosowany na pokładzie rakiet 68 i 70 mm pozwolił na zbudowanie uzbrojenia.



Rys. 9. Rakieta sterowana PEKET

Źródło: Военное обозрение. Управляемая ракета FZ PEKET (Бельгия); <https://topwar.ru/65027-upravlyaemaya-raketa-fz-peketa-belgiya.html>

Fig. 9. Controlled rocket PEKET

Source: Военное обозрение. Управляемая ракета FZ PEKET (Бельгия); <https://topwar.ru/65027-upravlyaemaya-raketa-fz-peketa-belgiya.html>

Nowa rakieta PEKET jest przeznaczona do rażenia lekko opancerzonych celów stacjonarnych i mobilnych. Zostały zbudowane dwie odmiany modułu PEKET.

Jedna z nich obejmowała system półautomatycznego laserowego naprowadzania, a nowsza aparaturę sterowania opierającą się na danych z globalnego nawigacyjnego systemu satelitarnego GPS.

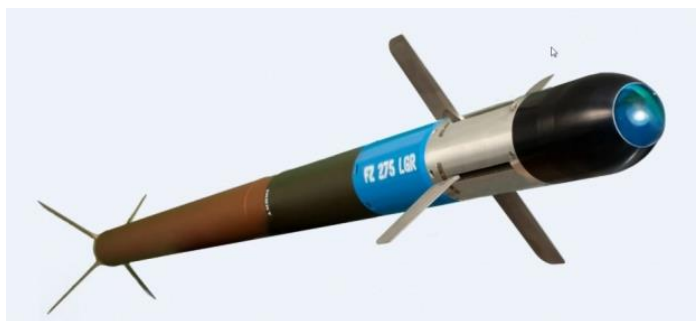
Główne parametry dla kalibru 68 mm – masa 9,4 kg, długość – 1,35 m, a dla kalibru 70 mm – masa 13,6 kg, długość – 1,9 m; zasięg – 8 km, dokładność trafienia – 1 m (laserowy moduł naprowadzania) i 10 m (z odbiornikiem GPS). Maksymalna prędkość rakiety do 700 m/s. Dostawy tych rakiet w Belgii i Francji zaczęły się w 2010 r.

Firmy francuskie: TDA Armements i Matra opracowały kilka wariantów zasobników startowych dla rakiet SNEB. Wszystkie te zasobniki są rurowe i w zależności rodzaju nościela blok startowy mieści do 22 rakiet.

Wiele krajów NATO, ale także niektóre państwa Azji, Ameryki Południowej i in. mogłyby dostosować zmodyfikowaną PEKET o korpusie kalibru 70 mm, zamiast używanych rakiet Hydra 70. Widocznie właśnie ta odmiana bloku sterowania ma najlepsze prognozy, gdyż amerykańskie niekierowane rakiety są używane w kilkudziesięciu krajach świata.

Obecnie, po załatwieniu właściwych zezwoleń eksportowych po 2012 r. pociski z modułem PEKET są dostępne dla zagranicznych użytkowników.

- 7) Rakieta FZ275 z laserowym naprowadzaniem, opracowana wspólnie z belgijską firmą Forges de Zeebrugge i turecką Roketsan, zamyka lukę pomiędzy pociskami o dalekim zasięgu i działek z niekierowanymi raketami, uzyskując w ten sposób nową platformę i skuteczną precyzję.



Rys. 10. Rakieta FZ275

Źródło: Thai Military and Asian Region. Latest News & Weapons from around the world. <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2016/07/14/>

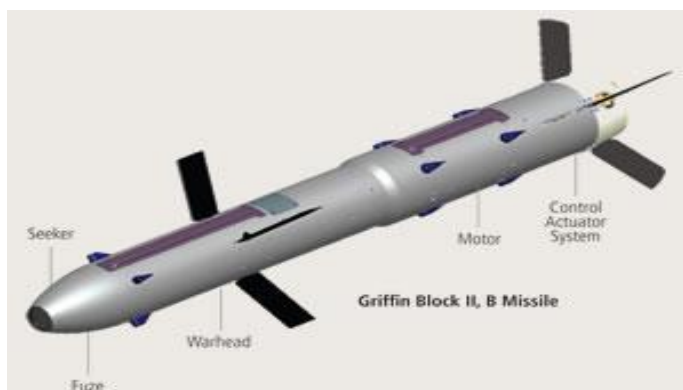
Fig. 10. Rocket FZ275

Source: Thai Military and Asian Region. Latest News & Weapons from around the world. <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2016/07/14/>

Ta rakietka spełnia wymagania wielu armii dla precyzyjnej i niezawodnej amunicji zdolnej do skutecznego działania z jednoczesnym ograniczeniem narażenia na niebezpieczeństwo i unikania dodatkowych szkód, których współcześnie mogą doznać osoby i obiekty postronne.

Główne parametry: kaliber: 2,75" (70 mm), długość nominalna: ~ 1800 mm, masa startowa: 12,5 kg (9,1 kg w celu), zasięg 6 km, naprowadzanie: SAL (Semi-Active Laser), 4 stabilizatory składane. Laser: kompatybilny ze standardem STANAG 3733.

- 8) Rakietka lotnicza Griffin. W 2010 roku w korporacji Lockheed Martin opracowano i przeprowadzono badania sterowanej rakietki lotniczej o małych wymiarach. Zakłada się, że ta konstrukcja wśród jej odpowiedników i innych przyszłościowych programów raketowych jest najbardziej optymalna.



Rys. 11. Rakietka lotnicza Griffin

Źródło: Griffin Small Tactical Munition (STM); [http://defense-update.com/products/g/31122010\\_griffin\\_sgm.html](http://defense-update.com/products/g/31122010_griffin_sgm.html)

Fig. 11. Air rocket Griffin

Source: Griffin Small Tactical Munition (STM); [http://defense-update.com/products/g/31122010\\_griffin\\_sgm.html](http://defense-update.com/products/g/31122010_griffin_sgm.html)

Rakietka została wyposażona w hybrydowy inercyjno-satelitarny system naprowadzania i silnik na paliwo stałe. Główne parametry pocisku: masa – 16 kg, masa ładunku bojowego – 5,9 kg, długość – 1,09 m, średnica – 0,14 m.

Jak wynika z różnych źródeł, rakietka Griffin już jest na uzbrojeniu armii USA. Wiadomo także, że bezpilotowe aparaty latające typu „Predator” mogą przenosić trzy rakietki Griffin zamiast jednej typu AGM-114 „Hellfire”.

- 9) Rakieta LMM (*Lightweight Multirole Missile*). Francuska część korporacji Thales od 2008 r. pracuje nad lekką wielofunkcyjną rakieta sterowaną LMM, przeznaczoną na uzbrojenie śmigłowców oraz aparatów bezzałogowych o niskiej cenie, posiadającą możliwość ataku z wysoką precyzją celów stacjonarnych i ruchomych. Wyróżniającą cechą nowej rakiety jest modułowość, dzięki której LMM ma wymienną część bojową w zależności od rodzaju zadania. Pocisk raketowy LMM wykorzystuje wiele elementów ze Star Strike tej samej firmy.



Rys. 12. Rakieta LMM

Źródło: Thales's Lightweight Multirole Missile on show at IMDEX;  
<https://www.thalesgroup.com/en/press-release/thaless-lightweight-multirole-missile-show-imdex>

Fig. 12. Rocket LMM

Source: Thales's Lightweight Multirole Missile on show at IMDEX;  
<https://www.thalesgroup.com/en/press-release/thaless-lightweight-multirole-missile-show-imdex>

Rakieta ma cztery ruchome stery i cztery nieruchome stabilizatory, umieszczone w tylnej części korpusu. Ogonowe usterzenie rakiety zaprojektowano na podstawie usterzenia Star Best. Rakieta LMM ma dwustopniowy silnik na paliwo stałe firmy Rocksel oraz kumulacyjno-odłamkową głowicę bojową. W pierwszym wariantie przewidziano naprowadzanie laserowe z zastosowaniem dwóch odbiorników laserowych umieszczonych w części ogonowej, podobnie jak w rakiecie Star Best. Laserowy zapalnik umieszczono w przedniej części rakiety. Firma Thales planuje zastosować w rakiecie półautomatyczny laserowy system naprowadzania i wprowadzić możliwość naprowadzania na końcowym odcinku trajektorii na podstawie sygnału zespolonego inercyjnie-satelitarnego INS/GPS.

Naprowadzanie początkowo będzie realizowane z wykorzystaniem pokładowego systemu laserowego LMM. Ten model może skutecznie razić słabo ufortyfikowane bunkry, pojazdy, gąsienicowe, transportery opancerzone, kutry i in.

W dalszym etapie dla LMM przewiduje się opracowanie różnego typu nowych głowic bojowych z różnymi systemami naprowadzania. Zakłada się obniżenie kosztów wytwarzania, co oznacza, że cena każdej rakiety będzie wynosić zaledwie 50-60% ceny rakiety Star Strike.

Przeprowadzono pierwsze próby na letnim poligonie w 2008 r. z wykorzystaniem bezałogowego nosiciela typu śmigłowcowego S-100 „Camcopter” przygotowane przez austriacką firmę Schiebel. Drugi etap tych prób zrealizowano zimą na przełomie roku 2009 i 2010 r. Obecnie Thales ma gotowe seryjne systemy dla wielu różnych nosicieli załogowych (AH-64 „Apache” firmy Boeing, Future Lynx firmy Agusta Westland i in.) oraz bezałogowych.

Ten model rakiety został także przebadany przez królewską marynarkę wojenną Wielkiej Brytanii jako potencjalny wariant lekkiego uzbrojenia naziemnych środków transportu oraz kutrów dla sił specjalnych i straży przybrzeżnej.

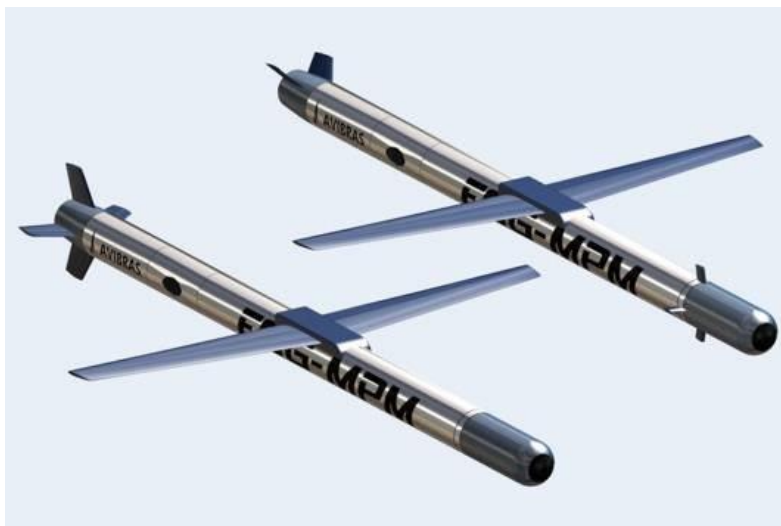
Główne parametry LMM: masa startowa – 13 kg, masa głowicy bojowej – 3 kg, długość – 1,3 m, średnica 76 mm, rozpiętość skrzydła – 0,26 m, maksymalna prędkość – 1,5 Ma, zasięg – 8 km.

Obecnie rakiety produkowane są głównie na zamówienia sił zbrojnych Wielkiej Brytanii, gdzie są wykorzystywane jako nowe uzbrojenie na śmigłowcach Agusta Westland typu AW159 Lynx Wildcat, na których szeroko wykorzystywany jest światłowodowy system podświetlania celów.

- 10) Sterowana rakietą FOG-MPM (*Fiber Optics Guided Multi Purpose Missile*) została opracowana w brazylijskiej firmie Anibras Aerospataile w dwóch wersjach (standard i mini) dla systemów ognia zaporowego Astros-2 i -3, wyrzutni startowych okrętów nawodnych dla rażenia celów stacjonarnych i manewrujących, śmigłowców, kutrów i bezałogowców przeciwnika.

Obie wersje planuje się wyposażyć w wymienne głowice bojowe, z których głowica kumulacyjna w wersji standardowej posiada zdolność przebicia pancerza stalowego o grubości do 1 m.

Podczas lotu rakiety operator może w czasie rzeczywistym otrzymywać informację obrazową z głowicy samonaprowadzającej się rakiety i podejmować decyzję o wyborze celu i/lub korekty trajektorii. Zakłada się maksymalny zasięg dla wersji standard 60 km i 10 km w wersji mini. W opinii konstruktorów z Anibras Aerospataile, sterowana rakietą FOG-MPM będzie wyróżniać się wysoką selektywnością i precyzją rażenia celów, a także stabilnością przelotu oraz odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne i optyczno-elektroniczne.



Rys. 13. Rakieta FOG-MPM

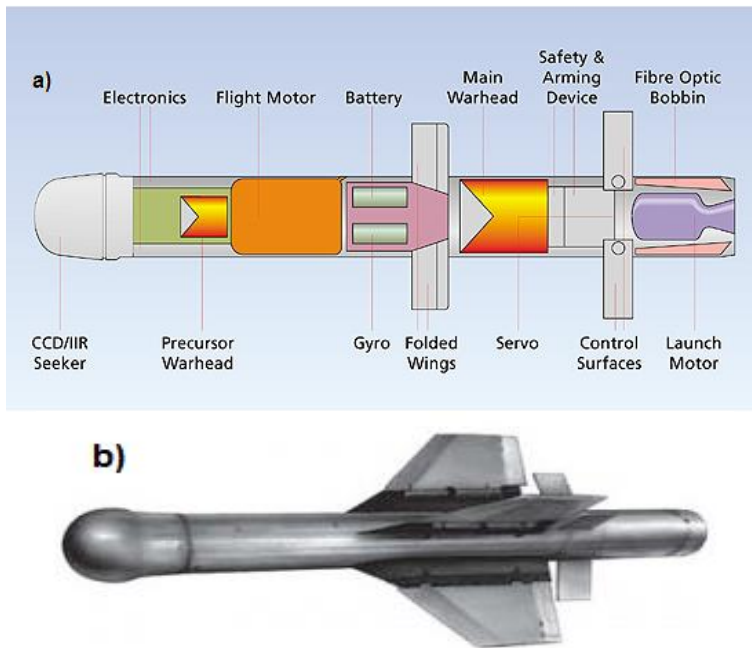
Źródło: Offensive Weapons; [http://www.deagel.com/Offensive-Weapons/FOG-MPM\\_a002588001.aspx](http://www.deagel.com/Offensive-Weapons/FOG-MPM_a002588001.aspx)

Fig. 13. Rocket FOG-MPM

Source: Offensive Weapons; [http://www.deagel.com/Offensive-Weapons/FOG-MPM\\_a002588001.aspx](http://www.deagel.com/Offensive-Weapons/FOG-MPM_a002588001.aspx)

- 11) Rodzina rakiet Spike została opracowana w izraelskiej korporacji Rafael i obejmuje kilkanaście odmian rakiet różnego przeznaczenia o średnicach od 75 do 170 mm.

Interesującym rozwiązaniem jest miniaturyzowana rakietka „Mini-Spike”, która została zoptymalizowana dla walki w warunkach miejskiej zabudowy z siłą żywą przeciwnika. Standardowa konfiguracja przenośnego zestawu składa się z wyrzutni o masie 4 kg i dwóch rakiet. Całkowita masa takiego kompletu wynosi 12 kg. Mini-Spike waży zaledwie 4 kg i ma podstawowy zasięg do 1,2 km. Długość rakiety – 70 cm, średnica – 75 mm.



Rys. 14. Pocisk raketowy Mini-Spike: a) schemat blokowy, b) wygląd zewnętrzny

Źródło: Rafael Advanced Defence Systems;  
<http://www.rafael.co.il/4312-en/Marketing.aspx>

Fig. 14. Mini-Spike missile: a) block diagram, b) external appearance

Source: Rafael Advanced Defence Systems;  
<http://www.rafael.co.il/4312-en/Marketing.aspx>

- 12) Rakiety Hydra opracowane u progu II wojny światowej należą do grupy 2,75-calowych dobrze stabilizowanych, niekierowanych rakiet używanych głównie w schemacie powietrze-ziemia. Pocisk może być wyposażony w różnego rodzaju głowice. Nowsze wersje wyposażono w różne rodzaje systemów naprowadzania dla wykonywania ataków punktowych. Hydra jest powszechnie używana przez armię amerykańską i siły sojusznicze, konkurując z kanadyjską rakiętą CRV-7, z którą jest fizycznie wymienna.





Rys. 15. Rodzina rakiet Hydra 70

Źródło: Hydra-70 Rockets: From Cutbacks to the Future of Warfare, Defense Industry Daily, April 2006

Fig. 15. The Hydra 70 rocket family

Source: Hydra-70 Rockets: From Cutbacks to the Future of Warfare, Defense Industry Daily, April 2006

- 13) Rakieta S-8 opracowana i wyprodukowana w Federacji Rosyjskiej jest następcą mniejszej rakiety S-5. Rakiety S-8 o masie od 11,1 do 15,2 kg (zależnie od rodzaju głowicy) są umieszczane na śmigłowcach w 20-rurowej wyrzutni startowej, typu B8B20-A.

Rakieta rozwija maksymalną prędkość do 1,8 Ma i osiąga zasięg do 4,5 km. Wariant C-8KOM ma kumulacyjną głowicę przeciwpancerną, a odmiana C-8BM jest przeznaczona do rażenia załóg w umocnionych schronach. Z powodu swojej prostoty i skuteczności rakiety S-8 znalazły bardzo szerokie zastosowanie zwłaszcza w działaniach wojennych w Afganistanie, Iraku, Iranie, Tadżykistanie, Abchazji, Karabachu, Czeczenii, Kongo, Erytrei, Macedonii oraz w wielu innych „gorących punktach”. Z uwagi na wielką ilość współczesnych rozwiązań konstrukcyjnych pocisków raketowych kalibru 2,75'', dokonanie pełnego przeglądu znacznie przekracza ramy tego opracowania. Widać, że producentów i biura konstrukcyjne zajmujących się tym obszarem techniki raketowej można podzielić na dwie grupy: od dołu w górę (Bottom-Up) i od góry na dół (Top-Down). W pierwszej grupie znaleźli się producenci zaczynający najpierw od prostych i małych średnic rakiet, a potem stopniowo zwiększali kaliber pocisków, rozwijali głowice i systemy sterowania.

Inni odwrotnie – zaczęli od potężnych i ambitnych konstrukcji o przeznaczeniu ofensywnym, pokonując z różnym skutkiem wiele problemów, aby obecnie swoje doświadczenia wykorzystywać dla zminiaturyzowanych rakiet o wielkiej skuteczności.



Rys. 16. Rakieta S-8

Źródło: Смертоносный „стержень”; <https://lenta.ru/articles/2008/03/24/missile/>

Fig. 16. Rocket S-8

Source: Смертоносный „стержень”; <https://lenta.ru/articles/2008/03/24/missile/>

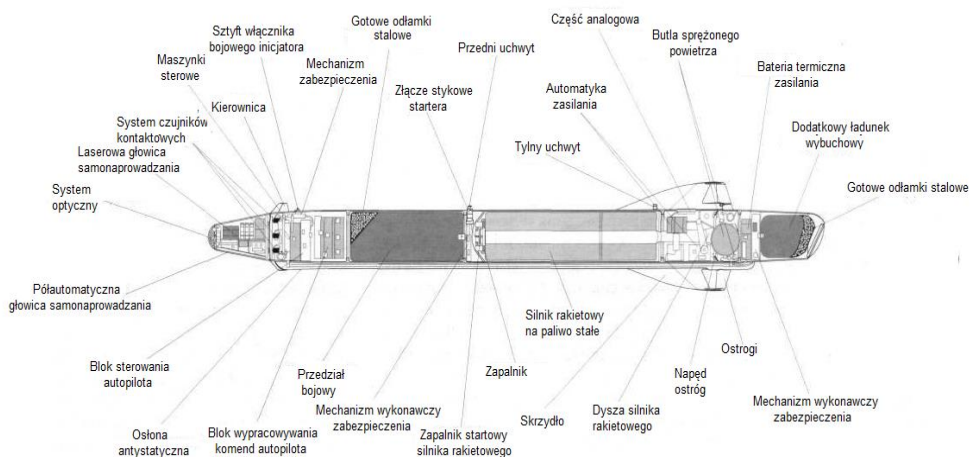
Warto również podkreślić, że jednym z ważnych komponentów jest system sterowania. Specyfika zastosowań tego środka bojowego zmusza konstruktorów i użytkowników do budowy własnych systemów sterowania.

Charakterystyczne jest to, że każda z wcześniej analizowanych rakiet posiada wersję niekierowaną oraz kolejne bardziej rozbudowane odmiany z własnym systemem naprowadzania oraz sterowania. Systemów tych jest wiele, niektóre z nich zostały wcześniej krótko scharakteryzowane, ale warto wspomnieć o Advanced Precision Kill Weapon System (APKWS).

System ten został zasadniczo zaprojektowany dla niekierowanych rakiet Hydra 70, ale z powodzeniem funkcjonuje na 12 różnych platformach. Do tej pory BAE Systems wyprodukował ponad 5000 jednostek APKWS. Aktualna cena jednostkowa wynosi ok \$ 28,500. Nadto schemat działania został zaadaptowany do wielu innych pocisków raketowych, o czym wspomniano wcześniej.

Dotychczas wiele współczesnych pocisków raketowych projektowano od początku z pokładowym systemem sterowania, określonego rodzaju, dostosowanego do określonego przeznaczenia. Tak było przypadku np. radzieckich rakiet serii X (vide rys. 17).

Jednak w ostatniej dekadzie zaczęły dominować inne wymagania użytkowników, takie jak: modułowość, uniwersalność, szybkość przygotowania do różnych misji, wymiennosc różnych rodzajów głowic, miniaturyzacja, nowe materiały kompozytowe i in. Stąd można oczekiwać, że w niedługim czasie można oczekiwać intensywnego rozwoju konstrukcji, napędów, systemów wyboru celu, naprowadzania, sterowania i in.



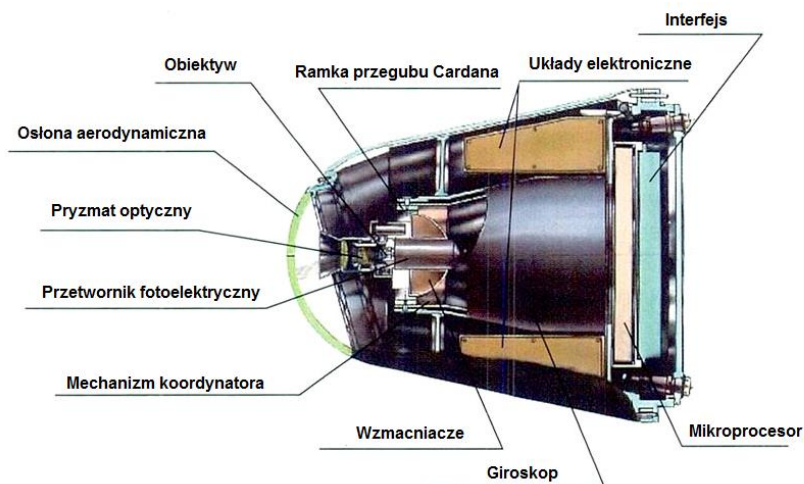
Rys. 17. Schemat rakiety naprowadzanej laserem X-25 (produkt 69)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: P. Ангельский «ЗВЕЗДА»

Сияла в королеве X-25 («изделие 69») – первая отечественная ракета с лазерным наведением. Журнал „Техника и вооружение”, 2012

Fig. 17. Scheme of laser-guided rockets X-25 (product 69)

Source: Own study based on: P. Ангельский «ЗВЕЗДА» Сияла в королеве X-25 («изделие 69») – первая отечественная ракета с лазерным наведением. Журнал „Техника и вооружение”, 2012



Rys. 18. Modułu samonaprowadzania głowicy optycznej  
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z portalu:  
<http://www.dailymail.co.uk/>

Fig. 18. Optical homing head module  
 Source: Opracowanie własne na podstawie danych z portalu:  
<http://www.dailymail.co.uk/>

## 5. WNIOSKI

1. Następuje przebrojenie i modernizacja światowych zasobów rakiet. Wiele z nich jest przestarzałych, rezerwy dobiegają końca, dostępne są lepsze paliwa i systemy sterowania i napędu. Oczekuje się zatem, że zasoby pocisków raketowych i systemów obrony przeciwraketowej będą się rozrastać pomimo trudności budżetowych.
2. Nie można poprzestawać na chlubnych tradycjach krajowej techniki raketowej, lecz należy starać się przynajmniej naśladować wiodących producentów.
3. Wiele krajów kupuje gotowe pociski raketowe do incydentalnych operacji, ale jeśli w grę wchodzi suwerenność i niezależność kraju, to nawet międzynarodowa kooperacja nie stoi na przeszkodzie w opracowywaniu własnych systemów.
4. Polonizacja dobrze znanych na świecie pocisków raketowych kalibru 2,75" pozwoli na dalszy rozwój krajowej techniki raketowej i utrzyma wiele miejsc pracy.

**LITERATURA**

- [1] Kachel Stanisław, Paweł Dobrzyński, Stanisław Lipski, Bogdan Machowski. 2017. „Systemy obserwacyjno-uderzeniowe dla rejonów górskich”, W *Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Wykorzystanie innowacyjnych technologii dla zwiększenia zdolności operacyjnych do prowadzenia działań w terenie górzystym”*, Jasionka, 11-12 stycznia 2017 r.
- [2] 25th Infantry Division and US Army Hawaii. 2009. *Military Training Activities at Mākuā Military Reservation, Hawai'i: Environmental Impact Statement, Vol. 1.*
- [3] United States Joint Forces Command Joint Warfighting Center. 2002. *Commander's handbook for joint timesensitive targeting.* DIANE Publishing.
- [4] Cordesman H. Anthony. 2015. *The Arab-U.S. Strategic Partnership and the Changing Security Balance in the Gulf: Joint and Asymmetric Warfare, Missiles and Missile Defense, Civil War and Non-State Actors, and Outside Powers.* Rowman & Littlefield.
- [5] Boyne W. 2011. *How the Helicopter Changed Modern Warfare.* Pelican Publishing Company, Inc.
- [6] Tucker C. Spencer. 2015. *U.S. Conflicts in the 21st Century: Afghanistan War, Iraq War, and the War on Terror.* ABC-CLIO.
- [7] Сокольский В.Н. 2011. Ракеты на твёрдом топливе в России. Рипол Классик.
- [8] Ликсо В. 2017. Самая большая книга о технике. ЛитРэс.
- [9] Chossudovsky Michel. 2015. *The Globalization of War + Towards a World War III Scenario.* Global Research.
- [10] Siouris M. George. 2004. *Missile Guidance and Control Systems.* Springer.
- [11] Research and Technology Organization NATO. 2001. *Technologies for Future Precision Strike Missile Systems.*
- [12] Machowski Bogdan, Grzegorz Sawicki. 2011. „Elementy normalizacji w zapewnieniu niezawodności sterowanego pocisku raketowego precyzyjnego rażenia”. *Mechanik 7* : 1039-1048.
- [13] Machowski Bogdan, Mirosław Makowski, Zbigniew Surma. 2012. „Stanowisko do badania dynamiki systemów sterowania gazodynamicznego pocisków raketowych”. *Mechanik 7* : 421-428.
- [14] Machowski Bogdan, Grzegorz Sawicki. „Zarządzanie konfiguracją sterowanego pocisku raketowego precyzyjnego rażenia podczas realizacji projektu badawczo-rozwojowego”. *Mechanik 7* : 429-436.
- [15] Machowski Bogdan, Grzegorz Sawicki. 2012. „Zarządzanie konfiguracją sterowanego pocisku raketowego precyzyjnego rażenia podczas realizacji projektu badawczo-rozwojowego”. *Mechanik 7* : 429-436.

## **The Concept of Polonization of Missiles 2.75**

Paweł DOBRZYŃSKI<sup>1</sup> Stanisław LIPSKI<sup>2</sup>,  
Bogdan MACHOWSKI<sup>1</sup>, Tomasz OLSZEWSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Military University of Technology, Faculty of Mechatronics and Aerospace,  
2 gen. Witolda Urbanowicza Str., 00-908 Warsaw, Poland*

<sup>2</sup>*Institute of Precision Mechanics, 3 Duchnicka Str., 01-796 Warsaw, Poland*

<sup>3</sup>*Polska Grupa Zbrojeniowa S.A., 4a Nowy Świat Str., 00-497 Warsaw, Poland*

**Abstract.** The paper discusses the possibilities of increasing the potential of the Polish armaments industry and increasing the fire resistance potential of the opponent through all types of Polish Armed Forces - thanks to the development and production in Poland of guided and unguided 2,75" (70 mm) missiles. Research and development works related to the development of technologies ensuring the achievement of the desired tactical and technical requirements for missiles of this type, as well as examples of simulation results related to preparatory work for the project.

**Keywords:** polonization of weapons, unguided rocket, guided missiles, subsystems of guided missiles, Smart Weapon Systems