

Jerzy LEWITOWICZ¹

LOGISTYKA W EKSPLOATACJI STATKU POWIETRZNEGO

W referacie opisano niektóre problemy logistyki w eksploatacji statku powietrznego. Logistyka zabezpiecza potrzeby operacyjne i utrzymywanie zdolności oraz gotowości statków powietrznych. Rozwinięto pojęcie tzw. myślenia logistycznego.

LOGISTICS IN AIRCRAFT MAINTENANCE

In the lecture, the describe problems of logistics systems exploitation of the aircraft. The logistics secure need operation and maintenance and readiness. The thinking logistics has been given.

1. WPROWADZENIE

Logistyka stanowi istotny podsystem eksploatacji statków powietrznych posiada swoją specyfikę. Polega ona na realizacji działań logistycznych umożliwiających użytkowanie samolotów i śmigłowców. Logistyka zabezpieczająca eksploatację wojskowych statków powietrznych o charakterze transportowym, łącznikowym nie różni się od tak zwanej logistyki cywilnej, działającej w każdym lotniczym systemie transportowym. Specyfika logistyki zabezpieczająca eksploatację statków bojowych wyraża się tym, że zabezpiecza znacznie poszerzony zakres usług logistycznych, których potrzeba wynika z działań bojowych (także szkoleniowych). Usługi te muszą zabezpieczyć potrzeby operacyjne i utrzymywania zdolności oraz gotowości statków powietrznych. W działaniach logistycznych posługiwać się należy pojęciem tzw. myślenia logistycznego, które wyraża się w przestrzeganiu zasady gospodarności w symbiozie z zasadą wykonania misji przez elementy systemu (to jest zadań lotniczych realizowane przez statki powietrzne) obsługiwane przez system logistyczny. Gospodarność należy rozumieć jako minimalizację nakładów przy maksymalizacji efektów, mając do dyspozycji określone zasoby logistyczne.

2. EKSPLOATACJA STATKU POWIETRZNEGO

Eksplatacja (eksploatowanie) to zespół celowych działań organizacyjno-technicznych i ekonomicznych ludzi związanych ze statkami powietrznymi (SSP) oraz wzajemne relacje,

¹Instituto Techniczny Wojsk Lotniczych, 01-494 Warszawa ul. Księcia Bolesława 6;
e-mail: jerzy.lewitowicz@itwl.pl

występujące pomiędzy nimi od chwili wdrożenia SSP do użytkowania zgodnie z ich przeznaczeniem, aż do ich likwidacji [13, 11, 20].

Eksploracja statków powietrznych odbywa się w systemach organizacyjnych tworzących lotniczy system transportowy (LST), lotniczy system wojskowy (LSW) lub podobne, mniejsze lub większe. Są to z reguły przedsiębiorstwa lub jednostki wojskowe, w ramach których funkcjonuje system eksploatacji statków powietrznych (SESSP). W takich systemach realizuje się eksploatację statków powietrznych (ESP), tj. użytkowanie czyli realizację operacyjnych zadań lotniczych (OZL), misji lotniczych (ML) w tak zwanym eksploatacyjnym podsystemie użytkowania statku powietrzego (PEUż) oraz utrzymywanie jego zdatności w tak zwanym eksploatacyjnym podsystemie utrzymywania zdatności technicznej i zdatności do lotu statków powietrznych (PEUt).

Pod pojęciem „lotniczy system eksploatacji” (LSE) lub krócej „system eksploatacji” (SE) kryje się potrójne znaczenie:

- a) w odniesieniu do pojedynczego statku powietrzego (SP), który sam w sobie jest systemem technicznym (ST) poddawany zdarzeniom eksploatacyjnym;
- b) w odniesieniu do pojedynczego statku powietrzego z załogą (pilotem), która realizuje OZL lub ML, albo do statku powietrzego i naziemnego personelu utrzymującego jego zdatność – stanowiącego część służby inżynierijno-lotniczej (SIL), które tworzą system antropotechniczny (SA.);
- c) w zastosowaniu do całego przedsiębiorstwa lotniczego LST lub LSW, które składa się ze zbioru statków powietrznych (SSP), zbioru pracowników (ZP) realizujących zadania w przyjętych strukturach organizacyjnych (SO) tworząc razem system bardzo złożony zwany systemem socjotechnicznym (SST).

Wyraźnie trzeba rozróżnić pojęcie eksploatacji pojedynczego obiektu technicznego – statku powietrzego (SP) od eksploatacji grupy obiektów technicznych – statków powietrznych (SSP). Problemy eksploatacji grupy statków powietrznych charakteryzują się zarówno dla inżynierów jak i ekonomistów następującymi cechami:

- długotrwałą działalnością;
- długim okresem osiągania korzyści ekonomicznych i ewentualnie okresowymi stratami;
- kompleksowością czynności, które umożliwiają osiąganie celów stawianych przed systemem lotniczym LST lub LSW.

Realizację zadań w lotniczych systemach osiąga się przez kompatybilność i synchronizację współdziałających ze statkiem powietrznym różnych środków technicznych w określonej kolejności i przewidzianym czasie. Realizacja ta sterowana jest przez odpowiednie struktury kierownicze wykorzystując potencjał systemu logistycznego (L), który stanowi część systemu technicznej eksploatacji statków powietrznych (STESSP) z całą infrastrukturą zabezpieczającą loty.

Ze względu na złożoność działań współczesnych dużych systemów, a także złożoność konstrukcyjną statków powietrznych realizacja procesów eksploatacyjnych przebiega najczęściej w warunkach zakłóceń zewnętrznych i wewnątrz systemowych. Do zakłóceń tych zalicza się: spiętrzenie zadań lotniczych, nieregularność strumienia zakładanych do realizacji zadań SSP, uszkodzenia, awarie, katastrofy (ogólnie wypadki i incydenty lotnicze).

Cel działania eksploatacyjnego i logistycznego definiuje się poprawnie, jeżeli zna się wartość potencjału eksploatacyjnego LST (LSW). Wartość tego potencjału jest funkcją

wielu składowych: liczby sprawnych statków powietrznych (SSP), możliwości technologicznych podsystemu utrzymywania SSP, posiadanych zapasów, czasu służby w systemie reśursowym lub eksploatacji wg stanu technicznego, trwałości rzeczywistej (jakiej de facto nie znamy; posługujemy się trwałością normatywną), potencjału i zasobów logistycznych.

Warunki eksploatacji wyznaczają charakterystyki infrastruktury otoczenia dla podsystemów użytkowania SSP i utrzymywania SSP.

Środki eksploatacji to z jednej strony możliwa minimalna liczba statków powietrznych (SSP) potrzebnych do wykonania zadania lotniczego lub maksymalna liczba SSP, jaką można zadysponować (przedstawić systemowi operacyjnemu) w przypadku maksymalizacji celu zadań.

Przebieg eksploatacji to planowe działanie z uwzględnieniem kolejności, liczby użytkowanych SSP, wynikające z potrzeby wykonywania prac przewidzianych dla danego typu SSP, niezbędnych do utrzymania ich w gotowości z uwzględnieniem fizycznej infrastruktury (narzędzi, pomieszczeń, personelu, zaopatrzenia), które to elementy decydują o gotowości operacyjnej.

Wynik działań eksploatacyjnych powinien być planowany z najwyższą wartością prawdopodobieństwa jego osiągnięcia, z uwzględnieniem takich działań wyprzedzających, jakie zapewnią planowany wynik.

3. SYSTEM LOGISTYCZNY W EKSPLOATACJI STATKÓW POWIETRZNYCH

Potrzeby logistyczne determinuje eksploatacja statku powietrznego, która realizowana jest poprzez podstawowy proces eksploatacyjny użytkowania (w powietrzu) i utrzymywania zdolności (technicznej i lotnej) oraz gotowości (rys. 1).

Pod pojęciem logistyka lotniczego systemu rozumie się naukę i praktykę w zakresie planowania, przygotowania i użycia środków technicznych, osób, energii, informacji i usług, w tym remontowych w celu realizacji zadań eksploatacyjnych lotniczego systemu transportowego (LST) lub lotniczego systemu wojskowego (LSW) [4]. Systemy te mogą realizować misje w formule statycznej, wykonując loty z wyznaczonych, stałych lotnisk lub dynamiczniej wykonując loty z lotnisk stałych albo polowych z przebazowywaniem struktur organizacyjnych i technicznych [1, 3, 9, 12, 12, 15].

Logistyka traktowana w ujęciu systemowym decyduje w poważnym stopniu o niezawodności, gotowości statków powietrznych, bezpieczeństwie lotów i o zrealizowaniu misji lotniczej w założonym czasie. Działania logistyczne realizuje się w oparciu o algorytmy, sprzężenia pomiędzy elementami systemu, planowanie i prognozowanie. Istotą problemu jest wyznaczanie charakteru wartości zmian zmiennych ustalonych i decyzyjnych oraz współczynników względnych ważności.

W logistyce sił powietrznych, w strukturach lotniczych systemów transportowych, obok ogólnych zasad funkcjonują zasady szczegółowe charakterystyczne dla procesów realizowanych przez te systemy. W procesach logistycznych można wyróżnić następujące zasady:

- niepodzielność dowodzenia lub kierowania;
- harmonijność działań w czasie;
- elastyczność zarządzania;
- optymalizację zasobów (ludzkich, technicznych);

- rozśrodkowanie.

Proces budowy systemu logistycznego można podzielić na:

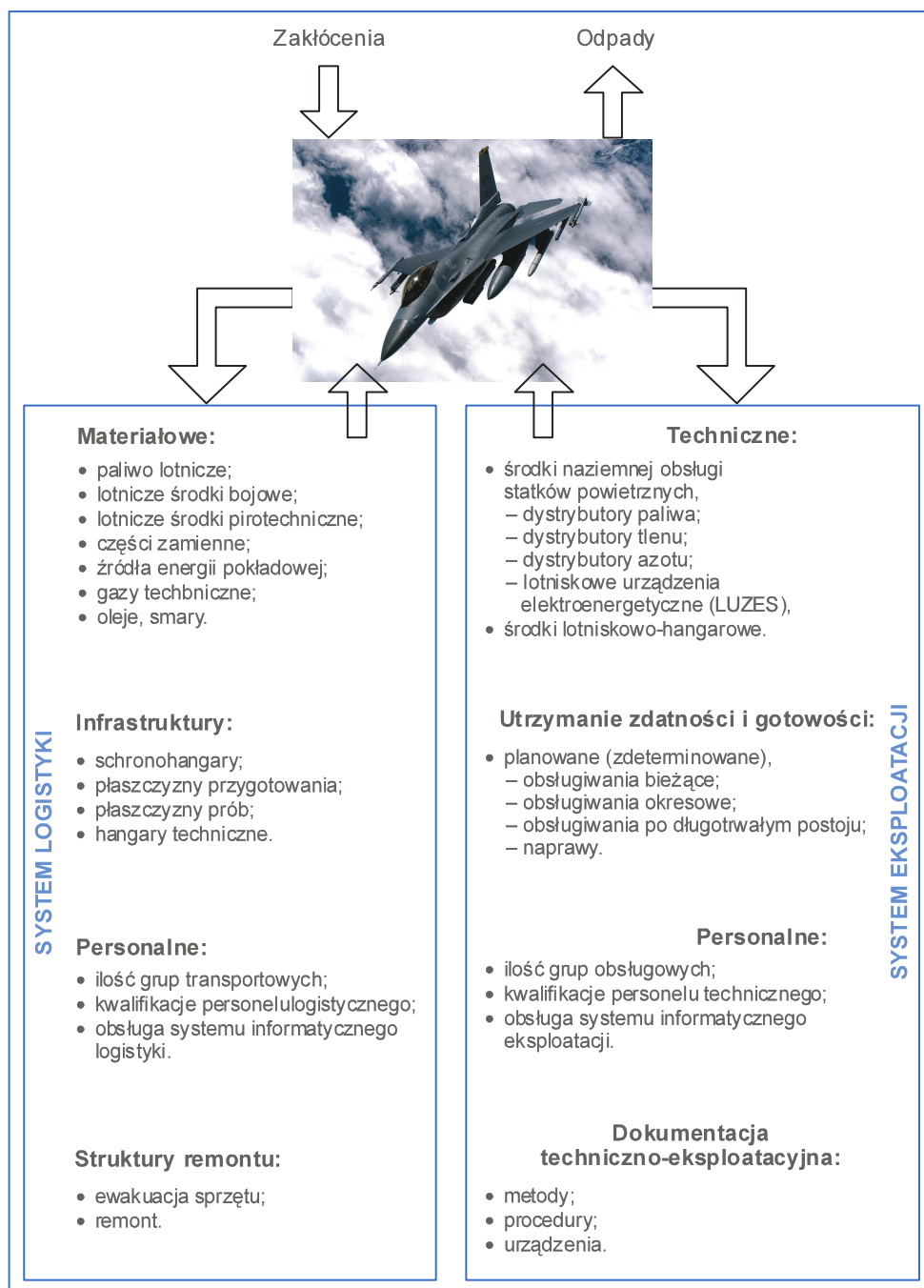
- budowę struktur logistycznych;
- opracowanie procesów logistycznych (realizacyjnych);
- wdrażanie tak zwanego „myślenia logistycznego”.

Myślenie logistyczne wyraża się w przestrzeganiu zasady gospodarności w symbiozie z zasadą wykonania misji przez elementy systemu (to jest zadań lotniczych przez statki powietrzne) obsługiwane przez system logistyczny. Gospodarność należy rozumieć jako minimalizację nakładów przy maksymalizacji efektów, mając do dyspozycji określone zasoby logistyczne.

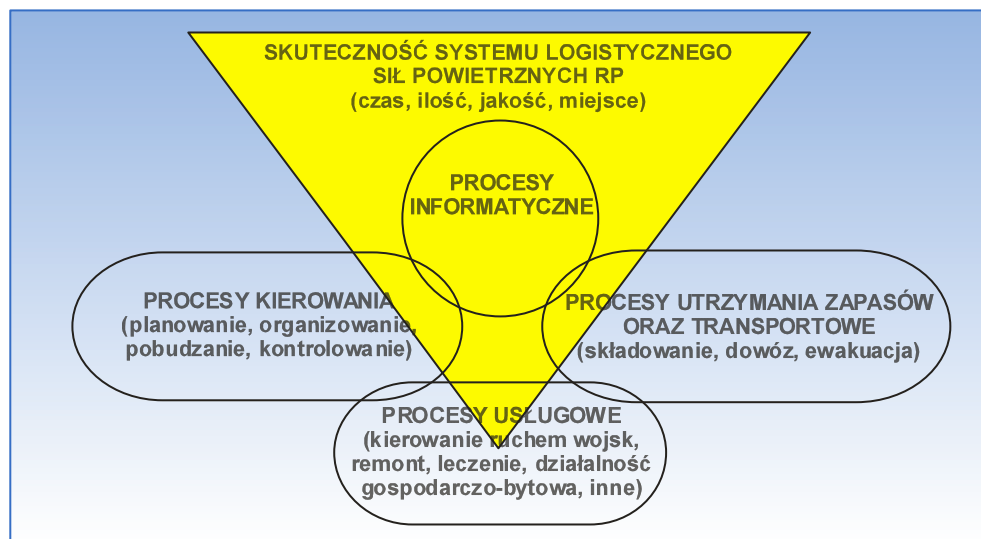
Myślenie logistyczne – powinno być realizowane w oparciu o odpowiednio sprecyzowane kryteria, to jest zasady i reguły dla procesu logistycznego oraz metody, procedury i sposoby ich racjonalizowania.

Logistykę realizuje się przez jednolity proces, na który składają się:

- przedmiot zaopatrywania (materiały, urządzenia, np. statki powietrzne i ich podzespoły, urządzenia naziemnej obsługi itp.);
- czynności (określanie potrzeb, dostawy, rozdział zasobów materiałowych);
- funkcje (organizowanie, planowanie, kontrola).



Rys. 1. Potrzeby logistyczne i eksploatacyjne bojowego statku powietrznego



Rys. 2. Częstkowe procesy logistyki sił powietrznych

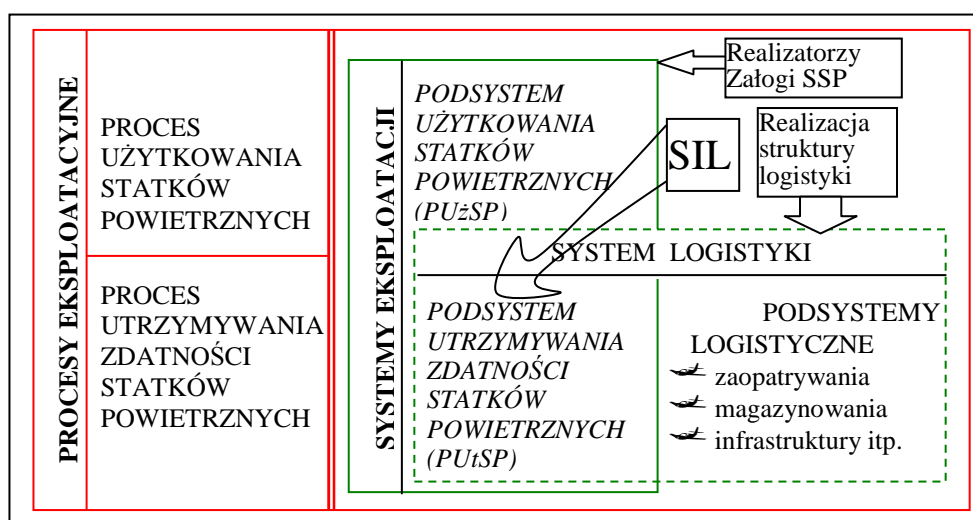
Na rysunku 2 zobrazowano cząstkowe procesy systemu logistycznego dla sił powietrznych, współzależność i wzajemne przenikanie podsystemów eksploatacyjnego statków powietrznych i systemu logistycznego [9].

Logistyka sił powietrznych LSP realizuje następujące wsparcie systemu eksploatacji: techniczne, materiałowe, transportowe, infrastruktury lotniskowej, medyczne i ogólnowojskowe.. Uszczegółowienie powyższych zadań sprowadza się do [5 - 8]:

- projektowania i udoskonalania, pozyskiwania, przechowywania, magazynowania, transportowania, dystrybucji, ewakuacji, wycofywania z eksploatacji, w tym niszczenia środków zaopatrzenia i walki (bojowych);
- przemieszczanie i zabezpieczanie medyczne stanów osobowych;
- pozyskiwanie oraz budowanie, utrzymywanie oraz odtwarzanie gotowości użytkowej wszelkiego rodzaju i typu obiektów oraz urządzeń infrastruktury lotniskowej (hangary, pasy startowe, pola wlotów, systemy elektroenergetyczne, produkcja gazów itp.);
- pozyskiwanie lub świadczenie usług technicznych, remontowych, socjalno-bytowych;
- zapewnienie żywotności środków materiałowych i urządzeń;
- tworzenie zapasów.

Prawidłowy przebieg procesu eksploatacyjnego SSP zapewnia system eksploatacji (SE) powiązany z logistyką (L), która w ostatnich latach uzyskała wielkie znaczenie. Nie rozstrzygnięte są naukowe dywagacje na temat zależności pomiędzy logistyką i eksploatacją.

Systemy eksploatacji i logistyki są systemami, których podsystemy przenikają się. Zostało to zobrazowane na rys. 3. W szczególności wspólnym podsystemem jest podsystem utrzymywania zdolności statków powietrznych (PEUt).



Rys. 3. Struktury systemu eksploatacji statków powietrznych i systemu logistyki w ich wzajemnym przenikaniu

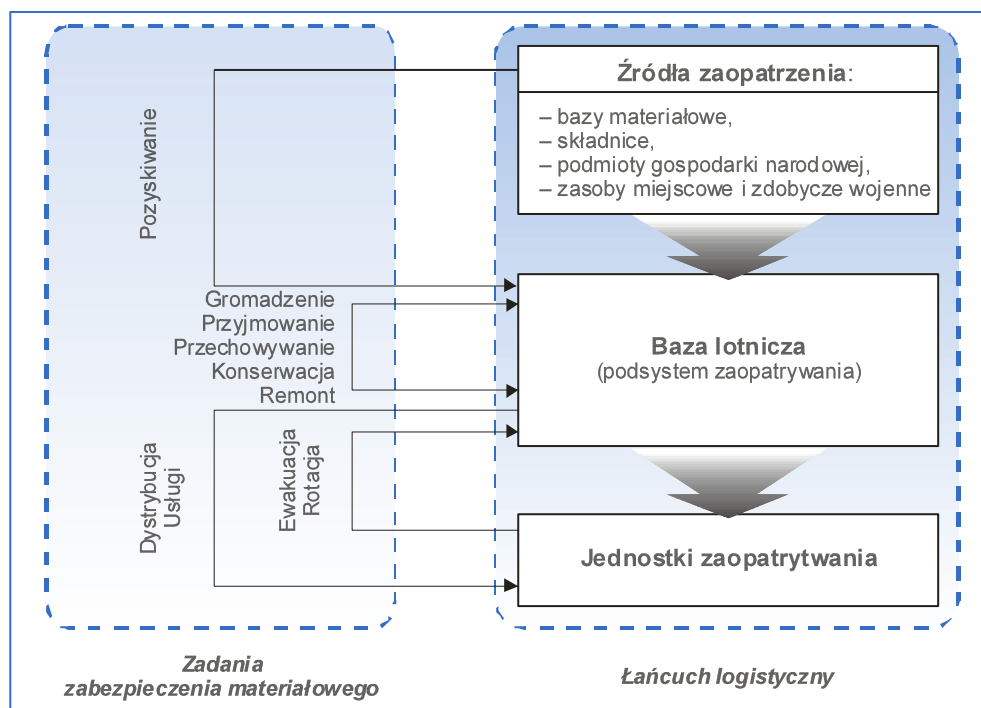
Jednym z elementów organizacyjnych systemu zaopatrzenia logistycznego są bazy logistyczne, które na ogół są usytuowane na terytorium kraju. Mają one limity czasu na dostarczanie materiałów, środków bojowych i urządzeń². Istnieje w tym względzie duża standaryzacja i unifikacja. Państwa NATO przyjęły podział środków materiałowych na klasy (I do V).

Systemy zaopatrzenia w środki bojowe, części zamienne i materiały eksploatacyjne posiadają dużą inercję. Potrzeby w poszczególnych asortymentach są wyznaczone na podstawie statystyki zużycia przy ograniczonym szkoleniu wojsk lub w związku z charakterem oraz nasileniem działań bojowych. Odpowiednie modele symulacyjne pozwalają na przeprowadzanie analizy lub rachunku symulacyjnego oraz przygotowanie dla wielu wariantów zamówień na niezbędne zasoby zależne od okoliczności oraz rodzaju i warunków działania wojsk. Prognozy zużycia zasobów w poszczególnych asortymentach uniemożliwiają zabezpieczenie potencjału produkcyjnego lub przygotowanie strumieni dostaw przez bazy lotnicze. Modele zużycia i rachunek symulacyjny mają niebagatelne znaczenie we wzajemnym dopasowaniu częstości, miejsca i wielkości dostaw w poszczególnych rodzajach i asortymentach zasobów materiałowych oraz części zamiennych dla różnych intensywności działań, a także różnych rodzajów zadań. We

² W Siłach Zbrojnych USA czas dostarczania materiałów i urządzeń z baz głównych do operacyjnych wynosi 23 dni, a z baz operacyjnych dostarcza się części zamienne w 1–2 dni.

wszystkich tych działaniach należy uwzględniać ryzyko przedsięwzięcia w kontekście niepewności osiągnięcia zakładanego efektu [4, 19].

Powyższe zadania realizują bazy lotnicze, których modelowe usytuowanie przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Umiejscowienie bazy lotniczej w strukturze łańcucha logistycznego [10]

4. WSKAŹNIKI LOGISTYCZNE BAZY

Optymalna jest sytuacja, kiedy poziom wydolności logistycznej nieznacznie przewyższa łączne maksymalne potrzeby odbiorców. Stan taki pozwala na realizację wszystkich nakazanych zadań logistycznych, ponadto dopuszcza manewr czasoprzestrzenny w potencjale logistycznym bazy, bez wpływu na jakość zabezpieczenia logistycznego [15, 17].

Dokonanie oceny bazy lotniczej, w aspekcie wydolności zabezpieczenia materiałowego, opiera się na wskaźniku zaspokojenia potrzeb odbiorców (W_{zm}) [9]:

$$W_{zmk} = \frac{M_k}{P_{nk} + P_{wk}} \quad (1)$$

gdzie: W_{zmk} – wskaźnik zaspokojenia potrzeb odbiorców w zakresie k -tego asortymentu środków;
 M_k – możliwości bazy lotniczej w zakresie realizacji zaopatrzenia w k -ty asortyment środków;
 P_{nk} – potrzeby zaopatrywanych jednostek w zakresie k -tego asortymentu środków, określone równaniem:

$$P_{nk} = \sum_{i=1}^n P_{ik} \quad (2)$$

w którym n określa liczbę jednostek zaopatrywanych w dany asortyment, zaś P_{ik} – potrzeby i -tej jednostki w zakresie k -tego asortymentu; P_{wk} – potrzeby własne bazy lotniczej w zakresie k -tego asortymentu środków.

Obliczenie wartości wskaźników poprzedzone być musi określeniem potrzeb dla każdej zaopatrywanej jednostki (również potrzeb własnych bazy lotniczej) oraz określeniem możliwości bazy lotniczej dotyczącej zaopatrywania.

Określając potrzeby poszczególnych jednostek, zaopatrywanych przez bazę lotniczą, należy uwzględnić następujące czynniki:

- posiadany potencjał (siły i środki);
- rodzaj wykonywanych zadań (działań);
- natężenie działań;
- oddziaływanie przeciwnika (w warunkach wojny).

Sprawność funkcjonowania bazy przekłada się na możliwość wykonania zadań przez jednostki operacyjne sił powietrznych, zaopatrywane przez tę bazę. Istotne jest więc, aby baza lotnicza była tak wydolna, by mogła zaspokoić potrzeby materiałowe wojsk w zakresie, który umożliwi efektywne i nieskrępowane wykorzystanie ich potencjału.

W aspekcie wykonawczym podstawą do osiągania odpowiednich (to znaczy pozytywnych) wyników działań logistycznych są plany (planowanie) na każdym szczeblu organizacyjnym. Jedną z zaawansowanych metod odpowiedniego planowania jest metoda PATTERN³. Metodę tę adaptował do zadań logistycznych B. Bis [2].

5. PROCES ZASILANIA STATKÓW POWIETRZNYCH

Potrzeby logistyczne systemu eksploatacji, dla sprawnego i efektywnego działania, wymagają zasileń logistycznych, które realizuje się poprzez tak zwane łańcuchy dostaw logistycznych (krócej: łańcuchy logistyczne). Łańcuchy logistyczne realizują proces dostaw, rozpoczynają się u dostawcy, a kończą na dostarczeniu materiałów i usług na

³ PATTERN – skrót (ang.) „*Planning Assistance Through Technical Evolution of Relevance Numbers*” – „Wspomaganie planowania przez względne współczynniki oceny technicznej”.

stanowiska przygotowywania statku powietrznego do wylotu lub na stanowiska utrzymywania jego zdolności technicznej [1, 2, 3].

Proces zasilania statków powietrznych jest to zespół przedsięwzięć związanych z dostarczeniem do stanowisk obsługowych niezbędnych środków materiałowych (części zapasowe, ogumienie lotnicze i wyroby gumowe, lotnicze środki bojowe, materiały pędne i smary, gazy techniczne, itp.) oraz sprzętu technicznego (urządzenia do produkcji i dystrybucji tlenu lotniczego i gazów technicznych, urządzenia do dystrybucji paliwa lotniczego, holowniki i środki transportowe, urządzenia do wytwarzania, przetwarzania i akumulacji energii elektrycznej itp.).

Powoduje to konieczność gromadzenia i utrzymywania odpowiednich zapasów środków materiałowych. W związku z tym niezbędne jest posiadanie informacji o rzeczywistych potrzebach posiadanie tych środków oraz o możliwych wielkościach ich zużycia. Wszelkie przepływy środków materiałowych odbywają się w logistycznych łańcuchach dostaw.

Dynamiczne działanie systemów lotniczych na różnych lotniskach wymaga znacznej intensyfikacji działań logistycznych w porównaniu do działań lotnictwa z macierzystego lotniska. Można wyróżnić trzy podstawowe sytuacje działań logistycznych:

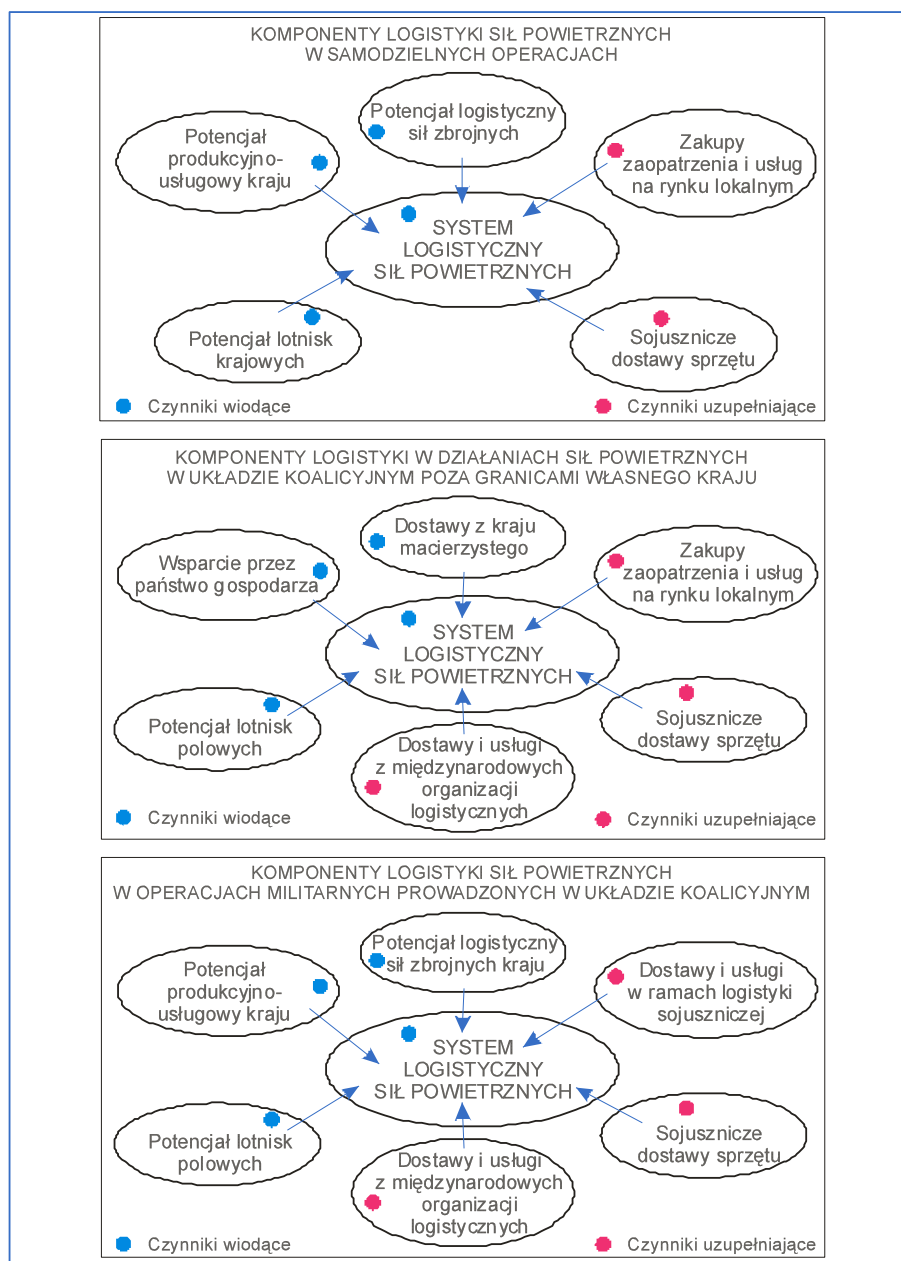
- działania logistyczne w samodzielnych operacjach sił powietrznych;
- działania logistyczne dla sił powietrznych w operacjach militarnych prowadzonych w układzie koalicyjnym na terenie własnego kraju;
- działania logistyczne dla sił powietrznych w operacjach militarnych prowadzonych w układzie koalicyjnym poza granicami własnego kraju.

Podstawowe składowe i elementy systemu logistycznego wymienionych przypadków przedstawiono na rys. 5.

Zasady i procedury przygotowania i wsparcia wojsk sojuszników (NATO) przez państwo - gospodarza reguluje system HNS⁴ i system SN⁵ [6, 7, 8, 11, 19].

⁴ HNS – ang. Host Nation Support (Wsparcie przez państwo – gospodarza – przypis J.L).

⁵ SN – ang. Sending Nation (państwo wysyłające siły zbrojne – przypis J.L).



Rys. 5. Podstawowe schematy działań logistycznych w różnych układach operacji sił powietrznych: a – prowadzonych samodzielnie; b – prowadzonych poza granicami własnego kraju; c – prowadzonych w układzie koalicyjnym

W regulacjach HNS i SN szczególną rolę przypisuje się systemom transportowym, które realizują zadania wsparcia działań [14].

6. GOTOWOŚĆ SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Ważnym zagadnieniem jaki musi rozwiązywać decydet systemu logistyki jest gotowość tego systemu do zrealizowania określonych zadań w wyznaczonym czasie [10, 16, 18].

Nieodpowiednie zabezpieczenie logistyczne, nieterminowy remont powodują przestoje statków powietrznych i zmianę wskaźnika gotowości operacyjnej G_{op} :

$$G_{op} = \frac{MFHBF}{MFHBF + MTTR + MLDT} \quad (3)$$

gdzie: $MFHBF$ – średni nalot statków powietrznych między uszkodzeniami;
 $MTTR$ – średni czas trwania odnowy stanu technicznego statku powietrznego;
 $MLDT$ – średni czas przestoju statków powietrznych spowodowany nieodpowiednim (nieterminowym) zabezpieczeniem logistycznym.

Gotowość operacyjna systemu logistyki G_{SL} w ogólnym przypadku może być wyznaczana jako iloczyn gotowości operacyjnych jego podsystemów G_i

$$G_{SL} = \sum_{i=1}^N G_i \quad (4)$$

Każdy z omawianych podsystemów złożony jest ze zbioru poszczególnych urządzeń technicznych, stanowisk, zespołów ludzkich. Poszczególne elementy podsystemów złożone są z podmiotu działania – człowieka lub zespołu ludzi (ekip specjalistów), z pośrednika działania – urządzenia lub urządzeń pośredniczących oraz z przedmiotu działania reprezentowanego przez zadanie przydzielone danemu stanowisku. Uwzględniając poszczególne stanowiska podsystemów ich gotowość operacyjna opisana jest zależnością:

$$G_o = G_S \cdot G_U \quad (5)$$

gdzie:

G_S - gotowość operacyjna ekipy specjalistów,
 G_U - gotowość operacyjna urządzeń pośredniczących.

W zależności od struktury, jaką są sprzężeni poszczególni specjaliści w ekipie oraz urządzenia pośredniczące, ich gotowość operacyjna wyznaczana jest według następujących wzorów:

1) Gotowość operacyjna ekipy specjalistów, w której n specjalistów tworzy strukturę szeregową:

$$G_S^{(1)} = \prod_{i=1}^n g_i \quad (6)$$

gdzie:

g_i - dyspozycyjność pojedynczego specjalisty w ekipie,
 n - ilość specjalistów w ekipie.

2) Gotowość operacyjna ekipy specjalistów, w której specjaliści tworzą strukturę progową typu k z n :

$$G_S^{(1)} = \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} \cdot g^i \cdot (1-g)^{n-i} \quad (7)$$

gdzie:

g - dyspozycyjność uśrednionego specjalisty w ekipie,
 n - ilość specjalistów w ekipie,
 k - próg gotowości ekipy specjalistów do działania, tzn. minimalna niezbędna ilość specjalistów w ekipie umożliwiająca działanie.

7. PODSUMOWANIE

Rozwiązując zadania logistyki i eksploatacji statków powietrznych w tym sił powietrznych, ogólniej lotniczych systemów, należy dostrzec celowość podporządkowania struktur i przedsięwzięć zwanych logistycznymi strukturze i przedsięwzięciom eksploatacyjnym. Tylko przedsięwzięcia eksploatacji techniki lotniczej (cywilnej, wojskowej – bojowej) zapewnić mogą sukces. Oczywiście przy zrealizowaniu w pierwszej kolejności materiałowo-technicznego zabezpieczenia tej techniki za pomocą struktur logistycznych.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bairsto N.: *Transforming defense air logistics the impacts o fair transformation on R&M*. Proc. Military Aviation Repair and Maintenance, London 2005.
- [2] Bis B.: *Uwarunkowania taktyczne racjonalizacji procesów zabezpieczenia eksploatacji sprzętu logistycznego*. II Konferencja Eksploatacji Techniki Wojskowej, Kielce 2000.
- [3] Brzeziński M.: *Uwarunkowania rozwoju logistyki wojskowej*. Systemy Logistyczne Wojsk, nr 31, 2006.
- [4] Bukowski L.: *Ocena niepewności w systemach logistycznych*. IX Konferencja Logistyki Stosowanej, Zakopane 2005.
- [5] Drażczyk W.: *Logistyka sił powietrznych w teorii NATO*. PWLiOP⁶, Z.6, 1998.
- [6] Drażczyk W.: *Ogólne założenia organizacji logistyki Sił Powietrznych RP do działań poza obszarem kraju*. Cz. 1, PWLiOP, Z.8, 2002.
- [7] Drażczyk W.: *Ogólne założenia organizacji logistyki Sił Powietrznych RP do działań poza obszarem kraju*. Cz. 2, PWLiOP, Z.10, 2002.

⁶ PWLiOP – Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej.

- [8] Drażczyk W. *Ogólne założenia organizacji logistyki Sił Powietrznych RP do działań poza obszarem kraju*. Cz. 3, PWLiOP, Z.12, 2002.
- [9] Dygnatowski S., Mitkow S.: *Standardy NATO we wzajemnym obsłudzywaniu statków powietrznych*. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej Nr 4(2007), Oficyna wydawnicza TEXT, Kraków 2007.
- [10] Kustroń K., Lewitowicz J.: *Logistyka lotniczego systemu*. Mat. VIII Konferencji Logistyki Stosowanej, Zakopane 2004.
- [11] Lewitowicz J.: *Computer support of the practice and science of operations and maintenance of the means of transport as adopted to aircraft*. 13th International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport, Zakopane 2009.
- [12] Lewitowicz J.: *Logistyka wojskowego systemu eksploatacji statków powietrznych*. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej Nr 4(2007), Oficyna wydawnicza TEXT, Kraków 2007.
- [13] Lewitowicz J.: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. T. 3. Systemy eksploatacji statków powietrznych. Wyd. ITWL, Warszawa 2006.
- [14] Lewitowicz J.: *Ryzyko w logistyce*. IX Konferencja Logistyki Stosowanej, Zakopane 2005.
- [15] Lewitowicz J., Żyłuk A.: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. T. 5. Techniczna eksploatacja statków powietrznych. Wyd. ITWL, Warszawa 2009.
- [16] Nowakowski T., Werbińska S.: *Zagadnienie oceny gotowości systemu logistycznego*. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej Nr 4(2007), Oficyna wydawnicza TEXT, Kraków 2007.
- [17] Ungiert D.: *Ocena możliwości bazy lotniczej w zakresie realizacji zabezpieczenia materiałowego*. WPLiOP, Z. 4, 2000.
- [18] Werbińska S.: *Model niezawodności systemu wsparcia logistycznego*. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej Nr 5(2008), Oficyna wydawnicza TEXT, Kraków 2008.
- [19] Wierzbicki Z.: *Cechy systemu logistycznego sił powietrznych państw NATO*. PWLiOP, Z. 12, 1994.
- [20] Żurek J., Dygnatowski S.: *Analiza procesu eksploatacji statku powietrznego w aspekcie efektywności*. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej Nr 4(2007), Oficyna wydawnicza TEXT, Kraków 2007.



Prof. J. Lewitowicz jest pracownikiem ITWL. Główne zainteresowania naukowe obejmują rozwój najnowszej techniki wojskowej, w tym w szczególności lotniczej, budowa i eksploatacja samolotów i śmigłowców ze szczególnym uwzględnieniem diagnostyki technicznej i logistyki. W dorobku naukowym posiada ponad 400 publikacji naukowych; autor lub współautor 19 książek (m.in.): *Problemy badań i eksploatacji techniki lotniczej*, sześć tomów (1993-2006), *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*, pięć tomów (2001-2009), opracował ponad 400 opinii i recenzji naukowych, uczestnik ponad 120 konferencji naukowych i technicznych z czynnym udziałem.