

Joanna JASIŃSKA¹, Joanna WÓJCIK², Włodzimierz KOSIŃSKI², Dorota KRUPNIK¹

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny
Zakład Systemów Jakości i Zarządzania
ul. Nowowiejska 26, 02 – 010 Warszawa,
joanna.jasinska@zsjz.pl

^{2,3} Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
ul. Księcia Bolesława 6, 01-494 Warszawa
joanna.wojcik@itwl.pl
wlodzimierz.kosinski@itwl.pl

MODEL PROCESOWY SZACOWANIA RYZYKA BADAŃ STATKÓW POWIETRZNYCH

Streszczenie:

W artykule przedstawiono model procesowy szacowania ryzyka w poszczególnych procesach realizacji badań statków powietrznych. Prawidłowe wykonanie badań rzutuje na zachowanie zasad bezpieczeństwa podczas eksploatacji SP oraz optymalizację czasu, metod, zasobów ludzkich i infrastruktury. Wykorzystanie takiego modelu zapewnia skuteczną i efektywną realizację badań, ogranicza liczbę błędów i zapobiega wystąpieniu zagrożeń poprzez wdrożenie zaplanowanych działań.

Słowa kluczowe: ryzyko, szacowanie ryzyka, proces

WPROWADZENIE

Dopuszczenie statków powietrznych (SP) do eksploatacji jest możliwe po przeprowadzeniu badań i sprawdzeniu przewidywanego zakresu użytkowania na zgodność z przepisami budowy SP, założeniami taktyczno – technicznymi (ZTT) i warunkami technicznymi (WT). Programy badań SP zawierają założenia merytoryczne i organizacyjne w zakresie realizacji badań naziemnych jak i w locie. Badania naziemne obejmują następujące etapy [4, 5, 8] m.in.:

- sprawdzenie dokumentacji SP,
- sprawdzenie ukończenia SP i urządzeń obsługi,
- sprawdzenie danych geometrycznych SP i danych regulacyjnych sterowania,
- ważenie i wyznaczenie położenia środka masy,
- badanie instalacji i wyposażenia,
- sprawdzenie niezawodności,
- sprawdzenie podatności obsługowej zespołów i układów (instalacji).

Po wykonaniu oblotu wykonywane są badania m.in.:

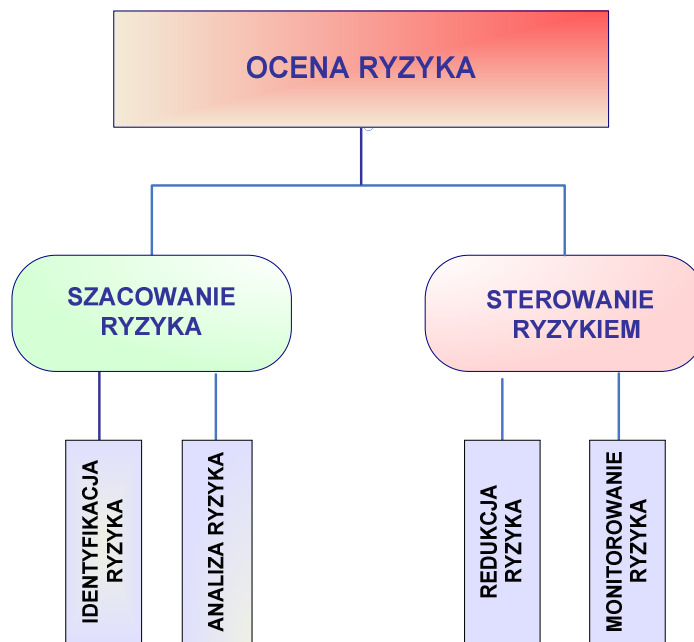
- stateczności i sterowności oraz warunków kołowania,
- osiągow,
- własności lotnych:
- specjalne (np. drgań i buffetingu, wytrzymałości samolotu),

- zespołu napędowego,
- instalacji i wyposażenia,
- uzbrojenia.

Programy badań obejmują wiele złożonych procesów realizacja, których jest uwarunkowana wieloma czynnikami i aspektami. Dlatego konieczne stało się opracowanie modelu zapewniającego ocenę skuteczności planowania i realizacji badań SP poprzez wdrożenie działań minimalizujących ryzyko.

1. ISTOTA SZACOWANIA RYZYKA BADAŃ STATKÓW POWIETRZNYCH (SP)

Szacowanie i sterowanie ryzykiem są podstawowymi elementami zarządzania ryzykiem (rys. 1).



Rys.1. Model zarządzania ryzykiem.

Źródło [3].

Zarządzanie ryzykiem należy traktować jako proces ciągły, wymagający zbierania danych, analizy i oceny ryzyka w całym procesie realizacji badań. W tym kontekście tak ważne jest podejście systemowe polegające na określeniu zasad postępowania przy identyfikacji, analizie, monitorowaniu i redukowaniu ryzyka, realizowanych zgodnie z cyklem Deminga [11, 12].

Najtrudniejszym procesem w zarządzaniu ryzykiem jest właściwa identyfikacja zagrożeń, źródeł ich przyczyn i korelacji pomiędzy różnymi aspektami ryzyka. Określenie zagrożeń jest punktem krytycznym całej oceny ryzyka a zarazem świadczy o efektywności i skuteczności działań. Świadomość istniejących i potencjalnych zagrożeń zapewnia większą swobodę działania oraz sprzyja podejmowaniu decyzji o realizacji przedsięwzięć obarczonych ryzykiem.

Projekt badań nowych konstrukcji SP i trafność opracowania programu badań oraz właściwe ich przeprowadzenie warunkuje bezpieczeństwo eksploatacji oraz pozwala unikać zagrożeń związanych z wypadkami lotniczymi. Dlatego konieczne jest prześledzenie i ocena programu badań pod kątem:

- liczby wprowadzanych zmian, ich rodzaju oraz wpływu na realizację badań,
- terminów realizacji,
- liczby zaangażowanego personelu,
- liczby wykonywanych lotów,
- liczby powtórzeń badań, wynikających z:
 - niewłaściwego przygotowania SP,
 - nieodpowiednich warunków klimatycznych,
 - niedotrzymania reżymów badań,
 - braku synchronizacji programu badań,
 - nie przygotowania personelu,
 - niewłaściwej kolejności badań,
- opóźnień związanych z nieprzewidywanymi przerwami w badaniach,
- niekorzystnego oddziaływania badań SP na środowisko naturalne,
- kosztów realizacji.

Badania przydatności nowych rozwiązań konstrukcyjnych SP, sprawdzanie parametrów technicznych SP w zakresie użytkowania, obarczone jest ryzykiem. Dlatego konieczne jest opracowanie mechanizmów zapobiegających jego wystąpieniu.

Dla potrzeb analizy problemu przedstawionego w artykule, ryzyko zdefiniowano jako iloczyn wartości skutku zagrożenia i prawdopodobieństwa jego wystąpienia (1) [9].

$$R = S \cdot P \quad (1)$$

gdzie:

R – SD wartość ryzyka,

S – wartość skutku zagrożenia,

P – wartość prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia.

Analizując wartości składowe ryzyka konieczne jest rozważenie obszarów wpływających na realizację badań. Do nich można zaliczyć [1]:

- terminowość wykonania założonego harmonogramu badań,
- dobór metod badawczych, personelu i aparatury,
- bezpieczeństwo wykonywania badań (badania flatterowe),
- uzyskanie negatywnego wyniku badań (niespełnienie wymagań założeń taktyczno – technicznych i/lub przepisów budowy SP, niesprawność aparatury pomiarowej, itp.)
- niespełnienie wymagań niezawodnościowych i obsługowych,
- konieczność powtarzania badań,
- koszty negatywnego wpływu na środowisko.

Szacowanie ryzyka (R) przez ekspertów jest bardzo ważnym procesem wspomagającym planowanie i realizację badań. Wymaga od nich doświadczenia z różnych dziedzin oraz znajomości zagadnień techniczno-technologicznych związanych z badaniem oraz samym SP oraz umiejętności organizacyjno-zarządczych. W tablicy 1 przedstawiono zakres wartości, w jakich dokonywano analizy prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i ich skutków.

Tablica 1. Kryteria oceny ryzyka w badaniach SP

Skutek oddziaływania zagrożenia	1	0	0,25	0,5	0,75	1
	0,75	0	0,187	0,375	0,562	0,75
	0,5	0	0,125	0,25	0,375	0,5
	0,25	0	0,062	0,125	0,187	0,25
	0	0	0	0	0	0
		0	0,25	0,5	0,75	1
Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia						

Źródło [6]

Poziom wartości 0,75 – 1 oznacza ryzyko wysokie, co w praktyce przekłada się na wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia lub istotny skutek zagrożenia. Taka sytuacja może być spowodowana problemami z terminowością realizacji, koniecznością powtarzania badań, niesprawności SP.

Ryzyko średnie w zakresie wartości od 0,375 do 0,562 dotyczy dużego prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i umiarkowanego znaczenia skutków jego oddziaływania. Najczęściej identyfikuje się je w przypadku niestabilnych warunków pogodowych lub drobnych przesunięć w harmonogramie badań.

Niski poziom ryzyka (0 - 0,25) występuje w przypadku małego prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i nieistotnej wartości skutku jego oddziaływania. Ma to miejsce najczęściej, gdy zagrożenia nie mają wpływu na realizację badań SP.

W odniesieniu do przyjętych kryteriów akceptacji, uzależnionych od możliwości wykonania badań SP oraz od wpływu na bezpieczeństwo lotów i niezawodność w eksploatacji, wyniki z szacowania ryzyka determinują podjęcie decyzji o [2, 3]:

- realizacji badań bez podejmowania działań redukujących, ponieważ zidentyfikowane zagrożenia nie wpływają na prawidłowe funkcjonowanie procesów badawczych,
- realizacji badań po przeprowadzeniu redukcji wartości ryzyka do poziomu akceptowalnego.

2. MODEL PROCESOWY SZACOWANIA RYZYKA

Struktura modelu szacowania ryzyka w badaniach SP powinna uwzględniać:

- badania symulacyjne,
- identyfikację procesów,
- planowanie i przebieg badań,
- organizację badań w locie,
- dobór i dostępność aparatury pomiarowej,
- obsadę zespołów badawczych.

Analizując problematykę szacowania ryzyka w badaniach SP wykorzystano teorię zarządzania procesowego, w oparciu o którą wyodrębniono trzy procesy:

- planowanie badań- α ,

- realizację badań - β ,
- zakupy związane z badaniami - γ .

Skuteczność i optymalizacja wykonania badań uzależniona jest od wielu aspektów, dlatego w każdym procesie ryzyko było oceniane w następujących aspektach - tablica 2:

- dokumentacyjnym (R_D) – zapewnienie kompletności dokumentacji pod kątem formalno-prawnym, konstrukcyjnym, badawczym i eksploatacyjnym;
- terminowym (R_C) – realizacja badań w założonym czasie,
- technicznym (R_T) – zachowanie wymaganych parametrów SP oraz spełnienia wymagań niezawodnościowych i obsługowych, w tym awaryjności SP w stosunku do określonych wymagań,
- kompetencyjnym (R_K) – zagwarantowanie wykwalifikowanego personelu latającego, członków zespołu badawczego, kierownika badań, technicznego i analizującego wyniki badań,
- kosztowym (R_W) – wykonanie badań w zaplanowanych kosztach.

Tablica 2. Szacowanie ryzyka procesach realizacji badań w zależności od aspektu

Aspekty ryzyka	Procesy		
	Planowanie	Realizacja	Zakupy
dokumentacyjny	$R_D^\alpha = S_D^\alpha \cdot P_D^\alpha$	$R_D^\beta = S_D^\beta \cdot P_D^\beta$	$R_D^\gamma = S_D^\gamma \cdot P_D^\gamma$
terminowy	$R_C^X = S_C^X \cdot P_C^X$	$R_C^\beta = S_C^\beta \cdot P_C^\beta$	$R_C^\gamma = S_C^\gamma \cdot P_C^\gamma$
techniczny	$R_T^X = S_T^X \cdot P_T^X$	$R_T^\beta = S_T^\beta \cdot P_T^\beta$	$R_T^\gamma = S_T^\gamma \cdot P_T^\gamma$
kompetencyjny	$R_K^X = S_K^X \cdot P_K^X$	$R_K^\beta = S_K^\beta \cdot P_K^\beta$	$R_K^\gamma = S_K^\gamma \cdot P_K^\gamma$
kosztowy	$R_W^X = S_W^X \cdot P_W^X$	$R_W^\beta = S_W^\beta \cdot P_W^\beta$	$R_W^\gamma = S_W^\gamma \cdot P_W^\gamma$

Źródło: opracowanie własne.

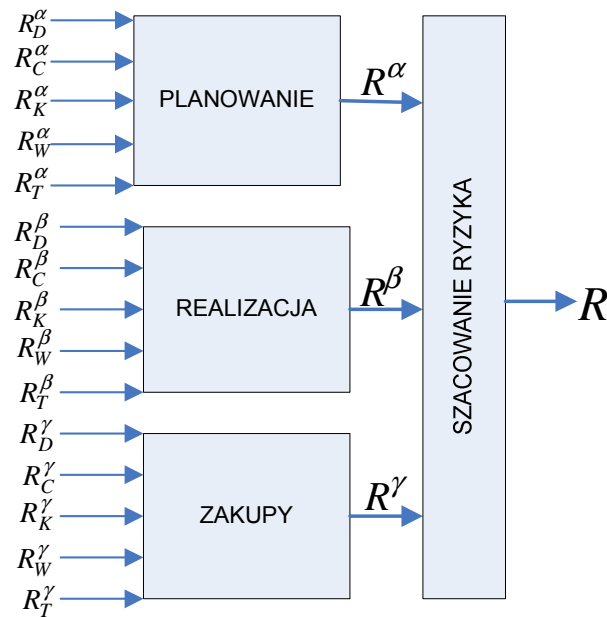
W odniesieniu do definicji procesu, jako zbioru działań wzajemnie powiązanych, które przekształcają wejścia w wyjścia [10], w zaproponowanym modelu, wejściami są oceny cząstkowe ryzyka w poszczególnych aspektach, które przekształcane są w ocenę całościową ryzyka badania (wyjście z procesu) – rys. 1.

Wartość ryzyka R dla całego procesu badawczego jest funkcją ryzyk określonych w procesach planowania R^α , realizacji R^β i zakupów R^γ .

$$R = f(R^\alpha, R^\beta, R^\gamma) \quad (2)$$

gdzie:

- R^α – wartość ryzyka w procesie planowania,
- R^β – wartość ryzyka w procesie realizacji badań,
- R^γ – wartość ryzyka w procesie zakupów.



Rys. 1. Model szacowania ryzyka w badaniach SP

Ryzyka w procesach planowania, realizacji badań i zakupów są natomiast funkcjami cząstkowych ryzyk wyznaczonych dla poszczególnych aspektów. Można to zapisać formułami (3), (4) i (5):

- dla procesu planowania

$$R^\alpha = f(R_D^\alpha, R_C^\alpha, R_T^\alpha, R_K^\alpha, R_W^\alpha) \quad (3)$$

- dla procesu realizacji badań

$$R^\beta = f(R_D^\beta, R_C^\beta, R_T^\beta, R_K^\beta, R_W^\beta) \quad (4)$$

- dla procesu zakupów

$$R^\gamma = f(R_D^\gamma, R_C^\gamma, R_T^\gamma, R_K^\gamma, R_W^\gamma) \quad (5)$$

W podejściu procesowym ważne jest nie tylko zidentyfikowanie procesów i działań w nich zachodzących, ale też określenie wzajemnych powiązań między nimi. Procesy planowania, realizacji i zakupów są istotnymi elementami badań SP. Ich powiązania oraz oddziaływanie wpływają na końcową ocenę.

Planowanie ma na celu opracowanie programu prób i badań oraz harmonogramu. Program uwzględnia działania i czynniki, jakie mogą mieć wpływ na realizację badań. Pod tym kątem szczegółowo analizuje się:

- rzetelność wyników wcześniejszych badań (badań wstępnych i badań naziemnych),
- awaryjność obiektu badań,
- możliwość eksploatacji (obsługi i użytkowania) obiektu badań zgodnie z parametrami technicznymi i czasowymi określonymi w dokumentacji technicznej,
- dostępność środków zabezpieczenia logistycznego,
- poziom wykształcenia członków zespołu badawczego (kierownika badań, personelu latającego, technicznego i analizującego wyniki badań),

- potrzebę zaznajomienia się personelu latającego z niektórymi, specyficznymi własnościami lotnymi statku powietrznego poprzez wykonanie dodatkowych lotów szkoleniowych,
- sprawność i dokładność wyposażenia pomiarowego i badawczego,
- warunki klimatyczne i geograficzne prowadzenia badań (wyznaczonego lotniska i rejonu badań) ze względu na położenie geograficzne i strukturę warunków atmosferycznych występujących w planowanym okresie realizacji zadań;
- możliwość realizacji zadań z zakładaną intensywnością (odpowiednia liczebność obiektów badań i personelu niezbędnego do ich eksploatacji),
- kolejność realizacji zadań w procesach przy założonej niezbędnej liczbie lotów próbnych,
- negatywny wpływ badań na środowisko.

Szczegółowy zakres i przebieg realizacji programu prób i badań zawarty jest w harmonogramie określającym:

- liczbę dni niezbędnych do wykonania badań,
- liczbę lotów próbnych,
- kolejność realizacji procesów i zadań, lotów w zadaniach oraz warunki, jakie należy spełnić, aby przystąpić do realizacji kolejnego procesu, zadania i lotu,
- terminy obsługi bieżących, okresowych i specjalnych SP,
- liczbę lotów dodatkowych ze względu na zmiany meteorologiczne bądź spowodowanymi błędami personelu technicznego i naziemnego oraz członków załogi.

Od jakości planowania zależy terminowość wykonania badań i zmniejszenie liczby ich powtórzeń, co przekłada się na optymalizację kosztów.

Proces realizacji badań wymaga opracowania metodyk prowadzenia badań oraz dokumentowania wyników analizy. Metodyka badań odwołuje się do ZTT, WT, Norm Obronnych na dostawę sprzętu lotniczego, przepisów budowy statków powietrznych np. AP - 970, NLGS, NLGW, FAR, JAR, MIL, itp. [1].

W realizacji badań szczegółowo rozpatrywane są:

- wskaźniki i zależności liczbowe,
- warunki i tryb wykonywania badań,
- wyniki badań,
- wyposażenie materiałowo-techniczne i bojowe,
- warunki organizacji badań.

Potrzeby zakupowe identyfikowane są na etapie planowania i realizowane zgodnie z programem i harmonogramem badań. W dużym stopniu prawidłowość szacowania ryzyka w badaniach SP warunkuje zapewnienie dostaw „just in time”, czyli jak najefektywniejszego wykorzystania dostępnych środków oraz minimalizacji kosztów i czasu przeznaczonych na realizację procesów.

PODSUMOWANIE

Opracowanie procesowego modelu jest niezbędne do uporządkowanego i sprawnego szacowania ryzyka w badaniach SP. Zapewnienie bezpieczeństwa lotów i efektywności badań wymaga zastosowania skutecznych mechanizmów przeciwdziałających powstawaniu ryzyka oraz pełnej świadomości wystąpienia zagrożeń związanych z m.in.:

- uszkodzeniami SP,
- błędami personelu,
- błędami organizacyjnymi,
- zmianami zakresu badań,
- zmianami konstrukcji (systemu),
- warunkami atmosferycznymi,
- miejscem prowadzenia badań.

Szacowanie ryzyka w badaniach SP obejmuje wiele skomplikowanych procesów z dużą liczbą „wejść” i „wyjść”, co utrudnia ocenę i sprzyja błędom. Z tego powodu, w celu zachowania obiektywizmu, wskazane jest wykorzystanie modeli matematycznych opartych np. na sztucznych sieciach neuronowych [7]. Ten problem wymaga jednak odrębnego omówienia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Borgoń J., Jaźwiński J., Klimaszewski S., Żmudziński Z., Żurek J.: Symulacyjne metody badania bezpieczeństwa lotów, Wydawnictwo Naukowe ASKON, Warszawa 1998.
- [2] Heilpen S.: Podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka i niepewności, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2001.
- [3] Jasińska J., Świdorski A. „Ryzyko w zapewnieniu jakości technicznych środków transportu”, Międzynarodowa Konferencja Naukowa, PW, Jabłonki 2007.
- [4] Kaczmarek T.: Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne, Difin, Warszawa 2005.
- [5] Żurek J. : Żywotność śmigłowców, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Warszawa 2006.
- [6] Lindstedt P.: Praktyczna diagnostyka maszyn i jej teoretyczne podstawy, Wydawnictwo Naukowe ASKON, Warszawa 2002.
- [7] Szkoda J., Świdorski A.: Problemy oceny skuteczności jakościowej procesów realizacji w aspekcie wymagań AQAP, Wydanie Europejskiego Instytutu Jakości, Warszawa 2005.
- [8] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Kraków 1993.
- [9] Tomaszek H, Żurek J., Jaształ M.: Prognozowanie uszkodzeń zagrażających bezpieczeństwu lotów statków powietrznych, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Warszawa 2008.
- [10] PN-IEC 62198:2005 – Zarządzanie ryzykiem przedsięwzięcia. Wytyczne do stosowania.
- [11] PN-EN ISO 9000:2006 – Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [12] PN-EN ISO 9001:2009 – Systemy zarządzania jakością. Wymagania.

THE PROCESS MODEL OF ESTIMATING THE RISK OF AIRCRAFT TESTING

Abstract:

The paper has been intended to present a process model of estimating the risk involved with particular processes of the aircraft testing. The correctly performed tests prove essential to comply with safety rules while operating the aircraft. Full optimization of time, methods, human resources, and infrastructure should follow. Such a model, if applied, provides effective and potent means for the accomplishment of the tests, significantly contributes to the reduction in the number of errors, and prevents any hazards owing to the pre-planned actions being implemented.

Keywords: risk, risk estimation, process.