



Współczesne systemy ratownicze samolotów i śmigłowców*

Mirosław ADAMSKI¹, Mariusz ADAMSKI²

¹ *Katedra Uzbrojenia, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych,
ul. Podchorążych Lotnictwa 4, 08-521 Dęblin*

² *Wydział Mechatroniki i Lotnictwa – student, Wojskowa Akademia Techniczna,
ul. Gen. S. Kaliskiego2, 00-908 Warszawa*

Streszczenie. Każdy system ratowniczy statku powietrznego ma za zadanie uratować załogę (pilota) w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej podczas całego zakresu lotu z wykorzystaniem fotela katapultowego. Proces ten jest bardzo trudny i złożony, a wynika to z faktu, że ma on zazwyczaj miejsce w sytuacjach ekstremalnych dla zdrowia i życia pilota. W artykule dokonano próby oceny współczesnych systemów ratowniczych w oparciu o fotele katapultowe K-36, K-37, ACES II, Martin-Baker Mk.14 i Mk.16.

Słowa kluczowe: budowa i eksploatacja maszyn, lotnictwo i kosmonautyka, fotel katapultowy, system ratowniczy

1. WSTĘP

W eksploatacji samolotów odrzutowych najważniejsze jest zapewnienie bezpiecznego opuszczenia statku powietrznego przez załogę w przypadkach szczególnych. Mogą one się zdarzyć zarówno w warunkach pokojowych, jak i podczas działań bojowych. W takich wypadkach życie załogi i przetrwanie na współczesnym polu walki będzie zależało wyłącznie od systemów ratowniczych zainstalowanych na danym typie statku powietrznego.

* Artykuł był prezentowany na VIII Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej nt. „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa”, Pułtusk, 6-8 października 2010 r.

Głównym elementem tego systemu jest fotel katapultowy, którego zadaniem jest umożliwienie opuszczenia statku powietrznego przez pilota w każdych warunkach lotu. Współczesne fotele katapultowe są konstruowane i produkowane w krajach będących największymi producentami samolotów bojowych (USA, Rosja, Wielka Brytania). Produkują one fotele katapultowe klasy zero/zero, które umożliwiają opuszczenie statku powietrznego na zerowej wysokości i przy zerowej prędkości. Ma to szczególne znaczenie podczas startu i lądowania, a zwłaszcza na lotniskowcach.

2. OGÓLNY SCHEMAT DZIAŁANIA SYSTEMU RATOWNICZEGO

Ogólny proces katapultowania niezależnie od typu statku powietrznego oraz rodzaju tego systemu jest jednakowy. Podobieństwo to wynika z faktu zastosowania określonych procedur oraz podobieństwa samej konstrukcji foteli katapultowych. Różnice w pracy systemów ratowniczych wynikają z zastosowania różnych rozwiązań technicznych, a w szczególności z różnic czasowych wejścia do działania poszczególnych podsystemów zabudowanych na strukturze fotela. Parametry czasowe ($t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$) charakteryzują proces katapultowania niezależnie od „pochodzenia” systemu.

Faza 0. – t_0 – Wystąpienie sytuacji szczególnej, nakazującej katapultowanie.

Faza 1. – t_1 – Podjęcie przez pilota decyzji o katapultowaniu.

Faza 2. – t_2 – Ustalenie przez pilota (o ile to możliwe) odpowiednich warunków lotu statku powietrznego, jeżeli znajduje się on w niekorzystnym położeniu.

Faza 3. – t_3 – Czynności pilota do opuszczenia statku powietrznego (przyjęcie odpowiedniej pozycji w fotelu i pociągnięcie za uchwyt katapultowania).

Faza 4. – t_4 – Zadziałanie systemu ratowniczego.

Faza 5. – t_5 – Zabezpieczenie odpowiedniej pozycji pilota w fotelu poprzez zadziałanie mechanizmów ściągania pasów barkowych, biodrowych fotela, zabezpieczenie przed rozrzutem kończyn (ograniczniki rozrzutu rąk, mechanizm ściągania nóg z orczyka) oraz przed naporem powietrza (filtr świetlny hełmu, czy specjalne osłony wchodzące w skład struktury fotela K-36 DM).

Faza 6. – t_6 – Eliminacja osłony kabiny, realizowana poprzez odstrzelenie, skruszenie (ścieżka prochowa) lub przez przebicie osłony kabiny za pomocą łamaczy oszklenia zainstalowanych na zagłówku fotela.

W przypadku systemu ratowniczego zastosowanego na śmigłowcu dodatkowym elementem jest układ odstrzelenia łopat wirnika nośnego.

Faza 7. – t_7 – Ruch układu pilot–fotel w kabynie po prowadnicach wywołany działaniem pierwszego stopnia mechanizmu strzałowego (mechanizmu wyciągającego).

Faza 8. – t_8 – Ruch układu pilot–fotel z uruchomionym układem stabilizacji. Ma on za zadanie zabezpieczyć fotel przed obrotami wokół środka masy układu oraz wyhamować prędkość lotu tego układu. Zastosowanie znalazła tu stabilizacja aerodynamiczna wykorzystująca jeden lub dwa spadochrony stabilizujące. W przypadku systemu RPS na śmigłowcu nie występuje układ stabilizacji fotela.

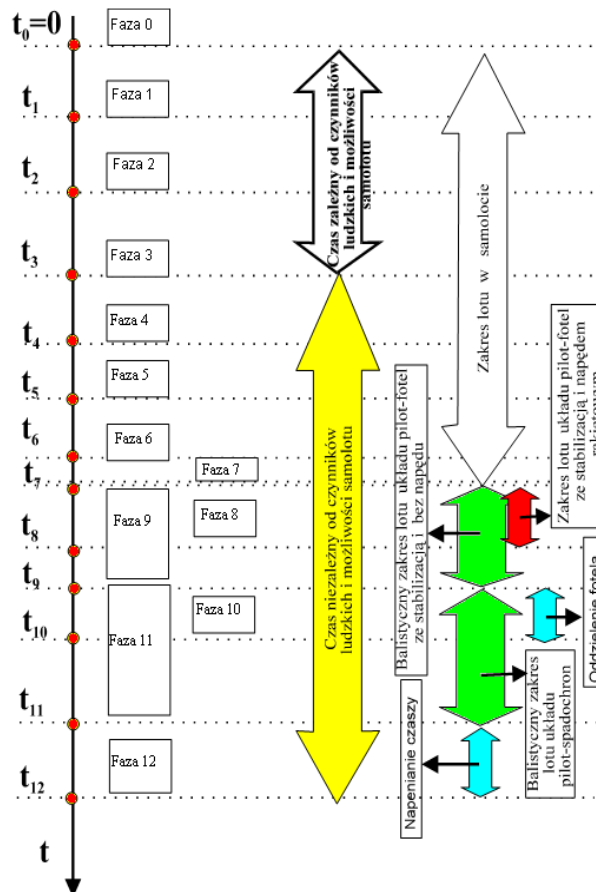
Faza 9. – t_9 – „Lot” z uruchomionym drugim stopniem zespołu napędowego fotela (silnika wyciągającego w przypadku RPS). Silnik raketowy pracuje w sposób impulsowy (ok. 0,2-0,3 s), ma on za zadanie wynieść fotel na odpowiednią wysokość ponad kabinę statku powietrznego. Ma to szczególne znaczenie w przypadku katapultowania się w warunkach „0-0”.

Faza 10. – t_{10} – „Lot” układu pilot–fotel w czasie procesu otwierania czaszy spadochronu ratowniczego.

Faza 11. – t_{11} – Oddzielenie się pilota wraz ze spadochronem ratowniczym od struktury fotela.

Faza 12. – t_{12} – Napełnianie się czaszy spadochronu ratowniczego oraz wyhamowanie układu pilot–spadochron do prędkości opadania spadochronu wraz z pilotem (prędkość opadania zależna jest od typu spadochronu ratowniczego, przeważnie wynosi ona ok. 6 m/s).

Czasy trwania poszczególnych faz od 5. do nr 12. są uzależnione od indywidualnych cech konstrukcyjnych poszczególnych foteli katapultowych i zależą one w głównej mierze od parametrów lotu statku powietrznego w czasie katapultowania. Rysunek 1 przedstawia algorytm procesu katapultowania wraz z informacją graficzną ukazującą zmienność warunków ruchu systemu ratowniczego z podziałem na poszczególne fazy.



Rys. 1. Fazy procesu katapultowania (M. Burek, I. Smykla, *Analiza czynników determinujących bezpieczeństwo pilota w procesie katapultowania*, Mechanika w Lotnictwie ML-2002, PTMTS, Warszawa, 2002)

Fig. 1. Phases of the ejection (M. Burek, I. Smykla, *Analysis of factors determining the safety of the pilot during the ejection*, Mechanika w Lotnictwie ML-2002, PTMTS, Warszawa, 2002)

Najważniejszymi czynnikami pozwalającymi scharakteryzować i porównać systemy awaryjnego opuszczania samolotu i śmigłowca są:

- zakres prędkości i wysokości katapultowania
- zabezpieczenie pilota przed naporem dynamicznym powietrza
- maksymalne przeciążenie powstające podczas katapultowania
- automatyzacja procesu katapultowania
- sposób zrzutu lub niszczenia osłony kabiny (w przypadku śmigłowca odstrzał łopaty wirnika nośnego)

- warunki pracy pilota w kabinie (określane są na początku projektowania statku powietrznego z uwzględnieniem wybranego systemu ratowniczego)
- zabezpieczenie pilota w sprzęt umożliwiający przetrwanie po katapultowaniu.

Tabela 1. Dane techniczne wybranych foteli katapultowych

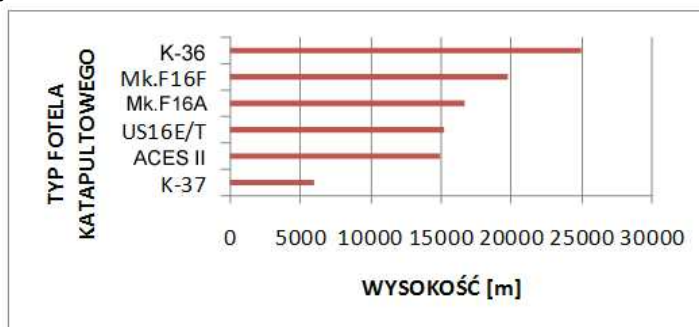
Table 1. Specifications of selected ejection seats

Typ fotela	<i>US16E</i>	<i>Mk.16A</i>	<i>Mk.F16F</i>	<i>US16T</i>	<i>ACES II</i>	<i>K-36 DM</i>	<i>K-37-800</i>
Masa załogi [kg]	46,7 do 111,1	61 do 133,5	63,5 do 106	57,1 do 123,8	-	78 do 108	-
Spadochron	IGQ Typ 6000	GQ Typ 5000	GQ Typ 5000	GQ Typ 5000	C-9	PSU-36	PS-3/A
Spadochron stabilizujący	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	2 żerdzie teleskopowe, wraz z 2 spadochronami	Nie
Typ uprząży	System zintegrowany MG5	System kombinowany	System kombinowany	System kombinowany	System kombinowany PCU-15	System kombinowany IPS-72	System kombinowany
Mechanizm strzałowy/ Typ mechanizmu	Podwójny	Podwójny	Podwójny	Podwójny	Podwójny/ CKU5/ STAPAC/ +boczny prochowy silnik rakietowy odchylający tor lotu fotela	Podwójny/ KSMU-36	Rakietowy silnik wyciągający/ K37-800
Czas pracy silnika [s]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3	0,2	0,2
Inicjacja systemu	Ręczna	Ręczna	Ręczna	Ręczna	Ręczna	Ręczna/ Radiowa z ziemi	Ręczna
Mechanizm czasowy	Tak, zasilany bateriami	Tak, zasilany bateriami	Tak	Nie	Tak, zasilany bateriami	Tak	Tak
Układ oddzielenia pilota od fotela	Ciśnieniowo-czasowy, mechaniczny	Ciśnieniowy	Ciśnieniowo-czasowy, mechaniczny	Ciśnieniowo-czasowy, mechaniczny	Ciśnieniowo-czasowy, mechaniczny	Ciśnieniowo-czasowy, mechaniczny	Tak

Układ przyciągania pilota	Tak, aktywny i pasywny	Tak, pasywny	Tak, pasywny	Tylko nogi	Tak, aktywny i pasywny	Tak, aktywny i pasywny	Tylko barki
Awaryjna butla tlenowa	Tak, połączona z pokładową instalacją tlenową	Tak	Tak, połączona z pokładową instalacją tlenową	Tak	Tak, połączona z pokładową instalacją tlenową	Tak, połączona z pokładową instalacją tlenową	Tak, połączona z pokładową instalacją tlenową
Zasobnik awaryjny	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak + dodatkowa radiostacja	Tak	Tak
Masa fotela [kg]	ok. 56	ok. 56	ok. 56	ok. 56	ok. 50	ok. 200	ok. 94

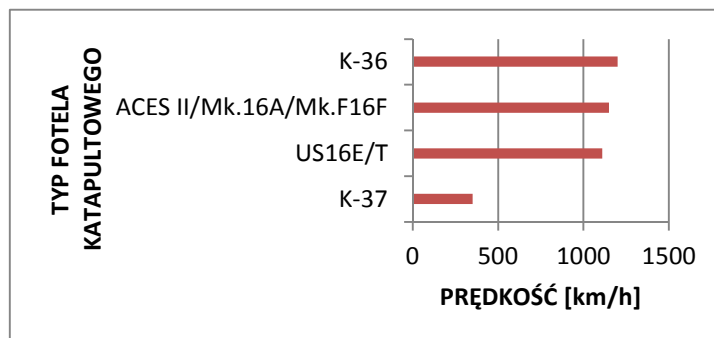
3. ZAKRES PRĘDKOŚCI I WYSOKOŚCI KATAPULTOWANIA

Współczesne systemy ratownicze zapewniają bezpieczne opuszczenie statku powietrznego do prędkości ok. 1300 km/h oraz w przedziale wysokości 0÷16 000 m (ACES II, Mk.16). Podyktowane jest to analizą użytkowania systemów tego typu, gdzie większość katapultowań miała miejsce w przedziale prędkości 180÷540 km/h. Odstępstwem od tego jest fotel typu K-36, który gwarantuje bezpieczne katapultowanie powyżej prędkości dźwięku oraz wysokości 25 000 m, dzięki zastosowaniu osłony uruchamianej automatycznie powyżej prędkości 900 km/h. Dodatkowym elementem ochronnym jest osłona filtru świetlnego, która jest automatycznie opuszczana za pomocą pironaboju. W przypadku systemów śmigłowcowych niecelowe jest stosowanie takich rozwiązań konstrukcyjnych jak w klasycznych systemach samolotów odrzutowych.



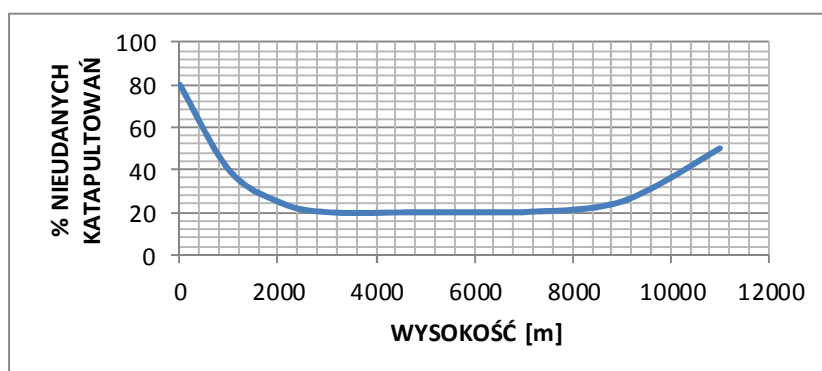
Rys. 2. Zakres użycia poszczególnych systemów ze względu na wysokość lotu statku powietrznego

Fig. 2. The scope of usage of individual systems due to the altitude of the aircraft



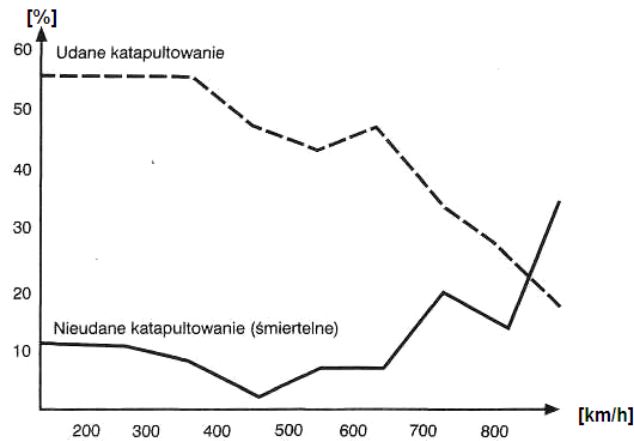
Rys. 3. Zakres użycia poszczególnych systemów ze względu na prędkość lotu statku powietrznego

Fig. 3. The scope of usage of individual systems due to the flight speed of the aircraft



Rys. 4. Wpływ wysokości lotu na liczbę nieudanych katapultowań (S. Sznajer, M. Wojtkowiak, *Problemy bezpieczeństwa załogi statku powietrznego w sytuacjach awaryjnych*, BIL-GRAF s.c., Warszawa, 1999)

Fig. 4. Altitude impact on the number of failed ejections (S. Sznajer, M. Wojtkowiak, *Aircraft's crew safety issues in emergency situations*, BIL-GRAF s.c., Warszawa, 1999)



Rys. 5. Wpływ prędkości lotu na liczbę nieudanych katapultowań (S. Sznajer, M. Wojtkowiak, *Problemy bezpieczeństwa załogi statku powietrznego w sytuacjach awaryjnych*, BIL-GRAF s.c., Warszawa, 1999)

Fig. 5. Flight speed impact on the number of failed ejections (S. Sznajer, M. Wojtkowiak, *Aircraft's crew safety issues in emergency situations*, BIL-GRAF s.c., Warszawa, 1999)

Aby zapewnić bezpieczeństwo załodze statku powietrznego, w przypadku foteli ACES II, Mk.16 oraz K-36:

- 1) należy rozszerzyć zakres maksymalnej prędkości katapultowania do 1300 km/h;
- 2) należy rozszerzyć zakres maksymalnej wysokości katapultowania do 25 000 m;
- 3) należy polepszyć warunki awaryjnego opuszczania samolotu m.in. za pomocą środków ochrony pilota przed działaniem strumienia powietrza;
- 4) zakresy maksymalnej prędkości katapultowania powinny pokrywać się z zakresami prędkości i wysokości zastosowania statków powietrznych (warunek spełniony dla K-37).

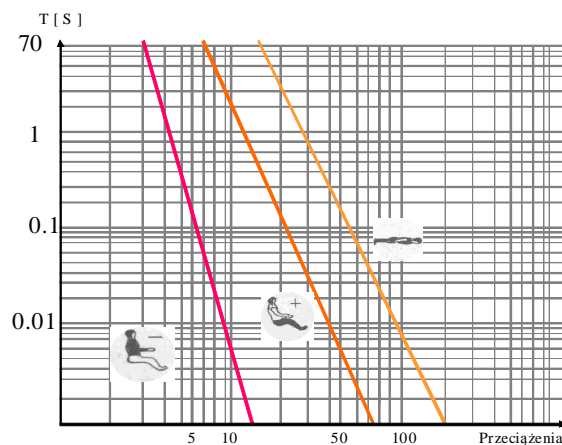
Przedstawione powyżej warunki (4) spełnia całkowicie system przeznaczony dla śmigłowców, zaś fotel katapultowy K-36 spełnia warunki (1, 2, 3), zaś (4) w części dotyczącej wysokości, na jakiej operuje SP. Konieczna jest więc modernizacja każdego z wymienionych systemów ratowniczych.

4. MAKSYMALNE PRZECIĄŻENIE

Decydujący wpływ na wytrzymałość pilota ma kierunek działania przyspieszeń, czas ich trwania oraz indywidualnych cech człowieka. Istnieją trzy zasadnicze kierunki działania przeciążeń:

- działanie w kierunku osi ciała. Jeśli przyspieszenie działa w kierunku „głowa–nogi”, wówczas nazywamy je dodatnim (2), jeżeli odwrotnie „nogi–głowa” – nazywamy ujemnym (1)
- działanie w kierunku strzałkowej osi ciała, tzn. w kierunku „brzuch–plecy” lub „plecy–brzuch” (3, 4)
- działanie w kierunku poprzecznej osi ciała, tzn. „bok–bok”.

Znaczna część katapultowań, szczególnie w warunkach wojennych, ma miejsce podczas ewolucji samolotu (korkociąg, nurkowanie) – prowadzi to do sumowania przeciążeń wynikających z pracy mechanizmu strzałowego z przeciążeniami występującymi podczas ewolucji samolotu. Dlatego w każdym wymienionym systemie ratowniczym oparcie fotela tworzy z miską siedzeniową kąt ok. 100° , a w położeniu pólężącym ok. 160° . Zastosowanie takich „kątów” zapewnia pilotowi normalne sterowanie statkiem powietrznym, pełną obserwację tablicy przyrządów oraz zmniejszenie działającej siły przeciążenia w trakcie katapultowania. Przeciążenie w konstrukcjach Mk.16 oraz ACES II nie przekracza $G = 12$, zaś w K-36 przeciążenie dochodzi do $G = 20$.



Rys. 6. Dopuszczalna wielkość przeciążeń dla organizmu człowieka w zależności od kierunku działania

Fig. 6. Maximum gravity load for the human body depending on the course of action

Zmniejszenia przeciążenia działającego na pilota można dokonać poprzez:

- 1) unowocześnienie ubioru przeciwprzeciążeniowego;
- 2) zastosowanie fotela o zmiennym kącie pochylenia oparcia i mniejszej masie;
- 3) optymalizację charakterystyk pracy mechanizmu strzałowego w zależności od warunków początkowych katapultowania, czy masy pilota.

Warunki (2) te są trudne do zrealizowania, ponieważ wiązałyby się to ze zmianą kąta pochylenia oparcia fotela w stosunku do kierunku wektora działającego przeciążenia, co skutkowałoby zmianą geometrii kabiny, układów sterowania statkiem powietrznym oraz nowym rozmieszczeniem przyrządów pokładowych.

5. AUTOMATYZACJA PROCESU KATAPULTOWANIA

Układy elektroniczne sterujące procesem katapultowania są w całości dublowane. Mikroprocesory sterują pracą układów fotela po wyciągnięciu uchwytu katapultowania. Na fotelu Mk.16, ACES II zastosowano nadajniki ciśnienia statycznego i dynamicznego, które działają niezależnie od instalacji pokładowej samolotu, czujniki przeciążeniowe, nadajniki prędkości kątowej obrotu fotela oraz mikroprocesor sterujący. Mikroprocesor analizuje wszystkie informacje i dobiera właściwe działanie mechanizmów fotela do zaistniałej sytuacji, w której nastąpiło katapultowanie. Podczas testów stwierdzono, że system katapultowania sterowanego gwarantuje bezpieczne opuszczenie statku powietrznego na wysokości 30 m z przechyleniem 135° , oraz na wysokości 0 m z przechyleniem 30° . Przeprowadzono również próby użycia systemu w locie odwróconym, które wykazały, że z wysokości 21 m układ „pilot–fotel” doprowadzany jest do położenia pionowego w czasie 1,3 s przy utracie wysokości 13 m. Fotel K-36DM nie jest wyposażony w mikroprocesor, lecz w układ elektromechaniczny, który połączony jest z pokładowymi instalacjami samolotu. Zakłady Zvezda zastosowały mikroprocesor dopiero w modelu K-36D-3,5.

Zastosowanie mikroprocesorów nowej generacji zmniejszyłoby minimalną bezpieczną wysokość katapultowania w systemach typu Mk.16 i ACES II, zaś w K-36 znacznie poprawiłoby działanie wszystkich mechanizmów zabudowanych na fotelu (K-36D-3,5).

6. SPOSÓB ZRZUTU OSŁONY KABINY

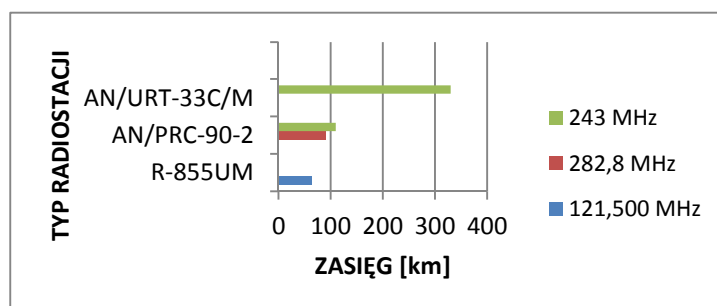
Przeważnie konstruktorzy stosują system zrzutu osłony kabiny za pomocą pironabojów zdublowany z awaryjnym ręcznym systemem zrzutu (w przypadku systemów śmigłowcowych zintegrowany jest on z mechanizmem odstrzeliwania łopat wirnika nośnego), pirotechniczne rozkruszanie osłony, czy łamacze oszklenia kabiny (US16T/E). Najlepszym opracowanym systemem zrzutu osłony wydaje się ostatni z wymienionych sposobów, ponieważ znacznie skraca on czas katapultowania.

7. WARUNKI PRACY PILOTA W KABINIE STATKU POWIETRZNEGO

Określane są one na początku projektowania statku powietrznego, związane są z ergonomią kabiny. Każdy fotel katapultowy posiada elektryczną regulację położenia miski oraz korpusu fotela. Wraz z przemieszczaniem się korpusu fotela jednocześnie następuje regulacja położenia drugiego stopnia mechanizmu strzałowego w jedno ze skrajnych położeń (m.in. fotel K-36), tak aby zagwarantować pilotowi bezpieczne opuszczenie kabiny (równomierny rozkład sił działających na ciało pilota podczas katapultowania).

8. ZABEZPIECZENIE PILOTA W SPRZĘT UMOŻLIWIAJĄCY PRZETRWANIE PO KATAPULTOWANIU

W skład każdego systemu ratowniczego wchodzi zasobnik awaryjny, który jest integralną częścią systemu. Znajduje się on w misce fotela i jest automatycznie rozwijany. Ciekawostką jest, iż zasobnik fotela ACES II posiada w swym standardowym wyposażeniu dodatkową radiostację (AN/PRC-90-2). Pozwala ona nawiązać łączność z zestrzelonym pilotem oraz naprowadzić śmigłowiec CSAR/SAR. Atutem foteli Mk.16 oraz ACES II jest nowoczesne wyposażenie zasobnika oraz radiostacje, które pozwalają na utajnioną łączność na bardzo dużych odległościach, czego nie zapewnia wyposażenie zasobnika w fotelach K-36 i K-37 (zasięg 64 km).



Rys. 8. Maksymalny zasięg radiostacji przy wysokości lotu statku powietrznego SAR wynoszącego 3000 m

Fig. 8. Maximum radiostation range with SAR aircraft's altitude of 3000 m

W skład wyposażenia ratowniczego fotela należy również zaliczyć spadochron, który stanowi integralną część systemu ratowniczego. We wszystkich systemach spadochron posiada czasę „okrągłą”, która jest mało sterowna, a jej doskonałość aerodynamiczna jest o wiele mniejsza (ok. 3 razy) niż w przypadku spadochronu typu „latające skrzydło”.

Tabela 2. Dane techniczne wybranych spadochronów ratowniczych

Table 2. Specifications of selected rescue parachutes

Spadochron Dane	GQ typ 5000	IGQ typ 6000	C-9	PSU-36	PS-3/A
Powierzchnia czaszy [m²]	ok. 50	ok. 50	ok. 50	60	ok. 60
Miejsce umieszczenia	Zagłówek fotela	Zagłówek fotela	Zagłówek fotela	Zagłówek fotela	Oparcie fotela
Sposób zapoczątkowania procesu otwarcia	Mechaniczny (odstrzelenie zagłówka)	Mechaniczny (odstrzelenie zagłówka)	Mechaniczny + „Pilocik” wyciągający + system liny ryfingowej	Mechaniczny (odstrzelenie zagłówka)	Mechaniczny (za pomocą liny wyciągającej)
Typ uprząży	Indywidualna	Zintegrowana (MG5)	Indywidualna (PCU-15)	Indywidualna (IPS-72)	Zintegrowana
Prędkość opadania [m/s]	ok. 6	ok. 6	ok. 6	ok. 6	ok. 6

Zastosowanie spadochronu typu „latające skrzydło” zapewniłoby precyzyjny wybór miejsca lądowania w przypadku katapultowania na wysokości powyżej 800 m, co jest bardzo ważne w przypadku zestrzelenia nad terytorium wroga, dodatkowo spadochron tego typu posiada większą manewrowość niż klasyczny.

Tabela 3. Użycie foteli katapultowych w latach 2006-2009 (http://www.ejection-history.org.uk/0000/Bang_up_to_date.htm)Table 3. The usage of the ejection seats in years 2006-2009 (http://www.ejection-history.org.uk/0000/Bang_up_to_date.htm)

Typ fotela Rok	ACES II	Martin Baker	K-36	K-37
do 09.2009	3	26	2	-
2008	9	42	9	-
2007	13	43	6	-
2006	20	34	18	-

9. ZAKOŃCZENIE

Celem artykułu była analiza porównawcza systemów ratowniczych samolotów odrzutowych i śmigłowców. Przedstawione modele można porównać pod względem konstrukcji, możliwości technicznych poszczególnych foteli, a co za tym idzie dokonać analizy porównawczej i wybrać najlepszy z nich.

Z przeprowadzonych badań wynika, że systemy ratownicze spełniają postawione im wymagania, a mianowicie ratują pilota bez względu na zastosowane w nich rozwiązania konstrukcyjne. Z analizy porównawczej wynika, że fotel K-36 jest jednym z najlepszych systemów, poza swym wyposażeniem wysokościowo-ratowniczym dla pilota, które należałoby zastąpić nowoczesnymi rozwiązaniami stosowanymi na pozostałych fotelach.

Natomiast śmigłowcowy system ratowniczy K-37 spełnia swoją funkcję w przypadku zastosowania go na śmigłowcach szturmowych latających w „bardzo” luźnym szyku, co spowodowane jest systemem odstrzeliwania łopat WN.

Wprowadzając zaproponowane zmiany w systemach ratowniczych, możemy przyczynić się do wzrostu bezpieczeństwa pilota w trakcie katapultowania.

LITERATURA

- [1] Adamski M., Smykla I., Wilczyński M., *Problemy ratowania załóg po opuszczeniu SP*, WSOSP, Dęblin, 2006.
- [2] *Fotel katapultowy K-36DM serii 2 (2220-9), Opis techniczny i technologia obsługi ZAB-9200-0 RE*, Dowództwo Wojsk Lotniczych, Lot. 2867/90, Warszawa, 2004.
- [3] *Aircraft/Crewstation Safety (Poland Block 52), STM 16-410PL*, Lockheed Martin, 24 lipca 2006.
- [4] http://lpmjogja.diknas.go.id/kc/e/ejection%20seat/ejection_seat.htm
- [5] http://webs.lanset.com/aeolusaero/Articles/ACES_II_Seat_Repack_web.htm
- [6] <http://www.martin-baker.com>
- [7] <http://www.zvezda-npp.ru>
- [8] http://www.xflight.de/pe_org_par_ace_pcontainer.htm

Current Aircraft Rescue Systems

Mirosław ADAMSKI, Mariusz ADAMSKI

Abstract. Each aircraft rescue system is designed to save the crew (pilot) in the event of an emergency over the entire range of flight using the ejector seat. This process is very difficult and complex, and this follows from the fact that it usually takes place in the extreme situations for the health and life of the pilot. The article attempts to assess the contemporary systems of emergency on the basis of ejector seats K-36, F-37, ACES II, Martin-Baker Mk.14 and Mk.16.

Keywords: mechanical engineering, aviation and space technology, ejection seat, rescue systems