



**PRECYZYJNE BOMBY SZYBUJĄCE WYSTĘPUJĄCE
W UZBROJENIU ORAZ KIERUNKI ICH ROZWOJU**
***PRECISION GLIDING BOMBS USED BY ARMED FORCES
AND THEIR DEVELOPMENT TRENDS***

Szymon ELERT, Dariusz SOKOŁOWSKI

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, ul. Wyszyńskiego 7, 05-220 Zielonka
Military Institute of Armament Technology, 7 Wyszyński St., 05-220 Zielonka, Poland
Author's e-mail address: elerts@witu.mil.pl

DOI 10.5604/01.3001.0013.1673

Streszczenie: W artykule przedstawiono przegląd stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych bomb szybujących. Bardziej szczegółowo potraktowano rodzaje bomb, które są lub były intensywnie użytkowane przez siły powietrzne, w tym były wykorzystywane w konfliktach zbrojnych. Uwzględniono także dostępne autorom modele i prototypy bomb przewidziane do wprowadzenia do uzbrojenia w najbliższych latach. Uzyskane w trakcie opracowania publikacji zbiory danych pozwoliły m.in. określić aktualną strategię oraz priorytety walki z przeciwnikiem. Przedstawiono propozycję nowoczesnego sposobu wykorzystania bomby szybującej do efektywnego (także pod względem ekonomicznym) ataku na przewidywanym polu walki. Przedstawione rozwiązanie pokazuje ciągłe powstawanie nowego typu uzbrojenia gwarantując przy tym niski koszt, wysoką skuteczność oraz jak najmniejsze ryzyko dla obsługującego system personelu wojskowego.

Słowa kluczowe: lotnictwo, uzbrojenie lotnicze, uzbrojenie artyleryjskie, technika raketowa, bomba ślizgowa

1. Wprowadzenie

Na współczesnym polu walki coraz częściej sięga się po broń, która podczas zwalczania celów ogranicza ryzyko wystąpienia strat wśród ludności cywilnej powstałych na skutek działań wojennych. W lotnictwie, od początku XX wieku, stosowane są bomby

Abstract: Some designs of gliding bombs are reviewed in the paper. The types of bombs which have been intensely used by the air forces, especially those used in military conflicts, are presented in more detailed way. Moreover the models and prototypes of bombs accessible for authors and planned to enter into the inventory of the ordnance in the near future are considered. Data bases prepared at elaboration of the paper allowed above all to identify current strategy and priorities for engaging an enemy. Additionally the paper presents an option for modern use of gliding bombs to effective attacks (including also economical aspects) on predicted battlefield. Presented solution illustrates a continuous process of creation of a new type of ordnance which provides high efficiency at low costs and low level of risk for the military personnel servicing the system.

Keywords: air forces, aircraft weapon systems, artillery ordnance, rocket (missile) technique, gliding bomb

1. Introduction

Weapon systems limiting the risk of civilian losses occurring at fighting the legitimate targets in military operations have been playing a dominating role on the contemporary battlefield. The aircraft bombs of high efficiency have been used

lotnicze charakteryzujące się wysoką skutecznością podczas działań bojowych o dużej intensywności. W celu zwiększenia dokładności trafiań w cel zaczęto stosować bomby kierowane, których lot był korygowany zdalnie oraz bomby szybujące dolatujące do celu lotem ślizgowym dzięki płatom nośnym. Pierwsze bomby kierowane zostały użyte podczas wojny w Wietnamie przez Siły Zbrojne USA. Jedną z pierwszych konstrukcji precyzyjnych bomb o swobodnym locie były AGM-62 Walleye, kierowane do celu radiowo z obrazowaniem elektro-optycznym, zaprojektowane tak by podczas ataku zminimalizować niszczenie obiektów usytuowanych w otoczeniu celu. Ponadto występowały w uzbrojeniu (armii USA i Izraela) pociski AGM-45 i AGM-78 przeznaczone do niszczenia instalacji radiolokacyjnych. Współcześnie stosowane są bomby samonaprowadzające się na cel metodą nawigacji oraz przy użyciu celowników laserowych [1]. Dalszemu rozwojowi tego rodzaju środków bojowych sprzyja postęp w dziedzinach elektroniki, optoelektroniki oraz nawigacji. Potrzeba atakowania dobrze bronionych obiektów, takich jak bazy powietrzne, bunkry, cele wysoko wrażliwe, doprowadziła do opracowania nowych generacji bomb ślizgowych, w których wykorzystywane są nowoczesne układy nawigacji GPS oraz INS (nawigacji inercyjnej), gdzie odbiornik GPS służy jako zabezpieczenie dla INS i poprzez optymalizację błędów pomiarów zmniejsza dryf bomby. Nowoczesne rozwiązania pozwalają na precyzyjne uderzenie (w różnych warunkach atmosferycznych) w stacjonarne i ruchome cele lądowe i morskie.

Przyjmując za podstawę zbiór niżej wymienionych czynników, możliwe jest określenie ogólnego kierunku rozwoju bomb szybujących. Do czynników tych należy przede wszystkim zaliczyć następujące wielkości charakteryzujące bomby: długość, średnica, masa, rozpiętość płata, rodzaj i dokładność naprowadzania oraz zasięg.

Parametry określające geometrię bomb zależą od ich przeznaczenia bojowego oraz nosiciela.

by the air forces at intensive military operations since the beginning of 20th century. Remotely guided bombs and the gliding bombs, which travelled to a target at gliding flight by exploiting the aerodynamic lift of wings, started to be used to increase the accuracy of hitting into a target. The first guided bombs were used in the Vietnam War by the US Armed Forces. AGM-62 Walleye bombs belong to first precision radio controlled designs of free flight which exploited an electro-optical image system to limit the damages of objects placed in the vicinity of the target during the attack. Moreover such missiles as AGM-45 and AGM-78 were used (by the US or Israel forces) to fight radar system sites. Now the bombs use self-guiding systems deploying the method of navigation or the laser sights [1]. Further development of these combat assets is stimulated by the advancements of electronics, optoelectronics and navigation. A new generation of gliding bombs was developed by deployment of modern GPS and INS (inertial navigation) navigation systems, where the GPS receiver supports the INS and decreases a drift of the bomb through the optimisation of measurement errors, to engage well defended objects such as air bases, bunkers, and highly sensitive targets. The modern solutions may be used to perform precision attacks (in different atmospheric conditions) against stationary and movable land and sea targets.

It is possible to define a general development trend for gliding bombs by using a set of factors listed below. These factors include most of all the following characteristics of bombs: length, diameter, weight, span of wings, type and accuracy of guiding system and the range.

The parameters describing the geometry of bombs depend on their combat designation and the carrier.

2. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych bomb szybujących będących w uzbrojeniu

2.1. Bomba AGM-62 WALLEYE

AGM-62 (fot.1) jest bombą szybującą produkowaną w USA w latach 1960-1990 przez firmę Martin Marietta. Była pierwszą bombą z rodziny precyzyjnie sterowanej amunicji zaprojektowanej w sposób umożliwiający atakowanie celów z dużą dokładnością, minimalizując przy tym przypadkowe zniszczenia. Bomba AGM-62 WALLEYE nie miała układu napędowego, lecz można było manewrować nią za pomocą systemu (TGM) wspomagania, wykorzystującego kamerę telewizyjną podczas lotu do celu za pomocą łącza radiowego. W przypadku, gdy pilot uzyskał ostry obraz celu na ekranie wbierał cel i zrzucił bombę. AGM-62 wyposażone były w system odpali i zapomnij oraz w zależności od przeznaczenia występowały w wersjach od Mk1 do Mk6.

2. Examples of Designs for Gliding Bombs Used by Armed Forces

2.1. Bomb AGM-62 WALLEYE

AGM-62 (Photo 1) is a gliding bomb manufactured in the US by Martin Marietta in 1960-1990. It was the first bomb belonging to the family of precise controlled ammunition designed to attacking the targets with high precision at reduction of casual damages. The bomb AGM-62 WALLEYE was not equipped with any propelling system but its manoeuvrability was secured by a supporting system (TGM) using a video camera on the flying path to the target. If the pilot got a sharp picture of the target on the monitor then the target was selected and the bomb was dropped. AGM-62 were equipped with *fire and forget* system and existed in options from Mk1 to Mk6 depending on designation.



Fot. 1. Bomba szybująca AGM-62 Walleye

Źródło: [online] wikipedia.pl (2019)

Photo 1. Gliding bomb AGM-62 Walleye

Source: [online] wikipedia.pl (2019)

Przeznaczone były głównie do zrzutu z samolotów: LTV A-7 Corsair II, Grumman A-6 Intruder, McDonnell Douglas F/A-18 Hornet. W bombach typu Mk5, w celu zwiększenia za-

They were usually dropped from such planes as LTV A-7 Corsair II, Grumman A-6 Intruder, McDonnell Douglas F/A-18 Hornet. The bombs of Mk5 option have

sięgu, powiększono powierzchnię nośną (zwiększono rozpiętość skrzydeł). Ponadto do tej wersji bomby wprowadzono naprowadzanie wiązką laserową.

Podstawowe dane bomb szybujących przedstawionych w punkcie 3 zestawiono w tabeli 1 (str. 72).

2.2. Bomba AGM-154 JSOW

AGM-154 JSOW (fot. 2) jest naddźwiękową bombą szybującą firmy Raytheon przeznaczoną do precyzyjnego atakowania celów naziemnych. Od 2002 roku znajduje się w uzbrojeniu Sił Powietrznych RP jako uzbrojenie myśliwców Lockheed Martin F-16C/D Block 52+ „Jastrząb” [2]. Aktualnie AGM-154 występuje w 4 wersjach, wersje A i C są produkowane seryjnie.

AGM-154A jest pierwszą wersją tego rodzaju bomby. Posiada rozkładane skrzydła (o rozpiętości 2,69 m), stery ogonowe w układzie „X” oraz dwa stery poziome.

AGM-154B posiada 6 wyrzutników, stanowiących pojemniki zawierające po cztery bomby przeciwpancerne naprowadzane termicznie.

AGM-154C jest dodatkowo wyposażona w dwustopniową głowicę bojową. Ponadto wyposażona jest w zmodyfikowany system nawigacyjny GPS.

AGM-154D/E to bomby zmodyfikowane poprzez wyposażenie ich w napęd turboodrzutowy. Produkcja seryjna tej wersji bomby do chwili obecnej nie została rozpoczęta.

an increased lifting surface (span of wings) to get a larger range. In addition this option was guided by a laser beam.

Basic data of gliding bombs presented in chapter 3 is shown in table 1 (page 72).

2.2. Bomb AGM-154 JSOW

AGM-154 JSOW (Photo 2) is a supersonic gliding bomb of Raytheon firm for precision attacking of ground targets. It has been used since 2002 by the Polish Air Forces as weapons of jetfighters Lockheed Martin F-16C/D Block 52+ „Hawk” [2]. Now AGM-154 exists in 4 options and options A and C are in serial production.

AGM-154A is the first version of this bomb. It has the unfolded wings (at span of 2.69 m), tail rudders in „X” arrangement and two horizontal rudders.

AGM-154B has 6 throwers in form of containers, each including four anti-tank bombs with thermal guiding system.

AGM154C is additionally equipped with a two-stage warhead. Moreover it has a modified GPS navigating system.

AGM154D/E bombs were upgraded by a turbo-jet propulsion. Serial production of this bomb has not been started yet.



Fot. 2. Bomba szybująca AGM-154 JSOW

Źródło: [online] airforce-technology.com (2019)

Photo 2. Gliding bomb AGM-154 JSOW

Source: [online] airforce-technology.com (2019)

2.3. Bomba SPICE 250

SPICE 250 (fot. 3) jest bombą szybującą produkcji izraelskiej firmy Rafael, wprowadzona do użytku w 2003 roku jako uzbrojenie

2.3. Bomb SPICE 250

SPICE 250 (Photo 3) is a gliding bomb manufactured in Israel by Rafael firm and it entered the service in 2003 as a weapon

samolotów wielozadaniowych. Bomba korzysta z łącza danych do określenia aktualnej pozycji. Bomba może być kierowana pasywnie na podczerwień (ze światłoczułą matrycą niechłodzoną) oraz wsparta przez system nawigacji satelitarnej GPS oraz inercyjnej INS. Rozsuwane skrzydła bomby umożliwiają nosicielowi przenoszenie większej liczby bomb. Bomby zintegrowane są między innymi z myśliwcami F-16 oraz F-15. Jeden samolot może pomieścić nawet 28 bomb tego typu.

system for multitask planes. It uses data bus to establish its current position. The bomb may operate in an infrared passive guidance mode (with uncooled matrix) which can be supported by GPS and INS navigation systems. The carrier may take in a greater number of bombs as they have pulled out wings. The bombs may be integrated in F-16 and F-15 fighters. One plane can accommodate up to 28 bombs of this type.



Fot. 3. Bomby SPICE 250 jako uzbrojenie na myśliwcu Eurofighter Typhoon

Źródło: [online] ainonline.com (2019)

Photo 3. Bombs SPICE 250 as weapons of Eurofighter Typhoon fighter

Source: [online] ainonline.com (2019)

2.4. Bomba LS-6 PGB

LS PGB (fot. 4) to rodzina chińskich bomb szybujących produkowanych przez Luoyang Electro-Optics Technology Development Center (EOTDC). Bomby składają się z dwóch podstawowych modułów: nawigacyjnego oraz szybującego. Technologia nawigacji oparta została na rozwiązaniach stosowanych w innych chińskich bombach sterowanych z rodziny FT PGB (naprowadzanych poprzez nawigację GPS i INS) oraz LT PGB (naprowadzanych przy wykorzystaniu wiązki laserowej). Bomba szybująca LS-6 posiada kilka wersji różniących się masą: 50 kg i 100 kg (od 2010 r.), 250 kg oraz 500 kg. Ostatnie dwie wersje bomb są wzorowane na konstrukcji bomby JDAM-ER. Bomba LS-6 jest tania, skuteczną bronią typu powietrze–ziemia (p-z). Posiadają zestaw skrzydeł oraz system naprowadzania wykorzystujący nawi-

2.4. Bomb LS-6 PGB

LS PGB (Photo 4) belongs to a family of Chinese gliding bombs manufactured by Luoyang Electro-Optics Technology Development Centre (EOTDC). The bombs include two basic modules: navigating and gliding ones. Navigating technology is based on solutions deployed in other controlled bombs manufactured in China of FT PGB family (guided by GPS and INS navigations) and of LT PGB family (guided by laser beam). Gliding bomb LS-6 exists in few versions with different weights: 50 kg and 100 kg (since 2010), 250 kg and 500 kg. The two of last mentioned bombs follow the design of JDAM-ER bomb. Bomb LS-6 is an inexpensive and efficient combat asset of air-to-ground type (A-G). They are equipped with a system of wings and a system of navigation that deploys

gację GPS/INS oraz wiązkę laserową. Cechują się dużą dokładnością trafienia, zdolnością ataku w każdych warunkach atmosferycznych [3].

GPS/INS navigation and laser beam. They are characterised by high accuracy of hitting and capacities for deployment at every atmospheric conditions [3].



Fot. 4. Bomba LS-6 PGB wersja 50 kg

Źródło: [online] thaimilitaryandasianregion.wordpress.com (2019)

Photo 4. Bomb LS-6 PGB, version 50 kg

Source: [online] thaimilitaryandasianregion.wordpress.com (2019)

2.5. Bomba GBU 39 SDB

GBU-39 (fot. 5) znana również pod nazwą Small Diameter Bomb (SDB) jest bombą szybującą zakwalifikowaną do uzbrojenia lotniczego. Bomba została opracowana i produkowana przez firmę Boeing dla Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych. Charakteryzuje się niewielkimi gabarytami, co pozwala na przenoszenie ich w dużej liczbie przez jeden samolot. Posiada usterzenie typu „X” oraz rozkładane skrzydła, dzięki czemu jest w stanie dolecieć do celów oddalonych nawet o 100 km od miejsca zrzutu. Naprowadzanie bomby odbywa się poprzez wbudowany system nawigacji satelitarnej GPS oraz inercyjnej INS zapewniający wysoką dokładność trafienia. W późniejszych modyfikacjach system ten został wzbogacony o moduł naprowadzania wiązką laserową. Bomby są instalowane w samolotach F-16 Fighting Falcon, JAS-39 Gripen oraz F-15E.

2.5. Bomb GBU 39 SDB

GBU-39 (Photo 5), also known as Small Diameter Bomb (SDB), is a gliding bomb qualified as the aircraft munitions. The bomb was developed and is manufactured by Boeing company for the US Air forces. It is characterised by a low volume what allows for carrying a great number of them in a plane. It has „X” type fins and unfolded wings what makes it reach targets up to 100 km from the site of dropping. The bomb is guided by the imbedded GPS and INS navigation systems providing high accuracy of strikes. Later upgrades of the system were enhanced by a module of laser guiding system. The bombs are integrated in planes F-16 Fighting Falcon, JAS-39 Gripen and F-15E.



Fot. 5. Bomba GBU 39 Small Diameter Bomb

Źródło: [online] militaryedge.org (2019)

Photo 5. Bomb GBU 39 Small Diameter Bomb

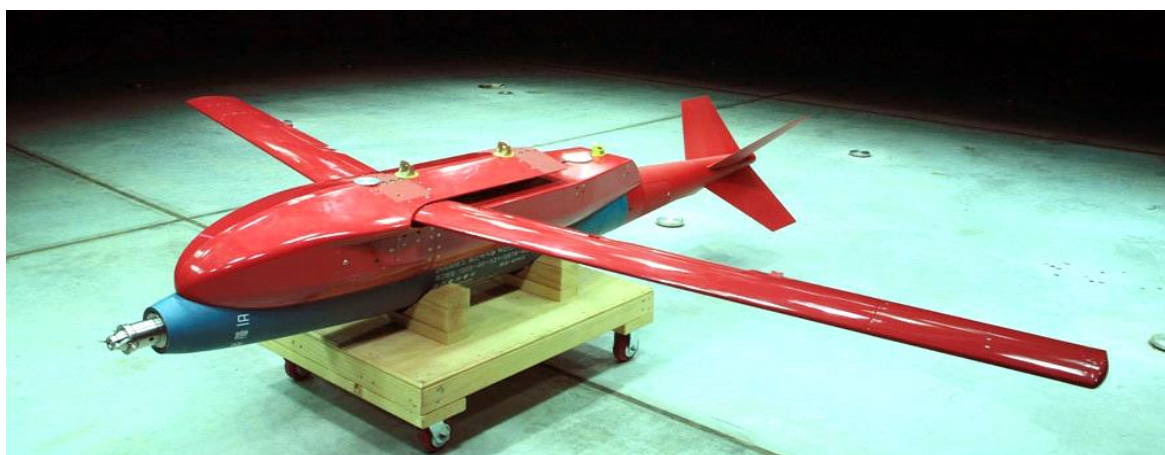
Źródło: [online] militaryedge.org (2019)

2.6. Bomba KGGB

KGGB (ang. Korea GPS Guided Bomb) (fot. 6) to bomba szybująca opracowana przez Agencję Rozwoju Obrony w Korei Południowej. Bomba została wyposażona w GPS umożliwiający przeprowadzanie precyzyjnych ataków w każdych warunkach pogodowych. Przystosowana jest do uzbrojenia myśliwców F-16, F-15, KAI T-50. Dzięki skrzydłom o znacznej powierzchni KGGB jest w stanie pokonać dystans 100 km.

2.6. Bomb KGGB

KGGB (Korea GPS Guided Bomb) (Photo 6) is a gliding bomb developed by the South Korean Defence Development Agency. The bomb is equipped with GPS providing the execution of precision attacks at every weather conditions. It is adapted for integration on fighters like F-16, F-15, KAI T-50. Due to the large surface of wings the KGGB may cover a distance up to 100 km.



Fot. 6. Bomba KGGB

Źródło: [online] defence.pk (2019)

Photo 6. Bomb KGGB

Source: [online] defence.pk (2019)

2.7. Bomba GBU 53/B SDB II

Jest to bomba szybująca będąca nowym modelem (wersją) typu Small Diameter Bomb (SDB II). W 2006 roku rozpoczęto w firmie Raytheon prace nad drugą wersją bomby SDB, która cechuje się niewielkimi rozmiarami oraz wysoką skutecznością. Bomba ta (fot. 7) podobnie jak pierwotna wersja SDB wykorzystuje zaimplementowaną na pokładzie nawigację satelitarną i inercyjną oraz posiada trzy tryby naprowadzania: radiolokacyjny (ARH), laserowy oraz na podczerwień (IR).



Fot. 7. Bomba GBU 53 Small Diameter Bomb II

Źródło: [online] thedefensepost.com (2019)

Photo 7. Bomb GBU 53 Small Diameter Bomb II

Source: [online] thedefensepost.com (2019)

Wykonywanie misji jest proste i elastyczne, możliwe jest wprowadzanie korekty toru lotu oraz zmiany celu dzięki dedykowanemu kanałowi łączności.

Bomba ma możliwość realizacji czterech trybów ataku [4]:

- a) *Normal Attack* – atak celów stacjonarnych i ruchomych w zmiennych warunkach pogodowych.
- b) *Coordinate Attack* – atak celów nieruchomych - obiektów fortyfikacyjnych posiadających obronę przeciwlotniczą.
- c) *Immediate Attack* – możliwość wykrywania celów w trakcie lotu i atakowania ich.
- d) *Laser Illuminated Attack* – zapewnia wysoką precyzję trafienia - inteligentny układ sterowania wpływa na minimalną ingerencję pilota.

Wersja ta konstrukcyjnie różni się od po-

2.7. Bomb GBU 53/B SDB II

It is a gliding bomb that is a new version of family of Small Diameter Bomb (SDB II). In 2006 Raytheon company launched the project of a second version of SDB bomb having small size and high efficiency. This bomb (Photo 7) like the first version of SDB deploys the satellite and inertial navigations integrated onboard and has three modes of guiding by radar homing (ARH), laser and infrared (IR) systems.

Missions may be executed in a simple and flexible way as a dedicated communication channel may be used to correct the flying path or to select another target.

The bomb may be used in four attacking modes [4]:

- a) *Normal Attack* – attacking the stationary and movable targets at changing weather conditions.
- b) *Coordinate Attack* – attacking the unmovable targets – fortified objects with anti-aircraft defence.
- c) *Immediate Attack* – possibility for detecting and attacking the targets during the flight.
- d) *Laser Illuminated Attack* – provides high precision of hitting – a smart control unit reduces the pilot's involvement to minimum.

przedniej wersji głównie noskiem o większym zaokrągleniu oraz geometrią rozkładanych skrzydeł o profilu prostokątnym. Identycznie jak GBU-39 wersja ta posiada usterzenie typu „X”. Produkcja bomby w pełnym zakresie została uruchomiona w roku 2017. Bomby SDB II przygotowywane są do integracji z takimi samolotami: F-15E, F-35, F-16, F/A-18E/F, A-10, F-22, B-2, B-1B oraz B-52.

2.8. Bomba PBK-500U DREL

PBK-500U Drel (fot. 8) to opracowana w Rosji bomba ślizgowa zaprojektowana do niszczenia pojazdów opancerzonych oraz budynków.

A more rounded nasal part and the geometry of unfolded wings with rectangular profile are different than in the former version. The stabilising fins of this version are of “X” type like for GBU-39. A complete manufacture of the bomb started in 2017. Bombs SDB II can be integrated on planes: F-15E, F-35, F-16, F/A-18E/F, A-10, F-22, B-2, B-1B and B-52.

2.8. Bomb PBK-500U DREL

PBK-500U Drel (Photo 8) is a gliding bomb developed in Russia and designated to fight armoured vehicles and buildings.



Foto. 8. Bomba PBK 500U Drel

Źródło: [online] thaimilitaryandasianregion.blogspot.com (2019)

Photo 8. Bomb PBK 500U Drel

Source: [online] thaimilitaryandasianregion.blogspot.com (2019)

System naprowadzania bomby oparty jest na nawigacji inercyjnej oraz na satelitarnym systemie nawigacyjnym GLONASS. Bomba wyposażona jest w system identyfikacji przeciwników (IFF – Identification Friend or Foe) oraz system ECM służący do unikania zakłóceń i wykrywania przez nieprzyjacielskie radary [5].

2.9. Bomba GBU-44/B VIPER STRIKE

Bomba GBU-44 / B Viper Strike (fot. 9) jest wspomaganym przez GPS wariantem amunicji opracowanym przez firmę MBDA. Konstrukcja ta została zintegrowana z samolotami o napędzie śmigłowym, odrzutowym oraz

The bomb is guided by inertial navigation and satellite GLONASS systems. The bomb is equipped with IFF (Identification Friend or Foe) system and an ECM system helping to avoid the jamming and preventing detection by enemy radars [5].

2.9. Bomb GBU-44/B VIPER STRIKE

Bomb GBU-44 / B Viper Strike (Photo 9) is a version of munitions supported by GPS system developed by MBDA company. The design is integrated with airscrew and jet propelled planes and

z UAV. Bomba ma nowoczesny system naprowadzania do celu oparty o nawigację inercyjną oraz półaktywną wiązkę lasera (SAL-semi active laser guidance). Viper-E jest zoptymalizowana pod kątem profilu ataku, który w zależności od końcowego kąta natarcia umożliwia atak zarówno w terenie górzystym, jak i w terenach miejskich. Atutem jest niewielka masa bomby, jej kompaktowość oraz precyzyjne trafianie w cel. Nowy tryb szybkiego ataku Viper-E okazuje się bardzo skuteczny w walce celami poruszającymi się z dużymi prędkościami [6].

UAVs. The bomb is equipped with a modern target homing system based on inertial navigation and semi-active laser guidance (SAL) units. Viper-E provides an optimised profile of terminal angle of attack both in mountain and urban areas. Low weight, compactness and precision of strikes are the advantages of the bomb. A new mode of rapid attack deployed in Viper-E proves to be highly efficient at fighting the targets moving with high velocities [6].

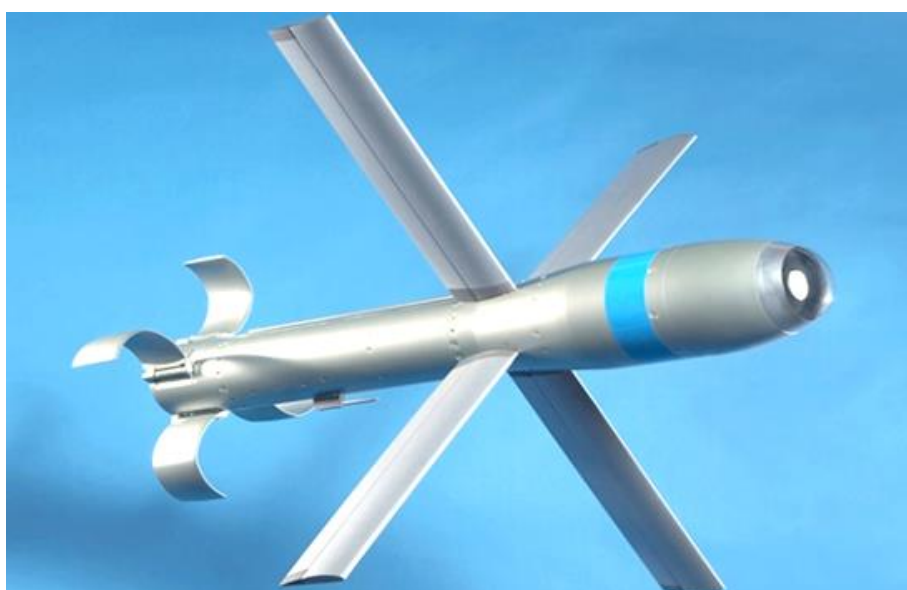


Foto. 9. Bomba GBU-44 VIPER STRIKE

Źródło: [online] mbdainc.com (2019)

Photo 9. Bomb GBU-44 VIPER STRIKE

Source: [online] mbdainc.com (2019)

W tabeli 1 zestawiono dane uzyskane z ogólnodostępnych źródeł oraz dane szacowane na podstawie analizy dostępnych zdjęć. Na podstawie ograniczonego zbioru informacji z zakresu rozpatrywanej w pracy problematyki można wnioskować odnośnie ogólnej tendencji rozwoju konstrukcji współczesnych bomb ślizgowych. Jednym z parametrów, którego wartości w ostatnich latach znacząco uległy zmianie jest masa bomby. To warunkuje potrzebę tworzenia kompaktowych bomb o mniejszych gabarytach. Okazuje się jednak, że nie wszystkie parametry geometrii bomby ulegają dużym zmianom - na przykład rozpiętości płata bomb. Oznacza to, że współczesna

Table 1 presents the data received from commonly accessible sources and estimated data received after studying the available photos. Basing on the limited data base for questions considered in the paper some conclusions may be drawn on development trends of contemporary gliding bombs. The weight of bomb is a parameter that has been affected by significant changes in recent years. It illustrates a demand for small compact bombs. On the other side there are some parameters describing the bomb geometry which have not been changed significantly as for instance the span of bomb wings. It means that now the gliding bomb

bomba szybująca o niewielkiej masie i rozmiarach np. średnicy, o dużej powierzchni płata jest w stanie znacząco zwiększyć swój zasięg.

Kolejnym, widocznie zmieniającym się czynnikiem jest zasięg współczesnych bomb. Dzięki korzystnym modernizacjom konstrukcji myśliwiec jest w stanie przenieść jednorazowo większą liczbę bomb, oraz dokonać ataku ze znacznej odległości, nie narażając się przy tym na przeciwdziałanie ze strony przeciwnika.

W następnym punkcie niniejszego artykułu zostaną przedstawione bardziej szczegółowe informacje uzasadniające sformułowane powyżej wnioski.

3. Tendencje rozwojowe bomb szybujących

Dotychczasowe udoskonalania konstrukcji bomb ślizgowych polegały na poprawianiu ich charakterystyk takich jak zasięg oraz wysoka dokładność trafienia zmniejszająca zagrożenie strat wśród ludności cywilnej powstałych na skutek działań wojennych. Ponadto nieustannie rozwijane są układy sterowania oraz naprowadzania bomb szybujących drogą zastosowania najnowocześniejszych i coraz bardziej efektywnych rozwiązań konstrukcyjnych. Istotną zaletą bomby ślizgowej jest możliwość zrzutu z samolotu w odległości kilkudziesięciu kilometrów od atakowanego celu.

W ostatnich latach można zaobserwować kierunek rozwoju tego rodzaju środków bojowych polegający na konstruowaniu bomb o małej średnicy tzw. Small Diameter Bomb (fot. 10). Konstrukcje tego typu zaliczane są do amunicji o ograniczonym zasięgu oddziaływania z dużą skutecznością dzięki zastosowaniu systemu GPS/INS oraz systemu odpornego na zakłócenia zewnętrzne. Nosiciel może jednorazowo przenieść do 30 sztuk tego typu środka bojowego, w zależności od jego gabarytów.

W roku 2018 koncern SAAB zaprezentował bombę nowego typu GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb). Konstrukcja ta oparta jest o bombę ślizgową typu SDB i jest dodatkowo wyposażona w silnik rakietowy.

of low weight and size, for instance with small diameter, and possessing a large surface of lifting wings can travel to significantly greater distances.

The next factor that shows the visible changes is the range of contemporary bombs. Due to beneficial upgrading of designs a jetfighter may transport a greater number of bombs at one flight to launch the attack from large distances and avoid the enemy's counteraction.

More detailed information backing the conclusions formulated above are presented in the following chapter of the paper.

3. Development Trends for Gliding Bombs

The improvements of gliding bomb designs which have been made up to the present concern their characteristics i.e. the range and the precision of strikes reducing the losses of civilians caused by military operations. Moreover there is a steady progress of controlling and guiding units in gliding bombs effected by application of the newest and more efficient designs. Essential advantage of the gliding bomb goes from possibility of its dropping from a plane at distances of few dozens kilometres to the attacked target.

A development trend for these types of munitions has been focused on designing Small Diameter Bombs (Photo 10) in recent years. Such designs are counted into the munitions with limited range of operation and high efficiency due to the use of GPS/INS systems and a system that is resistant against external interferences. A carrier is able to transport up to 30 items of such munitions at one flight depending on their size.

In 2018 SAAB consortium presented a new type of GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb). The design is based on SDB gliding bomb and additionally it is equipped with a rocket motor.

Tabela 1. Podstawowe dane dotyczące bomb szybujących opisanych w punkcie 2. / Table 1. Basic data of gliding bombs described in chapter 2.

* wartości oszacowane w oparciu o materiały źródłowe [3, 4, 7] /* Estimated values on the basis of source information [3, 4, 7]

NAZWA / NAME	AGM-62 WALLEYE MK 1	AGM-62 WALLEYE	AGM-154A JSOW	AGM-154C JSOW	SPICE 250	LS-6 PGB V 50 KG	GBU 39 SDB	KGGB	GBU 53/B SDB II	PBK-500U DREL	GBU-44/B VIPER STRIKE
Kraj / Country	USA	USA	USA	USA	IZRAEL	CHINY	USA	KOREA PŁD	USA	ROSJA	USA
Rok produkcji / Year of manufacture	1960-1990	1960-1990	od 1998	od 1998	od 2003	od 2006	od 2006	od 2014	od 2017	od 2018	w fazie te- stów
Masa / Weight [kg]	510	1060	475	681	113	50	129	100	93	540	20
Średnica / Diameter [mm]	318	457	330	330	-	350*	190	250*	150-180	450	140
Rozpiętość / Span [mm]	1150	1300	2700	2700	-	Ok 550	1380	3000*	1680	1100*	900
Długość / Length [m]	3,45	4,04	4,10	4,10	-	3	1,8	2,8*	1,76	3,10	0,9
Zasięg / Range [km]	30	45	22-130	22-130	100	60	110	110	70-110	30-50	10
Dokładność trafienia / Accuracy of strike [m]	-	-	3	3	3	< 15	5-8	3	1	-	< 1
Rodzaj kierowania / Type of control	TGM	TGM/ la- ser	GPS/INS	GPS/INS/I R	GPS/INS/I R	GPS/INS/ laser	GPS/INS/ laser	GPS	GPS/INS/ IR/ARH	GLO- NASS/ INS	GPS/INS/ SAL

Tego typu konstrukcje traktuje się jako rozwiązanie „niskokosztowe”, ponieważ nie muszą być wykorzystywane bardzo drogie w eksploatacji samoloty wielozadaniowe do ich przenoszenia (bomby te startują z wyrzutni naziemnych).

This type of design may be treated as a “low-cost solution” as there is no need of using the expensive multitask planes for their transportation (the bombs are launched from ground launchers).



Fot. 10. Bomba z silnikiem raketowym GLSDB

Źródło: [online] armyrecognition.com

Photo 10. GLSDB bomb with rocket motor

Source: [online] armyrecognition.com

System naprowadzania tej bomby, podobnie jak w przypadku SDB, jest oparty na nawigacji GPS/INS oraz naprowadzaniu laserowym pozwalającym kontrolować ruchomy cel aż do końca ataku. Dokładność trafienia tego środka bojowego, w dowolnych warunkach atmosferycznych, szacowana jest jako ≤ 1 [m]. GLSDB ma możliwość ataku celów znajdujących się w zakresie kątów od 0 do 360 stopni względem wyrzutni. Bomba podczas lotu może dokonywać zwrotu o 180 stopni i atakować cele nie usytuowane na linii ognia wyrzutni. Możliwość wykonywania takich manewrów pozwala na atak w terenach górzystych. Dodatkową zaletą jest brak możliwości identyfikacji pozycji stanowiska wyrzutni przez przeciwnika, z której wystrzelona została bomba.

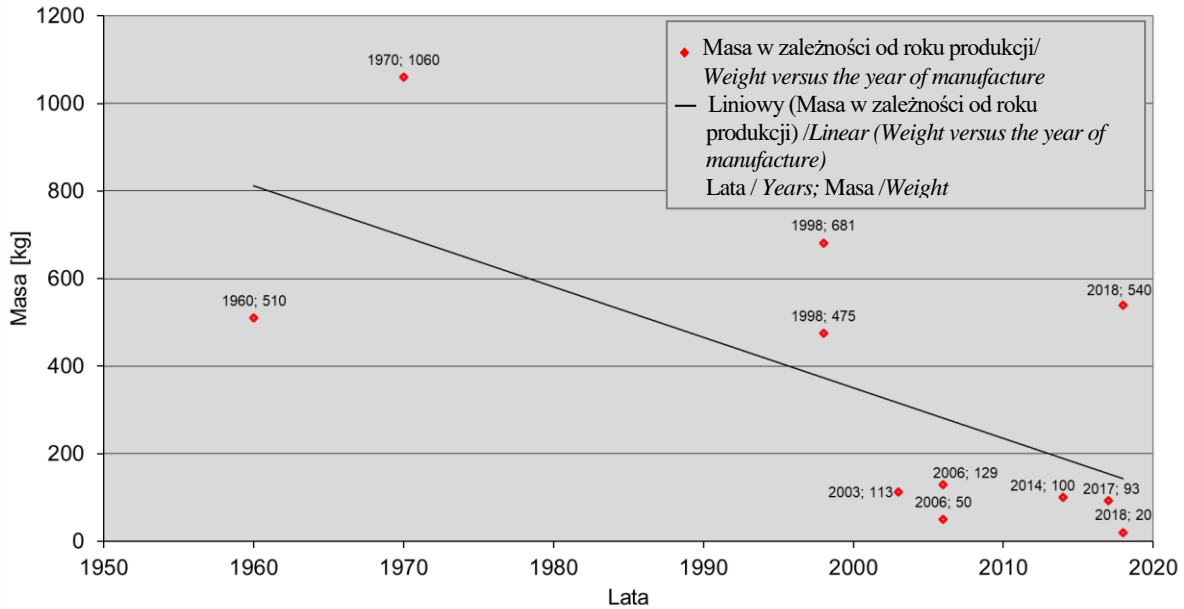
Środki bojowe tego rodzaju mogą być montowane w kontenerach startowych oraz instalowane na pojazdach bojowych. Do podstawowych charakterystyk GLSDB [8] zalicza się: masa – 272 kg; średnica – 240 mm; długość – 3,9 m; rodzaj kierowania – GPS/INS z modułem przeciwdziałającym zakłóceniom;

The bomb guiding system is similar as for SDB and is based on GPS/INS navigations and laser guidance surveying the movement of a target up to the final moment of attack. The striking accuracy of this munitions is estimated as ≤ 1 [m] for each weather conditions. GLSDB is capable to attack targets within the angles from 0 to 360 degrees in reference to the launcher. The bomb may turn at flight by 180 degrees to attack the targets placed beyond the line of launching. This capacity is useful for manoeuvring in mountain terrain. Additionally the enemy cannot identify the position of the launcher from which the bomb was fired.

The munitions of this type may be integrated into the launching containers and on the combat vehicles. GLSDB has following characteristics [8]: weight – 272 kg; diameter – 240 mm; length – 3.9 m; type of guidance – GPS/INS with anti-jamming module; range – to 150 km;

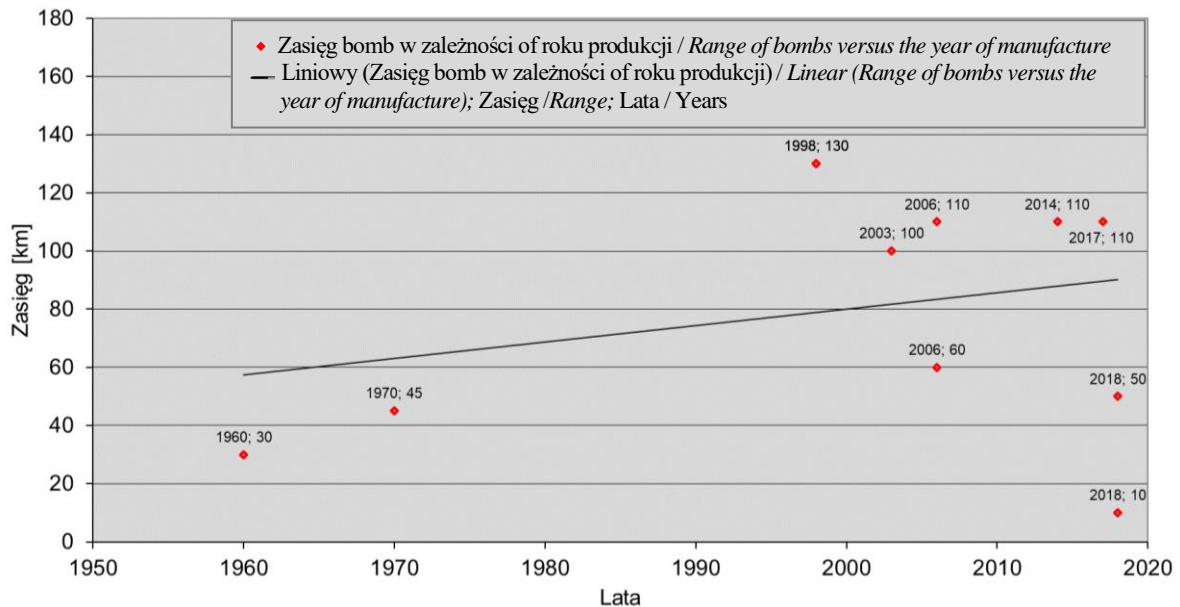
zasięg – do 150 km; ładowność – 6 pocisków w wyrzutni. Dodatkowe informacje dotyczące charakterystyk prezentowanych bomb przedstawione są na rysunkach 1÷6.

capacity – 6 missiles in the launcher. Additional characteristics of presented bombs are shown in figures 1÷6.



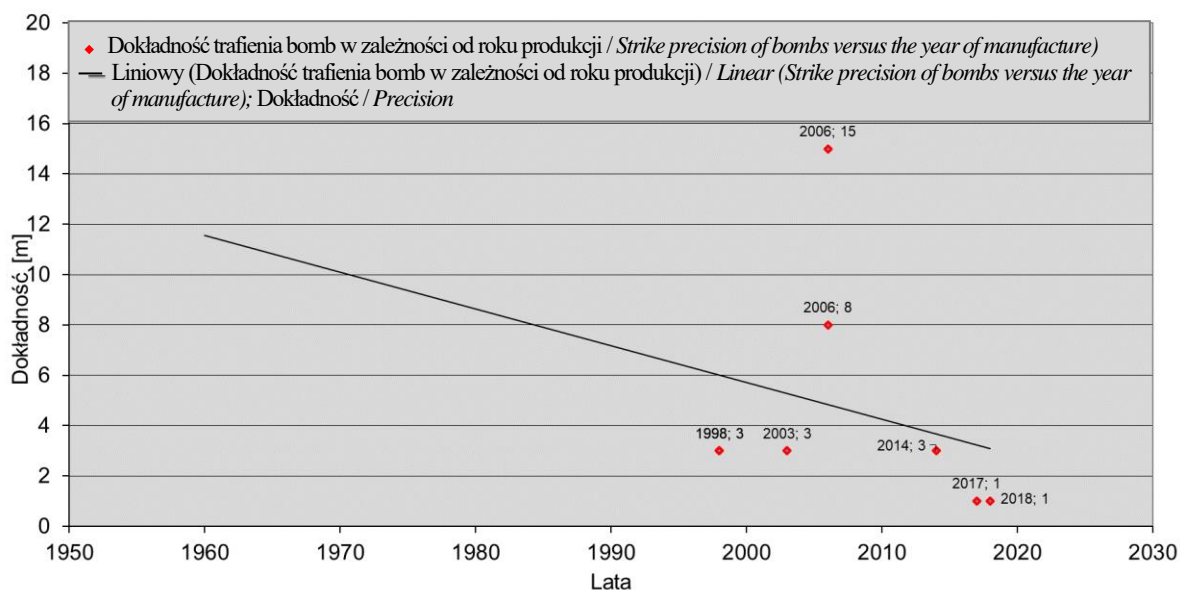
Rys. 1. Wykres przedstawiający zależność zmiany masy bomb od roku ich produkcji oraz kierunek zmian

Fig. 1. Graph showing a change of bombs weight versus the year of manufacture



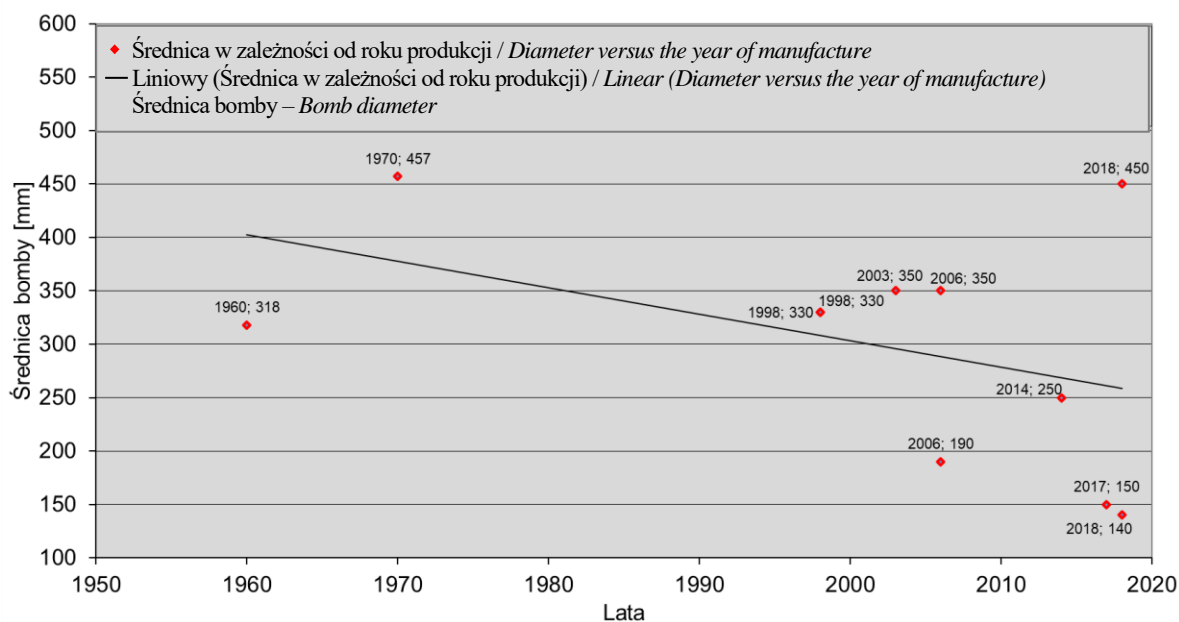
Rys. 2. Wykres przedstawiający zależność zasięgu bomb od roku ich produkcji oraz kierunek zmian

Fig. 2. Graph showing a change of bombs range versus the year of manufacture



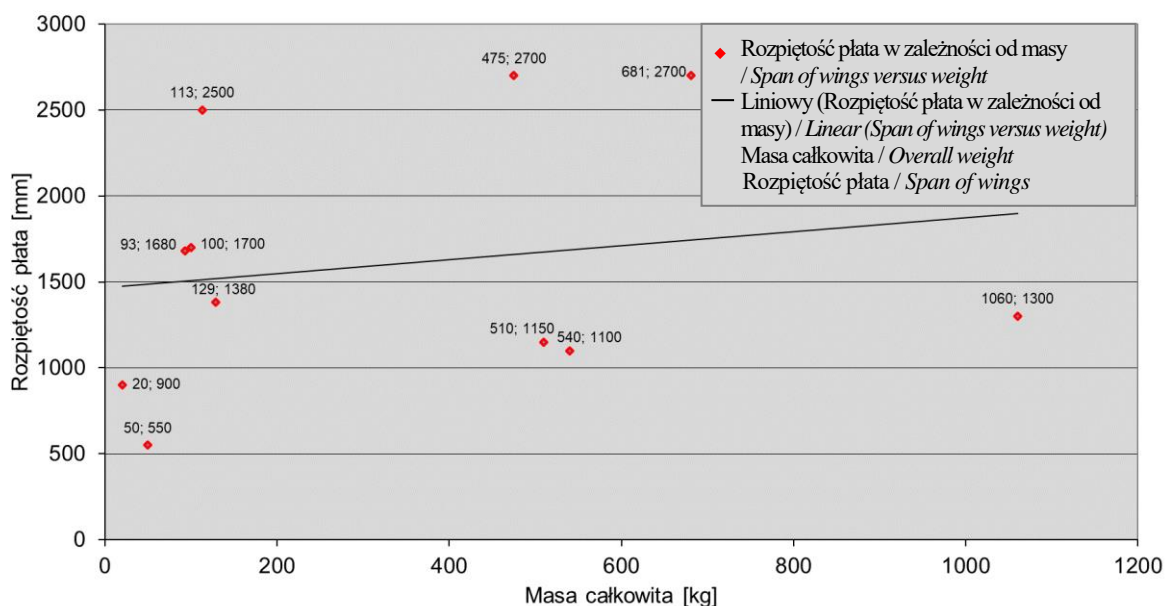
Rys. 3. Wykres przedstawiający zależność dokładności bomb od roku ich produkcji oraz kierunek zmian

Fig. 3. Graph showing a change of bombs precision versus the year of manufacture



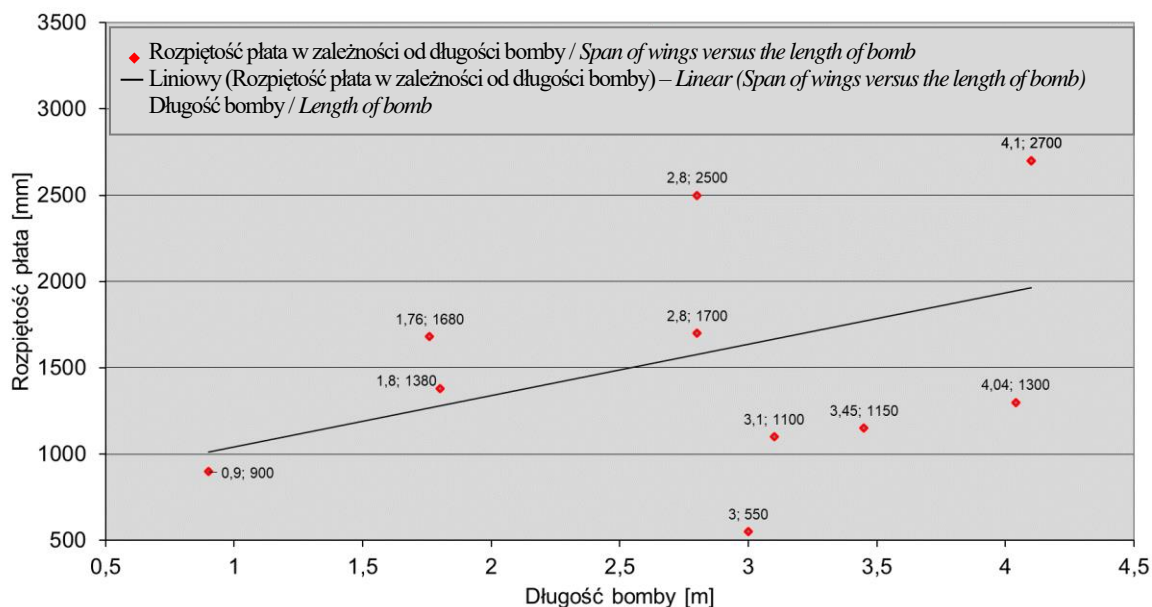
Rys. 4. Wykres przedstawiający zależność średnicy bomb od roku ich produkcji oraz kierunek zmian

Fig. 4. Graph showing a change of bombs diameter versus the year of manufacture



Rys. 5. Wykres przedstawiający zależność rozpiętości płata bomb od ich masy oraz kierunek zmian

Fig. 5. Graph showing a change of bombs wings span versus their weight



Rys. 6. Wykres przedstawiający zależność rozpiętości płata bomb od ich długości oraz kierunek zmian

Fig. 6. Graph showing a change of bombs wings span versus their length

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Celem pracy było przedstawienie dotychczasowych rozwiązań konstrukcyjnych bomb

4. Summary and Final Conclusions

The paper was aimed to show the existing solutions of designs for gliding

szybujących w zależności od roku ich produkcji oraz określenie kierunku ich rozwoju. Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Nowoczesne systemy naprowadzania, w jakie wyposażane są aktualnie eksploatowane bomby ślizgowe, zapewniają dużą dokładność trafienia w wyznaczony cel, co jest bardzo istotne również z punktu widzenia minimalizowania strat obiektów, znajdujących się w otoczeniu celu podczas ataku.
2. Powierzchnia nośna płata stosowanych obecnie bomb ślizgowych zapewnia im zwiększoną donośność, co umożliwia atak na cele znajdujące się powyżej 100 km od nosiciela.
3. Użycie bojowe tego typu środków walki umożliwia przeprowadzenie ataku z powietrza (spoza strefy zasięgu ognia przeciwnika). To z kolei umożliwia minimalizację strat własnych i wielu zagrożeń, np. tj.: narażenie pilota na bezpośredni atak przeciwnika, czy ryzyko zestrzelenia samolotu (nosiciela bomb). Ponadto nowy typ bomby GLSDB umożliwia wystrzelenie ich z wyrzutni rakietowych do celów usytuowanych w szerokim przedziale kątów, w jakich usytuowane są one w stosunku do osi podłużnej wyrzutni. W przypadku wykorzystywania wyrzutni nie jest wymagana implementacja bomb z samolotami tym samym redukując jednostkowy koszt wytworzenia i obsługi bomby.
4. Na podstawie danych przedstawionych na wykresach w punkcie 3 można wnioskować, iż współczesne bomby ślizgowe powinny charakteryzować się niewielką masą oraz średnicą zachowując przy tym doskonałość aerodynamiczną pozwalającą na lot ślizgowy o zasięgu powyżej 100 km.

Reasumując, można stwierdzić, iż na współczesnym polu walki dużą rolę odegrają niewymagające wysokich nakładów finansowych bomby wystrzeliwane z wyrzutni, charakteryzujące się możliwością ataku do celów ukrytych, nie zdradzając położenia stanowiska wyrzutni. Prowadzenie skutecznego ataku bez narażenia jednostek oraz sprzętu własnego zachowując jednocześnie wysoki poziom dokład-

bombs depending on their year of manufacture and to indicate trends of their development. Basing on performed studies following conclusions may be formulated:

1. Modern guiding systems deployed in currently used gliding bombs provide high precision of striking into a selected target what is especially important for reduction of losses among the objects placed in the vicinity of the target during the attack.
2. The lifting surface of wings, currently used in gliding bombs, provides an increased range what enables attacking of targets placed above 100 km from the carrying plane.
3. Combat deployment of such munitions enables execution of aerial attacks (from places beyond the range of enemy munitions). This, in consequence, reduces own losses and level of different threats, i.e.: exposing the pilots against enemy's direct attack, or the risk of downing the plane (bomb carrier). Moreover the new type of GLSDB bombs secures their launching from a missile launcher within a wide range of angles at which the targets are placed. When the launcher is used the planes with bombs are dispensable what reduces the individual costs of bomb manufacture and service.
4. Basing on data presented in chapter 3 a conclusion may be drawn that currently used gliding bombs have to possess a low weight and diameter, and to preserve the aerodynamic fineness at the same time enabling the gliding flights at distances above 100 km.

Summing the above up it may be stated that inexpensive bombs launched from launchers and having the capacities for attacking concealed targets without any discovering of a launcher's site will play the important role on the contemporary battlefield. An increased interest may be observed recently in development of this type of munitions which is characterised

ności trafienia powoduje aktualnie wyraźny wzrost zainteresowania tego typu środkiem bojowym charakteryzującym się wysoką precyzją działania oraz jego dalszym rozwojem.

by the high precision of operation due to its capacities for delivering efficient and precision attacks without exposing own units and equipment against the threats.

Literatura / Literature

- [1] Miguel Edward, Roland Gerard . 2005. „*The Long Run Impact of Bombing Vietnam*”. [online]eml.berkeley.edu, s. 43-46.
- [2] <http://samolotypolskie.pl/samoloty/2500/126/Raytheon-AGM-154-JSOW>, *Raytheon AGM-154 JSOW*, 20.12.2018.
- [3] [http:// ausairpower.net/APA-PLA-GBU.html](http://ausairpower.net/APA-PLA-GBU.html), *PLA Guided Bombs*, 20.12.2018.
- [4] [http:// thaimilitaryandasianregion.blogspot.com](http://thaimilitaryandasianregion.blogspot.com), *Russian military to ‘drill’ enemy defenses with new gliding bomb*, 05.01.2019.
- [5] *GBU-53/B SDB II, Small Diameter Bomb Incerment II*, Raytheon, Data Sheet.
- [6] *AQViperE Data Sheet_Layout*, MBDA Missile Systems, 19.05.2015.
- [7] <http://youtube.com/watch?v=7z-8Q1Ajd9w>, *Korea GPS Guided Bomb (KGGB)*, 05.01.2019.
- [8] <http://saab.com/land/weapon-systems/surface-tosurface-missile-systems/ground-launched-small-diameter-bomb/>, *Small Diameter Bomb (GLSDB)*, SAAB, 05.01.2019.

