

# Raport Końcowy

WYPADEK/2020/2872



Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych

UL. CHAŁUBIŃSKIEGO 4/6, 00-928 WARSZAWA | TELEFON ALARMOWY 500 233 233

# RAPORT KOŃCOWY

z badania zdarzenia lotniczego statku powietrznego o maksymalnym ciężarze startowym nie przekraczającym 2250 kg

## WYPADEK

ZDARZENIE NR – 2020/2872

STATEK POWIETRZNY – Spadochron tandemowy Sigma II 340

DATA I MIEJSCE ZDARZENIA – 11 września 2020, EPEL



Niniejszy Raport jest dokumentem prezentującym stanowisko Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych dotyczące okoliczności zdarzenia lotniczego, jego przyczyn i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa, który został sporządzony na podstawie informacji znanych w dniu jego sporządzenia.

Badanie może zostać wznowione w razie ujawnienia nowych informacji lub zastosowania nowych technik badawczych, które mogą mieć wpływ na zmianę sformułowań dotyczących przyczyn, okoliczności i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa zawartych w Raporcie.

Badanie zdarzenia prowadzone było jedynie w celu zapobiegania wypadkom i incydentom w przyszłości w oparciu o obowiązujące przepisy prawa międzynarodowego, Unii Europejskiej i krajowego. Badanie zostało przeprowadzone bez stosowania prawnej procedury dowodowej, obowiązującej inne organy zobowiązane do podejmowania działań w związku ze zdarzeniem lotniczym.

Komisja nie orzeka co do winy i odpowiedzialności.

Zgodnie z art. 5 ust. 6 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 996/2010 w sprawie badania wypadków i incydentów w lotnictwie cywilnym oraz zapobiegania im [...] oraz art. 134 Ustawy Prawo Lotnicze, sformułowania zawarte w Raporcie nie mogą być traktowane jako wskazanie winnych lub odpowiedzialnych za zaistniałe zdarzenie. W związku z powyższym wykorzystywanie Raportu do celów innych niż zapobieganie wypadkom i incydentom lotniczym, może prowadzić do błędnych wniosków i interpretacji.

Raport został sporządzony w języku polskim. Inne wersje językowe mogą być sporządzane jedynie w celach informacyjnych.

**WARSZAWA 2023**

Numer ewidencyjny zdarzenia:	<b>2020/2872</b>			
Rodzaj zdarzenia:	WYPADEK			
Data zdarzenia:	11 września 2020 r.			
Miejsce zdarzenia:	Elbląg (EPEL)			
Rodzaj, typ statku powietrznego:	Spadochron tandemowy Sigma II 340			
Znaki rozpoznawcze SP:	Nie dotyczy			
Użytkownik / Operator SP:	Prywatny			
Dowódca SP:	Instruktor spadochronowy, świadectwo kwalifikacji PJ			
Liczba ofiar / rodzaj obrażeń:	Śmiertelne	Poważne	Lekkie	Bez obrażeń
	0	1	1	0
Władze krajowe i zagraniczne poinformowane o zdarzeniu	ULC			
Kierujący badaniem:	Krzysztof Miłkowski			
Podmiot badający:	Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych			
Pełnomocni Przedstawiciele i ich doradcy:	Nie dotyczy			
Skład zespołu badawczego:	Nie wyznaczono			
Forma dokumentu zawierającego wyniki:	RAPORT KOŃCOWY			
Zalecenia:	Nie			
Adresat zaleceń:	Nie dotyczy			
Data zakończenia badania:	30.01.2023 r.			

## 1. Rodzaj zdarzenia

Wypadek.

## 2. Badanie przeprowadził

PKBWL.

## 3. Data i czas lokalny zaistnienia zdarzenia

11 września 2020 r., o godz. 14:40<sup>1</sup>.

## 4. Miejsce startu i zamierzonego lądowania

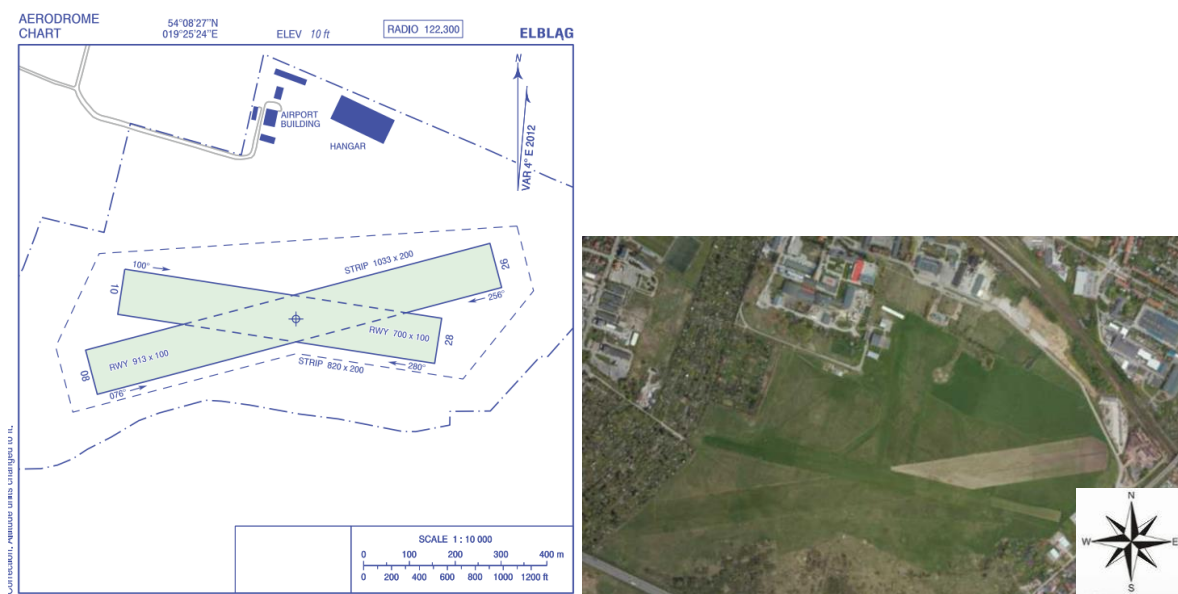
Skok tandemowy z samolotu po starcie z lotniska Elbląg, EPEL.

Lądowanie tandemu na lotnisku w Elblągu, EPEL (Rys.1).

<sup>1</sup> Wszystkie czasy w raporcie podano w LMT, LMT=UTC+2 godz.

## 5. Miejsce zdarzenia

Trawiasta nawierzchnia lotniska w Elblągu (EPEL), okolice koła spadochronowego



Rys. 1 Lotnisko Elbląg (EPEL) [źródło: PANSa oraz Geoportal]

## 6. Typ operacji

Skoki spadochronowe w tandemie (z pasażerem).

## 7. Faza lotu

Lądowanie (przyziemienie).

## 8. Warunki lotu

Dzień, VMC.

## 9. Czynniki pogody

Zachmurzenie duże lub umiarkowane, słaby wiatr o prędkości 2-4 m/s porywy do 8 m/s.

Pogoda mogła mieć wpływ na przebieg zdarzenia.

## 10. Organizator skoków

Spółka komandytowa zaangażowana w wynajem i dzierżawę środków transportu lotniczego<sup>2</sup>.

## 11. Dane dotyczące załogi

Skoczek instruktor spadochronowy lat 57, posiadacz świadectwa kwalifikacji o symbolu *PJ* z uprawnieniami *TANDEM*<sup>3</sup> oraz *INS(Tandem)*<sup>4</sup> w okresie ważności oraz

<sup>2</sup> Podstawowa działalność Spółki wg wpisu w KRS

<sup>3</sup> TANDEM – uprawnienie do wykonywania skoków z pasażerem

<sup>4</sup> INS(TANDEM) – uprawnienie instruktora szkolenia do uprawnienia TANDEM

orzeczenie lotniczo-lekarskiego w zakresie sprawności psychicznej i fizycznej na świadectwo kwalifikacji, bez ograniczeń, w okresie ważności. Wykonał ponad 3800 skoków spadochronowych, w tym ok. 2000 tandemowych. W sezonie 2020 ok. 170.

Pasażer (klient) – obywatel Islandii lat 34, bez kwalifikacji lotniczych (spadochronowych).

## 12. Obrażenia osób

Obie osoby w tandemie odniosły obrażenia:

- pilot tandemowy – lekkie.
- pasażer (klient) – poważne.

## 13. Uszkodzenia statku powietrznego

Podczas otwierania czaszy spadochronu prawdopodobnie w wyniku „twardego otwarcia” zerwaniu uległy cztery linki nośne.

## 14. Opis przebiegu i analiza zdarzenia

### 14.1. Opis zdarzenia

W dniu 11 września 2020 r. na lotnisku w Elblągu odbywały się skoki spadochronowe indywidualne oraz w tandemie, obsługiwane przez samolot wywożący typu Turbo Finist SMG 92T. Skoki z opóźnionym otwarciem wykonywane były z wysokości ok. 3800 m AGL (~12.467 ft). O godz. 14.40 samolot ze skoczkami wystartował do pierwszego lotu w tym dniu.

Na wysokości zrzutu jako pierwsi opuścili pokład samolotu skoczkowie samodzielni, w następnej kolejności tandem. Podczas lądowania pierwszego tandemu doszło do twardego przyziemienia, w wyniku którego obrażeń ciała doznali pasażer oraz pilot. Na miejsce wezwano pogotowie ratunkowe, które przewiozło poszkodowanych do szpitala.

Obu poszkodowanych poddano badaniu na zawartość alkoholu z wynikami negatywnymi.



**Rys. 2** Konfiguracja lądowania (przyziemienia) tandemu tuż przed zdarzeniem [źródło: PKBWL]

## 14.2. Analiza zdarzenia

Analizę wykonano w oparciu o ustalenia PKBWL, informacje i wyjaśnienia przekazane przez pilota tandemu, świadków zdarzenia oraz uwagi ekspertów.

Zestaw spadochronowy został poddany dokładnym oględzinom a automat spadochronowy typu VIGIL II+ przesłany do producenta w celu odczytu danych zapisanych w czasie skoku.

Ponadto, analizie poddano zapis video z lądowania, nagrany telefonem komórkowym wykonany przez świadka.

Do skoku wykorzystano zestaw spadochronowy marki System Sigma, składający się z:

- pokrowca z uprzężą Sigma 340;
- uprzęży pasażera TV3-SH;
- spadochronu głównego Sigma II 340;
- automatu Vigil II+;
- spadochronu zapasowego VTC 2R.

Masa skoczków mieściła się w zakresie użytkowym spadochronu i wynosiła odpowiednio: pilot tandemu – 83 kg, pasażer (klient) – 95 kg.

Pilot tandemu posiadał wymagane uprawnienia oraz bardzo duże doświadczenie, zarówno w skokach indywidualnych jak i w tandemie. Zadeklarował, że przez 10 lat był także egzaminatorem fabrycznym dla zestawu spadochronowego SIGMA. Według oświadczenia wykonał ponad 2500 skoków z pasażerami.

Oględziny<sup>5</sup> spadochronu użytego do skoku wykazały, że czasza główna była prawidłowo przymocowana do uprzęży, a uchwyty sterowe były odhamowane w konfiguracji do szybowania/lotu na otwartym spadochronie.

Stan techniczny linek spadochronu głównego określono jako przeciętny, odpowiedni do prawidłowej ich pracy. Zidentyfikowano zerwane cztery linki w pobliżu mocowania do czaszy, po obu stronach komory środkowej na krawędzi natarcia: linki A1 prawą i lewą oraz linki B1 lewą i prawą. Linka prawa B1 zerwana była również przed kaskadowym wszyciem do linki A1.

Wewnętrzne przepierzenia przegród pomiędzy komorami (tzw. *crossports*) w obszarze zerwanych linek były postrzępione, pozostałe przepierzenia komór bez uszkodzeń.

Uszkodzenia te powstały podczas tzw. „twardego otwarcia spadochronu” (patrz także analiza poniżej), podczas skoku, w którym doszło do zdarzenia.

Piloci tandemowi tzw. *drogue* był w stanie w pełni zgaszonym, co jest prawidłowością przy opadaniu na otwartym spadochronie.

---

<sup>5</sup> W dniu 21 lipca 2022r. PKBWL dokonała oględzin zestawu spadochronowego w siedzibie Sądu Rejonowego.

Spadochron zapasowy znajdował się w zamkniętej i zaplombowanej komorze pokrowca, przy czym wyłogi pokrowca były związane prawidłowo przy użyciu zawlecarki. Na zawleczce zamontowano w sposób właściwy plombę z datą ważności przełożenia do skoku (w okresie ważności).

Za wyjątkiem zerwanych linek czaszy i postrzępionych przegród, wszystkie inne elementy zestawu spadochronowego były w dobrym stanie technicznym, co wskazywało na ich prawidłowe działanie.

Brak jest podstaw do stwierdzenia, że ułożenie spadochronu głównego do skoku mogło być nieprawidłowe.

Aby wydostać automat spadochronowy Vigil II+ otwarto pokrowiec spadochronu zapasowego. Odczytano<sup>6</sup> parametry ostatniego skoku, zapisane przez automat spadochronowy. Zapis zawierał m.in. całkowitą liczbę skoków, całkowity czas swobodnego spadania (suma dla wszystkich skoków) oraz maksymalną prędkość spadania przy ostatnim skoku.

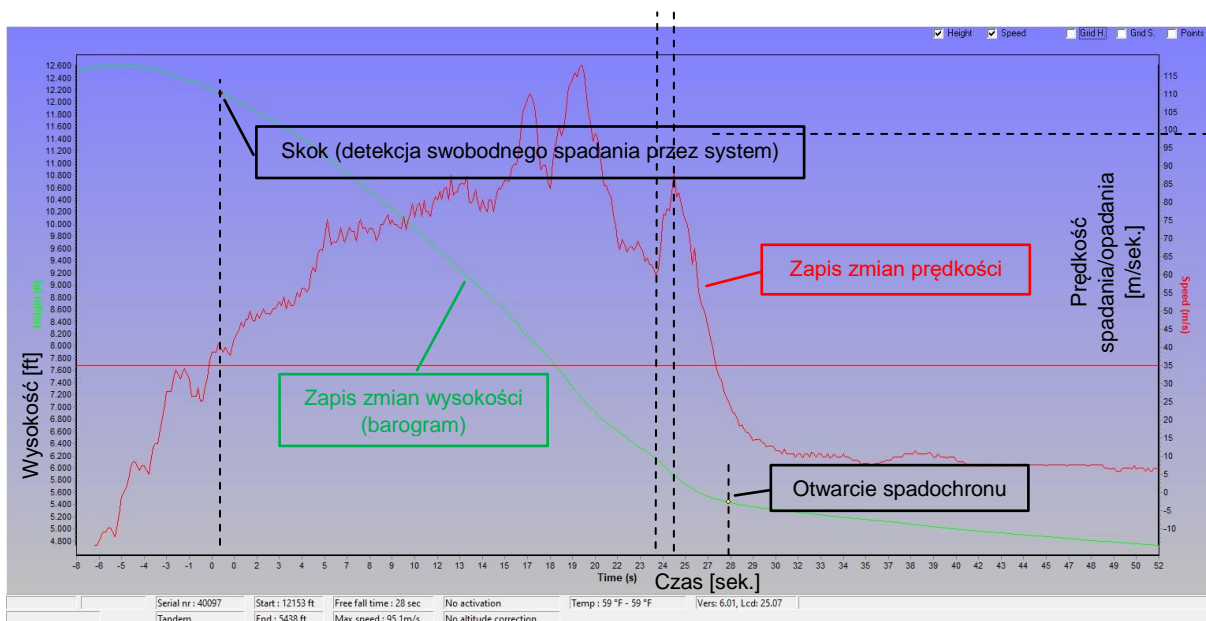
Producent automatu Vigil II+ dokonał odczytu zapisu, czego efektem jest charakterystyka wysokości i prędkości spadania w czasie (Rys. 3). Zapis ten nie obejmuje jednak lądowania, ponieważ system kończy rejestrację do 24 sek. po otwarciu spadochronu (zakończeniu swobodnego spadania), a zatem przed lądowaniem.

O ile barogram skoku (zielona linia na Rys. 3) odzwierciedla realny zapis zmiany wysokości w czasie, o tyle zapis prędkości powinien zostać potraktowany jako orientacyjny i obarczony istotnymi błędami pomiaru. Nierealne dane to np. rozpędzenie w swobodnym spadaniu od wartości 60 m/sek. do 88 m/sek. w ciągu zaledwie ok. 1 sek. oraz 3 nierealne piki prędkości na obrazowaniu. Błędy pomiaru wynikać mogą z „bańki ciśnienia”, jaka tworzy się wokół spadającego swobodnie ciała skoczka, a jej kształt i parametry (ciśnienie) wewnątrz zależne są od pozycji jaką skoczek przyjmuje.

---

<sup>6</sup> Odczytu z urządzenia dokonał jego producent, firma Advanced Aerospace Design, Belgia.





**Rys. 3** Zapis wysokości oraz prędkości spadania/opadania w czasie [źródło: automat spadochronowy]  
Zapisane wartości zestawiono z zaleceniami producenta systemu spadochronowego Sigma Tandem, firmą *United Parachute Technologies* (UPT).

Producent zaleca, aby wyrzucenie hamującego pilocika tandemowego (*drogue'a*) miało miejsce do 5 sek. od chwili opuszczenia samolotu wywożąc skoczków. Jednocześnie, producent kategorycznie wymaga, aby nie dopuszczać do przekroczenia czasu 10 sek. do wyrzucenia *drogue'a*, bowiem przyrost prędkości swobodnego spadania jest znaczny i po 10 sek. tandem (skoczek z pasażerem) osiąga prędkość spadania ok. 170 mph (273 km/h). Otwieranie czaszy przy tej prędkości bez odpowiedniego zwolnienia hamującym pilocikiem określane jest jako „twarde otwarcie” i może skutkować jej uszkodzeniami oraz obrażeniami ciała osób w uprząży.

Maksymalne obciążenie czaszy przy prędkości 180 kts (333 km/h) wynosi 227 kg masy podwieszanej.

Dla skoku, w którym nastąpiło zdarzenia, masa obciążająca czaszę wyniosła:

83 kg (masa pilota) + 95 kg (masa pasażera) + 30 kg (masa wyposażenia) = **208 kg**,  
a zatem 19 kg mniej od obciążenia maksymalnej dopuszczalnej.

Z zapisu jak na Rys. 3 można odczytać, że:

- skok został wykonany z wysokości 12153 ft AMSL<sup>7</sup>; 3822 m
- otwarcie spadochronu
- wysokość otwarcia 5438 ft; 1657 m
- rozpędzanie w swobodnym spadaniu (bez wypuszczonego pilocika hamującego) wyniosło ok. 19 sek., (tj. 14 sek. po zalecany przez producenta czasie do wyrzucenia pilocika i aż 9 sek. po czasie uznanym jako krytyczny);

<sup>7</sup> W przypadku lotniska EPEL wysokość AMSL jest w przybliżeniu równa wysokości AGL, lotnisko EPEL leży zaledwie 3 m n.p.m.



- maksymalna prędkość spadania wyniosła ok. 115 m/sek. tj. ok. 414 km/h, i została osiągnięta po ok. 19 sekundach po oddzieleniu od samolotu;
- wyhamowanie do ok. 300 km/h nastąpiło ok. 24 sek.;
- pełne otwarcie czaszy nastąpiło po 28 sek.

Pilot tandemu nie zgłaszał nieprawidłowości podczas swobodnego lotu co przeczy wykresowi AAD. Nie odniósł się w swoich zeznaniach i oświadczeniach co do zaobserwowania uszkodzenia czaszy przy/po jej otwarciu.

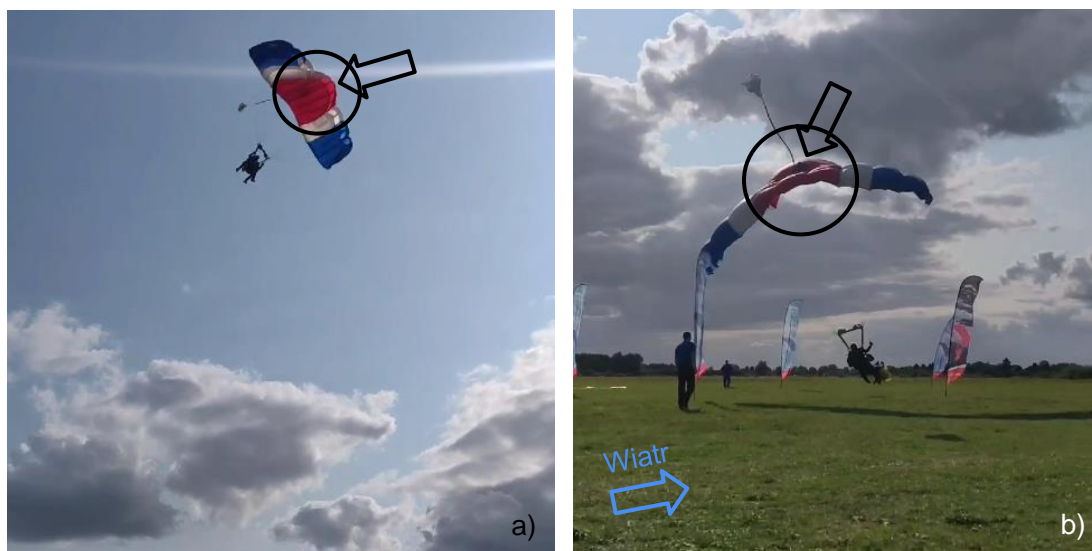
Według Tandem Pilota nie zauważył on zerwanych linek, lecz skontrolował on pasażera co sugeruje, że „twarde otwarcie”, szarpnięcie było naprawdę mocne. Dodatkowo Tandem pilot twierdzi, że skontrolował czaszę i sprawdził jej manewrowość wykonując „kilka zakrętów w prawo i w lewo”. Zerwane grube linki nośne wysoko, przy czaszy musiały opaść do wysokości taśm nośnych spadochronu.

Być może, mając świadomość uszkodzenia i możliwe konsekwencje w postaci zaburzonego sterowania spadochronem, w celu uniknięcia lądowania na zdeformowanej czaszy, zdecydowałby się na wprowadzenie procedury awaryjnej. Polega ona na wypięciu czaszy głównej i otwarciu spadochronu zapasowego (lądowaniu na spadochronie zapasowym).

#### Analiza zapisu video z podejścia do lądowania i przyziemienia:

Czasza spadochronu wykazywała wyraźne wybrzuszenie (deformację) w jej środkowej części, po stronie krawędzi natarcia (Rys. 4). Wybrzuszenie to było wynikiem zerwania 4 linek nośnych w chwili otwierania spadochronu. Deformacja musiała negatywnie wpływać na pracę czaszy i mogła przekładać się na ograniczenie jej osiąarów: zwiększone opadanie własne, gorsza sterowność, zwiększenie prędkości przeciągnięcia czy wręcz jego inna charakterystyka.

Pilot po sprawdzeniu czaszy podjął decyzję o kontynuowaniu lotu i lądowaniu na czaszy głównej. Nie jest jasne, czy pilot odczuł zmianę w sterowaniu skrzydłem podczas opadania. Wietrzna pogoda i silna termika w dniu zdarzenia mogły powodować, że zmiany w sterowaniu oraz osiąarów zdeformowanego miejscowo skrzydła, nie były wyczuwalne.



**Rys. 4** Podejście do lądowania - widoczna deformacja czaszy w jej środkowej części – zaznaczono okręgiem i strzałką. Kierunek wiatru przy ziemi wskazują flagi oraz niebieska strzałka [źródło: PKBWL]

Pilot sterujący tandemem błędnie zaplanował podejście i lądowanie. Zapis video pokazuje kierunek wiatru, który można określić na podstawie flag wykonanych z lekkiego materiału. Podchodząc do lądowania wykonał niski zakręt w lewo, tandem przyziemił mając wiatr tylny-boczny z lewej strony. Jest to łatwe do ustalenia po zachowaniu się flag oraz po skręceniu i deformacji czaszy już po znalezieniu się skoczków na ziemi (czasza ustawiła się/skręcała pod wiatr). Lądowanie z tylnym lub tylny-bocznym wiatrem nie jest prawidłową techniką dla spadochronu szybującego (skrzydła), gdzie podejście i zetknięcie z ziemią powinno następować w łożu wiatru i pod wiatr. W zdarzeniu, prędkość względem ziemi (prędkości przyziemienia) była wynikową (sumą) składowej prędkości wiatru na kierunku przyziemienia oraz prędkości szybowania. Obserwując uważnie nagranie można zauważyć, że tuż przed stykiem z murawą lotniska, spadochron mógł znajdować się w konfiguracji przeciągnięcia (utrata siły nośnej przy znacznym przyroście opadania). Tłumaczyłoby to twarde lądowanie jakie miało miejsce i potwierdzało wskazanie pilota, który zrelacjonował, że „czasza spadła nad samą ziemią”<sup>8</sup>. Dodatkowo, zaburzona geometria czaszy pogarszała jej osiągi a także redukowała możliwości skutecznego hamowania przed przyziemieniem. Tandem pilot po rozpędzeniu spadochronu lewym zakrętem praktycznie nie hamował.

Być może tandem pilot mógł czuć, że skrzydło „nie niesie”, stąd niepełne ściągnięcie sterówek, w obawie aby nie przeciągnąć skrzydła przy lądowaniu.

Zakręt do lądowania był niepotrzebny i wykonany został zbyt nisko. Komisja nie stwierdza, czy pilot był świadomy lądowania z wiatrem tylny-bocznym (to znaczy, czy manewr był zamierzony), czy też nie był w stanie ustalić kierunku „pod wiatr” w celu zmniejszenia prędkości przyziemienia. Lądowanie „pod wiatr” redukuje prędkość postępową względem ziemi, a jednocześnie pozwala efektywnie i w szerszym zakresie sterować kątem natarcia skrzydła, następuje odejmowanie wartości wektorów

<sup>8</sup> Wg zapisu w zgłoszeniu do CBZ.

prędkości wiatru oraz szybującego spadochronu. Wypracowany przyrost siły aerodynamicznej (poprzez wyhamowanie czyli przejście na większe kąty natarcia) pozwala na przyziemienie z minimalną prędkością pionową i zdecydowanie mniejszą prędkością postępową.

Rys. 5 pokazuje sekwencję zdarzeń (dowrotu) do lądowania aż do chwili przyziemienia. Między innymi zwraca uwagę prawidłowa pozycja pasażera (wyprostowane, podniesione do góry i złączone ze sobą nogi).



**Rys. 5** Zapis podejścia: sekwencja zdarzeń w czasie 5 sek. przed przyziemieniem [źródło: PKBWL]

Nierówne ściągnięcie obu linek sterowniczych z dodatkowymi hamulcami systemu Sigma do lądowania (Rys. 5 f i g) mogło wynikać z konieczności przyziemienia z tylnobocznym wiatrem. Pilot tandemu nie był w stanie w pełni zakręcić pod wiatr ponieważ wykonał zakręt w lewo i odwrócił się od kierunku wiatru i prawidłowego kierunku lądowania, zamierzał jednak utrzymać tandem w osi przyziemienia.

Przyziemienie nastąpiło z dużą prędkością postępową, będącą sumą składowej wiatru na kierunku przyziemienia oraz prędkości szybowania spadochronu. Jednocześnie znaczna była prędkość pionowa (opadania), której pilot nie był w stanie dalej zmniejszyć zaciąganiem sterówek, ponieważ skrzydło znajdowało się już w konfiguracji przeciągnięcia (sterówki nie pracowały) a ich nierównomierne wybranie mógł wymuszać boczny wiatr. Naruszona geometria skrzydła (wybrzuszenie na krawędzi natarcia) także wymiennie przyczyniała się do trudności w sterowaniu i redukowało siłę aerodynamiczną wyporu (nośną).

### 14.3. Ustalenia zespołu badawczego

- 1) Pilot tandemu posiadał uprawnienia do wykonania skoku z pasażerem;

- 2) Stan techniczny zestawu spadochronowego przed skokiem nie miał wpływu na zdarzenie;
- 3) Sumaryczna masa pilota i pasażera do skoku nie została przekroczona;
- 4) Warunki użytkowania spadochronu zostały przekroczone;
- 5) Do chwili przyziemienia spadochron pozostawał sterowny, a zakłócenie sterowania spowodowane zerwaniem linek nośnych nie powinno przełożyć się twarde lądowanie;
- 6) Podejście do lądowania zostało zbudowane niewłaściwie, bez uwzględnienia warunków pogodowych, pogoda miała wpływ na przebieg zdarzenia. Niski zakręt i brak hamowania spotęgował uderzenie o ziemię.

## 15. Przyczyna zdarzenia

1. **Błąd pilota tandemu polegający na złej ocenie sprawności spadochronu po otwarciu.**
2. **Lądowanie z tylnobocznym wiatrem, z dużą prędkością względem ziemi i prawdopodobnie w konfiguracji przeciągnięcia skrzydła, bez hamowania.**

## 16. Czynniki sprzyjające zaistnieniu zdarzenia

- 1) Zakręt do lądowania wykonany zbyt nisko nad ziemią;
- 2) Przekroczenie dopuszczalnego czasu swobodnego spadania i otwieranie spadochronu znacznie powyżej prędkości dopuszczalnej, a w konsekwencji uszkodzenie czaszy podczas jej otwierania;
- 3) Zła ocena sprawności spadochronu po „twardym” otwarciu.

## 17. Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa

Nie sformułowano.

## 18. Propozycje zmian systemowych i/lub inne uwagi

Nie sformułowano propozycji do zmian systemowych.

W grudniu 2022 r. projekt raportu końcowego (PRK) został przesłany do pilota tandemu. Pilot tandemu w styczniu 2023 r. przesłał uwagi do PRK, część uwag po analizie została uwzględniona w raporcie końcowym. Uwagi, które nie zostały uwzględnione. Zostaną one dołączone do dokumentacji z badania zdarzenia.

## 19. Załączniki

Brak.

---

**KONIEC**

Kierujący zespołem badawczym

.....  
(podpis na oryginalne)