

REALIZACJA PRÓB W LOCIE W CELU WYPRACOWANIA NOWYCH TECHNIK STARTÓW I LĄDOWAŃ W OGRANICZONEJ PRZESTRZENI NA ŚMIGŁOWCU W-3A SOKÓŁ

ERWIN CHOŁOŻYŃSKI

PZL Świdnik

Streszczenie

Sukcesywnie zwiększająca się grupa użytkowników śmigłowca W-3A oraz gwałtowny wzrost wykorzystania śmigłowców w aglomeracjach miejskich jak i w obszarach o ograniczonej przestrzeni do startów i lądowań wymaga od producentów śmigłowców wypracowania nowych technik z zapewnieniem pełnego bezpieczeństwa lotu.

Potwierdzenie możliwości wykonania nowych technik startów i lądowań w ograniczonej przestrzeni na śmigłowcu W-3A przeprowadzono podczas prób w locie, które wykonał Wydział Prób w Locie PZL Świdnik w ramach projektu badawczego prowadzonego przez Instytut Lotnictwa.

Podczas prób należało:

- Ocenić wielkość strefy występowania pierścienia wirowego oraz możliwości pilotażowe śmigłowca w tym stanie.
- Zminimalizować strefy H-V.
- Określić możliwości wznoszenia w locie jednosilnikowym.
- Określić minimalną przestrzeń do startów i lądowań w zależności od ciężaru śmigłowca jak i wysokości otaczających przeszkód.

Niniejszy referat przedstawia sposób w jaki przeprowadzono próby w locie od momentu przygotowania śmigłowca do prób, poprzez ich realizację, a kończąc na wypracowaniu procedur startów i lądowań do Instrukcji Użytkowania w Locie i ich weryfikacji przez przedstawicieli EASA.

1. PRZYGOTOWANIE ŚMIGŁOWCA

Przed przystąpieniem do wykonywania prób śmigłowiec W-3A został wyposażony w wybrany zgodnie z Programem Prób zestaw czujników pomiarowych umożliwiających razem z aparaturą pomiarową ACRA KAM-500 rejestrację kluczowych dla próby parametrów lotu. Zabudowano również system GPS o częstotliwości próbkowania 5 Hz wraz z anteną do dokładnej rejestracji trajektorii lotu oraz położenia śmigłowca względem ziemi. Do określenia zerowej prędkości względem otaczającego powietrza, śmigłowiec wyposażono w specjalny wskaźnik przed przednią szybą śmigłowca.



Rys. 1. Aparatura pomiarowo-rejestrująca ACRA KAM-500



Rys. 2. Specjalny wskaźnik zamontowany przed przednią szybą służący do utrzymywania prędkości bliskiej zeru względem otaczającego powietrza

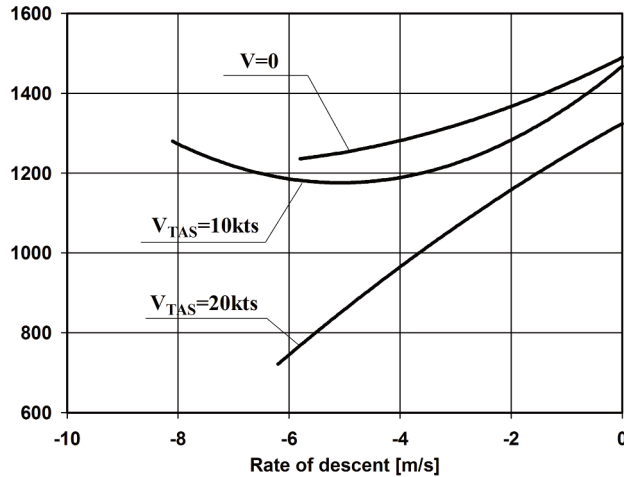
2. BADANIE PIERŚCIENIA WIROWEGO

Nowe techniki startów i lądowań w dużej mierze opierały się na lotach z małą prędkością i z opadaniem zbliżonym do pionowego, a więc w warunkach sprzyjających powstaniu pierścienia wirowego. Istotne więc było poznanie strefy występowania pierścienia wirowego oraz możliwości pilotażowe śmigłowca Sokół w tym stanie.

Próby badania zjawiska pierścienia wirowego przeprowadzane były na bezpiecznej wysokości $H = 1000$ m z ciężarem śmigłowca $G = 5800$ kg z prędkością 30, 20 kts oraz w zawisie dla coraz to większych prędkości opadania. Na podstawie przeprowadzonych prób stwierdzono, że w zakresie prędkości $15 \div 20$ kts i opadaniu $w = -6$ m/s występują jedynie podwyższone poziomy drgań na śmigłowcu bez pogorszenia sterowności, natomiast dla prędkości bliskich zeru ($+10$ do -5 km/h) i opadaniu już od $w = -4$ m/s obserwowano zjawisko pierścienia wirowego lecz łatwo z niego wychodzono poprzez rozpedzenie śmigłowca.

3. MINIMALIZACJA STREF H-V

Kolejnym punktem niezbędnym do wypracowania nowych technik była minimalizacja strefy H-V po awarii jednego z silników. Próbę przeprowadzono dla różnych ciężarów śmigłowca dla wybranych punktów z dotychczasowej strefy H-V łącznie z zawisem. Na podstawie wyników z prób stwierdzono, że możliwe jest wykonanie bezpiecznego lądowania po awarii silnika z dowolnej wysokości zawisu dla śmigłowca o ciężarze $G = 5800$ kg, nawet po uwzględnieniu 1 sek opóźnienia reakcji pilota.



Rys. 3. Zależność mocy niezbędnej od prędkości opadania dla zawisu i małych prędkości

4. OSIĄGI W LOCIE JEDNOSILNIKOWYM

Przeprowadzono również próbę określenia biegunowej prędkości w locie jednosilnikowym, dzięki której stwierdzono, że prędkość lotu przy której śmigłowiec osiąga dodatnie wznoszenie (+0,5 m/s) wynosi ok. $V_{TAS} = 20$ kts. Natomiast dla prędkości najlepszego wznoszenia $V_{TAS} = 60$ kts prędkość wznoszenia w locie jednosilnikowym z mocą nadzwyczajną i ciężarem $G = 5800$ kg wynosi $w = 4,5$ m/s.

Ze względu na ograniczenia prędkościomierza w zakresie bardzo małych prędkości, jako bezpieczną prędkość podczas startu (V_{TOSS}) przyjęto $V_{TOSS} = 30$ kts, dla której wznoszenie w warunkach przeprowadzanej próby wynosiło $w = 2,5$ m/s.

5. OKREŚLENIE MINIMALNEJ PRZESTRZENI DO STARTÓW I LĄDOWAŃ

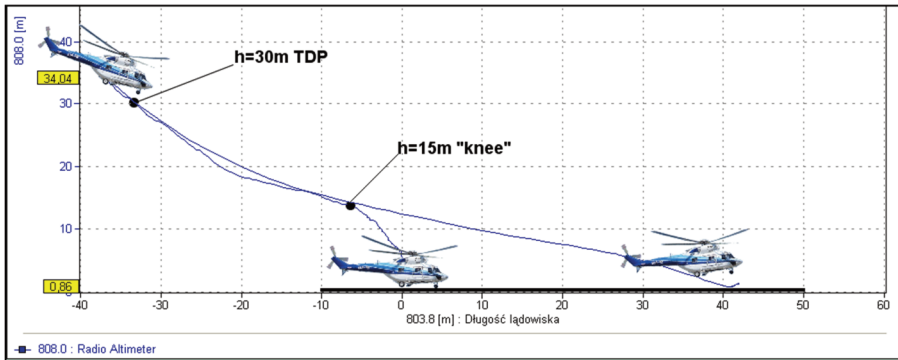
Celem do którego dążono podczas powyższych prób było stworzenie takiej techniki startów i lądowań, która pozwoli zminimalizować niezbędną przestrzeń do startu wykorzystując pełne możliwości śmigłowca W-3A Sokół. Badania należało przeprowadzić tak, aby wypracowane techniki startów i lądowań zapewniały bezpieczeństwo lotu w każdym punkcie trajektorii lotu i były jednocześnie zgodne wymaganiami przepisów lotniczych.

Pierwszym etapem prób było sprawdzenie możliwości wykonania startu przerwane i kontynuowane na bezpiecznej wysokości ($H = 1000$ m). Profil startu wyglądał tak, że z ustalonego zawisu (na podstawie wskaźnika zamocowanego przed szybą pilota) pilot rozpoczynał wznoszenie z delikatnym przemieszczeniem do tyłu. W ustalonym locie wznoszącym II pilot

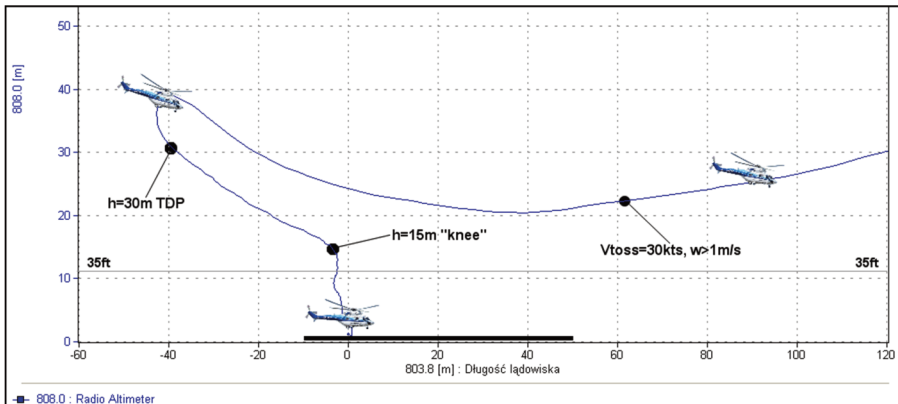
wywoływał awarię silnika przemieszczając dźwignie DRP w położenie „MGZ”. Pilot po zauważeniu awarii starał się utrzymywać obroty wirnika $NR = 95\%$ i jednocześnie rozpoczynał rozpędzanie. Podczas tych prób wstępnie oszacowano straty wysokości po awarii silnika. Strata wysokości w dużej mierze zależy od stanu w jakim wystąpi awaria, jeżeli awaria występuje w locie do tyłu to strata wysokości jest niemal dwukrotnie większa niż podczas rozpędzania śmigłowca. Wiąże się to z czasem potrzebnym na zmianę kąta pochylenia śmigłowca do lotu do przodu.

Kolejnym etapem prób już przy ziemi było sprawdzenie procedur awaryjnych podczas startu. Awaryje symulowano na wstępnej trajektorii startu normalnego podczas wznoszenia pionowego oraz podczas wznoszenia z przemieszczeniem do tyłu a także podczas rozpędzania tuż za punktem TDP.

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono przykładowe trajektorie lotu po awarii silnika podczas startu przerwanego (pilot po zauważeniu awarii ląduje na lądowisku z którego rozpoczął start) oraz startu kontynuowanego (pilot kontynuuje start wykorzystując moc 2,5 OEI).



Rys. 4. Trajektoria startu przerwanego po awarii silnika na wysokości punktu TDP



Rys. 5. Trajektoria startu kontynuowanego po awarii silnika tuż za punktem TDP

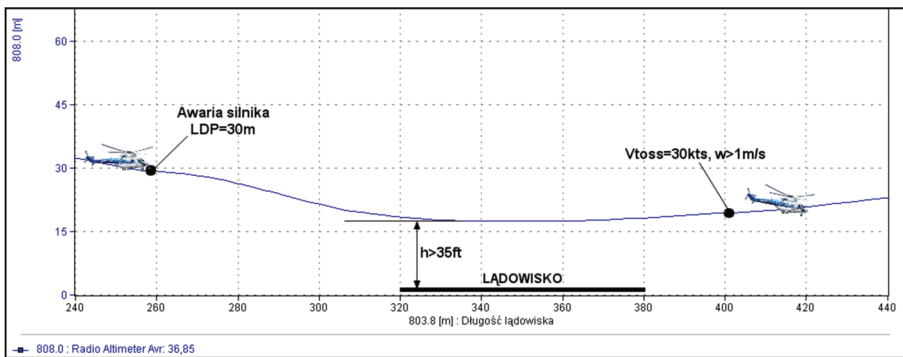
Po wykonaniu wielu startów z imitacją awarii silnika z różnymi ciężarami śmigłowca, a także przy założeniu, że lądowisko otoczone jest przeszkodami do 15 m, wypracowano technikę startu pionowego wg poniższej procedury:

- 1) zawis 1-2 m;
- 2) pionowe wznoszenie do $h = 15$ m ze wznoszeniem 1-2 m/s;

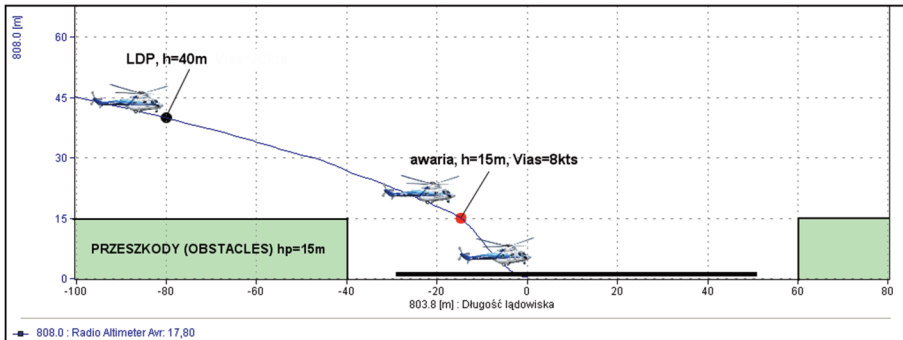
- 3) „kolanko”, czyli rozpoczęcie cofania ze wznoszeniem aż do TDP;
- 4) po osiągnięciu TDP rozpędzanie śmigłowca do $V_{IAS} = 70$ kts z użyciem mocy startowej i pochyleniem kadłuba 10° ;
- 5) ustalone wznoszenie na mocy maksymalnej ciągłej z prędkością $V_Y = 70$ kts.

Analizując zapisy z prób określono również minimalne wymiary lądowiska potrzebne do wykonania takich operacji.

Ostatnim etapem było wypracowanie techniki podczas lądowania. Analogicznie jak dla startów na przewidywanej trajektorii lądowania normalnego, inicjowano awarię jednego z silników przed jak i za punktem LDP. Jeżeli awaria wystąpiła przed punktem LDP pilot przerywał lądowanie i rozpoczynał wznoszenie z użyciem mocy 2,5 OEI (lądowanie przerwane). Jeżeli awaria wystąpiła za LDP pilot kontynuował lądowanie jednosilnikowe (lądowanie kontynuowane).



Rys. 6 Trajektoria lądowania przerwanej, awaria silnika przed LDP



Rys.7. Trajektoria lądowania kontynuowanego, awaria na 15 m, lądowisko otoczone przeszkodami 15 m

Na podstawie zrealizowanych lądowań przerwanych i kontynuowanych wypracowano technikę pilotażu podczas lądowania normalnego wg poniższej procedury:

- 1) ustalone opadanie z prędkością $V_{IAS} = 30$ kts i prędkością opadania 2-3 m/s;
- 2) od wysokości 50-40 m należy rozpocząć hamowanie tak aby nad początkiem lądowiska na wysokości $h = 15$ m mieć prędkość ok. 15 kts (względem ziemi);
- 3) przejść do stromego opadania aż do przyziemienia.

Powstałe techniki startu i lądowania zostały zweryfikowane w locie i zaakceptowane przez przedstawicieli EASA, potwierdzając zgodność z przepisami lotniczymi FAR29 i CS29.

ERWIN CHOŁOŻYŃSKI

IMPLEMENTATION OF FLIGHT TESTS IN ORDER TO DEVELOP NEW FLIGHT TECHNIQUES FOR TAKEOFFS AND LANDINGS IN A LIMITED SPACE FOR HELICOPTER W-3A SOKOL

Abstract

Gradually increasing group of users the W-3A helicopter and a rapid increase in the use of helicopters in urban areas with limited space for takeoffs and landings requires from helicopter manufacturers to develop new piloting techniques which ensure the complete safety of flight.

Confirmation of the feasibility of new techniques for takeoffs and landings in the limited space on the helicopter W-3A was carried out during the flight tests which are made by PZL Flight Test Division in the framework of a research project conducted by the Institute of Aviation.

During the trial carried out:

- *Assess the size range of a vortex ring and the maneuverability of a helicopter in this state.*
- *Minimize the danger area of H-V.*
- *Determine the possibility OEI flight.*
- *Determine the minimum space for takeoffs and landings, depending on the weight of the helicopter and height of surrounding obstacles.*

This presentation shows how flight tests were conducted since the preparation of a helicopter to trials, through their implementation, and ending on the development of procedures for takeoffs and landings to the Flight Manual and their verification by representatives of the EASA.