



**MINISTERSTWO TRANSPORTU,  
BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ  
PAŃSTWOWA KOMISJA BADANIA WYPADKÓW LOTNICZYCH**



## **RAPORT KOŃCOWY**

### **WYPADEK**

**zdarzenie nr: 1069/11**

**statek powietrzny: motolotnia**

**21 sierpnia 2011 r. – Wicewo gm. Tychowo**

*Niniejszy raport jest dokumentem prezentującym stanowisko Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych dotyczące okoliczności zdarzenia lotniczego, jego przyczyn i zaleceń profilaktycznych.*

*Raport jest wynikiem badania przeprowadzonego jedynie w celach profilaktycznych w oparciu o obowiązujące przepisy prawa międzynarodowego i krajowego. Badanie zostało przeprowadzone bez konieczności stosowania prawnej procedury dowodowej.*

*Sformułowania zawarte w niniejszym raporcie, w związku z Art. 134 ustawy Prawo lotnicze (Dz. U. z 2006 r., Nr 100, poz. 696 z zm.) nie mogą być traktowane jako wskazanie winnych lub odpowiedzialnych za zaistniałe zdarzenie.*

*Komisja nie orzeka co do winy i odpowiedzialności.*

*W związku z powyższym wszelkie formy wykorzystania niniejszego raportu do celów innych niż zapobieganie wypadkom i poważnym incydentom lotniczym, może prowadzić do błędnych wniosków i interpretacji.*

*Raport niniejszy został sporządzony w języku polskim. Inne wersje językowe mogą być przygotowywane jedynie w celach informacyjnych.*

**Warszawa 2012**

## SPIS TREŚCI

Informacje ogólne .....	3
Streszczenie .....	3
1. Informacje faktyczne .....	4
1.1. Historia lotu .....	4
1.2. Obrażenia osób .....	6
1.3. Uszkodzenia statku powietrznego .....	6
1.4. Inne uszkodzenia .....	6
1.5. Informacje o składzie osobowym (dane o załodze) .....	6
1.6. Informacje o statku powietrznym .....	7
1.7. Informacje meteorologiczne .....	9
1.8. Pomoce nawigacyjne .....	9
1.9. Łączność .....	9
1.10. Informacje o miejscu zdarzenia .....	9
1.11. Rejestratory pokładowe .....	9
1.12. Informacje o szczątkach i zderzeniu .....	10
1.13. Informacje medyczne i patologiczne .....	11
1.14. Pożar .....	11
1.15. Czynniki przeżycia .....	11
1.16. Badania i ekspertyzy .....	12
1.17. Informacje o organizacjach i działalności administracyjnej .....	12
1.18. Informacje uzupełniające .....	12
1.19. Użyteczne lub efektywne metody badań .....	13
2. Analiza .....	13
3. Wnioski końcowe .....	37
3.1. Ustalenia komisji .....	37
3.2. Przyczyna wypadku .....	38
4. Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa .....	38

## INFORMACJE OGÓLNE

Rodzaj zdarzenia:	<b>WYPADEK</b>
Rodzaj i typ statku powietrznego:	<b>motolotnia</b>
Znaki rozpoznawcze statku powietrznego:	<b>SP-MBGZ</b>
Dowódca statku powietrznego:	<b>pilot motolotni</b>
Organizator lotów:	<b>prywatny</b>
Użytkownik statku powietrznego:	<b>prywatny</b>
Właściciel statku powietrznego:	<b>prywatny</b>
Miejsce zdarzenia:	<b>Wicewo gm. Tychowo</b>
Data i czas zdarzenia:	<b>21 sierpnia 2011 r., 13:20 (LMT)</b>
Stopień uszkodzenia statku powietrznego:	<b>zniszczony</b>
Obrażenia załogi:	<b>ze skutkiem śmiertelnym</b>

## STRESZCZENIE

W dniu 21 sierpnia 2011 r. pilot motolotni wykonywał lot z pasażerem. W trakcie lotu zaczęły występować duże turbulencje powietrza, które bardzo utrudniały pilotowanie motolotni. Pilot podejmował próby wyjścia ze strefy turbulencji, poprzez zmianę kursu i wysokości lotu, lecz bezskutecznie. Silne podmuchy powietrza oddziaływały na motolotnię, stwarzając coraz większe utrudnienia w sterowaniu. Około godziny 13:20 czasu lokalnego (LMT)<sup>1</sup> motolotnia zderzyła się z ziemią, na granicy pola uprawnego i lasu w rejonie miejscowości Wicewo. W wyniku wypadku pilot poniósł śmierć na miejscu, pasażer doznał poważnych obrażeń, a motolotnia uległa zniszczeniu.

Badanie zdarzenia przeprowadził zespół badawczy PKBWL w składzie:

Dariusz Frątczak	– kierujący zespołem,
Jacek Jaworski	– członek zespołu,
Jacek Rożyński	– członek zespołu,
Stanisław Żurkowski	– członek zespołu,
Marek Masalski	– członek zespołu – ekspert PKBWL,
Jakub Myśluk	– członek zespołu – ekspert PKBWL,
Jarosław Olędzki	– członek zespołu – ekspert PKBWL,
Henryk Orwat	– członek zespołu – ekspert PKBWL.

---

<sup>1</sup> Wszystkie czasy w raporcie podawane będą według czasu lokalnego (LMT)

W trakcie badania PKBWL ustaliła następujące przyczyny wypadku lotniczego:

- 1. Wykonywanie lotu w warunkach występowania skumulowanych turbulencji nieba bezchmurnego (CAT – Clear Air Turbulence) oraz silnej turbulencji dynamicznej.**
- 2. Zbyt późno podjęta decyzja o wykonaniu lądowania zapobiegawczego w terenie przygodnym.**

Okolicznościami sprzyjającymi zaistnieniu wypadku lotniczego były:

1. Brak wnikliwej analizy warunków pogodowych pod kątem występowania turbulencji powietrza przed startem i nieprawidłowa ich bieżąca ocena podczas lotu.
2. Zmęczenie pilota spowodowane długotrwałym pilotowaniem motolotni w warunkach silnej turbulencji powietrza.

Nie wyklucza się, że wyłączenie silnika miało wpływ na przebieg zdarzenia.

Po zakończeniu badania Komisja nie sformułowała zaleceń dotyczących bezpieczeństwa.

## **1. INFORMACJE FAKTYCZNE.**

### **1.1. Historia lotu.**

W dniu 21 sierpnia 2011 roku około godziny 7:00 na „inne miejsce przystosowane do startów i lądowań statków powietrznych” Bagicz, przybyli mężczyzna lat 52 – pilot motolotni i mężczyzna lat 45 – pasażer, kandydat na ucznia-pilota, w celu wykonania lotów na motolotni o znakach rozpoznawczych SP-MBGZ, która była własnością pilota. Według zeznań kandydata na ucznia-pilota, celem lotów miało być „*dalsze szkolenie*”, bowiem już wcześniej wykonywali wspólnie loty zapoznawcze. Po przeglądzie przedlotowym, pilot i pasażer zajęli miejsca w motolotni (pasażer na tylnym fotelu). Celem pierwszych lotów po kręgu było zapoznanie pasażera z właściwościami pilotażowymi motolotni. Pasażer, który był kandydatem na ucznia-pilota, planował w niedalekiej przyszłości przystąpić do nauki pilotażu na tej motolotni, lecz dopiero po jej przystosowaniu do szkolenia. Podczas kilku lotów (według zeznań pasażera 3 – 4 loty) po kręgu, które trwały około 15 minut, pasażer za zgodą i pod kontrolą pilota trzymał sterownicę, w celu zapoznania się z właściwościami pilotażowymi motolotni. Po wykonaniu ostatniego kręgu i lądowaniu, zapoznał się również z techniką kołowania. Pilot zachęcony dobrą pogodą zaproponował pasażerowi przelot do Bornego Sulinowa (ok. 100 km), gdzie odbywał się zlot pojazdów militarnych. Przed wylotem udali się do Bagicza po dodatkowe paliwo (kanister 10 l), które zabrali ze sobą na pokład motolotni. Następnie, wspólnie wykonali przegląd przedlotowy, po czym zajęli miejsca w motolotni (pasażer na tylnym fotelu). Start nastąpił około godz. 8:30. Pilot zaplanował międzylądowanie na „innym miejscu przystosowanym do startów i lądowań

statków powietrznych” Czaplinek-Broczyño (ok. 90 km), celem uzupełnienia zapasu paliwa, oraz zademonstrowania pasażerowi lądowania na „lepszym pasie”. Po wylądowaniu, pilot zapytał pasażera czy chce „spróbować jak tam” w Bagiczu, lecz ten odmówił, tłumacząc się zmęczeniem i dość wyczerpującym lotem, ze względu na występujące turbulencje powietrza. Zatankowali więc zabrane w kanistrze paliwo, po czym kontynuowali dalszy lot na „inne miejsce przystosowane do startów i lądowań statków powietrznych” Borne Sulinowo, gdzie wylądowali przed godz. 12.00 (LMT). Po przylocie do Bornego Sulinowa obydwaj mężczyźni udali się na pobliską stację benzynową, gdzie zakupili paliwo. Po powrocie ze stacji benzynowej, przez chwilę rozmawiali przy hangarze z obecnymi tam osobami, a następnie udali się do motolotni i zatankowali przyniesione w kanistrze paliwo. Krótko przed godziną 13:00, pilot wraz z pasażerem, który zajmował miejsce na tylnym fotelu wystartowali z Bornego Sulinowa z zamiarem wykonania lotu powrotnego bezpośrednio do Bagicza (około 90 km). Po około 25 minutach lotu na wysokości ok. 300 m AGL napotkali silne turbulencje powietrza, które bardzo utrudniały pilotowanie motolotni. Przez około 20 minut pilot bezskutecznie podejmował próby wyjścia ze strefy turbulencji, szukając „spokojniejszego powietrza” poprzez zmianę kursu i wysokości lotu, ale silne podmuchy powietrza oddziaływały na skrzydło motolotni, stwarzając coraz większe utrudnienia w sterowaniu. Według relacji świadków, w rejonie miejscowości Wicewo (po przelecie ok. 45 km), pilot „na ujętym gazie” początkowo wykonywał obszerne kręgi w lewą stronę obniżając wysokość lotu. Na wysokości około 40 m, w momencie wykonywania zakrętu w prawo, motolotnia gwałtownie pochyliła się do przodu. Pilot utracił kontrolę nad motolotnią, która zaczęła wchodzić w spiralę i około godziny 13:20 zderzyła się z ziemią na granicy pola uprawnego i lasu (rys. 1). W wyniku wypadku pilot poniósł śmierć na miejscu, pasażer doznał poważnych obrażeń ciała, a motolotnia uległa zniszczeniu.



Rys 1. Miejsce wypadku [zdjęcie Google earth]

## 1.2. Obrażenia osób.

Obrażenia ciała	Załoga	Pasażerowie	Inne osoby
Śmiertelne	1	-	-
Poważne	-	1	-
Nieznaczne (nie było)	-	-	-

## 1.3. Uszkodzenia statku powietrznego

W wyniku zderzenia z ziemią motolotnia uległa całkowitemu zniszczeniu (foto 1).



Foto 1. Widok wraku motolotni na miejscu zdarzenia

## 1.4. Inne uszkodzenia.

Nie było.

## 1.5. Informacje o składzie osobowym (dane o załodze).

Pilot motolotni, mężczyzna lat 52, posiadał następujące formalne kwalifikacje lotnicze:

- Świadectwo kwalifikacji członka personelu lotniczego – Świadectwo kwalifikacji pilota motolotni PHGP, wydane 11.02.2011 r. przez Urząd Lotnictwa Cywilnego, z terminem ważności do 11.02.2016 r.
- Uprawnienie lotnicze PDI – do wykonywania przeglądu przedlotowego statku powietrznego bez prawa wykonywania napraw i regulacji, z terminem ważności do 11.02.2016 r.
- Uprawnienie lotnicze CP – do lotów z pasażerem, z terminem ważności do 11.02.2016 r.
- Badania medyczne pilot przechodził 10.03.2011 r., posiadał orzeczenie lotniczo-lekarskie klasy 3 bez ograniczeń, z terminem ważności do 13.03.2012 r.
- Świadectwo ogólne operatora radiotelefonisty, wydane 04.12.2008 r. przez Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej.

- Według Dziennika lotów motolotniarza w okresie od 22.07.1997 r. do 09.05.2011 r. uzyskał nalot na motolotniach 289 godz. 56 min. (w tym 33 godz. 26 min. na dwusterze). Brak danych o nalocie w okresie od 10.05.2011 r. do dnia wypadku. W okresie od 23.02.2009 r. do 21.06.2009 r. odbył szkolenie teoretyczne i praktyczne do uprawnień instruktora motolotniowego (INS do PHGP), które ukończył z wynikiem pozytywnym.
- W dniu 12.05.2011 r. zdał egzamin praktyczny na uprawnienie instruktora motolotniowego, a upoważnieniem Prezesa ULC z dnia 12.08.2011 r. został upoważniony do odbycia w ośrodku szkolenia lotniczego, nadzorowanej praktyki lotniczej w zakresie uprawnienia – instruktora motolotniowego.

### 1.6. Informacje o statku powietrznym.

Motolotnia, dwumiejscowa o znakach SP-MBGZ została wpisana w dniu 12.08.2005 r. do Ewidencji Statków Powietrznych.

Motolotnia składała się z następujących podzespołów:

- Skrzydło;
  - Producent – nieznany (w Protokóle przeglądu/kompletacji nr 8/2011, jako producenta wpisano „Aeros” – taki napis widnieje na skrzydle, jednak podczas oględzin nie odnaleziono żadnych charakterystycznych numerów, pozwalających zidentyfikować to skrzydło jako oryginalny produkt ukraińskiej firmy Aeros Ltd.).
  - Typ – nieznany (w metryce motolotni wpisano „Stream” – taki napis widnieje na skrzydle. Ponieważ skrzydło jest zbudowane z elementów podobnych do tych, z jakich jest zbudowane oryginalne skrzydło Stream firmy Aeros Ltd. może ono być jego kopią),
  - Numer fabryczny – brak (w dokumentach motolotni widnieje nr 01/616 jednak podczas oględzin nie został odnaleziony),
  - Rok produkcji – nieznany (w dokumentach motolotni widnieje data 21.07.2000 r., jednakże brak możliwości potwierdzenia z powodu braku oznaczeń na skrzydle).
- Wózek z podwoziem trójkołowym, układ „L” – konstrukcja własna, numer wpisany w metryce motolotni – 01/00 (numeru podczas oględzin nie odnaleziono);
- Silnik spalinowy czterosuwowy, dwucylindrowy w układzie przeciwsobnym (bokser), chłodzony olejem i powietrzem.
  - Producent: – amatorska aerokonwersja silnika firmy BMW,
  - Typ: – BMW R 1150 GS (wyjściowy do aerokonwersji),
  - Nr fabryczny: – silnik nieoceanowany numerem,
  - Data zabudowy: – 10.07.2010 r.
- Śmigło drewniane, dwułopatowe o stałym skoku;
  - Producent: – Piotrowski,
  - Numer: – L0003,

➤ Data zabudowy: – 10.07.2010 r.

- Przyrząd pokładowy – wielofunkcyjny elektroniczny wskaźnik parametrów lotu Brauniger IQ-COMFORT (prędkościomierz, wysokościomierz, wariometr).

Poza tym motolotnia wyposażona była w obrotomierz, miernik temperatury oleju, kontrolkę ładowania i kontrolkę ciśnienia oleju. Stwierdzono brak wskaźnika poziomu paliwa, który powinien być zamontowany z uwagi na ograniczoną możliwość wzrokowej oceny poziomu paliwa. Niezgodność podstawowego wyposażenia motolotni opisanego w Metryce motolotni ze stanem faktycznym – brak prędkościomierza, wysokościomierza, wariometru i busoli (brak wpisów o wymontowaniu), jest natomiast wielofunkcyjny elektroniczny wskaźnik parametrów lotu Brauniger IQ-COMFORT (prędkościomierz, wysokościomierz, wariometr).

Pozwolenie na wykonywanie lotów motolotni było ważne (niezgodność wpisów):

- wg Metryki motolotni, od 06.08.2011 do 05.08.2012 r.,
- wg Protokołu przeglądu/kompletacji nr 8/2011, od 02.08.2011 do 02.08.2012 r.

Na podstawie wpisów w Metryce motolotni stwierdzono, że do dnia 06.08.2011 r. wykonano 477 lotów w czasie 260 godz. 45 min., z czego po wymianie silnika i śmigła 50 lotów w czasie 45 godz. 35 min.

W Metryce motolotni brak aktualnych wpisów o przeprowadzonych czynnościach okresowych skrzydła, wózka i silnika.

Stwierdzono brak następujących dokumentów warunkujących bezpieczne użytkowanie motolotni: aktualnej Instrukcji użytkowania w locie i obsługi technicznej motolotni, Instrukcji obsługi technicznej silnika, Instrukcji obsługi skrzydła i Instrukcji obsługi śmigła. Okazana Instrukcja użytkowania w locie i obsługi technicznej motolotni jest nieaktualna i zawiera wpisy odnoszące się do silnika Rotax 447 (na motolotni zabudowany był silnik BMW R 1150 GS po aerokonwersji).

Ubezpieczenie OC ważne do 17.08.2012.

Szacunkowe załadowanie motolotni:

- ciężar kompletnej motolotni według:
- protokołu przeglądu/kompletacji nr 8/2011 – 224 kg
- szacunkowy ciężar załogi (2 osoby) – 150 kg
- szacunkowy ciężar paliwa – 20 kg
- Razem: – 394 kg

Na podstawie wpisu w protokole przeglądu/kompletacji nr 8/2011 przyjęto maksymalny ciężar startowy 420 kg. Dopuszczalne obciążenie określone przez producenta skrzydeł Stream, którego skrzydło motolotni SP-MBGZ mogło być kopią, wynosi 450 kg. Oszacowany ciężar nie przekraczał dopuszczalnego ciężaru podanego dla tej motolotni.



### 1.7. Informacje meteorologiczne.

Rejon wypadku znajdował się w zasięgu wyżu, którego centrum z ciśnieniem 1024 hPa znad Małopolski powoli przemieszczało się w kierunku wschodnim. Widzialność ponad 10 km, temperatura powietrza około 20 °C, wiatr południowo zachodni o prędkości 7 ÷ 8 m/s, z występującym silnymi porywami, ciśnienie QNH w Świdwinie powyżej średniego 1020,2 hPa, z powolną tendencją spadkową, wilgotność względna około 50 %. Występowała turbulencja nieba bezchmurnego (CAT – Clear Air Turbulence) podczas której pionowe ruchy powietrza oszacowano na 1 ÷ 3 m/s.

Warunki pogodowe miały wpływ na zaistnienie wypadku.

### 1.8. Pomoce nawigacyjne.

Nie dotyczy

### 1.9. Łączność.

Motolotnia była wyposażona w ręczny radiotelefon ICOM IC-A3E, przeznaczony do prowadzenia łączności w paśmie lotniczym na częstotliwościach 118,000 ÷ 136,975 MHz, który nie był włączony w trakcie lotu.

### 1.10. Informacje o miejscu zdarzenia.

Motolotnia zderzyła się z ziemią w płaskim terenie, na granicy pola uprawnego i lasu w rejonie miejscowości Wicewo. Współrzędne geograficzne: 53°53'38,48" N, 016°08'12,63" E, elewacja 60 m AMSL (rys 1).

### 1.11. Rejestratory pokładowe.

Motolotnia była wyposażona w wielofunkcyjny elektroniczny wskaźnik parametrów lotu Brauniger IQ-COMFORT, S/N 050243595, który podczas zderzenia z ziemią uległ częściowemu uszkodzeniu (pęknięty wyświetlacz). Po podłączeniu do urządzenia sprawnego wyświetlacza możliwe było odczytanie zarejestrowanych danych. Zgodnie z instrukcją użytkowania, urządzenie prowadzi rejestr ostatnich 50 lotów.



Rys 2. Urządzenie Brauniger IQ-COMFORT,  
a) widok ogólny, b) uszkodzone w wyniku wypadku motolotni

Urządzenie, w chwili odczytu danych, miało zarejestrowane loty wykonane w dniach od 11.04.2011 do 21.08.2011r. W miesiącu sierpniu loty zostały zarejestrowane w dniach: 2, 6, 8, 16, 17 i 21. W dniu 21.08.2011 r. zarejestrowany został jeden lot, lecz nie ma pewności, że zapis dotyczył lotu podczas którego zaistniał wypadek.



Foto 2. Zapis lotu z dnia 21.08.2011 r., Brauninger IQ-COMFORT,

#### Zapis lotu z dnia 21.08.2011 r.

- data lotu 21.08.2011r.,
- prędkość maksymalna 109 km/h,
- maksymalna prędkość wznoszenia 6 m/s,
- maksymalna wysokość (AMSL) 684 m,
- maksymalna prędkość opadania 6,9 m/s,
- suma nabranej wysokości 8250 m,
- czas lotu 12 min 31 s,
- maksymalna wysokość nad punktem startu 691 m.

#### **1.12. Informacje o szczątkach i zderzeniu.**

Motolotnia zderzyła się z ziemią z kursem około 15°, w głębokim prawym przechyleniu i stromym pochyleniu na dziób. Po dynamicznym odbiciu, motolotnia przemieściła się około 8 metrów do przodu i upadając, uderzyła w drzewa rosnące na skraju pola uprawnego i lasu.



Rys 3. Wrak motolotni i ślady zderzenia na miejscu wypadku

W wyniku zdarzenia motolotnia uległa całkowitemu zniszczeniu. Nie stwierdzono, aby przed zderzeniem jakakolwiek część oddzieliła się od motolotni. Z charakteru śladów wynika, że wszystkie uszkodzenia motolotni nastąpiły podczas zderzenia z ziemią (rys 3).

### 1.13. Informacje medyczne i patologiczne.

W wyniku wypadku pilot poniósł śmierć na miejscu. Przyczyną zgonu był masywny uraz głowy i klatki piersiowej. Pilot w chwili wypadku nie znajdował się pod wpływem działania alkoholu etylowego, leków ani środków narkotycznych lub psychoaktywnych. Pasażer motolotni w wyniku wypadku doznał poważnych obrażeń ciała, wymagających długotrwałego leczenia szpitalnego oraz długotrwałej rehabilitacji. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że stan zdrowia pilota nie miał wpływu na zaistnienie wypadku.

### 1.14. Pożar.

Nie było.

### 1.15. Czynniki przeżycia.

Niezwłocznie po zaistnieniu zdarzenia naoczny świadek powiadomił Pogotowie Ratunkowe (tel. 999) i udał się na miejsce upadku motolotni, celem udzielenia pomocy poszkodowanym. Po około 20 minutach na miejsce zdarzenia przybyły kolejno dwa Zespoły Ratownictwa Medycznego i Jednostka Ratownicza PSP, OSP oraz Policja. Służby wspólnie przystąpiły do prowadzenia czynności ratowniczych, polegających na uwolnieniu osób z wraku motolotni i udzieleniu poszkodowanym pierwszej pomocy. Profilaktycznie zalano silnik motolotni pianą gaśniczą, ze względu na wyciek paliwa oraz zabezpieczono rejon zdarzenia. U pilota nie stwierdzono oznak życia, natomiast pasażer, po przeprowadzeniu wstępnego badania na miejscu zdarzenia, został przetransportowany śmigłowcem Lotniczego Pogotowia Ratunkowego do szpitala. Pilot i pasażer podczas lotu byli przypięci do foteli pasami bezpieczeństwa oraz mieli założone kaski (foto 3, 4).



Foto 3. Kask pilota motolotni



Foto 4. Kask pasażera motolotni

Kask pilota w momencie zderzenia z ziemią uległ uszkodzeniu i spadł z głowy. Na podstawie umiejscowienia obrażeń i ich charakteru można przyjąć, że pilot motolotni zderzył się z podłożem przednią częścią ciała, uderzając głową i twarzą oraz lewą stroną klatki piersiowej o ziemię lub twarde części motolotni. Pomimo, iż motolotnia posiadała prawidłowe pasy bezpieczeństwa biodrowo – ramieniowe, pilot zapiął tylko pas biodrowy, co w momencie zderzenia motolotni z ziemią nie chroniło go przed uderzeniem, szczególnie głową w elementy kokpitu. Być może, gdyby pilot był zapięty również pasem ramieniowym, nie doszłoby do pęknięcia kasku, podczas uderzenia o elementy kokpitu i mógłby uniknąć poważnych urazów głowy.

#### **1.16. Badania i ekspertyzy.**

Przeprowadzono następujące badania i ekspertyzy:

- wykonano i przeanalizowano dokumentację fotograficzną i wideo miejsca zdarzenia i uszkodzeń motolotni,
- przeanalizowano dokumentację eksploatacyjną motolotni,
- przeanalizowano dokumentację szkoleniową pilota oraz jego doświadczenie lotnicze,
- przeprowadzono badanie stanu technicznego motolotni, w tym:
  - wykonano szczegółowe badanie techniczne silnika,
  - przeprowadzono badania elementów instalacji paliwowej motolotni,
  - przeprowadzono badania elementów instalacji elektrycznej motolotni,
- wykonano ekspertyzę paliwa w laboratorium chemicznym,
- sporządzono ekspertyzę wielofunkcyjnego elektronicznego wskaźnika parametrów lotu Brauniger IQ-COMFORT,
- sporządzono ekspertyzę przebiegu lotu motolotni,
- sporządzono ekspertyzę stanu technicznego motolotni,
- sporządzono ekspertyzę meteorologiczną,
- sporządzono opinię medyczną,
- przyjęto zeznania od świadków, w tym od pasażera motolotni.

#### **1.17. Informacje o organizacjach i działalności administracyjnej.**

Lot, podczas którego nastąpiło zdarzenie miał charakter prywatny.

#### **1.18. Informacje uzupełniające.**

Zapoznanie z projektem raportu końcowego.

Mechanik, który dokonywał ostatniego przed wypadkiem przeglądu technicznego i wystawił pozwolenie na wykonywanie lotów motolotni SP-MGBZ został powiadomiony o możliwości zapoznania się z treścią projektu raportu końcowego, dotyczącego wypadku. Nie skorzystał z możliwości zapoznania się z projektem raportu.

### **1.19. Użyteczne lub efektywne metody badań.**

Stosowano tradycyjne metody badawcze.

## **2. ANALIZA.**

### **Wyszkolenie pilota**

Zgodnie z posiadanymi formalnymi kwalifikacjami oraz nabytym doświadczeniem lotniczym Komisja uznała, że pilot miał odpowiednie kwalifikacje, wystarczające do wykonania lotu z pasażerem w dniu 21 sierpnia 2011 r.

### **Przebieg lotu**

Na podstawie zeznań świadków obserwujących lecącą motolotnię w rejonie miejscowości Wicewo, oraz zeznań poszkodowanego pasażera motolotni i zniszczeń konstrukcji motolotni powstałych przy zderzeniu z ziemią, odtworzono najbardziej prawdopodobny przebieg zdarzeń w tym locie, a szczególnie jego ostatniej fazy.

Ostatnia faza lotu, zanim doszło do upadku motolotni, odbywała się nad terenem urozmaiconym zarówno jeżeli chodzi o pokrycie, jak również o rzeźbę, występowały więc tu warunki sprzyjające do równoczesnego występowania turbulencji termicznej i dynamicznej, co miało zdecydowanie niekorzystny wpływ na tak lekki statek powietrzny jakim jest motolotnia. Z uwagi na swoje doświadczenie, pilot z pewnością przewidywał, że warunki termiczne będą utrudniały mu lot jednak nie przewidział, że skala trudności będzie tak duża. Z zeznań świadka wynika, że nie był to pierwszy lot pilota do Bornego Sulinowa, należy więc wnioskować, że znał trasę i wiedział też jakich warunków meteorologicznych może się tam spodziewać. Fakt, że lot był wykonywany bez mapy, jedynie z wykorzystaniem wielofunkcyjnego elektronicznego wskaźnika parametrów lotu Brauniger IQ-COMFORT może świadczyć, że tereny te były dobrze znane pilotowi. Pilot, stwierdzając narastającą turbulencję, mógł wcześniej zawrócić i wylądować w innym, bardziej dogodnym miejscu, jednak nie można wykluczyć że znał akurat to pole (świadek z Wicewa wcześniej widywał tam lądujące motolotnie) i właśnie tam postanowił wylądować.

Przed zdarzeniem pilot próbował szukać „spokojniejszego powietrza” zmieniając kierunek lotu, krążąc oraz zmieniając wysokość lotu, jednak bezskutecznie. Z zeznań świadków wynika, że podczas lotu w rejonie miejscowości Wicewo, „na ujętym gazie”, pilot wykonywał obszerne kręgi w lewą stronę obniżając wysokość lotu. Lecąc z kursem północnym, kierując się w stronę masywu leśnego, w momencie gdy zszedł na wysokość około 40 m, i jak zeznał świadek obserwujący lot motolotni z ziemi – w czasie wykonywania zakrętu w prawo, motolotnia gwałtownie pochyliła się w przód; zaś pasażer motolotni zeznał, że „w pewnym momencie dostaliśmy bardzo silny podmuch wiatru z góry co spowodowało, że lotnia skierowała się pionowo w dół”. Najprawdopodobniej w chwili wykonywania zakrętu w prawo, w stronę pola, przypuszczalnie z zamiarem lądowania, motolotnia dodatkowo natrafiła na obszar silnej

turbulencji dynamicznej, wywołanej rzeźbą terenu. Pilot, prawdopodobnie z powodu zmęczenia długotrwałym sterowaniem w warunkach silnej turbulencji, fizycznie nie był w stanie utrzymać bezpiecznej prędkości lotu. Wskutek utraty kontroli nad motolotnią przez pilota nastąpiło wyhamowanie prędkości lotu, co doprowadziło do przeciągnięcia i wejścia motolotni w spiralę. Z relacji świadków wynika, że w ostatniej fazie lotu silnika motolotni nie było słychać, co mogło oznaczać, że mógł on pracować na obrotach biegu jałowego lub ulec wyłączeniu. Zdaniem eksperta silnik motolotni nie pracował bezpośrednio przed zderzeniem z ziemią, świadczyć o tym może stan śmigła, którego jedna łopata posiada jedynie ślady uszkodzenia krawędzi natarcia i nieznaczne pęknięcie u nasady piasty (foto 20 a, b). Jeśli silnik nie pracował, to planowanie lądowania wymagało od pilota szczególnie dużej czujności i uwagi, a jeśli pracował na biegu jałowym, to nie wiadomo dlaczego pilot nie zareagował dodaniem gazu w momencie pochylania się motolotni i jej przeciągnięcia. Może to sugerować, iż pilot był tak zaskoczony zaistniałą sytuacją, (przeciągnięcie i ślizg na skrzydło), że całą swoją uwagę skupił na wyprowadzaniu motolotni ze ślizgu tylko poprzez kontrowanie sterownicą. Brak właściwej, szybkiej reakcji pilota na zaistniałą sytuację, doprowadził w konsekwencji do niekontrolowanego lotu w kierunku ściany lasu. Motolotnia opadała w prawym zakręcie nabierając prędkości. Motolotnia zderzyła się z ziemią z kursem około  $15^\circ$  z dużym przechyleniem na prawą stronę, stromym pochyleniem do przodu i odchyleniem w lewo o kąt ok.  $20^\circ$  od kursu z jakim nastąpiło zderzenie. Elementem, który pierwszy zetknął się z ziemią była końcówka krawędzi natarcia prawej strony skrzydła, która złamała się w odległości ok. 1,5 m od końca. Następnie w ziemię uderzyło przednie oraz tylne prawe koło podwozia, w wyniku czego widelec przedniego zawieszenia został złamany i wyrwany, a tylne prawe zawieszenie po wyrwaniu mocowania okucia zastrzału wahacza, odgięte wraz z kołem do tyłu. Zniszczeniu uległa przednia owiewka wózka, wypadł również zamocowany pod nią akumulator. Kokpit został doszczętnie rozbity przez ciało pilota, który był przypięty tylko pasem biodrowym. Przy uderzeniu kask pilota został uszkodzony po czym spadł z głowy. Poprzeczka sterownicy, zapewne trzymana do końca przez pilota, po uderzeniu o zastrzał wózka, który został wygięty na zewnątrz, została złamana. Złamane zostały również oba ramiona sterownicy, kierunek łamania może sugerować, że były trzymane przez pasażera. Najprawdopodobniej w ostatniej fazie lotu (spadania motolotni) pasażer mógł bezwiednie za nie złapać. Powstałe w chwili uderzenia w ziemię końcówką skrzydła, oraz podwoziem momenty sił sprawiły, że motolotnia zaczęła się obracać w prawo oraz „przechodzić” w przód do kapotażu, po czym, w niemal odwróconej pozycji uderzyła masztem skrzydła i częścią dziobową skrzydła w pień drzewa na skraju lasu, około 8 m od miejsca zderzenia. W momencie wywracania się motolotni, wiatrakujące śmigło uderzyło krawędzią natarcia w podłużną lewą tylną linkę sterownicy i ją przerwało. Następnie nawinęło zerwaną linkę na korpusie przekładni i wale śmigła, po czym zatrzymało się po wykonaniu około półtora obrotu (foto 5).

Prawa strona skrzydła spoczęła na ziemi w pozycji odwróconej, wózek na prawym boku na kierunku około 280° (foto 6), a lewa strona skrzydła po odbiciu się od pnia i gałęzi drzewa opadła na wózek przykrywając go. Podczas uderzenia o ziemię, prawy zbiornik paliwa został zgnieciony w wyniku czego wypadła nakrętka zamykająca wlew, a część paliwa wylała się na ziemię oraz na przygniecionego pasażera. Nie doszło do zapłonu paliwa, gdyż wcześniej oddzieliło się od motolotni źródło prądu – akumulator, a elementy układu wydechowego podczas lotu na ujętym gazie zdążyły dostatecznie wystygnąć.



Foto 5. Zerwana linka, nawinięta na korpusie przekładni i wale śmigła



Foto 6. Ułożenie wraku motolotni po kapotażu

## Stan techniczny motolotni

### Skrzydło i wózek

Podczas szczegółowych oględzin stwierdzono uszkodzenia eksploatacyjne (przetarcia w miejscach występowania profili) poszycia na kesonie lewego skrzydła (foto 7).



Foto 7. Pozaklejane czarną taśmą przetarcia



Foto 8. Sznurek naciągowy poszycia, zabezpieczony przed zsunięciem przez oklejenie taśmą



Pozaklejane czarną taśmą przetarcia, powstały najprawdopodobniej podczas przewrócenia się motolotni na betonową powierzchnię (np. pas startowy). Nie ustalono czasu i okoliczności powstania tych uszkodzeń. W profilach górnej powierzchni płyta stwierdzono uszkodzenia plastikowych końcówek, za które zaczepiane są sznurki naciągowe poszycia. Sznurki przed zsunięciem zabezpieczono przez owinięcie ich na profilu popielatą taśmą (foto 8).

Stwierdzono również zaawansowaną korozję na niektórych elementach konstrukcji skrzydła (Foto 9,10).



*Foto 9. Korozja podkładek i linek bocznych (życiówek) w prawym węźle bocznym sterownicy*



*Foto 10. Ślady korozji w elementach lewego węzła bocznego sterownicy*

W wózku natomiast, poza brakiem staranności jego wykonania, generalnie nie stwierdzono wad konstrukcyjnych i uszkodzeń mogących się przyczynić do zaistnienia wypadku. Ponadto w wózku, ujawniono przeróbki (foto 11), które miały zapewne związek z wymianą silnika i koniecznością zmiany wyważenia.



*Foto 11. Przedłużony dziób wózka w celu zamocowania akumulatora*

Według zeznań świadków obsługę i naprawy motolotni SP-MBGZ właściciel przeprowadzał osobiście z pomocą mechanika motolotniowego, który regularnie wydawał dla niej pozwolenia na wykonywanie lotów.

Podczas szczegółowych oględzin skrzydła i wózka motolotni nie stwierdzono wad konstrukcyjnych i uszkodzeń, mogących mieć wpływ na zaistnienie zdarzenia.

### Silnik i instalacje zabudowane na motolotni

W czasie prowadzenia czynności badawczych silnik nie był demontowany, jak również nie podjęto próby jego uruchomienia. W hangarze na lądowisku w Bagiczu, w którym przechowywana była motolotnia, ujawniono części motocykla BMW z którego mógł pochodzić silnik zastosowany w motolotni SP-MBGZ. Nie można wykluczyć, że sam właściciel dokonał aerokonwersji silnika BMW R1150 GS, a później zabudował go w swojej motolotni. Z kolei mechanik dopuszczający motolotnię do lotów zeznał, iż właściciel zamontował silnik, który „odkupił od człowieka, który już wcześniej latał na nim na motolotni”. Z uwagi na braki w dokumentacji nie udało się tego zweryfikować.

#### Instalacja paliwowa i układ sterujący pracą silnika

W instalacji paliwowej, wykonanej z poprawnym systemem powrotu nadmiaru paliwa do zbiornika (a nie przed pompę paliwową), zastosowano pompę paliwową nieznanego producenta, która była sprawdzana podczas prowadzenia czynności badawczych – była sprawna. W zbiorniku paliwowym stwierdzono brak filtra siatkowego, zastosowano natomiast właściwy dla tego silnika filtr produkcji MAHLE, po stronie tłocznej pompy. W instalacji użyto przewodów paliwowych o średnicy przekroju wewnętrznego 8 mm. Najwyższy punkt instalacji stanowiło miejsce na króćcu ssącym w zbiorniku paliwa, którego średnica wewnętrznego przekroju wynosiła 3 mm (pole przekroju 7 mm<sup>2</sup>), co w istotny sposób zwiększało opory przepływu oraz prawdopodobieństwo wystąpienia podciśnieniowej kawitacji paliwa i korków parowych. Zastosowana pompa wymaga instalacji o średnicy wewnętrznego przekroju 12 mm po stronie ssącej (pole przekroju 113 mm<sup>2</sup>) – w tym przypadku, po stronie ssącej następowało dławienie przepływu do około 6 % wartości wymaganej (foto 12). Jednakże z racji na pionowe usytuowanie filtra i pompy umożliwiała to natychmiastowe odpowietrzenie ewentualnych bąbli kawitacyjnych, ograniczając do minimum możliwość kawitacyjnego zapowietrzenia układu paliwowego, a w rezultacie zatrzymanie z tego powodu silnika.



Foto 12.  
Porównanie średnicy króćca ssącego pompy paliwa do najwyższego miejsca w instalacji - króćca poboru paliwa w zbiorniku

W motolotni zastosowano dwa zbiorniki paliwowe z tworzywa sztucznego (stosowane w łodziach motorowych) po 6 gal (około 22 litry) każdy. Zbiorniki w części

środkowej posiadają specjalne wgłębienie, służące do ich montażu. Wgłębienie to dzieli, od pewnej wysokości zbiornik na dwie części. Zbiorniki nie posiadają drenażu. Podczas lotu paliwo do silnika było pobierane z prawego zbiornika, drugi (lewy) pełnił rolę rezerwy paliwa, umożliwiając przetoczenie paliwa lub przełączenie zasilania silnika paliwem na drugi zbiornik (wyłącznie na ziemi). Lewy zbiornik najprawdopodobniej był kiedyś podstawowym i zamontowano w nim oryginalną pompę z motocykla BMW, którą uszczelniono czerwonym silikonem. Podczas oględzin, w integralnym filtrze pompy stwierdzono sporą ilość tego silikonu. (foto 13) Można zatem założyć, że prawdopodobnie paliwo było przelewane pomiędzy zbiornikami, bez zastosowania filtra siatkowego w lejku lub okresowo przełączano zasilanie silnika paliwem z lewego zbiornika. Stwierdzona zawartość silikonu była zbyt mała, aby mogła skutecznie zablokować pompę paliwową.



Foto 13.  
Widoczny czerwony silikon w integralnym filtrze pompy paliwowej

System odpowietrzenia obu zbiorników paliwowych stanowił odkręcany zawór w korku wlewowym, prawdopodobnie wystarczająco wydajny (w opinii jednego ze świadków generalnie nie występowały problemy z tym silnikiem). Uwagę należy zwrócić na nieprawidłowy sposób podłączenia pompy po stronie ssącej poprzez zastosowanie pośredniego („nadwymiarowego”) wężyka (foto 14), co mogło umożliwić zasysanie powietrza. Nie miało to bezpośredniego wpływu na zaistnienie zdarzenia.



Foto 14.  
Zastosowany („nadwymiarowy”) wężyk pośredni

Niezastosowanie siatkowego filtra na wejściu układu paliwowego oraz stwierdzona obecność dość sporych fragmentów silikonu w lewym zbiorniku pozwala przypuszczać,

że mogło również dojść do zablokowania przepływu paliwa, na co układ był zdecydowanie nieodporny (foto 15).



Foto 15.  
Fragmenty silikonu stwierdzone  
w lewym zbiorniku paliwowym

Podczas oględzin stwierdzono istnienie szczątkowego ciśnienia w przewodach paliwowych tuż przed wtryskiwaczami, jednak po normalnym wyłączeniu silnika, w przeciągu kilku godzin ciśnienie samoistnie spada do wartości bardzo zbliżonej, jaką stwierdzono podczas badania i utrzymuje się przez dłuższy czas. Możliwe więc, że w trakcie lotu ciśnienie paliwa było w normie, lecz nie można wykluczyć, że w chwili zdarzenia wystąpiło obniżenie ciśnienia co mogłoby spowodować zatrzymanie silnika. Niestety, już po kilku godzinach od zdarzenia nie ma możliwości jednoznacznego określenia wartości ciśnienia paliwa przed wtryskiwaczami w chwili wypadku.

Układ sterujący pracą silnika ECU (Engine Control Unit) stanowi moduł MOTRONIC 2.4, numer katalogowy 7 654 244, właściwy dla typów silnika BMW serii R1150, stosowany od sierpnia 2001. Podczas testów modułu, przeprowadzonych na podobnym silniku stwierdzono jego sprawność. Zauważone wgniecenia obudowy modułu mogły powstać wskutek wypadku motolotni.

#### Instalacja zapłonowa

Instalacja zapłonowa pojedyncza, moduł CDI (Capacitor Discharge Ignition) sprawny (wykonano sprawdzenie na innym silniku BMW). Kable wysokiego napięcia sprawne. W instalacji zastosowano właściwe świece zapłonowe typu BKR7EKC. Stan świec poprawny, lecz znacznie różniący się wyglądem, co można wytłumaczyć:

- prawdopodobnym brakiem zsynchronizowania przepustnic, powodującym różnice składu mieszanki paliwowej. Z uwagi na stałe, żółte osady na elektrodach świecy cylindra po stronie z czujnikiem położenia przepustnicy TPS (Throttle Position Sensor) można określić mieszankę podawaną do tego cylindra jako uboższą od požądanej;
- wymianą tylko jednej świecy zapłonowej, podczas ostatnich czynności okresowych wykonanych na motolotni, z uwagi na trudne ich wykręcanie z głowicy cylindra, wymagające zastosowania specjalistycznego klucza. Wniosek taki można wysnuć na podstawie oceny stanu skorodowania zewnętrznych elementów świec zapłonowych (foto 16).



Foto 16.  
Świece zapłonowe po wykręceniu,  
na świecy P widoczne ślady korozji

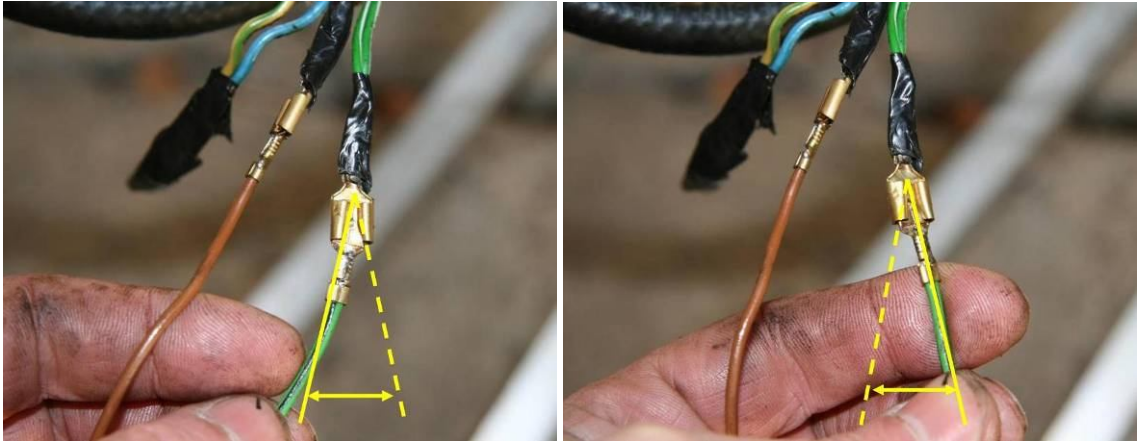
Niezależnie od stanu świec zapłonowych, należy przyjąć, że stan instalacji zapłonowej nie miał wpływu na zaistnienie zdarzenia.

#### Układ elektryczny

Układ elektryczny składał się z samodzielnie przerobionej wiązki elektrycznej motocykla. Przeróbki dokonano w sposób zupełnie amatorski i niekompetentny, pozostawiono niepotrzebne elementy oryginalnej wiązki np: niektóre zbędne przekaźniki, komplet bezpieczników (w tym zbędne) i wtyczkę kodową. Elementy układu prowizorycznie zaizolowano i przymocowano zwykłą, najtańszą taśmą izolacyjną. Nie zabezpieczono wiązki przeciwpożarowo i przeciwolejowo – co jednak nie miało bezpośredniego wpływu na zdarzenie. Do zagniatania końcówek konektorów nie używano dedykowanego narzędzia, tylko zwykłych szczypiec. Konektory zalutowano w miarę poprawnie, jednak luty były zabezpieczone taśmą izolacyjną – w miejsce dość powszechnie stosowanych w tym miejscu koszulek termokurczliwych. Generalnie stwierdzono bardzo niski standard staranności wykonania układu, co mogło mieć znaczenie w przyszłej eksploatacji – jednak nie miało to bezpośredniego wpływu na wypadek.

Podczas oględzin sprawdzono krytyczny przekaźnik sterujący pompą paliwa – był sprawny. Sprawdzono również podłączenia czujników i elementów wykonawczych do ECU – nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w odniesieniu do schematu elektrycznego. Wszystkie niezbędne czujniki i elementy były podłączone we właściwym miejscu, żaden istotny przewód nie był zerwany, czy skorodowany i nie wykazywał zwiększonej oporności złącza.

Podczas oględzin ujawniono **dużą nieprawidłowość** dotyczącą istotnego dla pracy silnika podłączenia sterowania pompą. Było to luźne podłączenie konektorów „plusa” zasilania pompy – możliwy zakres ruchów przedstawia rys 4. Ten poważny błąd montażowy, w warunkach podwyższonej wibracji czy silnej turbulencji, mógł spowodować chwilowe odłączenie pompy i w rezultacie natychmiastowe zatrzymanie silnika.



Rys 4. Możliwy zakres ruchu w luźnym połączeniu konektorów zasilania pompy paliwa

Układ elektryczny był włączany pojedynczym, dwupołożeniowym włącznikiem „ON-OFF”. Według zdjęć wraku wykonanych na miejscu zdarzenia, włącznik był w położeniu „ON” (foto 17).



Foto 17. Fragment układu elektrycznego z widocznym włącznikiem głównym

Podczas badania wraku stwierdzono, że bezpieczniki płytkowe we wszystkich obwodach były sprawne, a żaden istotny kabel nie wykazywał śladów przetarcia czy przepalenia, mogących skutkować zatrzymaniem silnika. Stwierdzono natomiast przypalenie wtórne jednego z nieistotnych przewodów.

#### Przyrządy pilotażowe i kontroli pracy silnika

Podczas oględzin ujawniono brak busoli i istotnych w tym przypadku wskaźników kontroli pracy silnika. Jako prędkościomierz, wysokościomierz i wariometr używano przenośnego przyrządu paralotniowego typu BRAUNIGER IQ-COMFORT, ze

skrzydełkowym systemem pomiaru prędkości lotu podobnym do anemometru. Umieszczenie czujnika prędkości mogło powodować nieznaczne błędy wskazań rzeczywistej prędkości lotu.

Z przyrządów kontroli pracy silnika pilot miał do dyspozycji tylko obrotomierz, miernik temperatury oleju oraz lampki kontrolne ładowania i ciśnienia oleju, brak było ciśnieniomierzy oleju i paliwa. Dodatkowo: włącznik główny silnika nie był osłonięty i zabezpieczony przed przypadkowym wyłączeniem. Brak ciśnieniomierza paliwa (aczkolwiek nie jest wymagany) mógł mieć wpływ na zaistnienie zdarzenia, pilot nie miał możliwości zauważenia ograniczenia przepływu paliwa, spowodowanego częściową blokadą filtra paliwa przez wodę czy ograniczenia wydajności pompy paliwa poprzez zablokowanie filtra pompy stałymi zanieczyszczeniami lub pęcherzami par paliwa.

#### Środki łączności

Łączność na pokładzie motolotni zapewniał amatorsko zbudowany intercom i ręczna stacja radiowa typu ICOM A3E, pracująca w paśmie lotniczym. Intercom zbudowany samodzielnie, w oparciu o dwa układy scalone UL1496, zapewniał duplexową łączność pomiędzy członkami załogi motolotni. Mikrofony i słuchawki były zabudowane w kaskach. Zasilanie, niezależne od zasilania pokładowego:

- w radiostacji, z wbudowanej baterii,
- w intercomie ze zwykłej, wymiennej baterii 9V.

Radiostacja sprawna, na radiostacji była ustawiona częstotliwość 127,150 MHz – Gdańsk Informacja. W chwili zaistnienia zdarzenia, według zeznań pasażera, załoga nie posiadała ze sobą łączności – intercom nie działał na skutek wyczerpania baterii zasilającej.

#### Paliwo

Bezpośrednio po przybyciu na miejsce wypadku Komisja pobrała próbki paliwa ze zbiorników motolotni – po 2 litry paliwa z prawego (próbka nr 34) i lewego zbiornika (próbka nr 35) oraz 0,5 litra paliwa, które pozostało w kanistrze, w którym przyniesiono paliwo ze stacji benzynowej. Wizualnie stwierdzono, że pobrane ze zbiorników paliwo zawiera zanieczyszczenia i znaczną ilość wytrąconej, obcej substancji płynnej – najprawdopodobniej wody (foto 18). W związku z powyższym Komisja ustaliła miejsce ostatniego zakupu paliwa, które zostało zatankowane do zbiornika motolotni oraz wystąpiła do Inspekcji Handlowej o zbadanie jakości benzyny sprzedawanej na tej stacji. Pobrana do badań laboratoryjnych próbka benzyny bezołowiowej 95 wykazała, że paliwo to spełnia wymagania jakościowe określone w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2008 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych (Dz. U. nr 221, poz. 1441).

W celu określenia jakości paliwa, pobranego ze zbiorników motolotni, zwrócono się o wykonanie skróconej analizy próbek nr 34 i 35 do Zakładu Materiałów Pędnych i Smarów Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych w Warszawie (foto 19).



Foto 18. Wizualna ocena paliwa pobranego z motolotni na miejscu wypadku

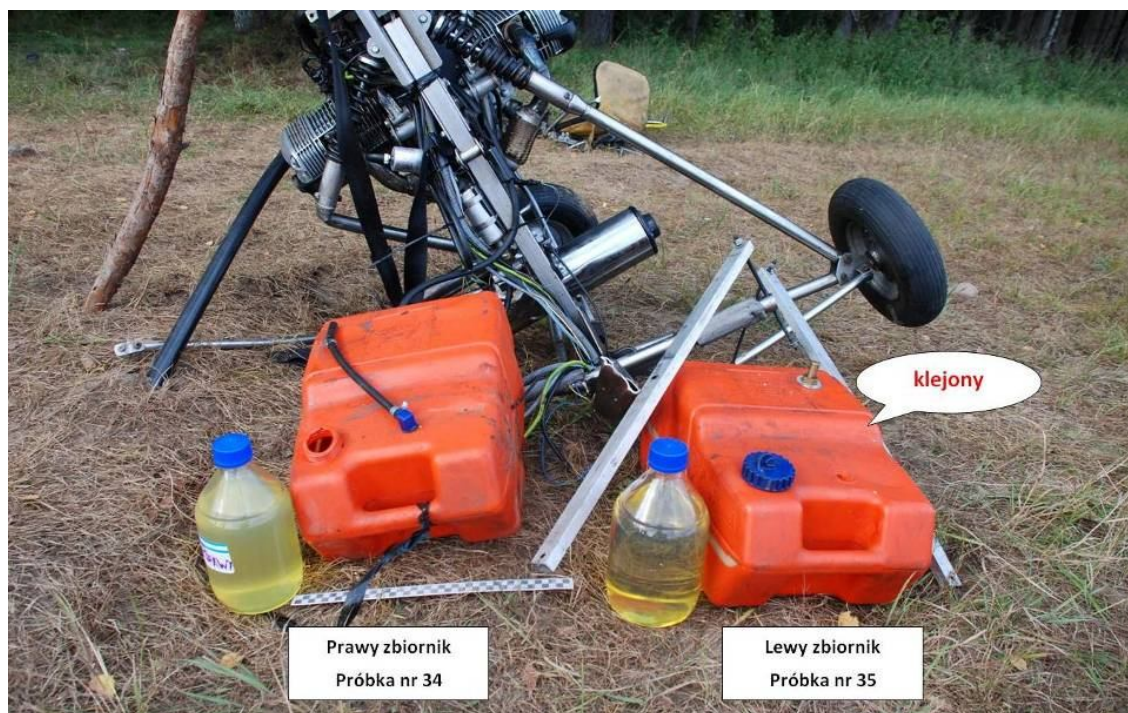


Foto 19. Próbkę paliwa przygotowane do analizy

W wyniku badań oceniono że:

- próbka nr 34 (paliwo z prawego zbiornika – podłączonego do silnika motolotni) w badanym zakresie nie spełnia wymagań normy PN-EN 228:2009 ze względu na wygląd zewnętrzny, gęstość w temperaturze 15 °C i skład frakcyjny. Próbka posiada nietypowy zapach, inny niż charakterystyczny dla benzyny silnikowej. Ponadto stwierdzono



- nietypowo wysoką zawartość wody. Zbadano przybliżony skład wydzielonej frazy „wodnej” – zawiera najprawdopodobniej około 95 % objętości alkoholu etylowego;
- próbka nr 35 (paliwo z lewego zbiornika – niepodłączonego do silnika motolotni) w badanym zakresie nie spełnia wymagań normy PN-EN 228:2009 ze względu na wygląd zewnętrzny. Stwierdzono nietypowo wysoką zawartość wody.

Analizując wyniki badań paliwa można wywnioskować, że do zanieczyszczenia paliwa doszło najprawdopodobniej w zbiornikach motolotni, które nie posiadały żadnego drenażu, co sprzyjało gromadzeniu się wody pochodzącej z kondensacji oraz innych zanieczyszczeń. Występująca podczas krytycznego lotu silna turbulencja powietrza mogła sprzyjać zmieszaniu się paliwa z obecną w zbiorniku wodą i zanieczyszczeniami, a brak zastosowania na wejściu układu paliwowego filtra siatkowego umożliwiał przedostawanie się ich do filtra pompy.

Odstępstwa od wymaganego normą składu frakcyjnego paliwa nie miały wpływu na działanie silnika w chwili wypadku.

#### Ocena wpływu zanieczyszczenia paliwa wodą na instalację paliwową

W przypadku silnika z wtryskiem paliwa, woda w paliwie nie stanowi takiego problemu jak w przypadku układu gaźnikowego. Kilkusekcyjna wirnikowa pompa paliwa powoduje znaczne rozbicie kropel wody w paliwie do postaci zawiesiny, co spowoduje efektywnie niewielki udział wody we wtryskiwanym paliwie. Praktycznie uniemożliwia to podanie na wtryskiwacze wody w ilości niezbędnej do zatrzymania silnika z tego powodu.

Jednakże w instalacji zastosowano papierowy filtr paliwa f-my MAHLE, który jest wrażliwy na blokowanie go wodą zawartą w paliwie. Praktyka pokazuje, że jeśli układ zawiera znaczne ilości wody, dochodzi do zablokowania/odblokowania filtra wodą w funkcji natężenia przepływu zanieczyszczonego paliwa i w związku z tym okresowego zmniejszenia ciśnienia wtrysku do wartości poniżej 1,5 – 2 bar, co skutkuje zbyt ubogą mieszanką i nie reagowaniem silnika na zmianę otwarcia przepustnicy, do zatrzymania silnika włącznie. Na podstawie doświadczeń z podobnym silnikiem BMW zabudowanym w samolocie ultralekkim typu CH 601, szacuje się czas do zatrzymania silnika przez wodę zawartą w paliwie na ok. 20 minut, dla filtra zastosowanego rozmiaru. Praktyka pokazuje również, że ocena stanu filtra poprzez przedmuchiwanie go w kilka godzin po zdarzeniu (standardowy sposób oceny stanu ew. zablokowania filtra) nie dowodzi niczego. Po zdemontowaniu, zanieczyszczony wodą filtr paliwa da się odblokować, przedmuchując go ustnie, ale nie może to świadczyć jednoznacznie o jego drożności w chwili zatrzymania pracy silnika.

#### Ocena pracy silnika w momencie zaistnienia zdarzenia

Według opinii eksperta, silnik motolotni nie pracował w momencie zderzenia z ziemią, świadczyć o tym może stan śmigła, które jest kompletne, a jedna jego łopata posiada jedynie uszkodzenia krawędzi natarcia (foto 20) i nieznaczne pęknięcie u nasady piasty (foto 21).

Z doświadczenia wiadomo, że przy pracującym silniku o takiej mocy, przy uderzeniu śmigła o ziemię muszą złamać się jego łopaty, zwłaszcza że piloci w sytuacji ekstremalnego opadania, zwykle „dają pełną moc”.

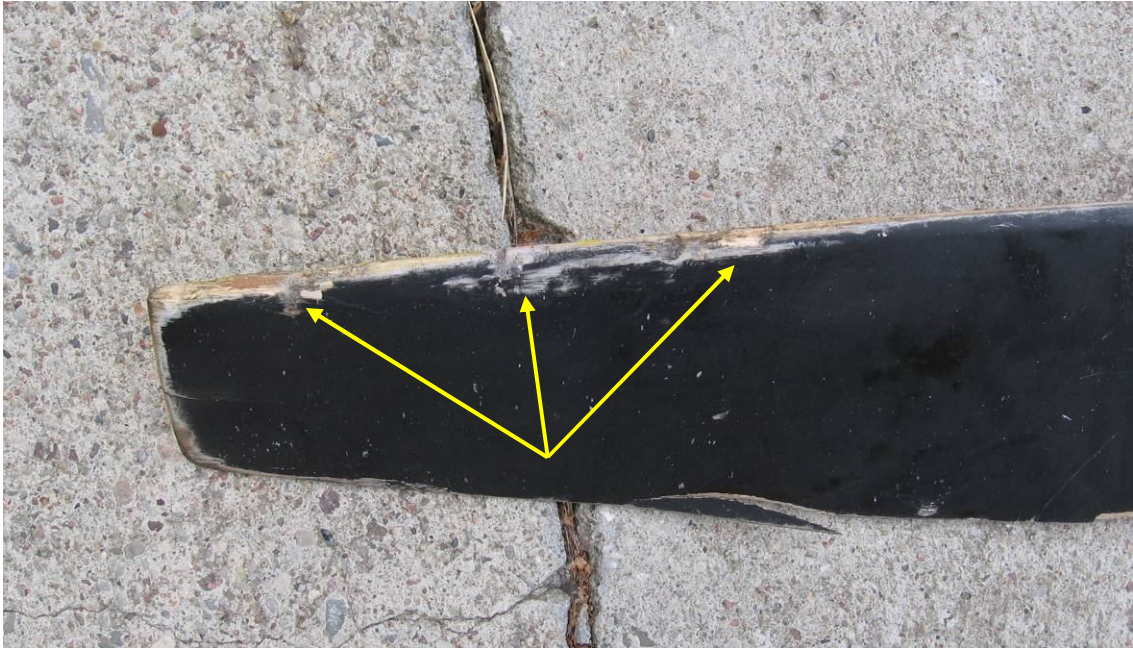


Foto 20. Ślady uszkodzeń krawędzi natarcia śmigła



Foto 21. Ślad uszkodzenia nasady piasty śmigła

Zdjęcia wykonane na miejscu wypadku ukazują zerwaną linkę nawiniętą na piastę śmigła (foto 5). W przypadku typowego silnika sugerowałoby to na jego pracę w momencie zderzenia z ziemią, jednak w przypadku silnika BMW, zastosowane sprzęgło odśrodkowe rozłącza napęd przy niepracującym silniku, powodując wiatrakowanie śmigła i jego spore, samoistne obroty na skutek przemieszczania się motolotni. Według opinii eksperta, podczas pierwszego silnego uderzenia o ziemię

**RAPORT KOŃCOWY**

doszło do uszkodzenia motolotni, zasadniczej zmiany jej geometrii oraz wejścia podłużnej linki sterownicy w tarczę wiatrakującego śmigła. Obracające się, ciężkie drewniane śmigło najprawdopodobniej przerwało linkę sterownicy i nawinięło ją na wał śmigła.

#### Ocena przyczyn zatrzymania silnika

Według opinii eksperta nie ustalono jednoznacznej przyczyny zatrzymania silnika. Tym niemniej na podstawie oceny stanu silnika i instalacji towarzyszących można przyjąć możliwe przyczyny jego zatrzymania, uszeregowane według następującego prawdopodobieństwa:

1. **Zanieczyszczenie filtra paliwa wodą i spadek ciśnienia paliwa.** Świadek, będący jednocześnie pasażerem feralnego lotu zeznaje że przed ostatnim startem dotankowano zbiornik paliwa do pełna, a lot po ostatnim starcie odbywał się w coraz silniejszej turbulencji, wypadek nastąpił po około 25 minutach od startu. Typowe zużycie paliwa dla silnika BMW serii R1150 zastosowanego w motolotni wynosi około  $6 \div 10$  l/h, co daje od 3 do max 5 litrów zużytego paliwa w locie. Przy zastosowanym zbiorniku o pojemności około 22 litrów (foto 22), ubytek  $3 \div 5$  litrów paliwa pozwala domniemywać, że zbiornik paliwa motolotni w chwili wypadku był praktycznie pełen.



Foto 22.  
Prawy zbiornik paliwa motolotni z zaznaczonym charakterystycznym wgłębieniem, służącym do montażu

Zastosowany zbiornik posiadał wgłębienie w dnie, co powodowało stałe pozostawanie w nim niezużywalnej ilości paliwa. Przy braku jakiegokolwiek drenażu zbiornika, w trakcie eksploatacji musiała się zbierać tam woda pochodząca z kondensacji. I zbierała się, potwierdza to zdjęcie ukazujące próbkę paliwa pobraną z prawego zbiornika (woda w części zbiornika z której pobierano paliwo nie mogła się zbierać gdyż była sukcesywnie pobierana razem z paliwem). Podczas lotu w turbulencji doszło do gwałtownych ruchów motolotni i zmieszania paliwa. Zanieczyszczone dużą ilością wody paliwo nagle dostało się do części zbiornika z króćcem ssącym. Spore krople wody trafiły do pompy i dalej do papierowego filtra paliwa, blokując przepływ paliwa. Doświadczenie wykonane na podobnym

silniku wykazało spadek ciśnienia paliwa na wtryskiwaczach do 1,5 atm po około 20 minutach, przy czym zaobserwowano najpierw nierówną pracę, a następnie pełne zatrzymanie silnika.

2. **Zablokowanie przepływu paliwa ciałem stałym znajdującym się w zbiorniku.** Stwierdzono, że króciec ssący miał około 3 mm średnicy wewnętrznej. W filtrze pompy stwierdzono obecność fragmentów zastygniętego silikonu. Można domniemywać, że duża siła ssąca pompy (dodatkowo zwielokrotniona małą średnicą otworu) podessała jakieś zanieczyszczenie, blokując otwór. Mogło tak się wydarzyć – kiedy w warunkach silnej turbulencji powietrza, do części użytecznej zbiornika mogło się dostać (zza przegrody) jakieś zanieczyszczenie, podobne do znalezionych w pompie. Co prawda nie znaleziono żadnych zanieczyszczeń w króćcu, ale jeśli byłby to fragment o rozmiarach kilku milimetrów, to po przyssaniu do otworu króćca, najpierw zatrzymałby silnik, po czym, po ustaniu siły ssącej po prostu odpadłby. Niestety nie można tego potwierdzić jednoznacznie, gdyż w trakcie wypadku został zerwany korek wlewu i większość paliwa wyciekła, razem z potencjalnymi zanieczyszczeniami.
3. **Odsłonięcie króćca paliwowego w zbiorniku i zapowietrzenie instalacji paliwowej.** Przy 17 ÷ 19 litrach paliwa w 22 litrowym zbiorniku tego kształtu, mogłoby to nastąpić praktycznie tylko przy pochyleniu osi podłużnej motolotni kąt 60 ° (i większy) w dół. Nie można wykluczyć możliwości, że bardzo silna turbulencja spowodowała takie pochylenie motolotni.
4. **Zatrzymanie pompy paliwowej na skutek przerwania dopływu prądu na luźnym połączeniu konektorowym.** W trakcie oględzin stwierdzono luźny konektor w układzie zasilania pompy paliwa (rys 4). Brak kontaktu na nim powoduje natychmiastowe zatrzymanie silnika poprzez brak ciśnienia w układzie wtryskowym. Krótkotrwałe braki kontaktu skutkowałyby nierówną lub przerywaną pracą silnika. Tej wersji przeczy jednak zeznanie świadka, często latającego jako pasażer tą motolotnią. Według niego nie notowano wcześniej żadnych problemów z przerywaniem tego silnika. Nie można jednak wykluczyć, że pod koniec lotu, w silnych turbulencjach powietrza doszło do przemieszczenia się kabli, w rezultacie do poluzowania się połączenia konektorowego – było ono bowiem zupełnie luźne pod taśmą izolacyjną.

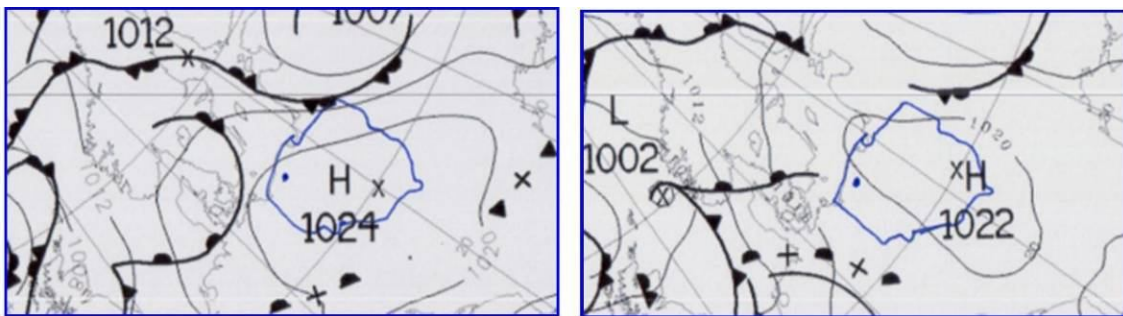
### **Ocena ogólna stanu technicznego motolotni**

Według zeznań świadków, obsługę i naprawy motolotni SP-MBGZ właściciel przeprowadzał osobiście z pomocą mechanika motolotniowego, który regularnie wydawał dla niej pozwolenia na wykonywanie lotów. Aczkolwiek ekspertyza wskazuje, iż stan techniczny motolotni SP-MBGZ nie miał wpływu na zaistnienie tego wypadku, to należy stwierdzić, iż właściciel nie wykazywał należytej dbałości o jej stan techniczny. Niefachowo dokonywał prowizorycznych napraw, do mocowania

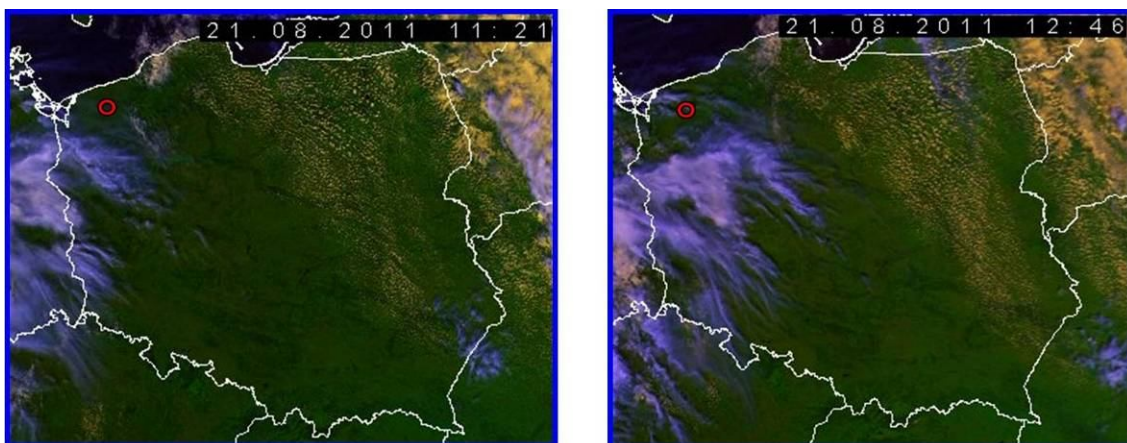
różnych elementów używał taśmy izolacyjnej, generalnie nie dbał o estetykę. Ślady korozji na elementach skrzydła świadczą o niestarannym wykonywaniu przeglądów. Motolotnia SP-MGKO posiada Metrykę Motolotni, w której brak niektórych wpisów lub istniejące wpisy są nieaktualne i nieprawdziwe. Brak jest również aktualnych wpisów odnośnie prac okresowych.

### **Warunki pogodowe**

W dniu 21 sierpnia rozpatrywany rejon znajdował się w zasięgu wyżu, którego centrum z ciśnieniem 1024 hPa nad Małopolski powoli przemieszczało się w kierunku wschodnim. Oś klina wyżowego zajmująca położenie o godz. 00:00 UTC od Krakowa po Kopenhagę i dalej po środkowy Skagerrak, w ciągu dnia przemieszczała się na wschód i o godz. 12:00 UTC przyjęła położenie od Dębicy po Elbląg i Wyspy Alandzkie. Po południu nad zachodnie krańce Polski zaczęła nasuwać się płytka zatoka związana z niżem z rejonu Wysp Owczych, Szetlandów i strefa ciepłego frontu atmosferycznego.



Rys 5. Fragmenty map synoptycznych Met Office z godz. 00:00 i 12:00 UTC w dniu 21.08.2011r.

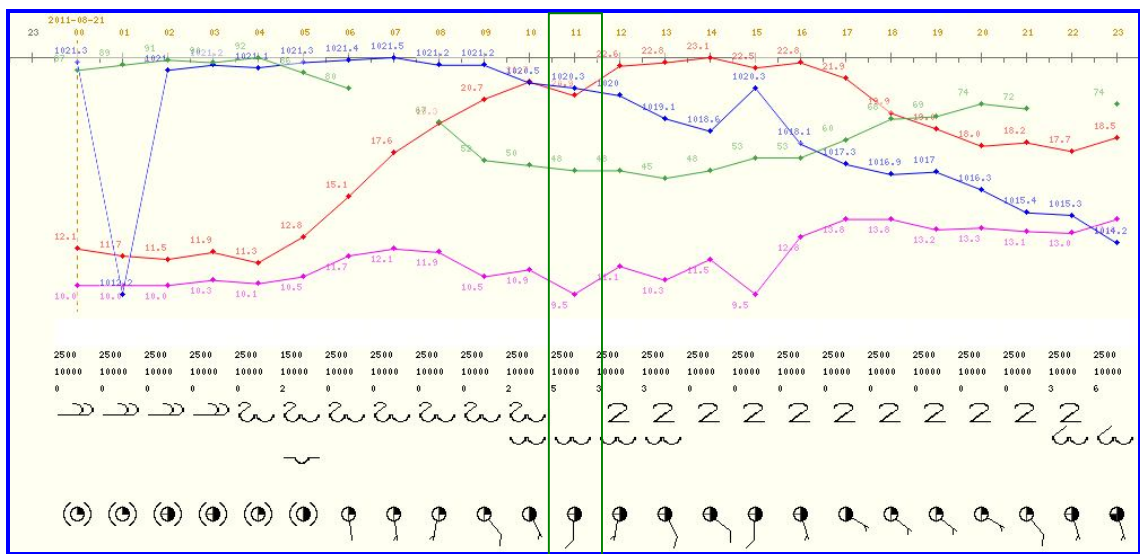


Rys 6. Obrazy satelitarne z godz. 11:21 i 12:49 UTC w dniu 21.08.2011r.

Obecność nadciągającego frontu, który o godzinie 12:00 UTC zajmował położenie od południowych akwenów Morza Północnego poprzez Bremę, Drezno aż po Pragę, w rejonie zdarzenia znaczyły przede wszystkim chmury wysokie Cirrus w pasmach w ilości 5/8 (62,5 % pokrycia nieba). Od godz. 12:00 UTC, po zachodniej stronie

**RAPORT KOŃCOWY**

horyzontu, pod chmurami wysokimi zaczęły pojawiać się chmury średnie Altocumulus translucidus (przeświecający) w ilości 3/8 (37,5 % pokrycia nieba). Poniżej chmur średnich było bezchmurnie. Widzialność bardzo dobra, nieograniczona żadnymi istotnymi zjawiskami atmosferycznymi. Z uwagi na niewielką odległość od LSM Świdwin (około 22 km na południowy zachód od miejsca zdarzenia), przy określaniu pozostałych parametrów meteorologicznych, przyjęto pomierzone na tej stacji, jako reprezentatywne dla miejsca zdarzenia. Temperatura około 20 °C. Wiatr południowy o prędkości 7 ÷ 8 węzłów. Ciśnienie powyżej średniego (1020,2 hPa), z powolną tendencją spadkową od 1021,5 hPa o godzinie 07:00 UTC do 1018,6 hPa o godzinie 14:00 UTC. Wilgotność względna 48,50 %.



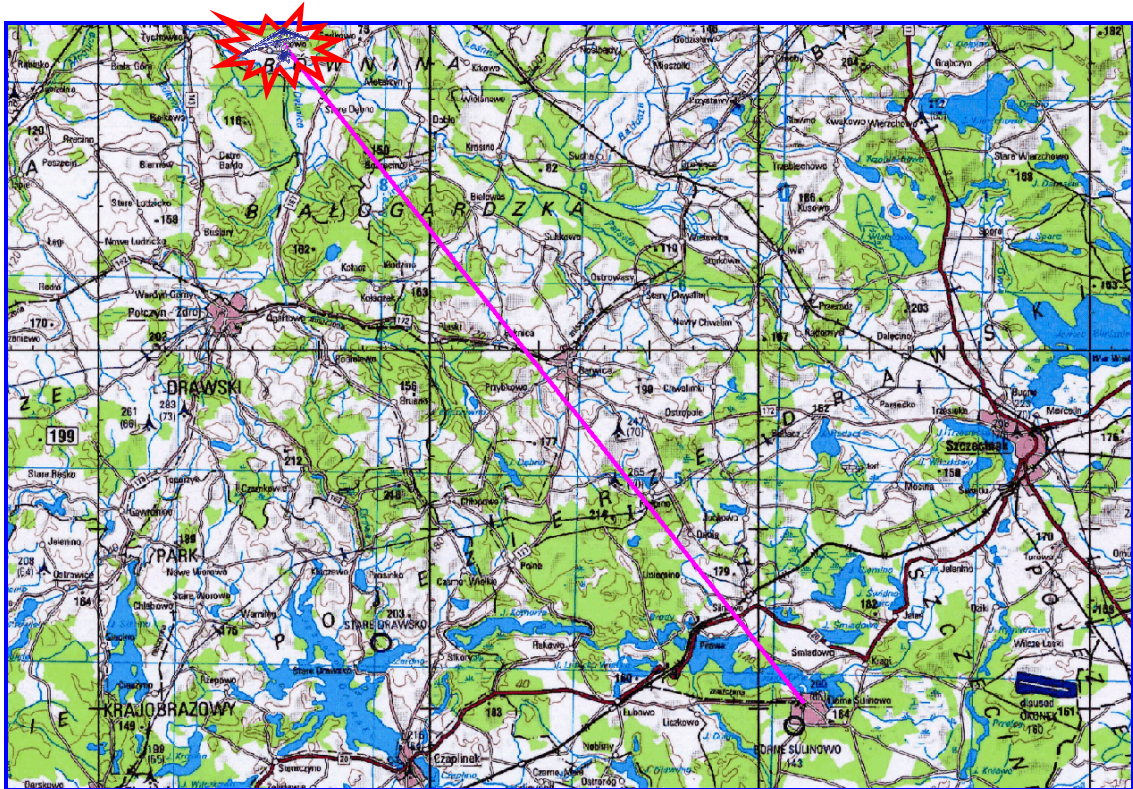
Wykres 1. Meteogram przedstawiający przebieg zjawisk pogodowych na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Sił Powietrznych RP w Świdwinie w dniu 21.08.2011r w czasie UTC.

Z synoptycznego punktu widzenia, po całej trasie przelotu występował jeden typ pogody, który kształtowało wysokie ciśnienie oraz jednorodna masa powietrza ciepłego i suchego o chwiejnej równowadze termodynamicznej, napływającego od południowego zachodu, a w cienkiej warstwie przyziemnej od południa. Dla obserwatora znajdującego się na ziemi była to pogoda przyjemna.

Pilot śmigłowca Lotniczego Pogotowia Ratunkowego, wykonujący lot ratowniczy po trasie: Koszalin – Wicewo – Koszalin, w godzinach 13:57 – 14:36 (LMT), pogodę opisał następująco:

- bezchmurnie, widzialność powyżej 10 km, tzw. „milion na milion”,
- bardzo wietrznie – 7 ÷ 8 m/s i więcej, porywy, wiatr południowo zachodni,
- powietrze nagrzane i nieprzewidywalne,
- podmuchy turbulencyjne,
- „pogoda nie dla lotniarzy”.

Po starcie z Bornego Sulinowa trasa lotu motolotni (rys 7), która uległa wypadkowi, przebiegała nad terenem o bardzo zróżnicowanym podłożu.

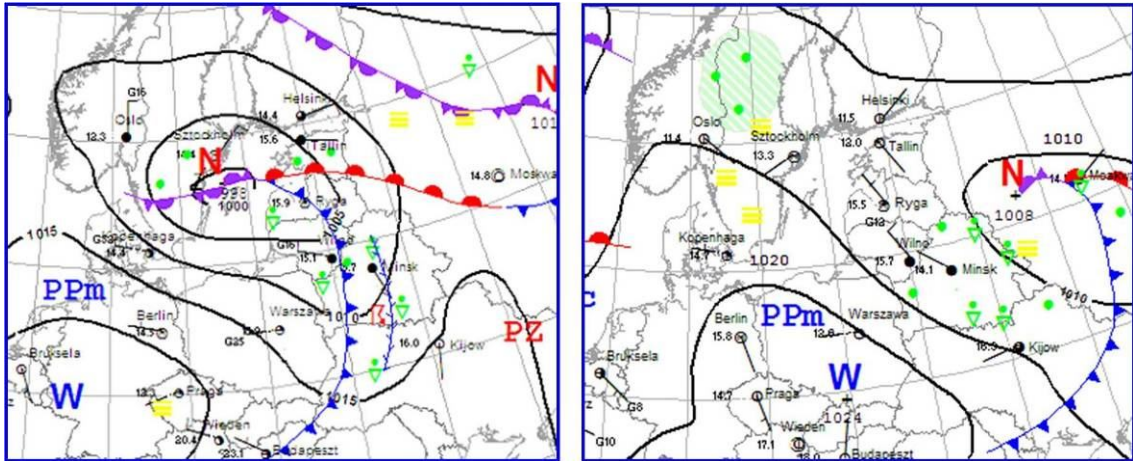


Rys 7. Fragment mapy przedstawiający odcinek trasy lotu z Bornego Sulinowa do miejsca zaistnienia zdarzenia w dniu 21.08.2011r.

Połącze lasu oddzielone były obszarami rolniczymi o dużym zróżnicowaniu upraw. Obok siebie występowały łąki, uprawy okopowe oraz zboża, częściowo już uprzętnięte z pól. Ponadto na urozmaicenie podłoża istotny wpływ miały z rzadka występujące oczka wytopiskowe, osady oraz małe ciek wodne i porośnięte szpalerami drzew, drogi.

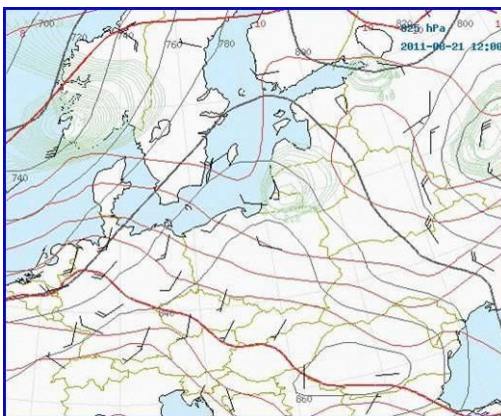
W celu zaprezentowania procesów fizycznych zachodzących w atmosferze w rejonie miejsca i w czasie zaistnienia zdarzenia, wskazanym jest cofnięcie się o jedną dobę wstecz, kiedy to Polska znajdowała się w tylnej części płytkiego niżu z ośrodkiem 998 hPa nad środkowym Bałtykiem, który wolno wypełniając się podążał w stronę Litwy i dalej na wschód aż nad zachodnią Rosję. Od północnego zachodu napływało niezbyt ciepłe powietrze polarne morskie o chwiejnej równowadze termodynamicznej. Zachmurzenie było małe i umiarkowane, tylko na północy okresami wzrastające do dużego. Na krańcach północno-wschodnich padał przelotny deszcz. Temperatura maksymalna wyniosła od + 15 °C w Suwałkach do + 24 °C w Raciborzu. Wiatr był umiarkowany, okresami dość silny, na wybrzeżu także silny, porywisty, w porywach do 23 m/s (83 km/h) w Ustce, 21 m/s (76 km/h) w Łebie oraz 20 m/s (72 km/h) w Gdańsku i Helu, zachodni. Zatem atmosfera była niespokojna.

W tym samym czasie, nad krajami Beneluksu, a następnie Niemcami formował się samodzielny ośrodek wyżowy, przemieszczający się na wschód, który już następnego dnia (21.08.2011r.) był nad Małopolską i Podkarpaciem. Jego klin przemieszczający się na wschód, powodował nie tylko zmianę kierunku wiatru z północno zachodniego na południowy i południowo wschodni, ale także zmianę napływu powietrza.



Rys 8. Fragmenty map synoptycznych IMGW z godz. 00:00 UTC dnia 20 i 21.08.2011r.

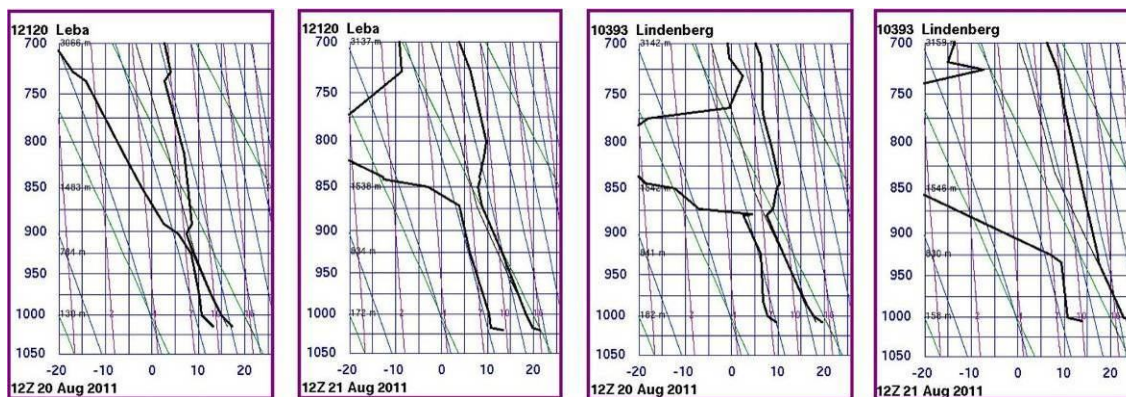
Po jego zachodniej stronie, od południowego zachodu, a w cienkiej warstwie przyziemnej od południa, zaczęło napływać cieplejsze i zdecydowanie suche powietrze polarne o chwiejnej równowadze termodynamicznej. Zachmurzenie było małe i umiarkowane, okresami wzrastające do dużego. Po południu zachmurzyło się i w całym pasie zachodnim lokalnie padał przelotny deszcz. Temperatura maksymalna wyniosła od 21 °C w Gdańsku, Helu, Suwałkach i Białymstoku do 28 °C w Legnicy. Wiatr był słaby, na wybrzeżu i wschodzie chwilami umiarkowany, w zachodniej połowie kraju z kierunków południowych, z przewagą południowo wschodniego, we wschodniej przeważnie północno zachodni.



Rys 9.  
Fragment mapy topografii barycznej dla poziomu 925 hPa z godz. 12:00 UTC dnia 21.08.2011r., przedstawiający przepływ powietrza w dolnej warstwie troposfery.

Generalnie rzecz biorąc w atmosferze uspokoiło się, ale nie w cienkiej warstwie przyziemnej, zwłaszcza po zachodniej stronie klina wyżowego, to jest na zachód od linii: Dębica, Elbląg i Wyspy Alandzkie, a zatem także w rejonie wykonywanego lotu motolotni. Tutaj, przy braku istotnego zachmurzenia, podczas wciąż długiego dnia i nadal wysokiego położenia Słońca nad horyzontem, z powodu nasłonecznienia następował szybki i duży wzrost temperatury powietrza. Zaprezentowane niżej wykresy rozkładu temperatury (termicznego uwarstwienia atmosfery) potwierdzają wyraźne zmniejszenie się w ciągu jednej doby wilgotności przy równoczesnym wzroście temperatury, a w stosunkowo cienkiej warstwie przylegającej bezpośrednio do podłoża występowanie dużych różnic temperatury.





Wykres 2. Fragmety diagramów aerologicznych Uniwersytetu z Łeby i Lindenergu k/Berlina z godz. 12.00 UTC dnia 20 i 21.08.2011r.

Dla ustalenia wielkości tych różnic używany jest termin „pionowy gradient temperatury”. Określa on zmiany temperatury z wysokością na każde sto metrów wysokości, w poszczególnych warstwach, dla których były wykonane pomiary. Przy jej spadkach ma on wartości dodatnie, a przy wzrostach ujemne. Ze względu na południowo zachodni przepływ powietrza w dolnej warstwie troposfery, najbardziej reprezentatywne są wyniki sondowania atmosfery z Lindenergu, będącego na przedmieściach Berlina, odległego od Wicewa o około,250 kilometrów.

Ciśnienie [hPa]	Wysokość [m]		Temperatura [°C]	Pionowy gradient temperatury °C/100 m	Wiatr	
	AMSL	AGL			Kierunek [°]	Prędkość [kt]
<b>12120 ŁEBA OBSERVATIONS AT 12Z 21 AUG 2011</b>						
1020.0	6	0	21.4	–	320	4
1017.0	31	25	19.8	6,40	313	4
1000.0	172	166	18.4	1,00	270	4
925.0	834	828	13.2	0,79	220	8
<b>10184 GREIFSWALD OBSERVATIONS AT 12Z 21 AUG 2011</b>						
1018.0	6	0	23.6	–	110	8
1006.0	106	100	21.9	2,70	150	10
1000.0	156	150	21,0	1,80	155	12
953.0	569	563	17.0	0,97	177	13
925.0	823	817	15.6	0,55	190	14
<b>10393 LINDENBERG OBSERVATIONS AT 12Z 21 AUG 2011</b>						
1005.0	115	0	25.8	–	170	4
1001.0	149	34	23.0	8,24	158	7
1000.0	158	43	22.8	2,22	155	8
971.0	412	297	20.5	1,46	160	10
954.0	564	449	19.1	0,92	190	12
934.0	747	632	17.4	0,93	209	10
928.0	802	687	17.3	0,18	215	10
925.0	830	715	17.2	0,36	210	12

Tabela 1. Wybrane parametry meteorologiczne z sondowania atmosfery i wyliczony pionowy gradient temperatury

Do wysokości względnej 297 metrów, pionowy gradient temperatury stale zachowuje wartość znacznie powyżej jednego stopnia na 100 metrów, jednak z wyraźną tendencją malejącą, od 8,24 °C/100 m (w cienkiej warstwie do 34 metrów) do 1,46 °C/100 m (w warstwie od 43 do 297 metrów).

Takie termiczne uwarstwienie atmosfery sprzyjało występowaniu konwekcji termicznej, sprawiającej utrzymywanie się termiki wypracowanej, a że odbywało się to w ciepłym, suchym powietrzu, nie mogły w nim powstać chmury konwekcyjne typu *Cumulus*.

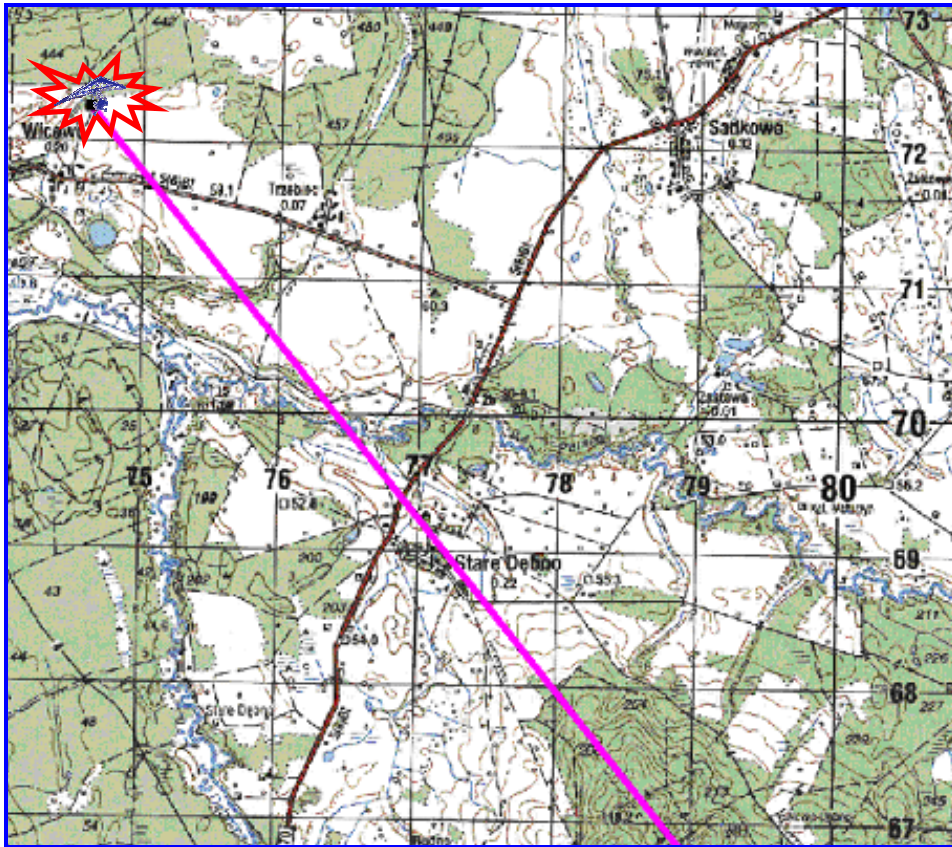
Brak istotnego zachmurzenia sprzyjał dopływowi ciepła słonecznego do podłoża, które po ogrzaniu się (nabraniu ciepła) oddawało je do atmosfery. Proces przyjmowania ciepła słonecznego, kumulowania go, a następnie oddawania atmosferze jest zróżnicowany i zależy od rodzaju podłoża. Z tego punktu widzenia można wyróżnić dwie grupy podłoża:

- szybko nagrzewające się i szybko stygnące, jak piaski, sucha zaorana rola, suche dojrzewające zboża, skały i kamienie, teren zurbanizowany (place, płaskie dachy, ciemne asfaltowe drogi, gęsta zabudowa miejska);
- wolno nagrzewające się i wolno stygnące, jak zbiorniki wodne, bagna i tereny podmokłe, wilgotna gleba, wilgotne lasy, uprawy roślin zielonych.

Nierównomierne nagrzewanie podłoża powoduje powstawanie lokalnych źródeł ciepła i przylegających do nich pęcherzy ciepłego powietrza. Obszary, nawet niewielkie, w których lepsze niż w otoczeniu warunki do pochłaniania promieniowania słonecznego, stanowią tak zwane „ogniska termiczne”, regularnie, co 5 – 30 minut, pulsująco wydzielają porcje ciepłego powietrza, unoszącego się do góry. W ten sposób dochodzi do tworzenia się kominów i strug unoszącego się powietrza, osiągających prędkość szacowaną od 1 do 3 m/s. W miarę wzrostu wysokości objętość kominów i strug zwiększa się wskutek adyabatycznego rozprężania powietrza. Naturalnie nie wznosi się ono w nieskończoność, na pewnej wysokości ochładza się i zaczyna opadać. Wtedy powstają prądy opadające nazywane „studniami”. Najczęściej występują one nad podłożem, które ogrzewa się wolniej (posiada większą pojemność cieplną). W ten sposób powstają będące obok siebie pionowe prądy powietrza o przeciwnych znakach, jedne prądy wznoszą się, a drugie opadają. Lot w takich prądach, nad terenem zróżnicowanym jest niespokojny, a w przypadku lotnictwa lekkiego wręcz niebezpieczny, ponieważ lekka konstrukcja lotnicza nieustannie poddawana jest znacznym przeciążeniom dodatnim i ujemnym.

To właśnie w takich warunkach, w warstwie objętej pionowymi prądami powietrza, występowała turbulencja nieba bezchmurnego (CAT – Clear Air Turbulence).

Jednak nie tylko ona wywierała negatywny wpływ na lot motolotni. Innym bardzo istotnym czynnikiem było mocno urozmaicone pokrycie terenu Równiny Białogardzkiej, nad którą odbywał się przelot motolotni (rys 10).



Rys 10. Fragment mapy z ostatniej fazy lotu w dniu 21.08.2011r.

Generalnie powierzchnia Równiny jest płaska i monotonna, na południu osiąga wysokości do 60 m n.p.m., ku północy opada stopniowo w stronę Bałtyku, gdzie osiąga wysokości zaledwie kilku metrów n.p.m.. Urozmaicają ją jedynie lekko zaznaczające się garby moren osiągające wysokości około 30 m, porośnięte lasami, które są naturalną przeszkodą dla przepływu powietrza. Główną jej rzeką jest Parsęta, tworząca obniżenie z licznie występującymi terenami podmokłymi.

Ostatnia faza lotu, zanim doszło do upadku motolotni, odbywała się nad terenem urozmaiconym zarówno, jeżeli chodzi o pokrycie, jak również o rzeźbę. Po wyjściu motolotni z lasu porastającego wzniesienie terenowe, lot odbywał się nad doliną Parsęty, w tym rejonie dość szeroką i podmokłą po południowej stronie rzeki. Natomiast po północnej stronie rzeki, tereny użytkowane rolniczo, z pozostałościami poźniwnymi, przecinały drogi oraz ciek wodne, porośnięte z obu stron szpalerami drzew i krzewów oraz kępy drzew i zabudowania wsi Wicewo. To nad tym terenem, z istotnymi deniwelacjami oraz jego pokryciem stanowiącym bardzo duże przeszkody, występowały warunki sprzyjające do równoczesnego występowania turbulencji termicznej i dynamicznej. Przepływające tuż przy powierzchni ziemi powietrze, a zatem wiatr, nieustannie napotyka na swej drodze przeszkody, które zaburzają jego przepływ, zmuszając go do próby ich ominięcia. Wiatr omija przeszkody bokiem, opływa je lub przechodzi nad nimi górną, w zależności od ich wysokości, kształtu, ekspozycji względem kierunku wiatru. Często zdarza się, że omija przeszkodę i bokiem, i ponad nią – to zaś prowadzi do zniekształcenia i kierunku, i prędkości wiatru. To z kolei

**RAPORT KOŃCOWY**

generuje turbulencję. Uogólniając można stwierdzić, że charakter turbulencji dynamicznej zmienia się w zależności od prędkości wiatru, od formy przeszkód oraz od rodzaju pokrycia terenu. Ten krótki fragment stosunkowo długiej trasy był najbardziej niekorzystny dla tak lekkiej konstrukcji, jaką jest motolotnia. To tutaj doszło do skumulowania się dwóch rodzajów turbulencji – termicznej i dynamicznej, z którą nie mógł sobie poradzić pilot motolotni, stale dostając podmuchy z różnych stron, szukając spokojniejszego lotu na różnych wysokościach.

### **Konkluzja :**

- Wiatr jest najszybciej zmieniającym się elementem pogody. Na jego zmiany wpływa nie tylko przebudowa pola barycznego, ale także w znacznym stopniu topografia terenu, a w mniejszej skali także duże budowle, zwarte zabudowy, aglomeracje miejskie, pasy leśne, skupiska drzew, doliny i kotliny, wysokie brzegi dolin rzecznych i wszelkie inne formy urozmaicające rzeźbę i pokrycie podłoża. Każda z wymienionych przeszkód odchyła kierunek wiatru, ponieważ powietrze musi omijać przeszkodę bokami lub, co zachodzi rzadziej górą. Wyższe i wąskie, odosobnione przeszkody częściej są omijane przez wiatr bokami, niższe i szersze natomiast powodują przepływ powietrza górą. Omijanie powietrza górą odbywa się łatwiej przy chwiejnej równowadze termodynamicznej.
- Tuż po południu, między godziną 13:00 i 15:00, przypada rozwój najsilniejszej termiki, a tym samym i najintensywniejszej turbulencji termicznej, która sięga niekiedy do wysokości 2000 metrów.
- Metodą pośrednio wskazującą na intensywność turbulencji termicznej oraz rozwój ruchów pionowych jest analiza pionowego gradientu temperatury. Im jest on większy od sucho-adiabatycznego (0,98 °/100 m), tym należy spodziewać się silniejszych ruchów pionowych w atmosferze i tym samym intensywniejszego rzucania.
- Turbulencja dynamiczna wywołana tarciem występuje nad terenami o znacznym zróżnicowaniu wysokościowym (w rejonie wypadku do wysokości około 300 m nad terenem).
- Oba rodzaje turbulencji występujące w tym przypadku równocześnie, szacuje się jako silne.
- Turbulencja jest zjawiskiem niepożądanym, powodującym negatywne zjawiska oddziałujące na statek powietrzny, załogę i pasażerów. Przez turbulencję wzbudzone są silne przeciążenia, gwałtowne wzrosty i spadki siły nośnej oraz zaburzenia lotu i stabilności statku powietrznego. Dla lekkich jednostek latających, turbulencja – rozpoznana lub nierozpoznana, zawsze stanowi bardzo poważne zagrożenie.
- Ostatni fragment trasy przebiegający nad doliną Parsęty oraz w najbliższym jej otoczeniu, był najbardziej niekorzystny dla tak lekkiej

konstrukcji, jaką jest motolotnia. To tutaj doszło do skumulowania się dwóch rodzajów turbulencji – termicznej oraz dynamicznej, z którą nie mógł sobie poradzić pilot motolotni, stale dostając podmuchy z różnych stron, szukając spokojniejszego lotu na różnych wysokościach.

- Pilot wlatując w obszar silnej turbulencji termicznej lub dynamicznej przyziemnej, powinien stopniowo nabierając wysokości wyjść w górę, utrzymując bezpieczną prędkość lotu, którą zaleca instrukcja użytkownika statku powietrznego dla lotów w warunkach turbulencji. Ponadto w obszarach umiarkowanej i silnej turbulencji nie zaleca się wykonywać przechyłów większych niż 15°, nawet podczas zakrętów.

### **3. WNIOSKI KOŃCOWE.**

#### **3.1. Ustalenia komisji.**

- a) Pilot posiadał odpowiednie, ważne uprawnienia do wykonania lotu;
- b) Pilot posiadał odpowiednie, ważne orzeczenie lotniczo-lekarskie;
- c) Pozwolenie na wykonywanie lotów motolotni było ważne w dniu zaistnienia wypadku;
- d) Stwierdzono brak następujących dokumentów warunkujących bezpieczne użytkowanie motolotni: aktualnej Instrukcji użytkownika w locie i obsługi technicznej motolotni, Instrukcji obsługi technicznej silnika, Instrukcji obsługi skrzydła i Instrukcji obsługi śmigła;
- e) Ubezpieczenie OC motolotni było ważne w dniu zaistnienia wypadku;
- f) Oszacowany ciężar startowy motolotni mieścił się w granicach dopuszczalnych;
- g) Pilot w chwili wypadku nie znajdował się pod wpływem działania alkoholu etylowego, leków ani środków narkotycznych lub psychoaktywnych;
- h) Stan zdrowia pilota nie miał wpływu na zaistnienie wypadku;
- i) Podczas szczegółowych oględzin skrzydła i wózka motolotni nie stwierdzono wad konstrukcyjnych i uszkodzeń, mogących mieć wpływ na zaistnienie zdarzenia;
- j) Odstępstwa od wymaganego normą składu frakcyjnego paliwa nie miały wpływu na działanie silnika w chwili wypadku.
- k) Silnik motolotni nie pracował w momencie zderzenia z ziemią. Prawdopodobną przyczyną jego zatrzymania mogło być:
  - zanieczyszczenie filtra paliwa wodą i spadek ciśnienia paliwa,
  - zablokowanie przepływu paliwa ciałem stałym znajdującym się w zbiorniku,
  - odsłonięcie króćca paliwowego w zbiorniku i zapowietrzenie instalacji paliwowej,
  - zatrzymanie pompy paliwowej na skutek przerwania dopływu prądu na luźnym połączeniu konektorowym.
- l) Warunki pogodowe miały wpływ na zaistnienie wypadku.

### 3.2. Przyczyna wypadku

Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych po zapoznaniu się ze zgromadzonymi w trakcie badania zdarzenia materiałami ustaliła następujące przyczyny wypadku lotniczego:

1. **Wykonywanie lotu w warunkach występowania skumulowanych turbulencji nieba bezchmurnego (CAT – Clear Air Turbulence) oraz silnej turbulencji dynamicznej.**
2. **Zbyt późno podjęta decyzja o wykonaniu lądowania zapobiegawczego w terenie przygodnym.**

Okolicznościami sprzyjającymi zaistnieniu wypadku lotniczego były:

1. Brak wnikliwej analizy warunków pogodowych pod kątem występowania turbulencji powietrza przed startem i nieprawidłowa ich bieżąca ocena podczas lotu.
2. Zmęczenie pilota spowodowane długotrwałym pilotowaniem motolotni w warunkach silnej turbulencji powietrza.

Nie wyklucza się, że wyłączenie silnika miało wpływ na przebieg zdarzenia.

### 4. ZALECENIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA.

Po zakończeniu badania Komisja nie sformułowała zaleceń dotyczących bezpieczeństwa.

---

KONIEC

Kierujący zespołem badawczym

*podpis na oryginale*