



**ASPEKTY BADAWCZE I WDROŻENIOWE ORAZ ANALIZA
MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA 12,7 MM WLKM**
**RESEARCH AND IMPLEMENTATION ASPECTS AND ANALYSIS OF
APPLICATIONS FOR 12.7 MM WLKM**

Zdzisław IDZIASZEK

Wydział Mechatroniki i Lotnictwa, Wojskowa Akademia Techniczna
Faculty of Mechatronics and Aviation at the Military University of Technology

Paweł TYPER,

Zakłady Mechaniczne „Tarnów” S.A.
Mechanical Plant "Tarnow" S.A.

Streszczenie: W artykule przedstawiono syntetyczny opis wyników analiz wstępnych, zestawienia parametrów taktyczno-technicznych nowo opracowanego wielolufowego karabinu maszynowego WLKM w odniesieniu do będących w uzbrojeniu Sił Zbrojnych RP i innych armii rodzajów i typów uzbrojenia. Uwzględniono również dotychczas uzyskane wyniki badań partii próbnej/wdrożeniowej oraz przedstawiono kierunki prac w celu określenia możliwości optymalizacji konstrukcji, przedstawiono możliwe do zastosowania zabudowy karabinu WLKM na platformach bojowych.

Słowa kluczowe: karabin maszynowy, WLKM, uzbrojenie, resurs, efektywność, niezawodność, salwa sekundowa, wdrożenie.

1. Wstęp

Podstawowym celem opracowania WLKM było zastąpienie wielolufowego karabinu maszynowego JakB 12,7 karabinem o podobnych lub lepszych możliwościach ogniowych dostosowanym do amunicji będącej standardem w NATO. To oznacza, że polska konstrukcja 12,7 mm wielolufowego karabinu maszynowego WLKM (rys.1.C) jest odpowiedzią na zapotrzebowanie wojska na nowoczesny środek ogniowy.

W 12,7 mm WLKM, w stosunku do istniejących karabinów produkcji postradzieckiej, zastosowano taśmę rozsypną M9, powszechnie używaną przez wojska NATO. Niewątpliwą zaletą 12,7 mm WLKM jest też

Abstract: The paper presents a concise description of initial results of analyses and a list of tactical-technical parameters for a newly developed multi-barrel machine gun WLKM in reference to other types of weaponry being used by the Armed Forces of Poland and other countries. Test results of an implementation/piloting lot were taken into account and the works dedicated to possibilities of optimizing the design are presented with some proposals of WLKM gun integration onto the combat platforms.

Keywords: machine gun, WLKM, weaponry, life time, efficiency, reliability, salvo per second, implementation.

1. Introduction

The main goal at developing WLKM was a replacement of multi-barrel machine gun JakB 12.7 by a gun with similar or better firing capacities adapted to standard NATO ammunition. It means that the Polish design of 12.7 mm multi-barrel machine gun WLKM (Figure 1.C) is an answer to a demand of the army for a modern fire asset.

Contrary to the guns of the Russian origin 12.7 mm WLKM uses a scattering ammunition belt M9 typically used in NATO. Universality of deployment is an unquestionable advantage of 12.7 mm WLKM gun. It may be integrated on

jego uniwersalność zastosowania. Można go stosować zarówno na śmigłowcach, wozach bojowych i okrętach, systemach obronnych stacjonarnych i ruchomych. W stosunku do JakB 12,7 cechą dającą przewagę jakościową WLKM jest płynna lub skokowa zmiana szybkostrzelności oraz długości serii, brak wpływu na pracę niewypałów oraz prosta obsługa (np. wymiany luf, usuwania zacięć, demontażu i montażu) i możliwy dużo większy resurs broni.

WLKM zapewnia dużą gęstość ognia niezbędną dla śmigłowców i zestawów ochrony obiektów strategicznych i jest dostosowany do standardów NATO, a zwłaszcza, jako rodzimy pomysł może być w dowolny sposób modernizowany i kopiowany dla innych kalibrów.

Dotychczas, jako uzbrojenie śmigłowców Sokół używany jest 12,7 mm karabin maszynowy WKM-B (rys.1D) zamontowany w obrotowej wieżyczce, a w śmigłowcach szturmowych używany jest rosyjski karabin wielolufowy JakB-12,7 (rys.1.A). Możliwe jest też zastosowanie WLKM w przedziale transportowym śmigłowców, tak jak w GAU-19B (rys.1.B.).

Na potwierdzenie korzyści ze stosowania broni lufowej na polu walki i chęci zwiększenia siły ognia i zakresu stosowania karabinów maszynowych, na rys. 2 pokazano przykład łączenia w gondolach broni lufowej o różnych kalibrach.

2. Aspekty badawcze

Realizacja 12,7 mm WLKM pozwoliła zespołowi konstrukcyjno-technologicznemu uzyskać niezbędną wiedzę praktyczną umożliwiającą przygotowanie do produkcji seryjnej, a także dalszego doskonalenia konstrukcji włącznie z możliwością zaprojektowania jej dla innych kalibrów.

W każdym nowym projekcie należy uwzględnić potrzeby chwilowe i długofalowe ewentualnych użytkowników a dla rodzimego przemysłu strategiczne uwarunkowania danego kraju.

helicopters, combat vehicles, ships, and movable and stationary defence systems. The qualitative advantage of WLKM over JakB 12.7 lies in a continuous or stepped change of the rate of fire and the duration of a series, functional insensitiveness against duds, and simple handling (e.g. replacement of barrels, removing of seizures, disassembling and assembling), and possible much greater service life of the gun.

WLKM meets the NATO standards and provides the fire of great intensity needed for helicopters and systems deployed for protection of strategic objects and above all as a national product may be upgraded in different ways and replicated for other values of calibre.

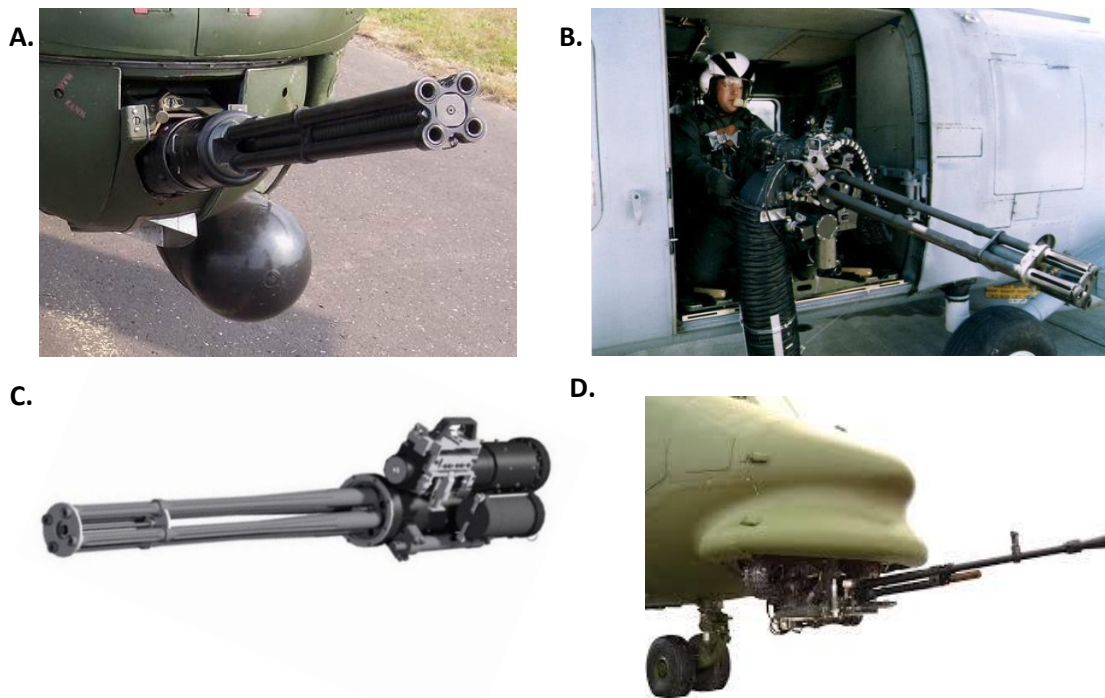
Up to now Sokol helicopter is armed with 12.7 mm machine gun WKM-B (Figure 1.D) that is integrated on a turning turret, and the attack helicopters use the Russian multi-barrel gun JakB-12.7 (Figure 1.A). It is also possible to use the WLKM in the transporting compartment of helicopters as it is done for GAU-19B (Figure 1.B).

Advantages of using barrel weapons on the battle field and tendency for increasing fire power and the scope of deployment of machine guns are confirmed in figure 2 by an example of combining different calibre guns in turrets.

2. Research aspects

Development of 12.7 mm WLKM gun provided a lot of necessary practical know-how to designing-technological team enabling both the preparation for a serial production and further improvement of the design including its redesigning for different calibre.

Each new design has to meet short and long term demands of potential users and for the country industry the nation's strategic conditions have to be considered.



Rys. 1. Karabiny maszynowe 12,7 mm:

A. JakB-12,7 [13], B. GAU-19B [11], C. WLKM, D. WKM-B.

Figure 1. Barrel 12.7 mm machine guns:

A. JakB-12,7 [13], B. GAU-19B [11], C. WLKM, D. WKM-B

Niewątpliwie, w przypadku systemu obronnego, najważniejszym zadaniem jest uwzględnianie niezależnienia się od dostawców zagranicznych, a zwłaszcza potencjalnych przeciwników. W przypadku sojuszników należy uwzględnić przede wszystkim możliwości logistyczne (możliwości produkcyjne i ścieżki dostaw) i to, czy dany dostawca nie będzie narażony na straty wojenne uniemożliwiające mu wywiązywanie się z zobowiązań.

Istnieją różne sposoby określania trwałości obiektów [1]. Zależy to głównie od dostępu do danych projektowych i badań kwalifikacyjnych, typu obiektu i przyjętej strategii jego eksploatacji [6,7,8,9].

W artykule określono resurs w oparciu o doświadczenia uzyskane w realizacji innych projektów, z własnych doświadczeń eksploatacyjnych i badań trwałościowych [10] oraz wdrożeń m.in. [9].

2.1. Zarys metodyki określania resursu WLKM

Do analizy możliwości pojawienia się uszkodzenia broni i przejścia w stan niezdat-

Undoubtedly the most important task of any defence system is to become independent from foreign suppliers and especially from potential enemies. In case of the allies the logistic capacities (manufacture and ways of supply) and whether a supplier would be threatened by war losses preventing the fulfilment of his obligations have to be considered.

There are various ways for determination of objects' life times [1]. It depends in general on the access to design and qualification tests data, and the type of the object and the accepted strategy of its use [6,7,8,9].

The service life is specified in the paper on the base of experience gained at leading other projects, and own experience on the use and implementation [9] and wearing and durability tests [10].

2.1. General methodology for determination of WLKM service life

In order to analyse a possibility for occurrence of WLKM failure and falling into

ności WLKM do opisu niezawodnościowego można zastosować niezawodnościową strukturę szeregową (rys. 4.a).



the state of technical inefficiency a series model of reliability structure may be used (Fig. 4.a).

Rys. 2. Jeden JakB-12,7 i dwa GSchG-7,62 w UZŚ (гондоле универсальной вертолётной)

Figure 2. One JakB-12.7 and two GSchG-7.62 in universal helicopter nacelle (UHN)

Natomiast określenie resursu dla WLKM zrealizowano na podstawie analiz i badań trwałościowych i niezawodnościowych przyjmując strukturę niezawodnościową obiektu/WLKM jako szeregowo równoległą (rys. 4.b) z rezerwą zimną czyli zapasem części wymiennych (profilaktycznie i po uszkodzeniu [3]). Przyjęto, że WLKM spełni wymagania niezawodnościowe, jeśli intensywność uszkodzeń w populacji nie będzie większa niż założona wartość a zestaw części profilaktycznie wymienianych i po uszkodzeniu zapewni sumaryczny resurs umożliwiający pełne wykorzystanie zasobu pracy części/ zespołów, traktowanych jako nieodnawialne. Dla tak zdefiniowanej niezawodności WLKM określono trwałości poszczególnych części i poprzez utworzenie zbioru części zapasowych zapewniono możliwość realizacji przyjętego resursu WLKM. Należy podkreślić, że jest to możliwe przy założeniu stabilnych warunków użytkowania i obsługi. Każdorazowa zmiana tych warunków w sposób istotny powoduje zmiany resursu części i całej broni. Proces ten przedstawiono w artykułach [2,3,4].

Aby zrealizować powyższe założenia przyjęto strategię eksploatacji wg profilaktyki [6] (zgodnie ze strategią przyjętą dla JakB 12,7 [8,10]) co oznacza, że ich użytkownik zna zasady jej stosowania. Oznacza to, że należy określić resurs broni w określonych warunkach użytkowania i wykonywaniu odpowiednich obsługiwania, a w tym wymian profilaktycznych części mających projektowo mniejszą trwałość niż zespół decydujący o końcu trwałości całej-

But service life for WLKM has been determined basing on analyses and tests of durability and reliability, and assuming a parallel-series structure of dependability for object/WLKM (Fig. 4b) with a permanent set of spare parts (for prophylactic and after defect replacements [3]). It was assumed that WLKM will meet the requirements of dependability if the intensity of defects within the population is smaller than a taken value, and the set of spare parts replaced routinely or after defects secures total service life, and all parts/units considered as not renewable are spent. Durability of particular parts has been determined for such defined dependability of WLKM and the assumed service life has been secured through a created set of spare parts. It has to be stressed that it is possible at the assumption of stable conditions of use and service. Any change of these conditions leads to serious changes of service life for parts and the gun. This process was presented in papers [2,3,4].

In order to meet the above assumptions a strategy of use according to the prophylactic [6] (pursuing a strategy accepted for JakB 12.7 [8, 10]) has been accepted what implies that the user knows the principles of its application. It means that gun service life has to be determined for particular conditions of using and relevant servicing including also prophylactic replacements of parts possessing less design durability than a unit deciding about the life of the whole object.

go obiektu. Dla tak postawionego wymagania należy opisać strukturę niezawodnościowo-trwałościową WLKM i przyjąć, które elementy/zespoły traktowane są, jako naprawialne (np. przez wymianę na nowe), a które są nieodnawialne/nienaprawialne i to one decydują o trwałości maksymalnej, a dla pozostałych należy zaproponować zestaw części wymiennych profilaktycznie i po uszkodzeniu.

Profilaktycznie wymieniane części są to te części, co do których wiemy jak długo, z przyjętym poziomem niezawodności, mogą spełniać swoje funkcje w obiekcie i na pewno zużywają się w każdym WLKM w funkcji liczby wystrzałów lub czasu eksploatacji. Części wymieniane po uszkodzeniu to części, które mogą w ramach różnych losowych zdarzeń się uszkadzać, ale nie zależy to bezpośrednio od liczby wystrzałów czy czasu eksploatacji, lecz głównie od splotu różnych losowych czynników. Oznacza to, że w jednym WLKM w niesprzyjających okolicznościach (których nie da się/lub nie opłaca się uwzględniać w projektowaniu) mogą one mieć zdarzenie kilka razy, a w innych nigdy w całym ich resursie. Dla tych części określa się ich zestawy indywidualne lub grupowe (jedna część na kilka/kilkanaście obiektów) z założeniem, że dla np. warunków szkoleniowych mogą one nie być w ogóle wykorzystywane, ale w warunkach intensywnych strzelań bojowych w niekorzystnych warunkach środowiskowych i obsługowych na pewno będą niezbędne w określonej liczbie.

2.2. Zarys metody szacowania trwałości/resursu WLKM

Dla przyjętego na rys. 3. zestawu podstawowych części (bez taśmy amunicyjnej i systemu sterowania) można zbudować strukturę niezawodnościową prezentowanego WLKM, którą przedstawiono na rys. 4.

Na podstawie rys. 3 na rys. 4.a przyjmuje się strukturę szeregową zespołów WLKM oraz, że są one względem siebie niezależne pod względem uszkodzalności. Niezawodność takiego układu jest iloczynem niezawodności poszczególnych części składowych, a o trwałości układu decyduje element/zespół o najmniejszej trwałości.

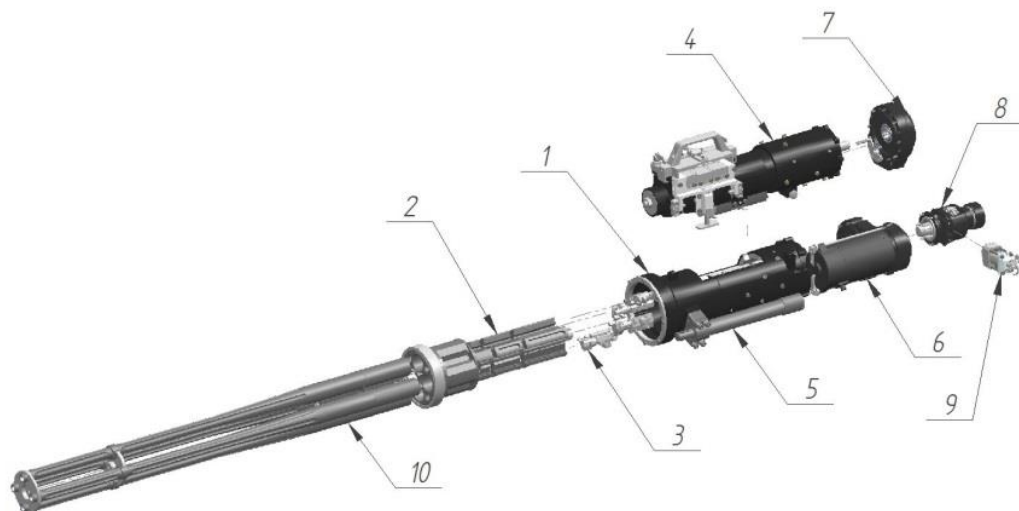
For the above requirement a WLKM dependability-life structure has to be described and decision made on classification of components/units into a group of not renewed/unrepaired ones, determining the maximal service life, or a repairable group (e.g. by replacing by new ones) with a proposed set of spare parts for prophylactic or after defect replacements.

For prophylactic replaceable parts we know not only that they wear in each WLKM in the function of shots or service life but also the period of their serviceability in the object at a specific level of reliability. The parts replaced after defects are damaged as a result of random events and this does not depend directly on the number of shots or the service life but in general on the combination of various random factors. It means that at adverse circumstances (which are not taken into account at the designing process because it is impossible or too expensive) a WLKM may be affected by a few such events and in others any of them may not happen within the whole service life. For these parts the individual or group sets are determined (one part for a few/dozen objects) with the assumption that e.g. they may not be used at training conditions but they will be needed for certain in specified quantities at intense combat firing in adverse environmental and servicing conditions.

2.2. Outline of a method for estimating WLKM durability/service life

For the set of basic parts presented in figure 3 (without ammunition belt and control system) a reliability structure may be created for the WLKM which is showed in figure 4.

Basing on figure 3 a series structure is accepted for WLKM units in figure 4a with the assumption that their failures are mutually independent. The reliability of such a system is defined by the product of the reliabilities of particular parts and the life of the system is decided by a component/unit with the lowest durability.



Rys. 3. Podstawowe zespoły stanowiska zintegrowane z karabinem:

1-korpus, 2-rotor, 3-zamki, 4-układ zasilania w amunicję, 5-amortyzatory, 6-zespół napędowy z silnikiem elektrycznym, 7-przekładnia napędowa układu zasilania w amunicję, 8-wyłącznik układu zasilania w amunicję, 9-rygiel wyłącznika, 10-lufy

Figure 3. Basic units of the system integrated with the gun:

1-receiver, 2-rotor, 3-bolts, 4-ammunition feeding system, 5-absorbers, 6-electric motor driving system, 7-ammunition feeding system driving gear, 8-ammunition feeding system switch, 9-switch lock, 10-barrels

Zwiększanie trwałości może polegać na podwyższaniu trwałości najsłabszych elementów poprzez ich poprawę projektową lub poprzez zastosowanie wymian profilaktycznych. Obiektom, którym przewidziano obsługiwanie profilaktyczne, zdecydowanie tańszym i efektywniejszym sposobem są wymiany profilaktyczne, które stosowane są we wszystkich rodzajach broni automatycznej dużej mocy, gdzie minimalizacja masy broni stanowi istotny czynnik projektowy.

W strukturze tej za zespoły niewymienialne uznano korpus (y_1) i rotor (y_2). Pozostałe zespoły mogą być naprawiane przez wymianę na nowe. Na rys. 4.b pokazano strukturę szeregowo-równoległą uwzględniającą części wymieniane profilaktycznie lub po uszkodzeniu.

Zestawy części zamiennych stosowanych zarówno profilaktycznie jak i po uszkodzeniu projektuje się na podstawie:

- analiz danych z eksploatacji istniejących rozwiązań wykorzystujących podobne projektowo lub analogiczne części jak w WKM-B (np. lufa),
- analiz teoretycznych i badań trwałościowo-niezawodnościowych części i zespołów szczególnie ważnych ze względów efektywnościowych i bezpieczeństwa (iglica,

The object's durability may be increased by improving the durability of the weakest components through a better design or the use of prophylactic replacements. The prophylactic replacements for objects with predicted overhauling works are cost effective and efficient ways used for all types of high power automatic weapons where the minimisation of their weight is an important designing factor.

The receiver (y_1) and rotor (y_2) are not replaceable in this structure. The remaining units may be repaired by replacing into new ones. A series-parallel structure with prophylactic or after failure replacements of parts is shown in figure 4.b.

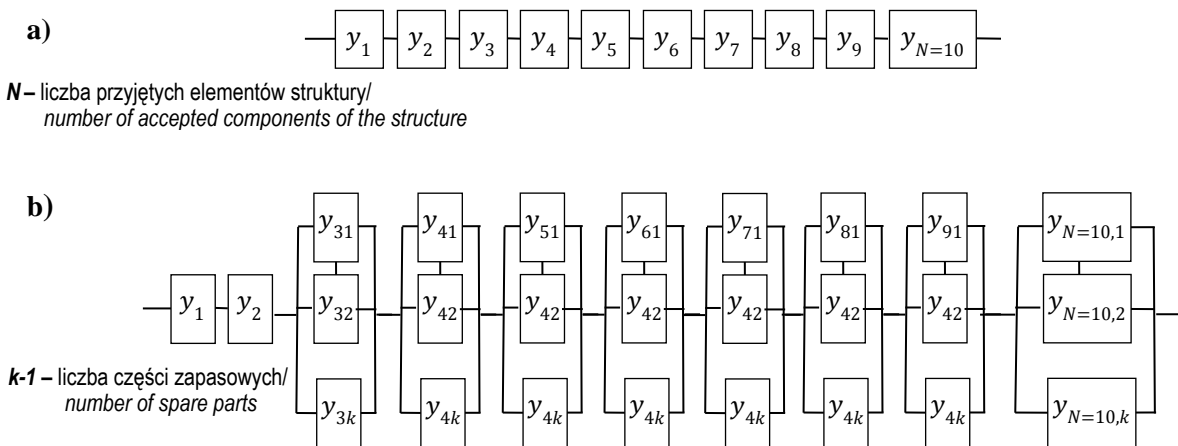
The sets of spare parts used both for prophylactic and after failure repairs are defined basing on:

- Analyses of data collected at the use of existing solutions which exploit similar or the same parts as in WKM-B (e.g. the barrel)
- Theoretical analyses and durability-reliability tests of parts and units of critical importance for the efficiency and safety (firing pin, bolt, fire ar-

- zamek, układ przerywania ognia),
- oszacowań eksperckich dla elementów mających małe teoretyczne prawdopodobieństwo uszkodzenia i zużywania się, dla których z obliczeń projektowych wychodzi duży nadmiar wytrzymałościowy (np. korpus) i to ich trwałość decyduje o możliwym maksymalnym resursie całej broni.

resting system)

- Expert evaluations for components with a low theoretical level of failure and wearing as they have an excessive calculated margin of the strength (e.g. receiver) and their durability decides about a possible maximal service life of the whole gun.



Rys. 4. Uproszczony model niezawodnościowy WLKM: a) szeregową strukturą niezawodnościowo-trwałościową WLKM, b) szeregowo-równoległą strukturą niezawodnościowo-trwałościową WLKM

Figure 4. A simplified model of reliability for WLKM: a) a series structure of reliability-life for WLKM, b) a series-parallel structure of reliability-life for WLKM

2.3. Przykładowe uproszczone oszacowanie resursu WLKM

Założenia:

- 1) Lufa ma zweryfikowaną trwałość wynoszącą minimum 3000 wystrzałów i na tym etapie wdrożenia do eksploatacji przewiduje się jej jednokrotną wymianę po wyczerpaniu resursu pierwszej z możliwością następnym wymian po uzyskaniu danych z badań korpusu i rotora dla populacji (minimum 10 sztuk) WLKM.
- 2) Korpus i rotor zaliczamy do zespołów o dużej nadmiarowości wytrzymałościowej weryfikowanej w obsługiwaniach okresowych badaniem na pojawianie się pęknięć, czyli w żaden sposób nie limituje trwałości WLKM.
- 3) Dla pozostałych elementów utworzono zestawy części indywidualnych wymieniających profilaktycznie i zestawy części zespołowych wymieniających po uszkodzeniu w taki sposób, aby każdy z tych elemen-

2.3. An example of simplified estimation of WLKM service life

Assumptions:

- 1) Minimal time of barrel serviceability is 3000 shots and one replacement at this stage of implementation is predicted for it when service life expires for the first one at possibilities of next replacements when testing data of receiver and rotor is obtained for population (minimum 10 items) of WLKM.
- 2) The receiver and rotor are classified as units with an excessive margin of resistance that is verified at seasonal overhauls for the appearance of cracks, and then it does not limit the WLKM life in anyway.
- 3) For remaining components the sets of individual parts for prophylactic replacements and sets of assembled parts for replacements after the failures were created in a way securing

tów tworzył układ o trwałości większej niż trwałość luf.

- 4) Strzelanie odbywa się zgodnie z przyjętym cyklem. Każdorazowe przekroczenie cyklu strzelania skraca resurs broni a wartość tego skrócenia można obliczyć na podstawie opracowanej metody w artykule [2].

Dla tak przyjętych założeń resurs WLKM wyliczamy z rewersów luf, to jest:

$(4 \text{ lufy razy } 3000) + \text{po wymianie } (4 \text{ lufy razy } 3000) = 12\ 000 + 12\ 000 = 24\ 000 \text{ wystrzałów.}$

Czyli przed weryfikacją eksploatacyjną rewers proponowany WLKM wyniesie 24 000 wystrzałów. Przewiduje się (na podstawie badań działek lotniczych stosowanych w naszym lotnictwie [8,10]), że po weryfikacji eksploatacyjnej (badaniach po wyczerpaniu rewersu) dla strzelań seriami stosowanymi w procesie szkolenia i małej intensywności strzelań w misjach można będzie zwiększyć resurs minimum o 25%. Pozwoli to ustalić docelowy resurs 12,7 mm WLKM na poziomie 30 000 wystrzałów.

3. Aspekty wdrożeniowe

3.1. Ocena uruchomienia produkcji

Ważną kwestią w cyklu obiektu jest etap produkcji, w którym na bazie prototypu musimy uruchomić linię produkcyjną (w tym przypadku małoseryjną). Niezbędne jest tu opracowanie kart technologicznych procesów wytwórczych poszczególnych elementów WLKM oraz procesu jego montażu i ogniowej kontroli końcowej wyrobu. Niezwykle ważny jest tu sposób kontroli jakości produkcji detali i zespołów w trakcie wytwarzania, przed montażem i po montażu oraz zakres przeglądu technicznego po strzelaniu weryfikującym. Dla wszystkich tych etapów należy wyszukać charakterystyczne wartości (tak by nie było ich za dużo) potwierdzających zgodność (lub niezgodność) z postawionymi wymaganiami kontrolnymi. Na tej podstawie wytworzona dokumentacja produkcyjna ma stanowić zamkniętą całość umożliwiającą, po jej przekazaniu do innego zakładu produkcyjnego o podobnej lub wyższej możliwości produkcyjnej, na produkcję WLKM.

that each of those components creates a system of greater durability than life of barrels.

- 4) The firing takes place according to accepted cycle. Each infringement of the firing cycle shortens the life of the gun and the value of the shortening may be calculated by a method included in [2].

At such assumptions WLKM service life is calculated from life of barrels i.e.:

$(4 \text{ barrels by } 3000) + (4 \text{ replaced brls. by } 3000) = 12\ 000 + 12\ 000 = 24\ 000 \text{ shots.}$

Then the proposed life of WLKM before verification in service is 24 000 shots. There is a forecast (basing on tests of the Polish aircraft guns [8, 10]) that after the service verification (tests after expiration of service life) the series of shots, used in the process of training, and low intensity firing in missions may be fired to increase the service life minimum by 25%. It sets the final service life of 12.7 mm WLKM on the level of 30 000 shots.

3. Aspects of implementation

3.1. Evaluation of production launching

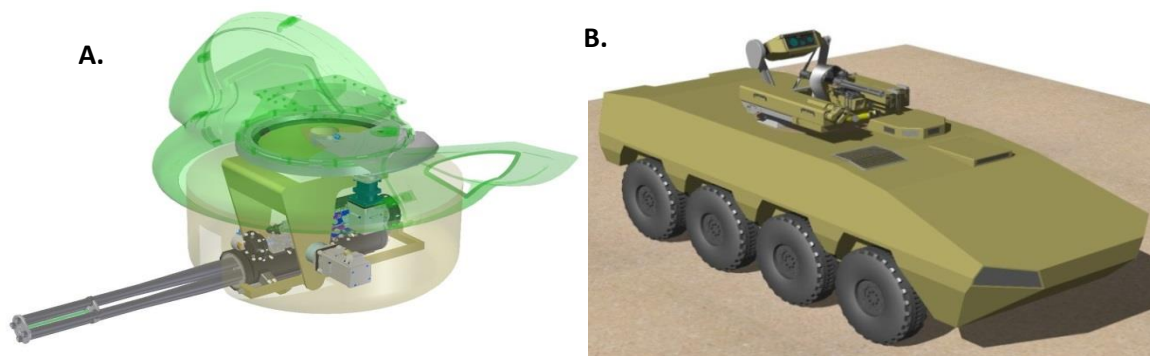
Important question of an object life cycle is the production stage when basing on a prototype a production line has to be started up (in this case a low series). Development of technological cards of manufacturing processes for particular components of WLKM, and its process of assembling and final firing tests is needed in this stage. The survey of manufacture quality for details and units during production, and before and after assembling, and the extension of technical overhauling after the verification firing is of the highest importance here. For all these stages the specific values have to be found (not too many) confirming the compliance (or incompliance) with assumed checking requirements. The manufacturing documentation created on such a base has to be a complete one and useful for starting the manufacture of WLKM after being transferred to another plant with similar or higher production capacities.

3.2. Ocena konkurencyjności wyrobu

Wielolufowy lotniczy karabin maszynowy 12,7 - WLKM stosowany może być w systemach uzbrojenia śmigłowców bojowych, w wojskach lądowych do uzbrojenia pojazdów bojowych oraz w marynarce wojennej do uzbrajania okrętów i łodzi patrolowych. Karabin przeznaczony jest do zwalczania lekko opancerzonej techniki bojowej i walki ze środkami powietrznymi na dystansie do 1500 m oraz zwalczania siły żywej do 2000 m. Na śmigłowcu konstrukcja karabinu umożliwia podwieszenie go w ruchomej wieżyczce oraz na pylonie, jako nieruchome stanowisko ogniowe lub w drzwiach kabiny ładunkowej na podstawie.

3.2. Product competitiveness evaluation

The multi-barrel 12.7 mm aircraft machine gun WLKM may be used for onboard weapon systems of combat helicopters, in the army combat vehicles and in the Navy for arming the ships and patrolling boats. The gun is designed to fight light armoured combat equipment and aerial assets at distances to 1500 and the infantry at distances to 2000 m. In case of deployment on a helicopter the design of the gun provides its suspension in a movable turret and on the pylon as an unmovable firing station or on a mount in the doors of the loading cabin.



Rys. 5. Propozycje zastosowań WLKM: A. Wizja zabudowy karabinu w ruchomej wieżyczce pod nosem śmigłowca, B. Propozycja aplikacji karabinu na pojeździe Rosomak

Figure 5. Proposed deployment of WLKM: A. Visualisation of proposed integration of the gun into a movable turret under the nose of helicopter, B. Proposed application of the gun on Rosomak vehicle

Zakłady Mechaniczne „Tarnów” są jedynym zakładem w Polsce prowadzącym prace nad wielolufowymi konstrukcjami napędowymi. W latach 1983-1990 opracowano w Tarnowie 23 mm armatę lotniczą Śniardwy, która miała być uzbrojeniem samolotu szkolno - bojowego samolotu I-22 Iryda, w 1984 roku podjęto prace nad 30 mm armatą morską *Nawalnik*.

Karabin WLKM, czterolufowy karabin napędowy, zasilany taśmową amunicją 12,7 x 99 mm (.50 BMG), ma minimalną szybkostrzelność teoretyczną 3600 strz./min, przy dopuszczalnej długości pojedynczej serii 200 strzałów. Broń jest przystosowana do strzelania wszystkimi typami naboju (w tym podkalibrowymi i wielozadaniowymi). Konstrukcja pozwala na prowadzenie ognia w każdym położeniu nosiciela względem ziemi (zapas amu-

Mechanical Plant „Tarnów” is an exclusive manufacturer of multi-barrel driven designs in Poland. 23 mm aircraft gun *Sniardwy* was developed in Tarnów in years 1983-1990 to integrate it on the board of training-combat plane I-22 Iryda and in 1984 the work started on 30 mm naval gun *Nawalnik*. in the doors of the loading cabin.

WLKM gun, four barrel driven gun, fed by belted ammunition 12.7 x 99 mm (.50 BMG), has a minimal theoretical rate of fire 3600 shots/min, at allowable duration of a single series to 200 shots. The gun is adapted to fire all types of ammunition (including kinetic and multipurpose). The design provides the firing at every position of the carrier versus

nicji musi wystarczyć na wystrzelenie, co najmniej 6 serii po 100 strzałów lub 12 serii 50-strzałowych), a także zapewnia samoczynne usunięcie niewypału podczas lotu. Czas załadowania nie przekracza dwóch, a rozładowania trzech minut.

Karabin JakB-12,7 stosowany jest wyłącznie w rosyjskich ciężkich śmigłowcach bojowych (szturmowo-desantowych) rodziny Mi-24 (600 maszyn wyeksportowanych, w tym 35 do Polski), w których jest montowany na zdalnie sterowanym, przednim stanowisku podkadłubowym WSPU-24. Jest to broń sprawdzona w wielu konfliktach zbrojnych.

GAU-19/A stanowi uzbrojenie śmigłowców (w różnych konfiguracjach) wojskowych i policyjnych, lekkich pojazdów terenowych, pływających jednostkach patrolowych, z możliwością innych zastosowań na różnych środkach przenoszenia. Karabin ten jest produkowany od 1983 r.

Z powyższych względów potencjalnym konkurentem WLKM jest karabin GAU-19/A, jako broń o różnych zastosowaniach i sprawdzona przez użytkowników. JakB-12,7 ma ustaloną pozycję, jako wyposażenie Mi-24, jednak nie znajdzie miejsca w innych zastosowaniach.

Odbiorcy projektu to Siły Zbrojne RP. Szeroki jest zakres wykorzystania wyrobu m.in.: przewidywane jest stosownie WLKM w złożonych systemach, których zasadniczym uzbrojeniem będą przeciwpancerne pociski kierowane lub przeciwlotnicze rakiety bliskiego zasięgu. Alternatywą wykorzystania WLKM w sprzęcie lotniczym są podwieszane zasobniki z tym uzbrojeniem, które mogą wejść do uzbrojenia śmigłowców i lekkich samolotów, na pojazdach terenowych, kołowych, gąsienicowych oraz jednostkach pływających, mogą też być wykorzystane do szkolenia, zamiast bardziej kosztownych strzelań z działek lotniczych kalibru 20 – 30 mm.

3.3. Analiza rynku - popyt krajowy

Według deklaracji MON oczekiwane jest wykonanie 35 modernizacji użytkowanych śmigłowców do poziomu PZL W3PL GŁUSZEC. W ramach tego projektu ZM Tarnów dostarcza zdalnie sterowane wie-

the ground (the ration of ammunition secures the firing at least six series of 100 shots or 12 series of 50 shots) and the self-removal of duds during the flight. The loading time is less than two minutes and unloading time is less than three minutes.

JakB-12.7 gun is used exclusively in the Russian heavy combat helicopters (attacking-landing) of Mi-24 family (600 items exported and 35 of them to Poland) where it is installed into a remotely controlled under-hull front station WSPU-24. The gun has been verified in many armed conflicts.

GAU-19/A is a part of weapon systems of military or police helicopters (in different configurations), light terrain vehicles, patrolling boats, and may be deployed in other applications and various transporting platforms. The gun has been manufactured since 1983.

The above reasons indicate that a potential rival of WLKM is the gun GAU-19/A as various application weapon verified by the users. JakB-12.7 has a settled position as the equipment for Mi-24 but it will not find any other applications.

The project is dedicated to the Polish Armed Forces. There is a wide range of applications like: deployment in complex systems consisting of anti-tank guided missiles or short range anti-aircraft missiles, the use in aircraft platforms in the form of suspended pods which may be integrated on the helicopters and light planes, the use on terrain wheeled and tracked vehicles, and on boats, and moreover the use for training purposes to replace more expensive firing with aircraft guns of 20 – 30 mm calibre.

3.3. Market analysis – internal demand

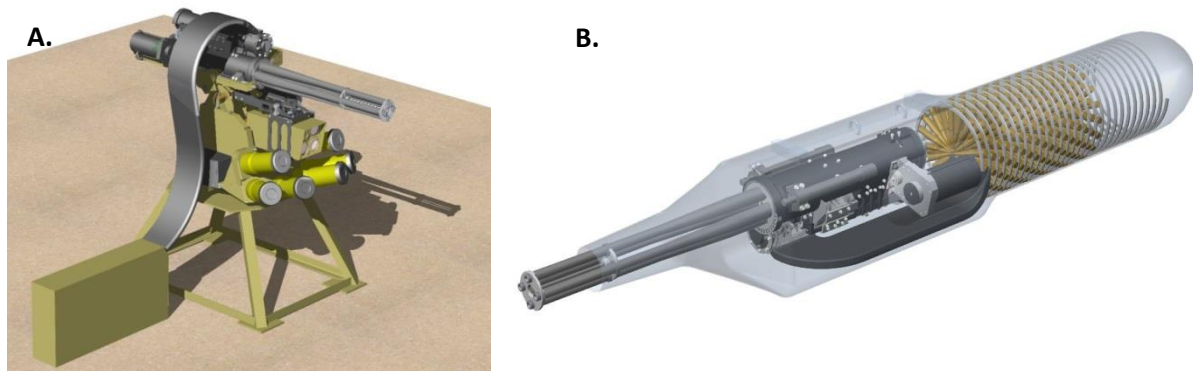
According to MoD's declarations 35 currently used helicopters have to be upgraded to the grade of PZL W3PL GŁUSZEC. In the frame of this project the Mechanical Plant ZM Tarnów provides remotely con-

zyczki podkadłubowe, uzbrojone aktualnie w 12,7 mm karabin maszynowy 12,7-WKM-B.

Oczekiwaniem sił zbrojnych jest, aby docelowym uzbrojeniem wieżyczki był wielolufowy karabin maszynowy o dużej szybkostrzelności WLKM. Ponadto dla śmigłowców ZM Tarnów opracował Lotniczy Zasobnik Strzelecki LZS-12,7 (1 lub 2 zasobniki na śmigłowiec), także w wersji z wielolufowym karabinem maszynowym. Tak, więc program modernizacji śmigłowców może wchłonąć $35 \div 105$ sztuk wyrobu.

trolled under-hull turrets which are now armed with 12.7 mm gun 12.7-WKM-B.

The armed forces expect that the turret will be finally armed with the high rate of fire multi-barrel machine gun WLKM. Moreover Tarnów Plants have developed an aircraft gun pod LZS-12.7 (1 or 2 pods for one helicopter) that is also available in the option with a multi-barrel machine gun. In this way the helicopter upgrading program may absorb to $35 \div 105$ items of the article.



Rys. 6. Propozycje zastosowań WLKM cd.: A. Wizja nieruchomego stanowiska ogniowego wyposażonego w karabin wielolufowy i systemy obserwacji technicznej mogącego służyć jako element obrony punktów strategicznych, B. Wizja zabudowy karabinu w zasobniku lotniczym wyposażonym w mechanizmy zasilania beztaśmowego

Figure 6. Proposals for WLKM deployment- continued: A. Visualisation of a stationary firing station equipped with a multi-barrel gun and technical monitoring systems which may be used as a part of strategic defence points, B. Visualisation of integration of the gun with beltless feeding mechanisms into an aircraft pod

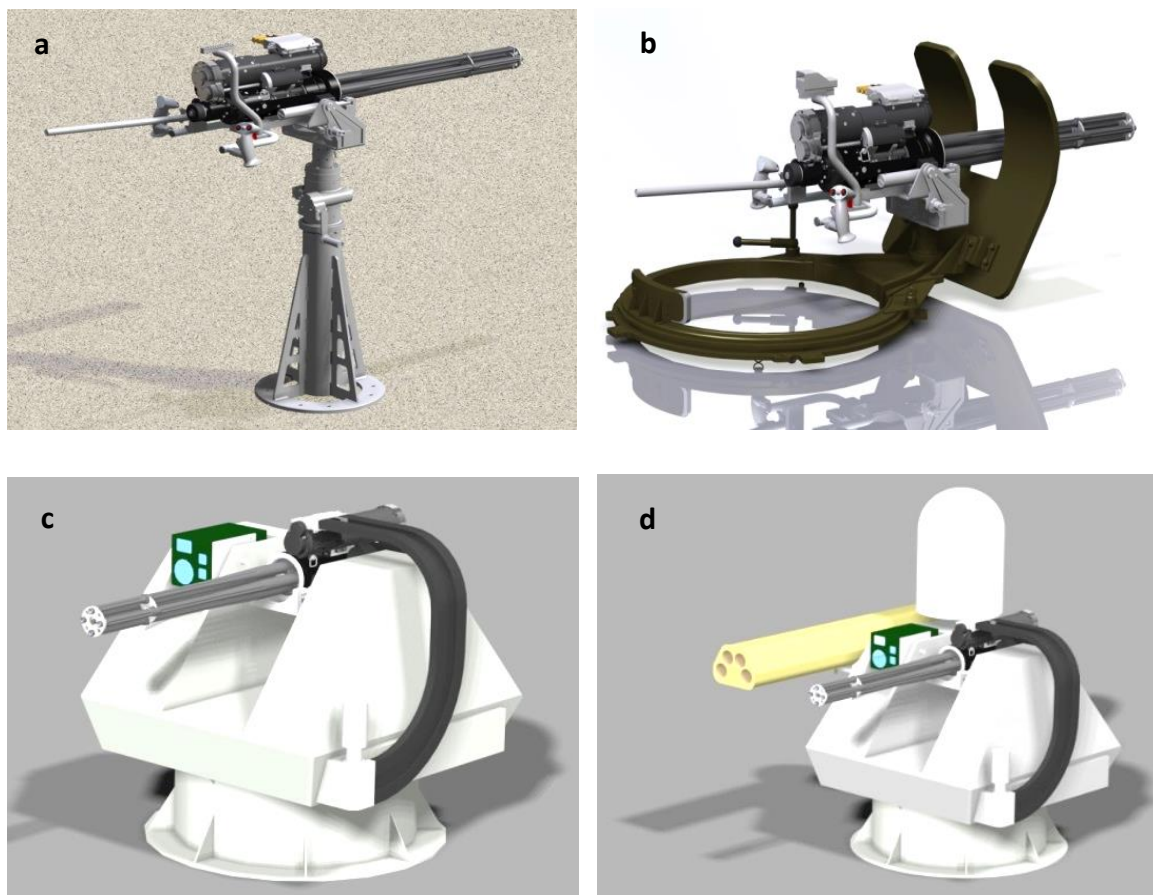
Według pierwotnych planów 230 transporterów piechoty KTO ROSOMAK miało być wyposażonych w zdalnie sterowane moduły uzbrojenia. Dla tej wersji KTO idealny byłby moduł uzbrojony w 12,7 mm karabin WLKM.

Należy nadmienić, że wartość ta powinna być powiększona o inne nośniki uzbrojenia, takie jak rozpoznawcze pojazdy opancerzone, lekkie pojazdy terenowe, jednostki pływające różnych wielkości.

Uwzględniając uwarunkowania zakupowe SZRP (coroczne małe partie, zmiany w koncepcji struktury i zadań sił zbrojnych, zmiany w sytuacji międzynarodowej) przyjęto, że szacowane zapotrzebowanie Wojska Polskiego wynosi realnie na poziomie 130 szt.

It was initially planned that 230 infantry transporters KTO ROSOMAK would be equipped with remotely controlled armed modules. It seems that a module armed with 12.7 mm WLKM gun would suit perfectly to this option of KTO.

It has to be added that this value has to be increased by other armed platforms such as reconnaissance armoured vehicles, light terrain vehicles and floating platforms of various sizes. Taking into account the purchasing policy of the Polish Armed Forces (yearly small lots, changes of concepts on the armed forces structure and goals, changes of international environment) it was accepted that realistically estimated demand of the Polish Army levels on 130 items.



Rys. 7. Propozycje zastosowań WLKM cd: a) WLKM podstawa słupkowa z prawej, b) WLKM na obrotnicy, c) moduł morski z WLKM, d) moduł morski z WLKM (ZMO-1, rakiety, radar)

Figure 7. Proposals of WLKM applications - continued: a) WLKM pylon mounting from the right side, b) WLKM on the turning base, c) naval module with WLKM, d) naval module with WLKM (ZMO-1, missiles, radar)

3.4. Analiza rynku - popyt zagraniczny

Popyt zagraniczny jest bardzo uzależniony od sukcesu WLKM w naszych Siłach Zbrojnych. Ponadto WLKM może być sprzedawany jako element uzbrojenia w ramach konfiguracji transportera opancerzonego, śmigłowca, jednostki pływającej. Na sprzedaż tego rodzaju sprzętu wojskowego ZM Tarnów ma bardzo ograniczony wpływ (nie jest dostawcą finalnym). Z tego względu określenie popytu musiałoby dotyczyć analiz innych wyrobów niż WLKM. Ponieważ polski przemysł obronny nie był w ostatniej dekadzie eksporterem sprzętu, w którym WLKM mógłby znaleźć zastosowanie, a obecnie nie ma widoków na taki eksport, dlatego nie ma warunków do zdefiniowania konkretnych wartości dla popytu zagranicznego na WLKM.

3.4. Market analysis – external demand

External demand depends strongly on successful deployment of WLKM by the Polish Armed Forces. Moreover the WLKM may be offered as a component of a weapon system integrated on an armoured transporter, helicopter or a floating platform. Tarnów Plants have a limited impact into the procurement of military equipment of this type (being not a final supplier). For this reason the estimation of the demand would concern other types of products than WLKM. As the Polish defence industry has not exported any equipment for the recent decade where WLKM would have been deployed and now exports on a similar level then it is not possible to estimate realistically any foreign demand for WLKM.

4. Analiza porównawcza wybranej broni lufowej

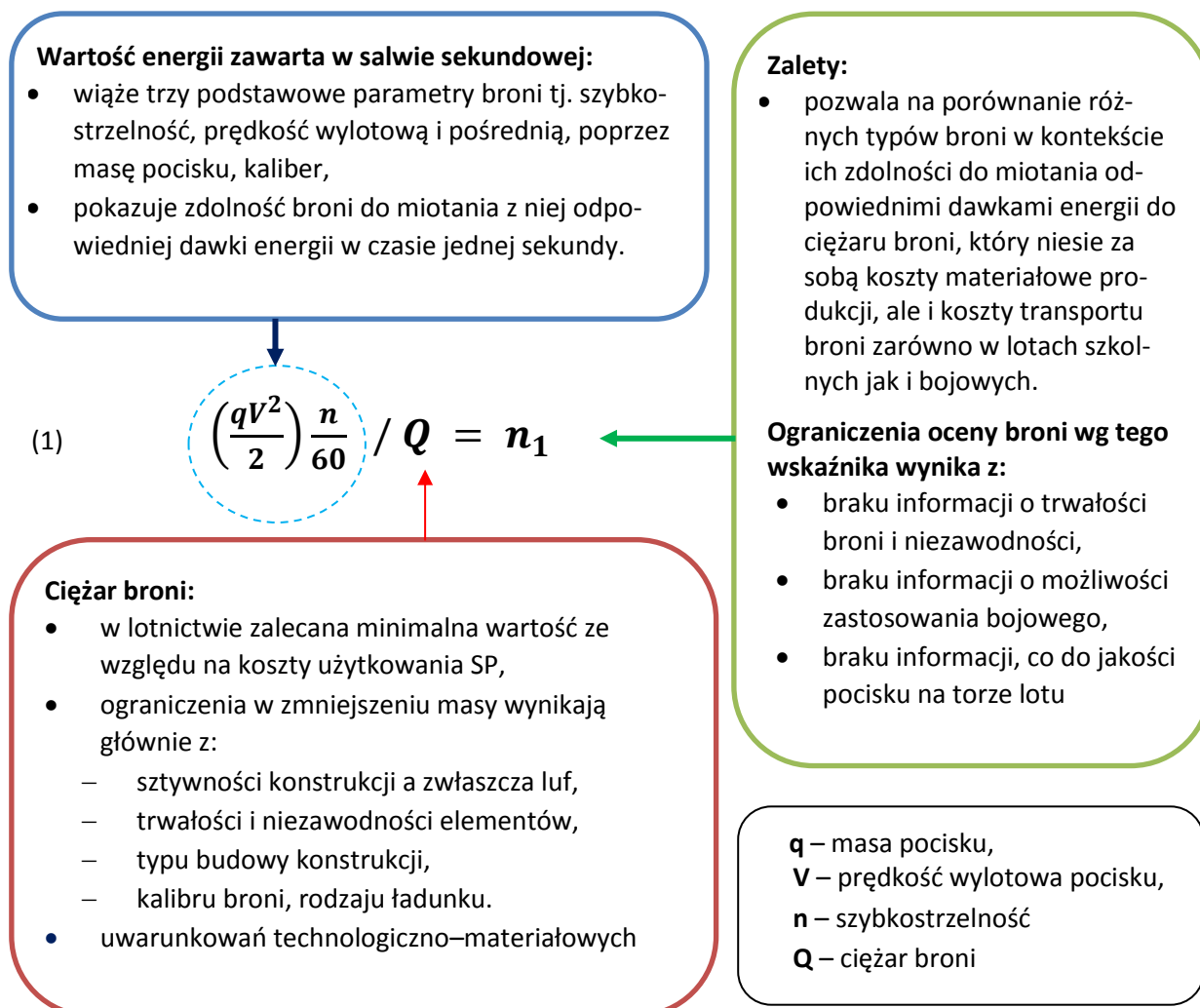
Dla porównania możliwości bojowej i ekonomicznej broni formułuje się niemiarowane wskaźniki porównawcze. Umożliwiają one szybkie zorientowanie się o kompleksowej wartości danego rozwiązania. Oczywiście każdy producent podaje najlepsze z punktu widzenia marketingowego wskaźniki a niektóre ukrywa ze względów strategicznych. Jednocześnie istnieje wiele przekłamań w publikacjach dotyczących danych poszczególnych typów broni.

Jednym z możliwych wskaźników porównawczych jest wartość energii uzyskiwana z salwy sekundowej opisana wzorem (1) (tj. n_1 na rys. 8.).

4. Comparative analysis of some guns

Comparative less-dimensional indicators are formulated to evaluate combat and cost effectiveness of weapons. They provide a quick evaluation of complete value of a solution. It is clear that each manufacturer provides the best marketing performances and holds some of them back for strategic reasons. At the same time false information circulates on performance of particular types of weapons.

One of possible comparative indicators is the value of energy obtained at salvo per second defined by formula (1) (i.e. n_1 in figure 8).



Rys. 8. Zobrazowanie i opis wskaźnika oceny broni lufowej n_1

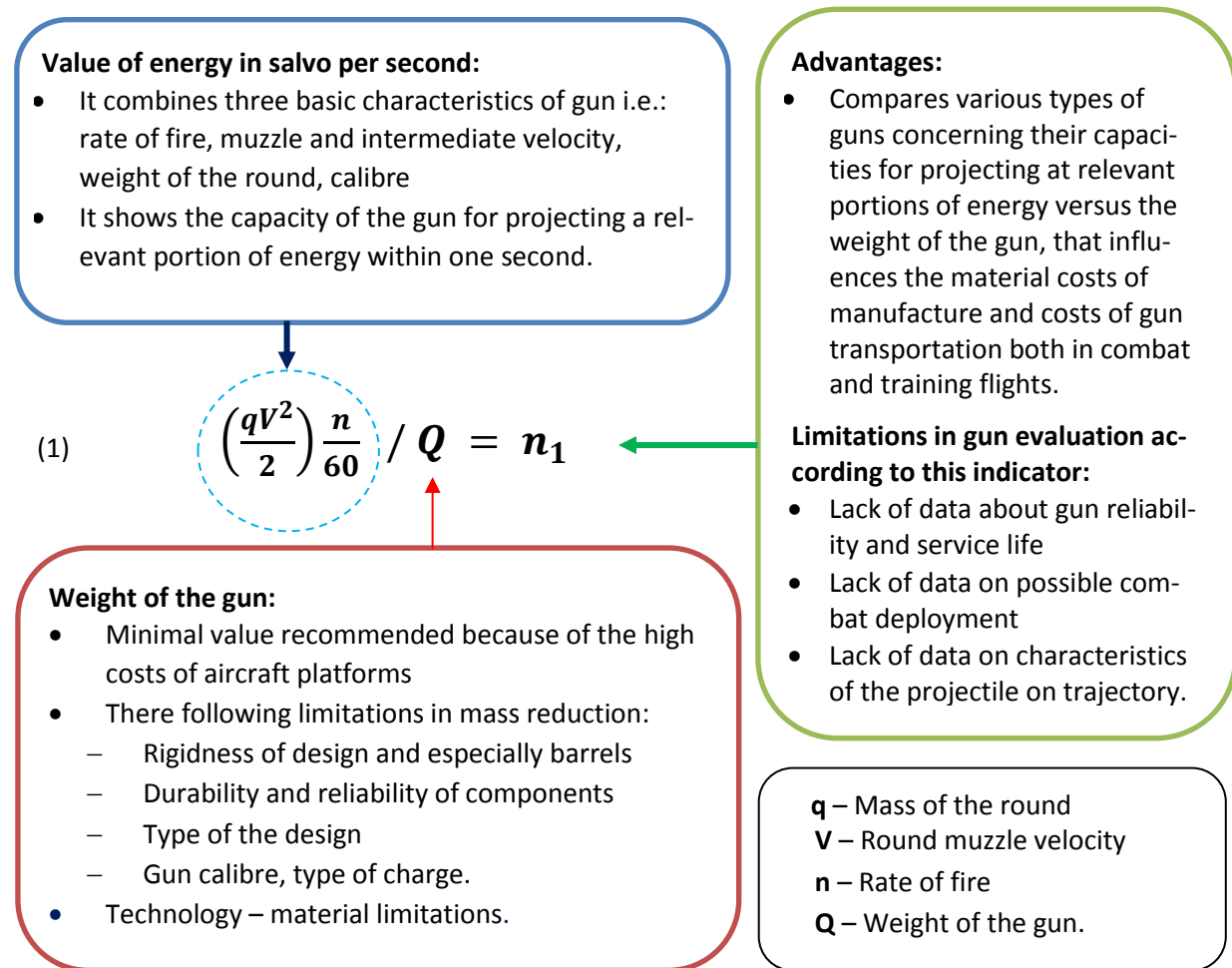


Figure 8. View and description of the n_1 indicator for evaluation of guns

Według tego wskaźnika, danych własnych i z [9,10] uszeregowano w tabeli 1 i zobrazowano na wykresie rys. 9 kilka wybranych karabinów maszynowych kalibru 12,7 mm.

Dodatkowo pokazano na rys. 9 wartości uzyskiwanej energii wylotowej w salwie sekundowej, jako najbardziej miarodajnego wskaźnika porównawczego mówiącego o możliwościach efektywnościowych broni tej klasy.

Dodatkowo dla porównania w drugiej części tabeli 1 pokazano obliczenia wskaźników dla reprezentatywnych lotniczych działek automatycznych, a całościowo porównanie zobrazowano na rys.10.

5. Wnioski

Na świecie niewiele firm może pozwolić sobie na badania i rozwój szybkostrzelnych armat automatycznych małych i dużych kalibrów. Wynika to z problemu długotrwałego zbierania doświadczenia przez zespoły kon-

According to this indicator, and own data, and included in [9,10] some selected 12.7 mm calibre machine guns are listed in table 1 and pictured in a graphic form in figure 9.

Additionally the values of received muzzle energy at salvo per second are presented in figure 9 as the most reliable comparative indicator representing the effectiveness of guns of this family.

Moreover the second part of table 1 compares calculations of the indicators for representative automatic aircraft guns and a complete comparison is in figure 10.

5. Conclusions

There are not too many companies in the world that can afford research work and development of large and small calibre automatic guns with high rate of fire. It is caused by a long time needed for

strukcyjne i bardzo drogie w stosunku do ceny produktu końcowego badań projektowych i poligonowych.

Jednocześnie każde z państw chciałoby takie rozwiązania posiadać, gdyż jak pokazują wojny światowe i lokalne konflikty posiadanie takiego zaplecza umożliwi najtańsze, najszybsze i najpewniejsze źródło dozbrojenia armii na wypadek długotrwałego konfliktu zwłaszcza na szeroką skalę.

W przypadku braku zaplecza produkcyjnego, na skutek różnych możliwych przyczyn (problemy logistyczne, priorytety w kolejności sprzedaży, embargo, zwiększone koszty zakupu itp.), jest niemożliwy racjonalny i szybki napływ uzbrojenia do armii.

collecting the experience by designing teams and high cost of design and field tests comparing to the final product price.

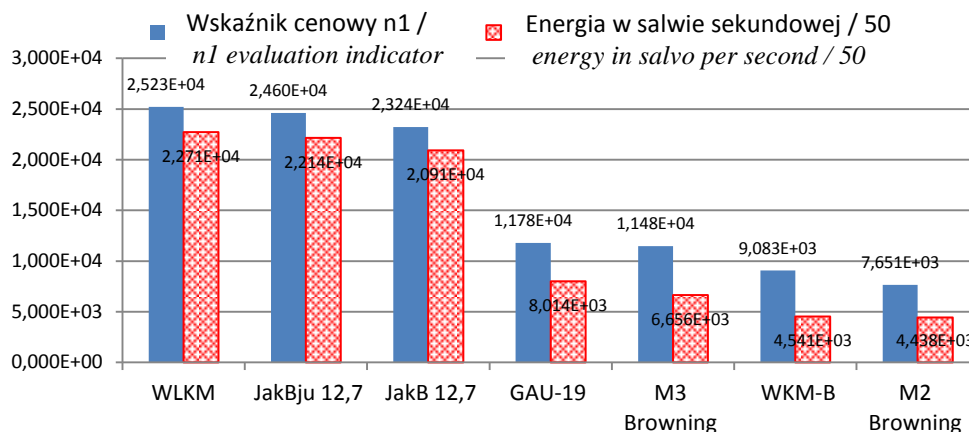
At the same time each country is interested in such solution as the local and world conflicts indicate that such background provides the cheapest, the quickest and the most reliable source for supplying the army at long term and large conflicts.

When such manufacturing background is missing then in the result of various reasons (logistic problems, selling priorities, embargo, increased costs of purchase, etc.) a reasonable and rapid arming of forces is not possible.

Tabela 1. Ocena wybranych karabinów lotniczych wg wskaźnika n_1

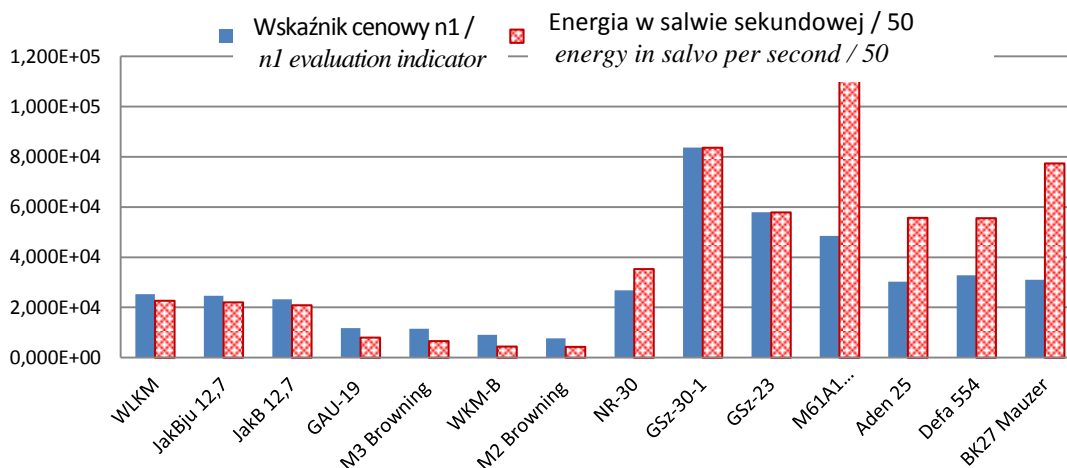
Table 1. Evaluation of selected aircraft guns according to the n_1 indicator

	Rok produkcji <i>manufacture year</i>	n	q	V	Q	Energia w salwie sekundowej <i>Salvo per second energy</i>	n_1
		[wystrz/min] [shots/min]	[kg]	[m/s]	[kG]		[-]
Karabiny maszynowe 12,7 / 12.7 mm machine guns							
WLKM	2014	4000	0,043	890	45	1,135 10 ⁶	2,523 10 ⁴
JakBJu 12,7	2000	4500	0,045	810	45	1,107 10 ⁶	2,460 10 ⁴
JakB 12,7	1969	4250	0,045	810	45	1,046 10 ⁶	2,324 10 ⁴
GAU-19 GECAL-50	1983	1500	0,045	844	34	0,401 10 ⁶	1,178 10 ⁴
Browning AN/M3	1990	1200	0,045	860	29	0,333 10 ⁶	1,148 10 ⁴
WKM-B	1999	800	0,043	890	25	0,271 10 ⁶	0,908 10 ⁴
Browning AN/M2	1945	700	0,045	860	29	0,221 10 ⁶	0,765 10 ⁴
Działka lotnicze / Aircraft guns							
GSz-30-1	1980	1750	0,388	860	50	4,185 10 ⁶	8,37 10 ⁴
GSz-23	1965	3400	0,2	715	50	2,897 10 ⁶	5,79 10 ⁴
M61A1 Vulkan	1952	6000	0,104	1036	115	5,581 10 ⁶	4,85 10 ⁴
Defa 554	1984	1800	0,276	820	85	2,784 10 ⁶	3,27 10 ⁴
Mauzer BK27	1960	1700	0,26	1025	125	3,870 10 ⁶	3,10 10 ⁴
Aden 25	1999	1750	0,18	1030	92	2,785 10 ⁶	3,03 10 ⁴
NR-30	1956	850	0,41	780	66	1,767 10 ⁶	2,68 10 ⁴



Rys. 9. Wykresy słupkowe porównania energii w salwie sekundowej i wskaźnika oceny broni lufowej n1 dla karabinów maszynowych z tabeli

Figure 9. Column graphs comparing the energy of salvo per second and n1 gun evaluation indicator for machine guns from the table



Rys. 10. Wykresy słupkowe porównania energii w salwie sekundowej i wskaźnika oceny broni lufowej n1 dla karabinów maszynowych i działek lotniczych z tabeli 1

Figure 10. Column graphs comparing the energy of salvo per second and n1 gun evaluation indicator for machine guns and aircraft guns from table 1

WLKM, uwzględniając aspekty militarno-polityczne na wypadek wojny lub lokalnego konfliktu stanowi bardzo nowoczesne, szybko dostępne i uniwersalne uzbrojenie dla Wojska Polskiego. Użytkowanie WLKM przez naszą armię oraz dalsze badania nad nowymi zastosowaniami (kalibrami, platformami użycia) uniezależni nasz kraj od wątpliwych (zwłaszcza w czasie wojny, lokalnego konfliktu) dostaw z innych państw nawet, jeśli one są naszymi sojusznikami.

Z rys. 9 i 10 widać, że na tle przedstawionych tam karabinów maszynowych, WLKM osiąga bardzo dobre parametry ene-

Taking into account the military-political aspects in case of a war or even a local military conflict the WLKM is a modern, rapidly available and universal weapon system for the Polish army. Using the WLKM by our army and further studies on new applications (calibre, deployment platforms) may make our country become independent from unreliable supplies (especially at war, local conflict) from other countries even if they are our allies.

Figures 9 and 10 indicate that WLKM energetic characteristics and the proportion of the own mass to these effects are very

rgetyczne i stosunek masy własnej do tych efektów.

Podsumowując, WLKM aktualnie jest na IX poziomie gotowości technicznej i niewiele brakuje mu do przejścia na poziom X.

good comparing with other presented machine guns.

Summing up the WLKM is currently on the IXth level and approaches to the Xth level of technological readiness.

Literatura / Literature

- [1] Idziaszek Z., Grzesik N., „Object characteristics deterioration effect on task realizability – outline method of estimation and prognosis”, *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 16 (3), str. 433–440, Lublin, 2014
- [2] Idziaszek Z., Zarys metody oceny wpływu warunków użytkowania luf szybkostrzelnych armat automatycznych, *Zagadnienia Eksploatacji Maszyn*, Zeszyt 2, str. 139-154, Radom, 2005
- [3] Idziaszek Z., Tomaszek H., Ważny M., Zarys metody określania liczebności części zamiennych dla działek lotniczych, *Zagadnienia Eksploatacji Maszyn*, Zeszyt 1, str. 141, Radom, 2005
- [4] Tomaszek H., Idziaszek Z., Zarys metody oceny trwałości luf działek lotniczych. *Zagadnienia Eksploatacji Maszyn*, Zeszyt1, str. 99-110, Radom, 2004
- [5] Olearczuk E., Idziaszek Z., Audyt trwałości w eksploatacji szybkostrzelnych armat automatycznych z uwzględnieniem bezpieczeństwa, *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability*, Nr 3, str.15-23, Radom, 2004
- [6] Piechna S., Idziaszek Z., Teoretyczne podstawy oceny trwałością eksploatacji obiektów, *Mechanik*, Nr 7, str. 145-152, 2010
- [7] Idziaszek Z., Zarządzanie czasem eksploatacji obiektu technicznego przedsiębiorstwa, *Zagadnienia Gospodarowania Nieruchomościami - ISBN 978-83-930672-2-0*, Zeszyt 7, str. 95-104, Warszawa, 2013
- [8] Olearczuk E., Idziaszek Z., Bezpieczeństwo, niezawodność, trwałość wyposażenia obiektów technicznych w systemach logistycznych, *Zagadnienia Gospodarowania Nieruchomościami - ISBN 978-83-930672-2-0*, Zeszyt 7, str. 164-188, Warszawa,
- [9] Idziaszek Z., Sprawozdanie z PBU/02-072/WAT/2007, Wdrożenie zmodernizowanego systemu eksploatacji działek lotniczych NR-30 i NS-23,WAT, Warszawa, 2007
- [10] Idziaszek Z., Sprawozdanie z PBG 434/WAT/01 nr 0 T00B 004 21 nt. „Analiza niezawodności i trwałości szybkostrzelnych armat automatycznych”, WAT, Warszawa, 2004
- [11] <http://www.thefirearmblog.com/blog/2015/01/16/50-cal-gatling-gun-gau-19b/>
- [12] <http://www.russianarms.ru/forum/index.php?topic=13073.0>
- [13] <http://www.opisybroni.republika.pl/JakB.html>

