

Aleksandra Palczewska

a.palczewska@wzu.pl

Marek Gręzicki

m.grezicki@wzu.pl

Wojskowe Zakłady Uzbrojenia S.A.

Szymon Mitkow

szymon.mitkow@wat.edu.pl; nr ORCID: 0000-0003-2845-2589

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

Bezpieczeństwo logistyki efektorów przeciwlotniczych zestawów raketowych. Ujęcie modelowe w kontekście modernizacji technicznej Sił Zbrojnych

Security of logistics of anti-aircraft effectors of rocket sets.

A model shot in the context of technical modernization of the Armed Forces

Celem artykułu jest analiza bezpieczeństwa logistyki efektorów przeciwlotniczych zestawów raketowych w ujęciu modelowym w kontekście uwarunkowań programu modernizacji technicznej SZ RP. W artykule przedstawiono model zapewnienia bezpieczeństwa logistyki efektorów przeciwlotniczych zestawów raketowych w ujęciu teoretycznym, praktycznym i projektowym. Odniesiono się do warunków bezpieczeństwa logistyki przeciwlotniczych pocisków raketowych w aspekcie technicznym i logistycznym.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, logistyka, modelowanie, sprzęt wojskowy, materiały niebezpieczne, system.

The aim of the article is to analyze the logistics of anti-aircraft effectors of rocket sets in a model approach in the context of the conditions of the technical modernization program Polish Armed Forces. The article presents a model for ensuring the logistics safety of anti-aircraft effectors in rocket sets in theoretical, practical and design terms. Reference has been made to the security conditions of logistics of anti-aircraft missiles in technical and logistic aspect.

Key words: security, logistics, modeling, military equipment, hazardous materials, system.

WSTĘP

Naziemna obrona przeciwlotnicza stanowi parasol obronny utworzony nad obszarem kraju oraz własnymi i sojuszniczymi siłami zbrojnymi, którego struktura i możliwości operacyjne tworzone były przez wiele lat. W tym samym okresie, adekwatnie do rozwoju środków napadu powietrznego, zmieniało się wyposażenie i uzbrojenie wojsk obrony przeciwlotniczej, począwszy od broni ręcznej, efekторы artyleryjskie, aż po raketowe.

Współcześnie, strefa broniona tworzona jest w sojuszniczym, interoperacyjnym środowisku NATO przez współdziałające wojska lotnicze, radiotechniczne i przeciwdziałania radioelektronicznego (Lewandowski, 2009). Skuteczność tej obrony jest uwarunkowana efektywnością zabezpieczenia logistycznego, która jest determinowana sprawnością

i wydajnością systemu transportu, gdyż do zapewnienia powodzenia każdej operacji wojskowej niezbędne jest terminowe przemieszczanie ładunków, w tym środków bojowych, do których zaliczają się przeciwlotnicze pociski raketowe. Podnosi to wagę planowania zdolności transportowych z uwzględnieniem systemów bezpieczeństwa.

W tym rozumieniu analiza możliwych zagrożeń pozwala na efektywne zapobieganie im z wykorzystaniem najnowszych zdobyczy nauki i techniki. Szansą w tym aspekcie może być tworzenie zintegrowanych systemów technicznych funkcjonujących w środowisku sieciocentrycznym. Ich skuteczność ma kluczowe znaczenie dla jakości zabezpieczenia technicznego, a więc skutecznej realizacji zadania bojowego. Stąd też **celem** tego artykułu jest analiza bezpieczeństwa logistyki efektorów przeciwlotniczych zestawów raketowych (pZR) i wykazanie perspektyw rozwojowych w aspekcie modernizacji technicznej SZ RP i na kanwie dotychczasowych doświadczeń Wojskowych Zakładów Uzbrojenia S.A.

Do tak określonego celu należy określić **założenia metodologiczne**. Mając to na uwadze, przedmiotem badań jest tu bezpieczeństwo systemu logistycznego efektorów naziemnej obrony powietrznej, w aspekcie rozwiązań technicznych i w kontekście dotychczasowych doświadczeń. Próbując dokonać stosownych analiz skupiliśmy się na kilku metodach badawczych. Jest tu kwerenda literatury przedmiotu, modelowanie oraz indukcja i dedukcja. Bazą do napisania tego materiału były informacje jawne, zarówno: pozycje zwarte, artykuły, dokumentacja techniczna istniejących rozwiązań technicznych, akty prawne oraz źródła internetowe, w tym dotyczące artykuły prasowe.

Struktura tego artykułu to trzy ze sobą dość mocno związane punkty. Pierwszy ujmuje teorię problemu bezpieczeństwa systemów logistycznych. Na tej podbudowie, drugi identyfikuje stosowane w SZ RP zabezpieczenia w tym systemie. Celem trzeciego jest ustalenie prognozy rozwoju zjawiska i identyfikacja potrzeb dotyczących konfiguracji i wyposażenia środków transportu przeciwlotniczych pocisków raketowych w kontekście dotychczasowych doświadczeń i istniejących rozwiązań amerykańskich, co odniesiono do ZROP-SZ „Wisła” i doświadczeń WZU S.A. Artykuł zamyka zakończenie z wnioskami.

Jesteśmy przekonani, że na tego typu badania **istnieje instytucjonalne zapotrzebowanie** ze strony Sił Zbrojnych RP, środowiska przemysłowego, ale też również szerokiego odbiorcy. Ze względu na pojemność ujętego tematu, należy pojmować te dociekania naukowe jako przyczynek do pogłębionych badań w tym zakresie.

1. MODELOWANIE SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA W UJĘCIU TEORETYCZNYM

W naukach społecznych tworzone modele mają postać symboliczną, a cechy charakterystyczne zjawisk empirycznych są odtwarzane poprzez logiczne uporządkowanie pojęć. Model opisuje cechy badanej rzeczywistości związane i pozwala eksponować związki pomiędzy cechami oraz budować empiryczne i sprawdzalne twierdzenia dotyczące ich natury. Wykorzystywany jest do odzwierciedlania wybranych aspektów rzeczywistości i pozwala uporządkować i upraszczać jej obraz. Może również stanowić podstawę dla projektowania.

Zatem model to: „*wirtualny lub materialny układ, który odzwierciedlając lub odtwarzając badany obiekt, zdolny jest zastępować go tak, że jego badanie dostarcza nowej informacji o rzeczywistym obiekcie*” (Niziński, Ligier i Żurek, 2012). W rozumieniu niniejszego artykułu model służy do holistycznego poznania istoty bezpieczeństwa logistyki efektorów prz.

Pojęciu „*bezpieczeństwo*” towarzyszy przeciwstawne „*zagrożenie bezpieczeństwa*”. Zagrożenia bezpieczeństwa to zjawiska lub procesy niepewne i niepożądane z punktu widzenia systemu (Sienkiewicz, 2015). Niepewność jest związana z ryzykiem, które jest definiowane, jako wpływ niepewności na realizowane, cele powodująca negatywne lub pozytywne odchylenia od oczekiwań (PKN, 2012). Identyfikacja i analiza ryzyka pozwalają na określenie i uzasadnienie użycia metod i zabezpieczeń adekwatnych do rzeczywistego poziomu zagrożeń. Jest to szczególnie istotne w aspekcie zasobów niezbędnych do wdrożenia przy planowanym rozwiązaniu zabezpieczenia. Schemat analizy pokazano na rysunku 1.



Rysunek 1. Modelowanie bezpieczeństwa w aspekcie ryzyka wystąpienia zagrożenia

Źródło: opracowanie na podstawie: (Nawrat, 2013).

Samo zjawisko istnienia zagrożeń (rys. 1) nie uzasadnia w ujęciu ekonomicznym bezkrytycznego stosowania strategii ich unikania i nadmiernego inwestowania w bezpieczeństwo (Kołodziński, 2015). Dla właściwego zrozumienia pojęcia ryzyka, należy dodatkowo zdefiniować pojęcia kontekstu zagrożenia, zdarzenia materializującego zagrożenie oraz podatność systemu na zakłócenia. Pod pojęciem podatności należy rozumieć słabe punkty lub luki w bezpieczeństwie systemów i procesów, które mogą spowodować naruszenia ich bezpieczeństwa (PKN, 2012). Do ustalenia poziomu zabezpieczeń służy modelowanie. Jest ono pierwszym etapem prac, mających na celu zapewnienie adekwatnego i akceptowalnego poziomu zabezpieczeń. Modelowanie zagrożenia przedstawia rysunek 2.



Rysunek 2. Proces modelowania zagrożenia

Źródło: opracowanie własne: (Nawrat, 2013).

Na rysunku 2. poszczególne etapy procesu modelowania odniesiono do diagramu Deminga (Zaskórski, 2012). Kolorem zielonym oznaczono etap „Planuj”, kolorem czerwonym „Wykonaj”, kolorem brązowym „Oceń” a niebieskim „Popraw”. Należy powiedzieć, że nie ma jedynie słusznego podejścia do modelowania zagrożeń. Wybór metod, spośród dostępnych i udokumentowanych, powinien zawsze być dostosowany do konkretnego podmiotu z jego założeniami oraz oczekiwaniami względem oceny ryzyka.

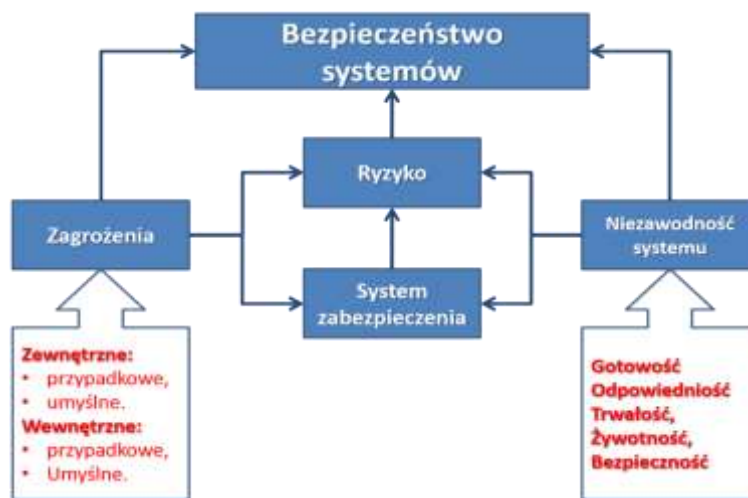
Do ustalenia sposobów zabezpieczeń wykorzystuje się podejścia:

- „Attacker - centric” charakteryzujące się rozpatrywaniem zagrożeń z punktu widzenia napastnika, jego potencjalnych celów, motywacji, sposobów i narzędzi działania.
- „Asset - centric” polega zaś na modelowaniu zagrożeń z perspektywy obrońcy, jego aktywów i ich wartości dla niego istotnych (Nawrat, 2013).

Jako system, w niniejszym artykule będziemy rozumieli: „Zbiór elementów (lub podsystemów) oraz zbiór relacji je łączących przeznaczony do realizacji określonego celu. Inna

mówi, że system to zbiór elementów posiadających odpowiednie właściwości oraz określoną strukturę. Między tymi wielkościami zachodzi taka zależność, że elementy i ich właściwości wyznaczają strukturę systemu” (Żurek, 2010). W tym rozumieniu, zagrożenie bezpieczeństwa systemu, to każde zjawisko niepożądane z punktu widzenia niezakłóconego działania systemu. Destrukcyjne oddziaływanie tych zjawisk na system powoduje zagrożenia. Ich kumulacja może stanowić zagrożenie dla jego rozwoju. Analizując zmienne tego zjawiska należy uwzględnić możliwość powstawania zagrożeń wewnętrznych wskutek zawodności elementów tworzących system (Sienkiewicz, 2015).

Na rysunku 3. przedstawiono hybrydowy model bezpieczeństwa w aspekcie zagrożeń.



Rysunek 3. Model bezpieczeństwa w aspekcie zagrożeń

Źródło: (Kołodziński, 2015).

Na rysunku 3., pokazano strukturę zagrożeń i parametry niezawodności systemu jako jego zasób odporności na ryzyko wystąpienia określonych zagrożeń. Działanie polega na dokonywaniu przez podmiot permanentnej oceny wpływu zagrożeń na bezpieczeństwo. Jest to zatem systematyczny proces polegający na porównaniu uzyskanych wartości i formułowanych celów oraz skuteczności działań prowadzących do ich realizacji, dostarczający niezbędnych informacji dla podmiotów uprawnionych do podejmowania wiążących decyzji. Jednocześnie, nie jest on ukierunkowany na ocenę bieżących lub zakończonych działań, ale przede wszystkim na ocenę dynamicznie kreowanych propozycji dotyczących nowych projektów i przedsięwzięć (Zaskórski, 2012).

Tak zarysowany aspekt teoretyczny umożliwia jego uszczegółowienie w kontekście logistyki efektorów przeciwlotniczych zestawów rakietowych obrony powietrznej.

2. LOGISTYKA EFEKTORÓW PRZECIWLOTNICZYCH ZESTAWÓW RAKIETOWYCH

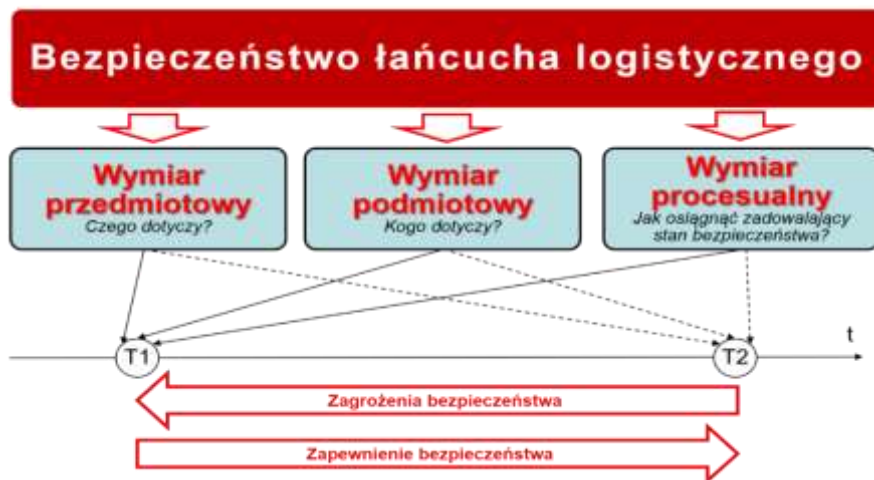
Współcześnie, skuteczne i efektywne sterowanie przepływem wyrobów, rozumieniu niniejszego artykułu - efektorów przr., odbywa się w ramach łańcucha logistycznego (rys. 4.).



Rysunek 4. Łańcuch logistyczny efektorów przeciwlotniczych zestawów raketowych

Źródło: opracowanie własne.

Jak pokazano na rysunku 4, w przypadku efektorów prz. jest to łańcuch magazynowo - transportowy, który stanowi technologiczne połączenie punktów magazynowych i przeładunkowych drogami przewozu wyrobów oraz organizacyjne i techniczne skoordynowanie operacji procesów zapotrzebowania i polityki zapasów (Szymonik, 2011 a). Strukturę bezpieczeństwa łańcucha logistycznego przedstawia rysunek 5.

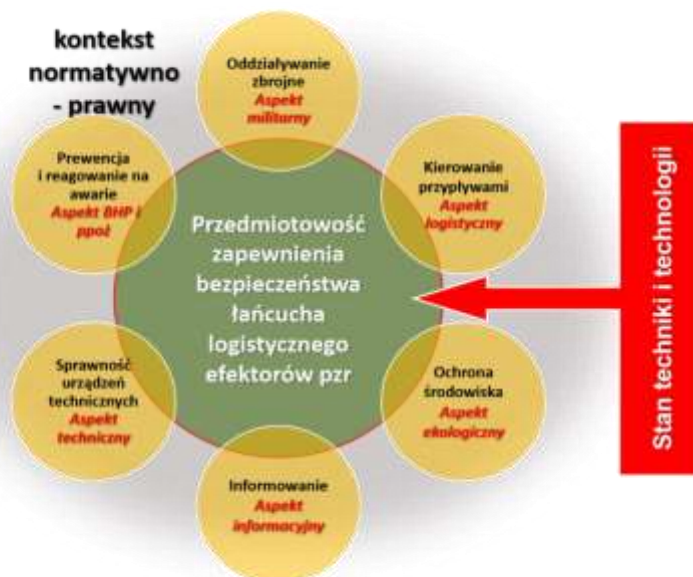


Rysunek 5. Trójwymiarowość bezpieczeństwa łańcucha logistycznego

Źródło: opracowanie własne.

Schemat pokazany na rysunku 5. pokazuje czterowymiarową strukturę bezpieczeństwa łańcucha logistycznego co umożliwia zaplanowanie analizy w trzech wymiarach tożsamyh z wymiarami bezpieczeństwa (Zdrodowski, 2008) z odniesieniem do wymiaru temporalnego.

Stąd też, wymiar przedmiotowy dotyczy obszarów zagrożeń, które mogą wpłynąć na bezpieczeństwo i pojawić się w czasie w określonym czasie (T1, T2). Wymiar procesualny dotyczy katalogu działań, które może lub powinien podjąć podmiot (wymiar podmiotowy) odpowiedzialny za bezpieczeństwo lub nim zainteresowany aby osiągnąć stan zadowalający, czyli w rozumieniu niniejszego artykułu zapewnić ciągłość zaopatrywania prz. w efekторы i gotowość do zwalczania celów powietrznych. Bezpieczeństwo tego łańcucha jest silnie uzależnione od ryzyka wystąpienia zagrożeń. Rysunek 6. przedstawia przedmiotowość zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego w kontekście zagrożeń dominujących.

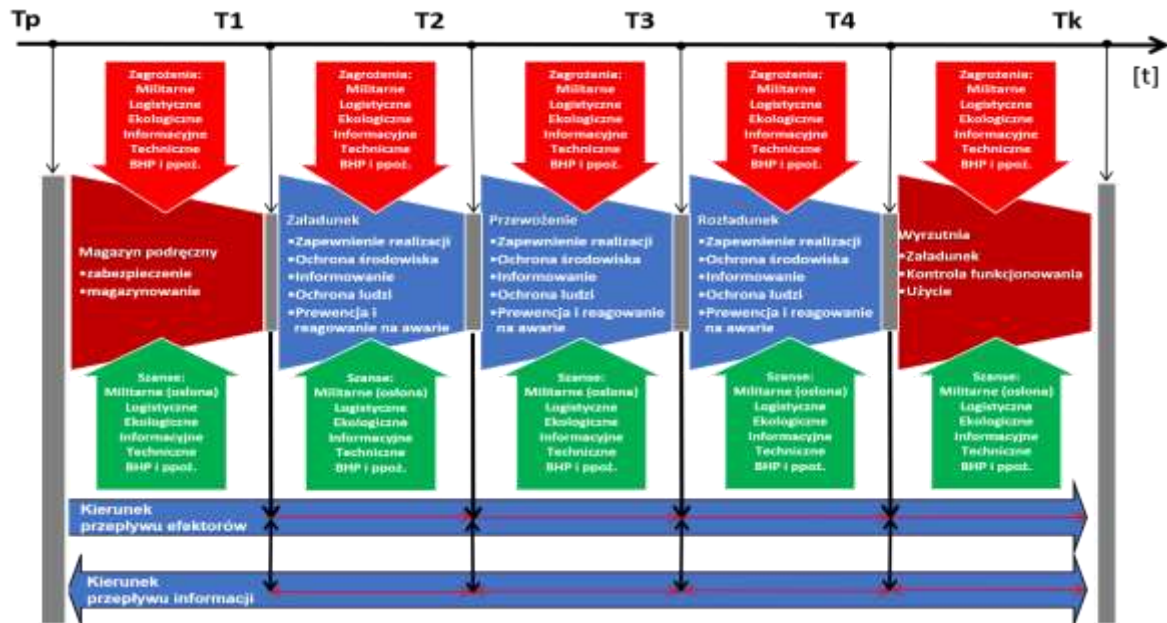


Rysunek 6. Wymiar przedmiotowy bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów przr
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 6. zwraca przedmiotowość zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów przr. w kontekście wystąpienia najważniejszych zagrożeń i szansę dla bezpieczeństwa systemu logistycznego efektorów przr. jaką stanowi ciągły rozwój techniki i technologii. Bezpieczeństwo w aspekcie logistycznym dotyczy potrzeby dysponowania efektorami przr. w określonym miejscu i w czasie. Jednocześnie właściwości materiałów niebezpiecznych, które znajdują się w strukturze przeciwlotniczych pocisków kierowanych powodują konieczność ciągłego i skutecznego zapobiegania ich negatywnego wpływu na ludzi i środowisko naturalne (Mitkow i Palczewska, 2019). Wszelkie zagrożenia związane z jakością urządzeń technicznych w systemie logistycznym tworzą aspekt techniczny. Zagrożenia związane z niepewnością pochodzącą od czynnika ludzkiego dotyczą prewencji i reagowania na awarie. Tworzą zatem aspekt BHP i ppoż. Zagrożenia związane z dostępnością, dokładnością i adekwatnością informacji tworzą aspekt informacyjny.

Bezpieczeństwo wszystkich systemów antropotechnicznych ze sprzętem wojskowym (SpW) należy zawsze rozpatrywać w kontekście stanów funkcjonowania państwa: czyli pokoju, kryzysu i wojny (Gręzicki, 2018). Stąd też, niezmiernie istotny jest aspekt militarny, który jest związany z odpornością systemu na wszelkie oddziaływanie zbrojne. Jednocześnie w okresie pokoju, system logistyczny efektorów przr. jako wyrobów zawierających materiały niebezpieczne w rozumieniu ADR (Ustawa, 2011), musi być bezpieczny, a więc zgodny z uwarunkowaniami prawnymi (Krupnik, Palczewska i Gręzicki, 2016).

Na rysunku 7. pokazano procesualność zapewnienia bezpieczeństwa systemu logistycznego efektorów przr. w czasie od wydania z magazynu do dostarczenia do wyrzutni.



Rysunek 7. Procesualność zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów prz
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 7. zestawiono wyzwania towarzyszące realizacji przedsięwzięć w łańcuchu logistycznym efektorów prz. z zagrożeniami i szansami na każdym z etapów. Celem tego łańcucha jest zapewnienie dysponowania gotowymi do użycia w obronie przeciwlotniczej efektorami raketowymi. Jednak realizacja tych wyzwań jest uwarunkowana efektywnym wykorzystaniem szans w zapobieganiu możliwości wystąpienia zagrożenia albo ograniczaniu niebezpieczeństw w związku z wystąpieniem określonych zagrożeń. Ich specyfikację przedstawia w ujęciu macierzowym tabela 1. W tab. 2 wyspecyfikowano szanse.

Tabela 1. Macierz zagrożeń systemu logistycznego efektorów prz

| | | Magazyn | Załadunek | Przewożenie | Przeładunek | Wyrzutnia |
|-------------------|--------------|--|--|---|--|--|
| Zagrożenia | Militarne | Dywersja Atak lotniczy Atak lądowy | Dywersja Atak lotniczy Atak lądowy | Dywersja Atak lotniczy Atak lądowy | Dywersja Atak lotniczy Atak lądowy | Dywersja Atak lotniczy Atak lądowy |
| | Logistyczne | Nieskuteczność systemu magazynowania | Niedostępność systemów technicznych | Ograniczenia mobilności Stan dróg i przepraw | Niedostępność systemów technicznych | Awaria systemów mocujących |
| | Ekologiczne | Zniszczenie środowiska naturalnego | Zniszczenie środowiska naturalnego | Zniszczenie środowiska naturalnego | Zniszczenie środowiska naturalnego | Zniszczenie środowiska naturalnego |
| | Informacyjne | Ujawnienie Zakłócenia | Ujawnienie Zakłócenia | Ujawnienie Zakłócenia | Ujawnienie Zakłócenia | Ujawnienie Zakłócenia |
| | Techniczne | Niesprawność wyposażenia | Niesprawność wyposażenia | Niesprawność wyposażenia | Niesprawność wyposażenia | Niesprawność wyposażenia |
| | BHP i ppoż | Ignorancja Siła wyższa Sabotaż | Ignorancja Siła wyższa | Ignorancja Siła wyższa Sabotaż | Ignorancja Siła wyższa | Ignorancja Siła wyższa |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Macierz szans systemu logistycznego efektorów prz

| | | Magazyn | Zaladunek | Przewożenie | Przeladunek | Wyrzutnia |
|---------------|--------------|---|---|--|---|---|
| Szanse | Militarne | Siły ochrony Wposażenie Wsparcie | Siły załogi i ochrony Wposażenie Wsparcie | Siły załogi i ochrony Wposażenie Wsparcie | Siły załogi i ochrony Wposażenie Wsparcie | Siły załóg Wposażenie Wsparcie |
| | Logistyczne | Efektywność infrastruktury | Autonomiczność Dublowanie i jakość systemów technicznych Podatność naprawcza | Autonomiczność Mobilność sprzętu Jakość sprzętu Dzielność terenowa Podatność naprawcza | Autonomiczność Dublowanie i jakość systemów technicznych Podatność naprawcza | Jakość mocowania |
| | Ekologiczne | Jakość zabezpieczeń technicznych Świadomość zagrożeń | Jakość zabezpieczeń technicznych Świadomość zagrożeń | Jakość zabezpieczeń technicznych Świadomość zagrożeń | Jakość zabezpieczeń technicznych Świadomość zagrożeń | Jakość zabezpieczeń technicznych Świadomość zagrożeń |
| | Informacyjne | Pozycjonowanie Dywersyfikacja środków Zabezpieczenie danych Skrytość działań | Pozycjonowanie Skrytość działań | Pozycjonowanie Dywersyfikacja środków Zabezpieczenie danych Skrytość działań | Pozycjonowanie Skrytość działań | Pozycjonowanie Dywersyfikacja środków Zabezpieczenie danych Skrytość działań |
| | Techniczne | Jakość wyposażenia | Jakość wyposażenia | Jakość wyposażenia | Jakość wyposażenia | Jakość wyposażenia |
| | BHP i ppoż | Jakość wyposażenia i wyszkolenia Świadomość | Jakość wyposażenia i wyszkolenia Świadomość | Jakość wyposażenia i wyszkolenia Świadomość | Jakość wyposażenia i wyszkolenia Świadomość | Jakość wyposażenia i wyszkolenia Świadomość |

Zróżło: opracowanie własne.

Zestawienie szans w opozycji do zagrożeń (tab. 1 i tab. 2) umożliwia wytyczenie celów działań zabezpieczających, określenie metod realizacji i ewaluacji przedsięwzięć zabezpieczających w systemie. Są to wyzwania, a ich strukturę pokazano w tabeli 3.

Tabela 3. Struktura przedsięwzięć zabezpieczających w systemie logistycznym efektorów prz.

| Aspekt | Cel | Metoda realizacji | Metoda oceny |
|--------------------|--|---|----------------------------|
| Militarny | Zapewnienie ochrony i obrony | Wposażenie w środki obrony bezpośredniej | Ćwiczenia |
| | Zapewnienie wsparcia obrony | Dowodzenie w środowisku sieciocentrycznym | Symulacje |
| Logistyczny | Zapewnienie skuteczności kierowania i dowodzenia przepływem efektorów | Dowodzenie w środowisku sieciocentrycznym | Ćwiczenia i symulacje |
| | Zapewnienie efektywnej infrastruktury magazynowej | Dublowanie wyposażenia hubów logistycznych | Ćwiczenia i symulacje |
| | Zapewnienie autonomiczności środków transportu | Wposażenie środków transportu w systemy przeladunkowe | Ćwiczenia |
| | Zapewnienie dyspozycyjności systemów przeladunkowych | Zapewnienie alternatywnych urządzeń podnośnych | Ćwiczenia |
| | Zapewnienie podatności naprawczej środków transportu i przeladunkowych | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście interoperacyjności | Stopień spełnienia wymagań |
| | Zapewnienie mobilności środków transportu | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście interoperacyjności | Stopień spełnienia wymagań |
| | Zapewnienie jakości mocowań | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście interoperacyjności | Stopień spełnienia wymagań |
| | Monitorowanie przepływu i planowanie transportu efektorów | Aplikacja śledząca przepływ efektorów w bezp. środowisku | Ćwiczenia Symulacje |
| Logistyczny | Zapewnienie aktualnej informacji o lokalizacji transportu efektorów | Wposażenie środków transportu w lokalizatory GPS | Symulacje |

| | | | |
|---------------------|---|--|----------------------------|
| Ekologiczny | Zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście spełnienia wymagań ADR | Stopień spełnienia wymagań |
| Informacyjny | Zapewnienie bezpiecznej wymiany danych w kontekście dowodzenia w środowisku sieciocentrycznym | Wyposażenie magazynów, środków transportowych i wyrzutni w bezpieczne systemy łączności | Symulacje |
| | Zapewnienie bezpiecznych środków łączności bezpośredniej | Wyposażenie środków transportu w systemy bezpiecznej łączności | Ćwiczenia Symulacje |
| Techniczny | Zapewnienie jakości urządzeń technicznych | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście interoperacyjności i wymagań prawnych | Stopień spełnienia wymagań |
| | | Odbiory wojskowe dostarczanych urządzeń technicznych | |
| | Monitorowanie jakości przewozów efektorów | Wyposażenie środków transportu w G – sensory | Ćwiczenia Symulacje |
| BHP i ppoż | Zapewnienie bezpieczeństwa obsługi i ochrony ppoż (BHP i ppoż.) | Planowanie jakości projektowanych systemów technicznych w kontekście wymagań formalnych | Stopień spełnienia wymagań |
| | | System szkoleń i symulacje sytuacji awaryjnych | |

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 3. pokazano możliwe do realizacji organizacyjne i techniczne przedsięwzięcia zabezpieczające, w tym techniczne w kontekście procesu zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów przr. Wykonana analiza wykazała w szczególności zasadność podjęcia rozważań związanych przede wszystkim z aspektem logistycznym (rys. 6., tab. 1 i 2.), a dokładnie w zakresie przemieszczania efektorów przr.

W kontekście przedsięwzięć organizacyjnych, tabela 3. ujawniła konieczność planowania jakości w aspekcie wytwarzania i spełnienia wymagań formalnych oraz interoperacyjności, która jest wymogiem działania w sojuszniczym systemie obronnym NATO. Stopień spełnienia wymagań oznacza to zgodność wytworzonego SpW z wymaganiami właściwych norm i przepisów prawnych jako efektów procesów wytwórczych. Zatem podmiotami zainteresowanymi bezpieczeństwem zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów przr., obok wojska są również wytwórcy.

Stosownie do wymagań NATO, procesy wytwarzania SpW obarczone ryzykiem realizacyjnym powinny być nadzorowane, które obejmuje nadzorowanie ryzyka realizacyjnego i zapewnienia konfiguracji SpW. Jest to proces planowany, a podstawę planowania stanowi plan jakości, który zawiera identyfikację ryzyka realizacji, dane dotyczące konfiguracji środowiska wytwarzanych wyrobów i określenie kryteriów zgodności z wymaganiami (Mitkow, 2015). Plan jakości jako najważniejszy dokument w procesie wytwarzania zapewnia realizację tego wymogu i stanowi korzystne rozwiązanie dla wytwórcy oraz wojska, w tym właściwe umocowanie jego przedstawicieli (NATO NSO, 2016). Zatem podmiotowość zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha logistycznego efektorów przr. nie ogranicza się tylko do wojska, ale obejmuje przemysł, co wymaga współdziałania i dialogu dla zapewnienia jego

skuteczności i efektywności (Gręzicki, 2018). Możemy zatem przejść do modelowania systemu logistycznego efektorów prz. w kontekście Modernizacji Technicznej Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (Sejm RP, 2019).

3. PROGNOZA ROZWOJOWA ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA SYSTEMU LOGISTYCZNEGO EFEKTORÓW PRZECIWLOTNICZYCH ZESTAWÓW RAKIETOWYCH W UJĘCIU MODELOWYM

Specyfika konstrukcji prz. opracowanych i produkowanych w ZSRR w drugiej połowie XX. wieku powodowała, że sprzęt zabezpieczający ich działania, szczególnie przygotowania rakiet, kontroli przedstartowej, a także transportu był bardzo rozbudowany (Lewandowski, 2009).

W systemie logistycznym efektorów ówczesnych prz. za ich dostarczanie odpowiadały specjalistyczne naczepy z własnymi ciągnikami służące do dostarczenia rozmontowanych rakiet w fabrycznych opakowaniach, w których były one magazynowane. Tam były one składowane, a potem montowane i elaborowane. Również tam, dokonywana była kontrola aparatury pokładowej. Gotowa do użycia rakietka była następnie umieszczana na zestawie transportowym lub na samochodzie transportowo-załadowniczym (STZ), którego zadaniem było dostarczenie jej do wyrzutni. W zależności od typu prz., ustawianie realizowane było z użyciem żurawia albo poprzez przesuwanie rakiety na belki startowe.

Konstrukcja podwozi STZ umożliwiała dowieszenie pocisku do wyrzutni znajdującej się na stanowisku ogniowym, w tym doraźnie przygotowanym i jej przeładowania na wyrzutnię. Stąd też, pojazdy te musiały charakteryzować autonomiczność i mobilność. W latach 70 - tych, gdy standaryzacja elementów techniki stała się obowiązującym trendem, stosowano zunifikowane podwozia bazowe jak w zestawie 2K12 „Osa”. Wyrzutnia w tym zestawie była zintegrowana z sensorami na tzw. przeciwlotniczym raketowym wozie bojowym (PRWB). Pomimo iż generowało to znaczne koszty, STZ w tym zestawie (9T217) umieszczono na identycznym podwoziu (BAZ 5939) z autonomicznym żurawiem (MON, 1980), aby umożliwić towarzyszenie PRWB bezpośrednio w strefie działań. Sam przeładunek uproszczono dzięki umieszczeniu rakiet w kontenerach startowych (Kosmatka, 1998).

W tabeli 4. porównano strukturę zabezpieczenia systemu transportu efektorów do wybranych i dotychczas eksploatowanych w SZ RP prz.

Tabela 4. Struktura zabezpieczenia dostarczania efektorów do wybranych i dotychczas eksploatowanych w SZ RP przr. w kontekście środków transportu

| Parametr | PZR 2K12 „KUB” (NATO: SA-6) | PZR 9K33 „OSA” (NATO: SA-8) |
|--------------------------------|---|--|
| STZ | 2T7M | 9T217BM2 |
| Przeznaczenie | Przeładowanie rakiet 3M9 z i na zestaw transportowy 9T22B oraz z i na wyrzutnię 2P25, a także na wózki i stojaki technologiczne i odwrotnie. | Przeładowanie rakiet 9M33 w kontenerach na PRWB, na samochód ciężarowy, wózek technologiczny i odwrotnie. Uzupełnianie zbiorników paliwa w PRWB. |
| Zaloga | 2 osoby funkcyjne | 3 osoby funkcyjne |
| Zakres środowiska eksploatacji | temperatura otoczenia: $-40 < T[^{\circ}\text{C}] < 50$ nie określono zakresu wilgotności względnej, nie określono dopuszczalnej prędkości wiatru, nie określono max. wysokości eksploatacji, zdolność do pracy podczas opadów, oblodzenia i zapylenia, | temperatura otoczenia: $-40 < T[^{\circ}\text{C}] < 50$ wilgotność względna: $\text{Rh} < 98\%$ dla $T [^{\circ}\text{C}] = 20 \pm 2$, prędkość wiatru: $V_{\text{wiatru}} [\text{m/s}] < 20$, max wysokość eksploatacji: $H [\text{m}] < 3000$, zdolność do pracy podczas opadów, oblodzenia i zapylenia, |
| Podwozie | Samochód terenowy 6x6 ZIL 131 | Specjalne podwozie 6x6, pływające BAZ 5939 |
| Mobilność | Zdolność do brodzenia: $\leq 0,75$ m, Zdolność do pokonywania terenu przygodnego, Prędkość jazdy $v_{\text{max}} [\text{km/h}] = 10 - 50$, Brak zdolności do pływania Dopuszczalny kąt stabilności poprzecznej: 28° , Kąt obrotu wysięgnika dźwigu: 300° , System centralnego pompowania kół, Zdolność do przewożenia transportem kolejowym, drogowym, lotniczym i morskim. | Zdolność do pokonywania przeszkód wodnych Zdolność do pokonywania terenu przygodnego Prędkość jazdy $v_{\text{max}} [\text{km/h}] = 10 - 70$, Prędkość pływania $V_{\text{max}} [\text{km/h}] = 8$, Dopuszczalny kąt stabilności poprzecznej: 32° , Kąt obrotu wysięgnika dźwigu: 300° , System centralnego pompowania kół, Zdolność do przewożenia transportem kolejowym, drogowym, lotniczym i morskim. |
| Uzbrojenie | Uzbrojenie etatowe załogi (uchwyty na broń) | Uzbrojenie etatowe załogi (uchwyty na broń) |
| Autonomiczność | Przewożenie 3 szt. 3M9 Udźwig żurawia 640 kg (przy wysięgu 4,7 m) Pojemność zbiorników paliwa $V [\text{dm}^3] = 2 \times 170$ Zużycie paliwa*: $65 \text{ dm}^3 / 100 \text{ km}$ Indywidualny zestaw ZCzZ | Przewożenie 12 szt. 9M33 w kontenerach Udźwig żurawia 610 kg (przy wysięgu 5 m) Pojemność zbiorników paliwa $V [\text{dm}^3] = 330 + 640$ Zużycie paliwa*: $53 \text{ dm}^3 / 100 \text{ km}$ Indywidualny zestaw ZCzZ |
| Wyposażenie ppoż | Brak systemów przeciwpożarowych 1xgasnica śniegowa | Autonomiczny układ przeciwpożarowy 2xgasnica śniegowa |
| Łączność | Radiostacja R-123M | Radiostacja R-123M i R-124 |
| Inne | Sprzęt inżynieryjno – saperski Brak systemów filtro-wentylacyjnych Noktowizor samochodowy PNW-75W Przyrząd DP-3 i DP-5B Brak peryskopów Uzbrojenie etatowe załogi | Sprzęt inżynieryjno – saperski Urządzenie filtro-wentylacyjne Noktowizor samochodowy PNW-75W Przyrząd DP-3 i DP-5B Peryskop TNPO-170 Uzbrojenie etatowe załogi |

Zródło: opracowanie na podstawie: (MON, 1974), (MON, 1980).

W tabeli 4., dla porównania autonomiczności obydwu STZ przyjęto normalne warunki eksploatacji tj. jazdę w terenie (oznaczenie symbolem „*”). Analiza zdolności obydwu STZ wykazuje ich przystosowanie do szerokiego zakresu warunków eksploatacji związanych z przeznaczeniem obydwu przr. tj. 2K12 i 9K33. Wprawdzie obydwa były mobilne, ale zestaw „OSA” miał towarzyszyć przemieszczającym się wojskom. Stąd też przystosowanie do pływania obydwu kluczowych elementów zestawu tj. PRWB i STZ. Wykonana analiza porównawcza obydwu STZ odniesiona do tab. 3. wykazuje braki w wyposażeniu elektronicznym umożliwiającym optymalizację dowodzenia i kierowania.

Celem realizacji programu „Wisła” jest wdrożenie do służby w SZ RP Zestawu Rakietowej Obrony Powietrznej – Średniego Zasięgu (ZROP SZ) nowej generacji. Przedmiotem zamówienia w USA jest system rakietowy „Patriot” firmy Raytheon,

wyposażony w sieciocentryczny system zarządzania obroną powietrzną IBCS (ang. Integrated Air and Missile Defense Battle Command System) rozwijany przez Northrop Grumman oraz uzbrojony w pociski PAC-3 MSE produkcji Lockheed Martin (Lesiecki, 2018).

Analiza systemu „Patriot” wykazuje oczywiste podobieństwa pomiędzy systemem logistycznym efektorów tego zestawu i systemami eksploatowanymi w SZ RP. Dotyczą one szczególnie prz. 9K33 i wynikają z kontenerowego sposobu przechowywania rakiet. Są też i różnice wynikające z przeznaczenia obydwu prz. Podczas, gdy prz. „Patriot” jest przeznaczony do zapewnienia osłony obiektowej, to „OSA” służy do osłony wojsk w ruchu. Rysunek 8. przedstawia przeładunek kontenera z rakieta na wyrzutnię systemu „Patriot”.



Rysunek 8. Załadunek kontenera z rakieta na wyrzutnię zestawu „Patriot”
Źródło: A. Kiński (Kiński, 2018).

Podstawę systemu logistycznego efektorów prz. MIM – 104 „Patriot” stanowi transporter „Oshkosh®” HEMTT A4 (w konfiguracji M985 A4 GMT). Przewiduje się, że samochody transportowe efektorów prz. w SZ RP zostaną zabudowane na podwoziu JELCZ typ 882.53. Porównanie wybranych parametrów tych podwozi zawiera tabela 5.

Tabela 5. porównanie wybranych parametrów HEMTT A4 i Jelcza 882.53

| Parametr | HEMTT M985 A4 | Jelcz 882.53 |
|-----------------|---|---|
| Masa własna | Masa własna: 18943 kg | Masa własna podwozia 13-16,5 t |
| Napęd | 8x8 | 8x8 |
| Silnik | Caterpillar C15, zgodny z wymogami EPA 15,2 L 2004 o mocy 500KM | Iveco Cursor 13 o mocy 540 KM |
| Skrzynia biegów | Skrzynia biegów: Allison 4500 SP/5-biegowa automatyczna, skrzynka rozdzielcza: Oshkosh enhanced 55000 serii/2 prędkości | 16-biegowa, sterowana mechanicznie, wyposażona w przystawkę odbioru mocy |
| Autonomiczność | Ładowność: 9780 kg Pojemność zbiornika paliwa: 587 dm ³ , Zasięg: 483 km, | Ładowność: 13500 kg, Pojemność zbiornika paliwa: brak danych, Zasięg [km]: <650 i <300 (grunty utwardzone), |

| | Dźwig o nośności 2455 kg | Dźwig o nośności (HIAB 855 EP-5): 5000 kg |
|---------------------|---|--|
| Mobilność | Zdolność do brodzenia: brak danych Zdolność do pokonywania terenu przygodnego Prędkość jazdy v_{\max} [km/h] = 100, System centralnego pompowania kół. Zawieszenie: pneumatyczne z kontrolą wysokości cztery zawory Front-Holland reklamy 240Rear-Holland AD-246 | Zdolność do brodzenia: 1,2 m Zdolność do pokonywania terenu przygodnego Prędkość jazdy v_{\max} [km/h] = 85, System centralnego pompowania kół. Zawieszenie: z blokadą mechanizmu różnicowego, na resorach z wahaczami, amortyzatory teleskopowe, stabilizator mechaniczny. |
| Uzbrojenie | Uzbrojenie etatowe załogi (uchwyty na broń), Zintegrowany montaż dla wkm. | Uzbrojenie etatowe załogi Brak danych dot. montażu zintegrowanego wkm |
| Wypożyczenie | Lampa szperacz do oświetlenia terenu Pomarańczowa lampa błyskowa Osłony na lampy i lusterka boczne Oświetlenie LED Malowanie kamuflażowe uchwyty na broń. Wyciągarka hydrauliczna o sile 9072 kG Ogrzewanie spalinowe wodne ułatwiające rozruch Urządzenie filtrowentylacyjne Koła z wkładką BEADLOCK umożliwiające krótkotrwały przejazd przy obniżonym ciśnieniu | Lampa szperacz do oświetlenia terenu Pomarańczowa lampa błyskowa Osłony siatkowe na lampy i lusterka boczne Światła operacyjne barwy niebieskiej Malowanie kamuflażowe uchwyty na broń. Wyciągarka hydrauliczna o sile 100 kN Ogrzewanie spalinowe wodne ułatwiające rozruch Urządzenie filtrowentylacyjne Koła z wkładką BEADLOCK umożliwiające krótkotrwały przejazd przy obniżonym ciśnieniu |
| Kabina | Dwumiejscowa klimatyzowana, ogrzewana opancerzona, zgodnie ze STANAG 4569. W ścianie przedniej znajdują się dwa okna z szybami płaskimi, pancernymi. W drzwiach szyby pancerne ruchome. Fotele załogi z amortyzacją pneumatyczną, wyposażone w pasy bezpieczeństwa i zagłówki. | Dwumiejscowa klimatyzowana, ogrzewana opancerzona, zgodnie ze STANAG 4569. W ścianie przedniej znajdują się dwa okna z szybami płaskimi, pancernymi. W drzwiach szyby pancerne zamocowane na stałe. Fotele załogi z amortyzacją pneumatyczną, wyposażone w pasy bezpieczeństwa i zagłówki. |

Źródło: opracowanie na podstawie: (defenceworld.net, 2018) i (Jelcz Sp. z o.o., 2019).

Podobnie jak STZ przeznaczony jest do dostarczania, odzyskiwania i załadunku efektorów prz. stąd wyposażenie w autonomiczny żuraw. Dzielność tego czteroosiowego pojazdu pozwala na szybkie i sprawne dotarcie do wyrzutni i ich przeładowanie. System kontroli trakcji i zawieszenia pozwala na jazdę w trudnym terenie. Przestronna, opancerzona i klimatyzowana kabina zapewnia ergonomię pracy załogi (defenceworld.net, 2018). W SZ RP, samochody transportowe efektorów prz. mają zostać zabudowane na podwoziu. Jest to jest pojazd specjalny w wykonaniu ADR (UE, 2017-2019). Podobnie jak HEMTT A4 posiada układ napędowy 8x8 co pozwala na jazdę po drogach utwardzonych oraz po wytyczonych w warunkach terenowych w zakresie temperatur powietrza od -30°C do $+50^{\circ}\text{C}$.

Porównując parametry pomiędzy wybranymi STZ (tab. 4.) i konstrukcjami związanymi w systemem MIM – 104 „Patriot” (tab. 5.), w kontekście zabezpieczenia systemu logistycznego efektorów prz., łatwo można dostrzec podobieństwa dotyczące mobilności. W konstrukcjach postsowieckich widoczna jest jednak specjalizacja związana z zabezpieczaniem logistycznie prz. Podobieństwa dotyczą również wyposażenia w sprzęt elektroniczny. Są one we wszystkich przypadkach wyjątkowo skromne.

Nowe możliwości dotyczące optymalizacji dowodzenia i kierowania systemem logistycznym efektorów prz. otwiera zamiar wyposażenia ZROP SZ w system IBCS, który funkcjonuje w systemie sieciocentrycznym kolektywnej obrony. Daje to potencjalnie wiele

szans, również systemowi logistycznemu. W tym kontekście niezbędne będzie dostarczenie do systemu dowodzenia informacji o pozycji środka transportowego i utrudnieniach na trasie przewozu efektorów do prz. Oczywiście umożliwi to ewentualne zapewnienie wsparcia na wypadek bezpośrednich zagrożeń, ale również zapobieganie zagrożeniom związanym z dostępnością sieci drogowej na trasie transportu. Samo dowiązanie systemu logistycznego z systemem dowodzenia powoduje kolejne wyzwania, tym razem związane z bezpieczeństwem informacji. Wyzwała to konieczność zapewnienia bezpiecznej łączności, a to z kolei powoduje kolejne kosztowne wyzwania. Niemniej, sieciocentryczny system dowodzenia zapewnia wiele korzyści, w tym jak wykazano może mieć wpływ na efektywność systemu logistycznego prz. Stąd należy prognozować dalszy rozwój systemów właśnie w tym kierunku. Autorzy zauważają, że sieciocentryczne aplikacje „on-line” związane z pozycjonowaniem GPS środków transportu znalazły również inne, niemilitarne zastosowanie np. w kontekście kierowania systemami logistycznymi firm transportowych.

4. PODSUMOWANIE

Zgodnie z art., 5. Traktatu Północno Atlantyckiego, sojusznicza obrona przeciwrakietowa wpisuje się w podstawową funkcję NATO, jaką jest kolektywna obrona terytorium państw członkowskich. Obrona ta stanowi syntezę narodowych systemów. Obejmuje ona segment amerykański w Europie i jest spięta we wspólnym systemie dowodzenia. Koncepcja systemu opiera się na zbiorze autonomicznych, mobilnych modułów przeciwrakietowych o podwójnych zdolnościach, połączonych zintegrowanym systemem rozpoznania, dowodzenia i kierowania ogniem. Stąd też, istotne jest zapewnienie bezpieczeństwa logistyki efektorów prz., które obejmuje zespół interdyscyplinarnych działań organizacyjnych i technicznych mających na celu tworzenie warunków do zapewnienia dostępności do skutecznego użycia oraz eliminowania zagrożeń stwarzanych przez efekторы prz. ze względu na materiały niebezpieczne do momentu ich wykorzystania bojowego.

W tym rozumieniu, wykonane badania wykazują potencjał rozwojowy systemu logistycznego efektorów prz. w zakresie systemów kierowania logistyką i dowiązania do sieciocentrycznego systemu dowodzenia. Otwiera to nowe możliwości, które nie dotyczą wyłącznie logistyki efektorów prz. Z całą pewnością wykorzystanie tego potencjału wymagać będzie zapewnienia pozycjonowania środków transportowych i bezpiecznej łączności. Jest to tym samym celem dla procesów technicznych, których zadaniem jest realizacja potrzeb i praktyczne kreowanie bezpiecznych rozwiązań technicznych. Pewne doświadczenia w tym zakresie można zaimplementować wprost ze środowiska cywilnego. Stąd też, artykuł ten

wpisuje się w szersze badania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa łańcucha dostaw materiałów niebezpiecznych, którymi są przecież przeciwlotnicze rakiety kierowane.

Wojskowe Zakłady Uzbrojenia S.A w Grudziądzu przeciwlotnicze zestawy raketowe obsługują od połowy lat 60., także na ten okres datują się ich pierwsze doświadczenia związane z remontami sprzętu do transportu rakiet, które wchodziły w skład przr. naprawianych w WZU S.A. Stąd też, uwzględniając 59 – letnie doświadczenie zakładów z Grudziądza, znajdują się w gronie przedsiębiorstw polskiego przemysłu obronnego, które mają uczestniczyć w tym przedsięwzięciu. Wnioskując na podstawie doniesień prasowych, na bazie WZU S.A. ma powstać hub logistyczny i ulokowana produkcja STZ na podwoziu dostarczanym przez Jelcza, jako jeden z pierwszych elementów produkowanych w Polsce.

Konkludując należy dostrzec, że dla rozwoju systemów logistycznych efektorów przr. szansę stanowi efektywne wykorzystanie doświadczeń wytwórców sprzętu wojskowego w aspekcie rozwoju techniki i technologii.

LITERATURA

defenceworld.net. (2018, 03 19). *Oshkosh Wins Missile Transporters Contract from Qatar, Kuwait*. Pobrano z lokalizacji: http://www.defenseworld.net/news/22177/#.XH0pG_ZFw2x

Gręzicki, M. (2018). *Model zapewnienia bezpieczeństwa wyrobów obronnych w pełnym cyklu ich życia. Rozprawa doktorska*. Warszawa: WAT.

Jelcz Sp. z o.o. (2019, 03 04). *JELCZ 882.53*. Pobrano z lokalizacji [jelcz.com.pl](http://www.jelcz.com.pl/index.php?id=p88253): <http://www.jelcz.com.pl/index.php?id=p88253>

Kamassa, M. (2018, 03 31). *M. Kamassa, Niskokosztowy oręż Wisły. SkyCeptor na drodze do polskiego arsenału*. Pobrano z lokalizacji defence24.pl.

Kiński, A. (2018). Nie tylko do Wisły – samochody transportowo-załadowcze do systemów przeciwlotniczych i WZU S.A. *Wojsko i technika* Nr 12, 23-36.

Kołodziński, E. (2015). Modelowanie systemów bezpieczeństwa. W P. Sienkiewicz, *Inżynieria systemów bezpieczeństwa* (strony 18-40). Warszawa: PWE.

Kosmatka, R. (1998). *Logistyka Wojsk Obrony Przeciwlotniczej Sił Powietrznych, WAT, Warszawa 1998*. Warszawa: WAT.

Krupnik, D., Palczewska, A. i Gręzicki, M. (2016, 05). Wybrane zagadnienia dotyczące transportu materiałów niebezpiecznych (ADR) na przykładzie Wojskowych Zakładów Uzbrojenia S.A., *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* Nr 5/2016, strony 543–560.

Lesiecki, R. (2018, 10 15). *Dodatkowe 1,6 mld zł na modernizację wojska w tym roku*. Pobrano z lokalizacji defence24.pl: <https://www.defence24.pl/dodatkowe-16-mld-zl-na-modernizacje-wojska-w-tym-roku>

Lewandowski, A. (2009). *Wojska obrony przeciwlotniczej SZ RP. Historia, tradycje, współczesność*. Warszawa: Bizzare. Sp. z o.o.

- Mitkow, S. (2015). *Wpływ systemu pozyskiwania sprzętu wojskowego na kształtowanie bezpieczeństwa militarnego Polski w XXI wieku. Rozprawa habilitacyjna.*. Gdynia: AMW.
- Mitkow, S. i Palczewska, A. (2019). Wybrane zagadnienia transportowania pocisków przeciwlotniczych w świetle przepisów ADR. W A. Radomyski, *Wyzwania i rozwój obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. Obronność RP XXI wieku* (pozycja przekazana do druku). Dęblin: LAW.
- MON. (1974). *Samochód transportowo-załadowczy 2T7M. Opis i użytkowanie, MON SSUiE.* Warszawa: Uzbr. 1682/74.
- MON. (1980). *Samochód transportowo-załadowczy 9T217BM2. Opis i użytkowanie.* Warszawa: Uzbr. 2126/80.
- NATO NSO. (2016). *AQAP 2110:2016. Wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości w projektowaniu, rozwoju i produkcji.* Bruksela: NATO HQ.
- Nawrat, J. (2013, 07 16). *Modelowanie zagrożeń i analiza ryzyka – podejście praktyka.* Pobrano z lokalizacji TECH&DEV&SEC – technology, development & security: <https://janusznawrat.wordpress.com/2013/07/16/modelowanie-zagrozen-i-analiza-ryzyka-podejscie-praktyka/>.
- Niziński, S., Ligier, K. i Żurek, J. (2012). *Logistyka dla inżynierów.* Warszawa: WKŁ
- PKN. (2012). *Norma, PKN-ISO Guide 73, Zarządzanie ryzykiem. Terminologia.* Warszawa.
- Sejm RP. (2019). *Ustawa z dnia 25.05.2001 r. o przebudowie i modernizacji technicznej oraz finansowaniu Sił Zbrojnych.* Warszawa: (Dz.U. z 2019 r., poz. 14 t.j.).
- Sienkiewicz, P. (2015). Podstawy inżynierii systemów bezpieczeństwa. W P. Sienkiewicz, *Inżynieria systemów bezpieczeństwa* (strony 9-18). Warszawa: PWE.
- Szymonik, A. (2011 a). *Logistyka w bezpieczeństwie. Zarządzanie bezpieczeństwem, wyd. 2.* Warszawa: Difin.
- UE. (2017-2019). *Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych,* Bruksela: ADR.
- Ustawa. (2011). *Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych* . (Dz. U. Nr 227, poz. 1367, ze zm.).
- Wilewski, K. i Wróbel, T. (2018, 09). Wszystkie dopływy Wisły. *Polska Zbrojna Nr 9/2018,* strony 11-17.
- Zaskórski, P. (2012). *Asymetria informacyjna w zarządzaniu procesami.* Warszawa: WAT.
- Zdrowski, B. (2008). *Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, AON, Warszawa 2002.*. Warszawa: Akademia Obrony Narodowej.
- Żurek, J. (2010). *Modelowanie nadążnych systemów bezpieczeństwa.* Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji.