



1.

POŁOŻENIE SAMOLOTU W MOMENCIE UDERZENIA W BRZOZĘ I BEZPOŚREDNIO PO UDERZENIU WG DANYCH MAK I KBWL LP



Mgr inż. Marek Dąbrowski, 11. 2012



2. Wiarygodność danych o wysokościach radiowych

Na konferencji w Kazimierzu jeden z członków KBWL LP stwierdził, że wartość wysokości radiowej w końcówce lotu została do Raportu

*„**prawdopodobnie** wpisana z jednego z urządzeń pomiarowych-rejestratorów, **lub** na podstawie **określenia** toru lotu”*

Ta wypowiedź świadczy o braku staranności z jakim wpisano do urzędowego dokumentu dane mające pochodzić z wysokościomierzy radiowych.

(zapis dźwiękowy w archiwum Autora prezentacji)



3. Zasada działania wysokościomierza radiowego RW-5M

Anteny odbiorcze radiowysokościomierzy RW-5M znajdują się w odległości ok.11,4 m do 12,4 m od dziobu samolotu.

RW-5M mierzy wysokość w taki sposób, że w czasie postoju na płycie lotniska wskaźniki pokazują „0”. Wskazywana wysokość radiowa w Tu-154M jest zależna od kąta pochylenia samolotu, natomiast nie określa odległości wózka podwozia głównego do ziemi.



Rys. 27. Przebieg parametrów lotu dla wybranych przyrządów pokładowych

*Wskazanie wysokości radiowej podczas startu z Okęcia 10.04.2010 roku
(wykres rejestratora FDR z Raportu KBWL LP).*

Wykres ten pokazuje, że radiowysokościomierz był prawidłowo skalibrowany.



4. Zasada działania wysokościomierza radiowego RW-5M

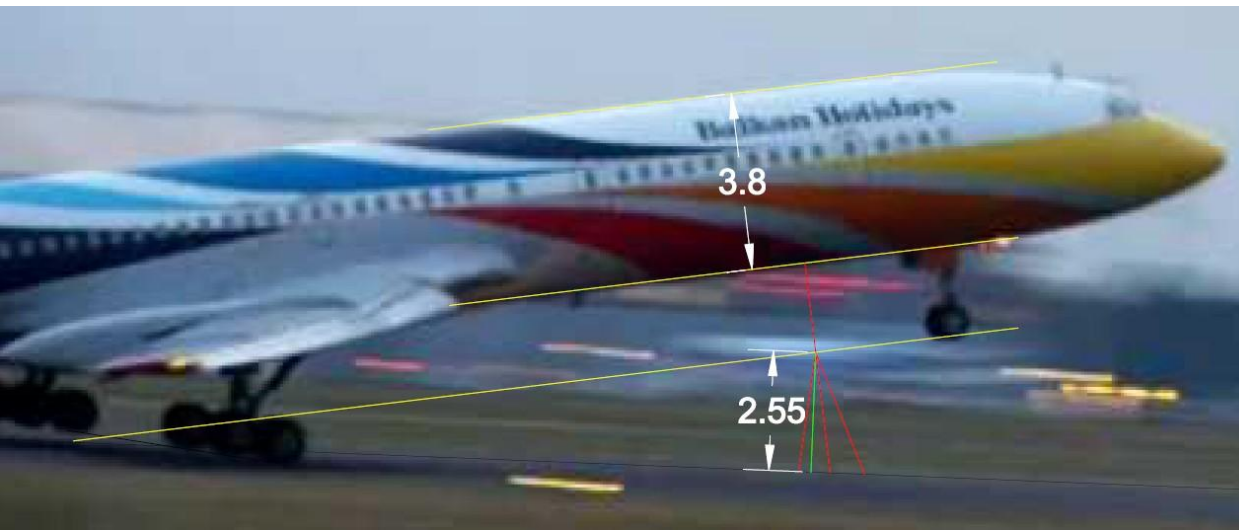
Typowe położenia samolotu w chwili oderwania wózka podwozia głównego od pasa i zadziałania czujnika Air/Ground.

W tym momencie system TAWS polskiego „101” w czasie startu z Okęcia 10.04.2010 zapisał wysokość radiową 7,5 ft = **2,28 m** (log TAWS z raportu Universal Avionics- po prawej na środku).



Table 3-4 Selected TAWS Parameters (Takeoff Event)

Event # 33		
Parameter	Value	Notes
Alert Record Type	TAKEOFF	Ground/Air transition event
Alert Date (M/D/Y)	04/10/2010	
Alert Time (H/M/S)	05:27:11	
Present Position Latitude	52.165796 deg	
Present Position Longitude	20.966862 deg	
Airplane Altitude	259.100424 ft	
Baro Altitude	259.000000 ft	
Radio Altitude	7.500000 ft	
Groundspeed	144.000000 kts	
True Airspeed	141.500000 kts	
Indicated Airspeed	144.375000 kts	
Flaps in Landing	0	Flaps not in landing position
Clear Down	1	Clear down
On Ground	0	In air



Przybliżony pomiar w momencie oderwania samolotu potwierdza możliwą wysokość radiową w logu TAWS z Okęcia z 10.04.2010. Widać, że w Tu-154M wysokość radiowa nie określa odległości wózka podwozia głównego do ziemi.



5. Zasada działania wysokościomierza radiowego RW-5M

Radiowysokościomierz RW-5M wysyła w kierunku ziemi falę o częstotliwości 4200-4400 MHz. Wartość wysokości radiowej jest pokazywana na wskaźnikach znajdujących się na tablicy przyrządów pilotów. Rejestrator FDR („czarna skrzynka”) zapisuje wartości wysokości radiowej 2 razy na sekundę.

Maksymalny zakres pomiaru radiowysokościomierza wynosi 0-750 metrów, a dokładność pomiaru:

a) na wyjściu analogowym, m:

od 0 do 10 - +/-0,6

powyżej 10- +/- 0,06 H

b) na wskaźniku wysokości, m:

od 0 do 10 - +/- 0,8

powyżej 10- +/- 0,08 H

Jak napisano w rosyjskich instrukcjach urządzenia:

przy locie na małych wysokościach nad masywami leśnymi, w zależności od gęstości lasu, radiowysokościomierz może mierzyć wysokość do górnej krawędzi koron drzew (gęsty las), lub do powierzchni ziemi (rzadki las).

Radiowysokościomierz pracuje normalnie w locie z kątami przechylenia nie większymi niż 15 st. W locie na małych wysokościach, nad grubą warstwą lodu lub śniegu, przy kątach przechylenia lub pochylenia powyżej 30 stopni radiowysokościomierz wskazuje wysokość ze znacznym błędem.

W analizowanym obszarze pomiar wysokości radiowej był realizowany do powierzchni ziemi.



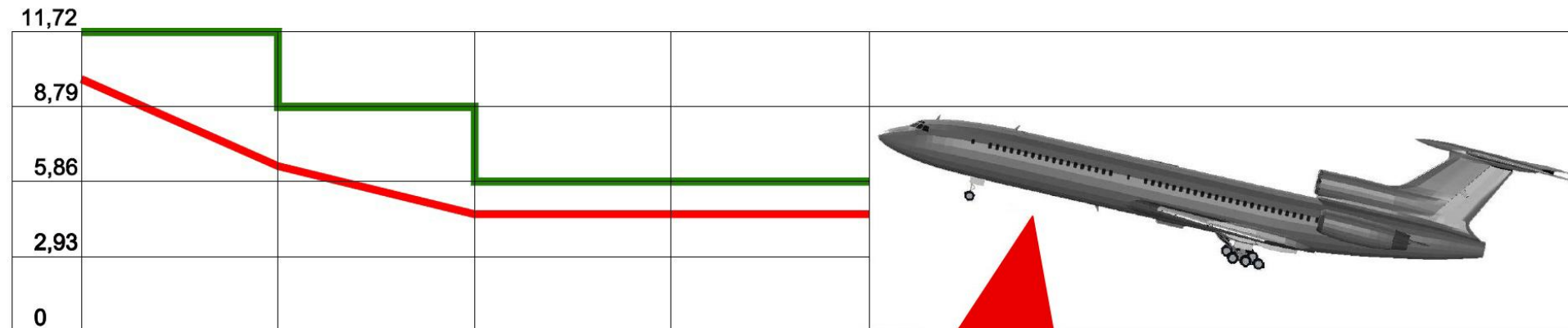
6. Zasada zapisu wysokości radiowej przez rejestrator MSRP-64 („czarną skrzynkę”)

Rejestrator parametrów lotu zapisuje wysokość radiową w krokach co 2,93 metra:

- 0-2,93
- 2,93-5,86
- 5,86-8,79
- 8,79-11,72
- 11,72-14,65
- itd.

W niniejszym opracowaniu do analizy przyjęto najwyższą wartość wysokości radiowej z każdego przedziału wysokości z wykresów w raportach, a nie wartości bezpośrednio zapisane na wykresach. Z reguły oznacza to, że przyjęta wysokość radiowa samolotu jest wyższa i **powinna być bardziej zgodna z wnioskami, do których doszły Komisje**, niż „surowa” wartość odczytana z wykresu.

— Przykładowa wartość wysokości RW w raporcie
— Wartość wysokości RW przyjęta do analizy



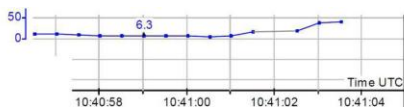


7. Dane wejściowe

Wartości pochylenia i przechylenia samolotu w poszczególnych punktach pochodzą z wykresów w Raportach. Wysokości npm poszczególnych punktów trajektorii pochodzą z Raportów oraz bazy danych SRTM. Przeanalizowano położenie samolotu w następujących punktach:

- Uderzenia w brzozę,
- Nad drzewami przed ul. Gubienki,
- Nad zerwaną linią energetyczną.

poziom wg KBWL LP	253	253	250
poziom wg SRTM	252	251,4	249,7
poziom wg Fig.46 R.MAK (GIS)	252,5	251	248
odl.od progmu pasa wg KBWL LP	777	808	855
Przechylenie wg KBWL LP	-35	-16	-2,5
Pochylenie wg KBWL LP	16,8	15,6	12,8
Wys.RW wg Rys.17 z Zał.4 do raportu KBWL LP	6,2	6,2	6,2
Przechylenie wg MAK	-14,5	-4,5	-2,5
Pochylenie wg MAK	17,5	15,7	14,8
Wys.RW wg MAK	11	6,3	6



Calculated forces on the control column.

Figure 49

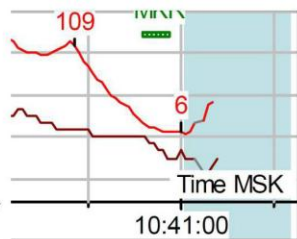
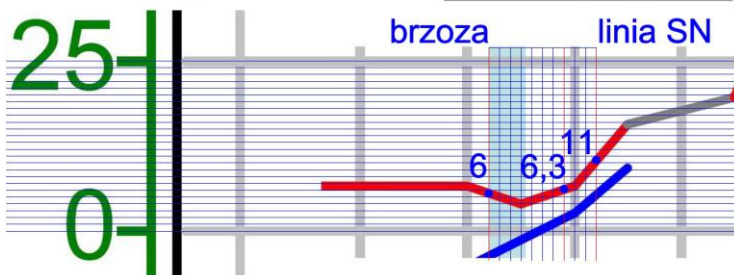


Figure 25



Aircraft TU-154M TailNo 101 (Republic of Poland) flight parameters during the accident happened on April 10, 2010 near the aerodrome Świdleski "Severny"

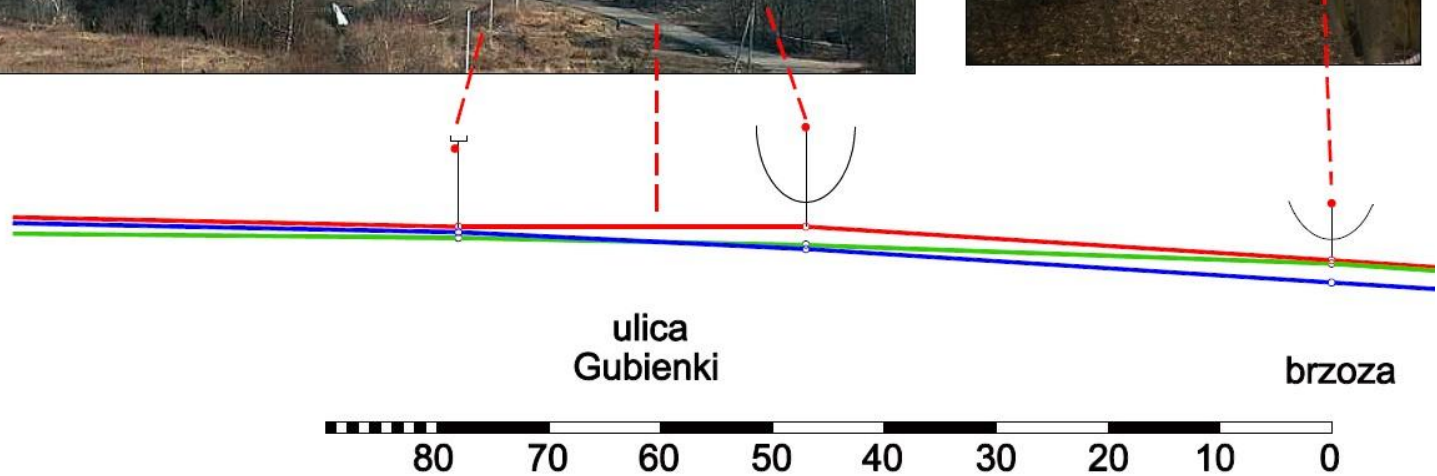
Figure 45



Rys. 17. Przebieg wybranych parametrów na ścieżce podejścia do lądowania – kanał poprzeczny – sterowanie lotkami

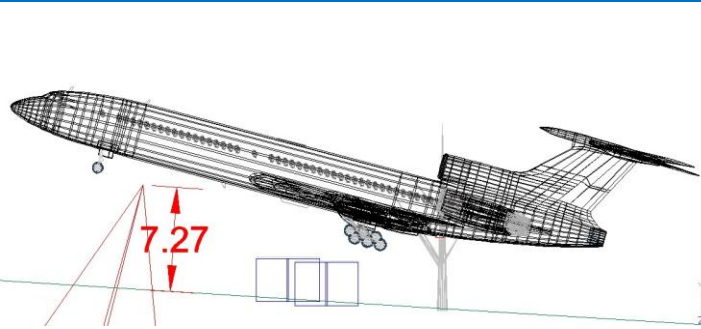


8. Sytuacja





9. Położenie nad brzozą- dane MAK wys. radiowa 6 m

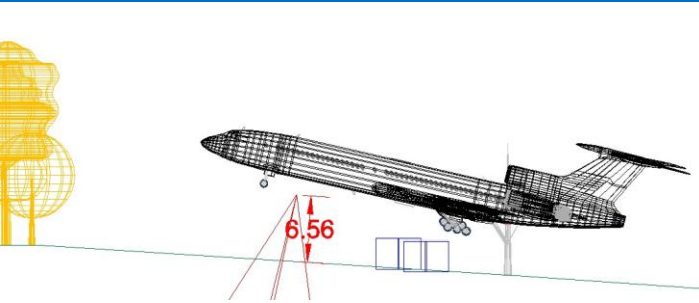


W niniejszym punkcie analizy przyjęto takie wartości z zapisywanego zakresu 5,86-8,79 m, aby uzyskać uderzenie w brzozę na wysokości określonej w raportach (ok. 5 m).





10. Położenie nad brzozą- dane KBWL LP wys. radiowa 6,2 m



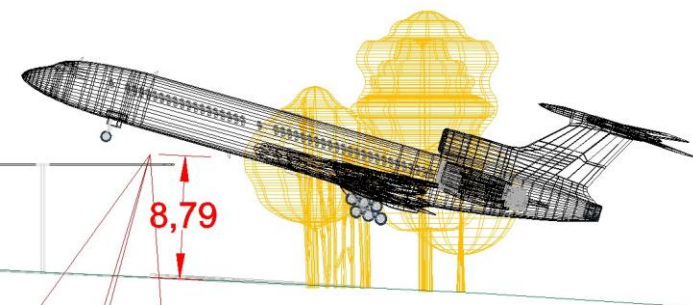
W niniejszym punkcie analizy przyjęto takie wartości z zapisywanego zakresu 5,86- 8,79 m, aby uzyskać uderzenie w brzozę na wysokości określonej w raportach (ok. 5 m).

Wnioski:

- zgodność wysokości pomiędzy Raportami: duża (oba zapisy leżą w tym samym przedziale danych),
- nie stwierdzono zasadniczych różnic pomiędzy obu Raportami w zakresie pochylenia i przechylenia samolotu,
- zgodność położenia samolotu ze śladami na ziemi: **duża**.



11. Położenie nad drzewami przed ul. Gubienki- dane MAK wys. radiowa 6,3 m

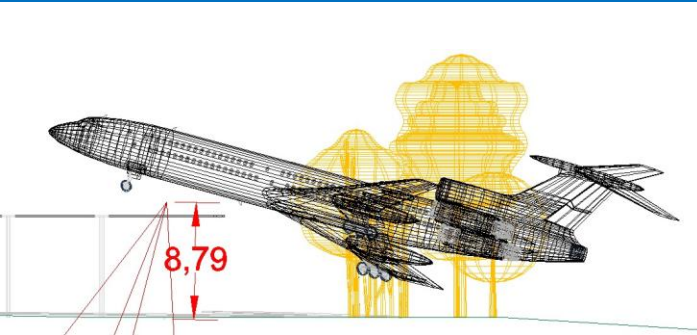


W analizie umieszczono samolot na granicznej dla zapisywanego przedziału wysokości 8,79 m, czyli **2,49 m wyżej** niż jego lokalizacja pokazana na wykresie RW w Raporcie MAK.





12. Położenie nad drzewami przed ul. Gubienki- dane KBWL LP wys. radiowa 6,2 m



W analizie umieszczono samolot na granicznej dla zapisywanego przedziału wysokości 8,79 m, czyli **2,59 m wyżej** niż jego lokalizacja pokazana na wykresie RW w Raporcie KBWL LP.

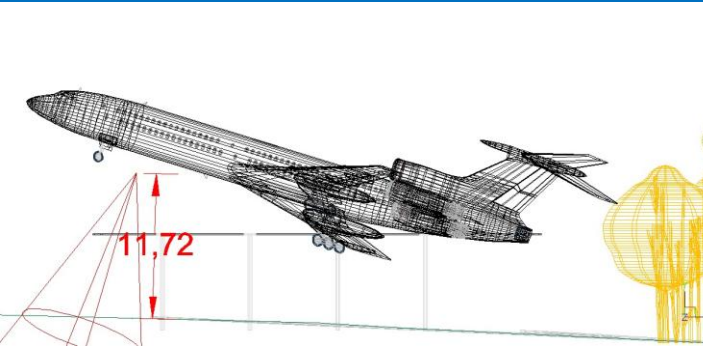


Wnioski:

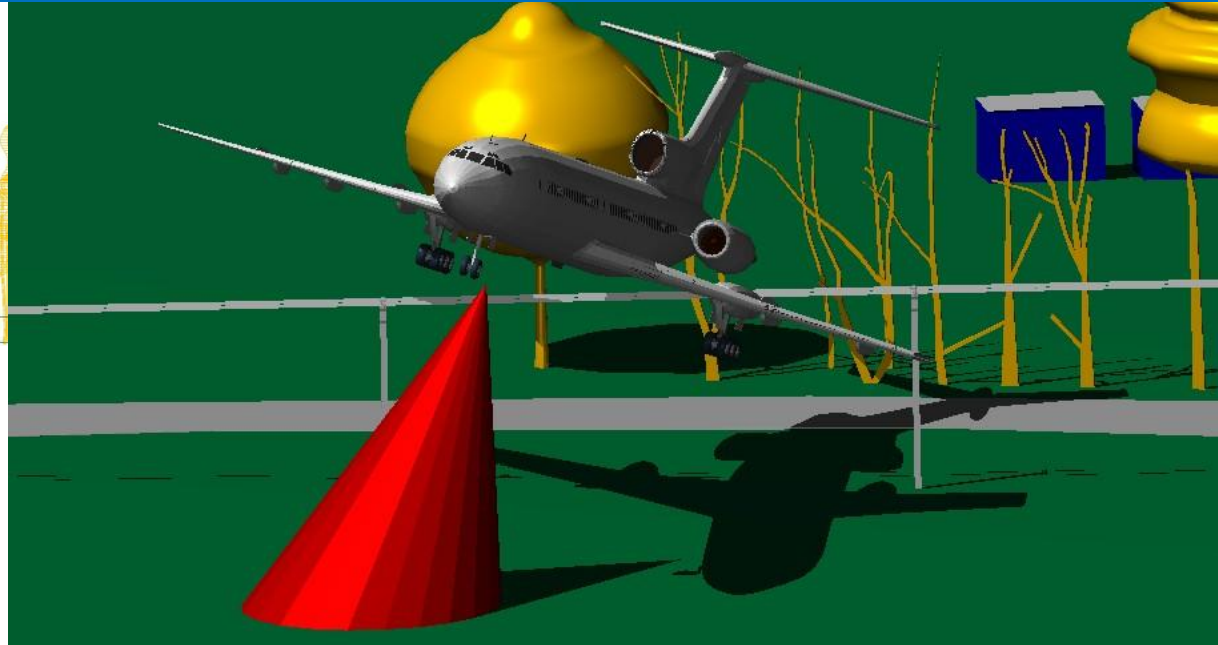
- zgodność wysokości pomiędzy Raportami: duża (oba zapisy leżą tym samym przedziale danych)
- zauważalna różnica pomiędzy Raportami w zakresie przechylenia samolotu
- **zgodność położenia samolotu ze śladami na ziemi: brak. Nie ma możliwości, aby drzewa zostały przycięte przez samolot lecący wg wartości wysokości radiowej z obu Raportów.** Dodatkowo, należy zwrócić uwagę na kolizję prawego skrzydła z nieuszkodzoną brzozą (na dostępnym materiale fotograficznym widać, że nie została ona przycięta).
- przekroczenie parametrów „normalnej pracy” radiowysokościomierza RW-5M z powodu przechylenia samolotu większego do 15 stopni (dot. wyłącznie Raportu KBWL LP).



13. Położenie nad linią energetyczną- dane MAK wys. radiowa 11 m

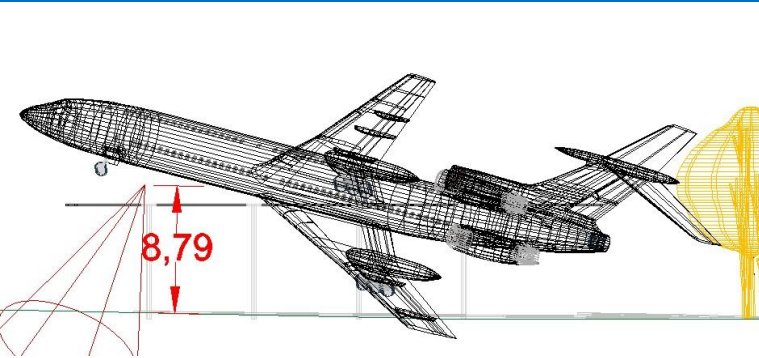


W analizie umieszczono samolot na granicznej dla zapisywanego przedziału wysokości 11,72 m, czyli **0,72 m wyżej** niż jego lokalizacja pokazana na wykresie RW w Raporcie MAK.





14. Położenie nad linią energetyczną- dane KBWL LP wys. radiowa 6,2 m



W analizie umieszczono samolot na granicznej dla zapisywanego przedziału wysokości 8,79 m, czyli **2,59 m wyżej** niż jego lokalizacja pokazana na wykresie RW w Raporcie KBWL LP.



Wnioski:

- **zgodność wysokości pomiędzy Raportami: brak** (zapisy leżą w różnych, sąsiednich przedziałach danych)
- zauważalna różnica pomiędzy Raportami w zakresie przechylenia samolotu
- **zgodność położenia samolotu ze śladami na ziemi: wg Raportu MAK: duża. Wg Raportu KBWL LP: brak.** Należy zwrócić uwagę na nieopisaną w Raporcie kolizję kikutu lewego skrzydła z gruntem (na dostępnym materiale fotograficznym i filmowym widać, że w analizowanym obszarze nie zachowała się bruzda w ziemi ani inne, podobne ślady potwierdzające to zdarzenie).
- przekroczenie parametrów „normalnej pracy” radiowysokościomierza RW-5M z powodu przechylenia samolotu większego do 15 stopni (dot. wyłącznie Raportu KBWL LP).



15. Wnioski ogólne

W analizowanych przypadkach mamy do czynienia z **dwukrotnym przekroczeniem parametrów eksploatacyjnych „normalnej pracy” radiowysokościomierza**, co mogło skutkować niewiarygodnymi odczytami (**dotyczy to wyłącznie Raportu KBWL LP i miejsc: ścięcia drzew przed ul. Gubienki oraz przecięcia linii SN**). Jednak w tej pierwszej lokalizacji wysokość radiowa jest taka sama jak w Raporcie MAK, według którego w tym miejscu te przekroczenia eksploatacyjnych „normalnej pracy” radiowysokościomierza nie nastąpiły.

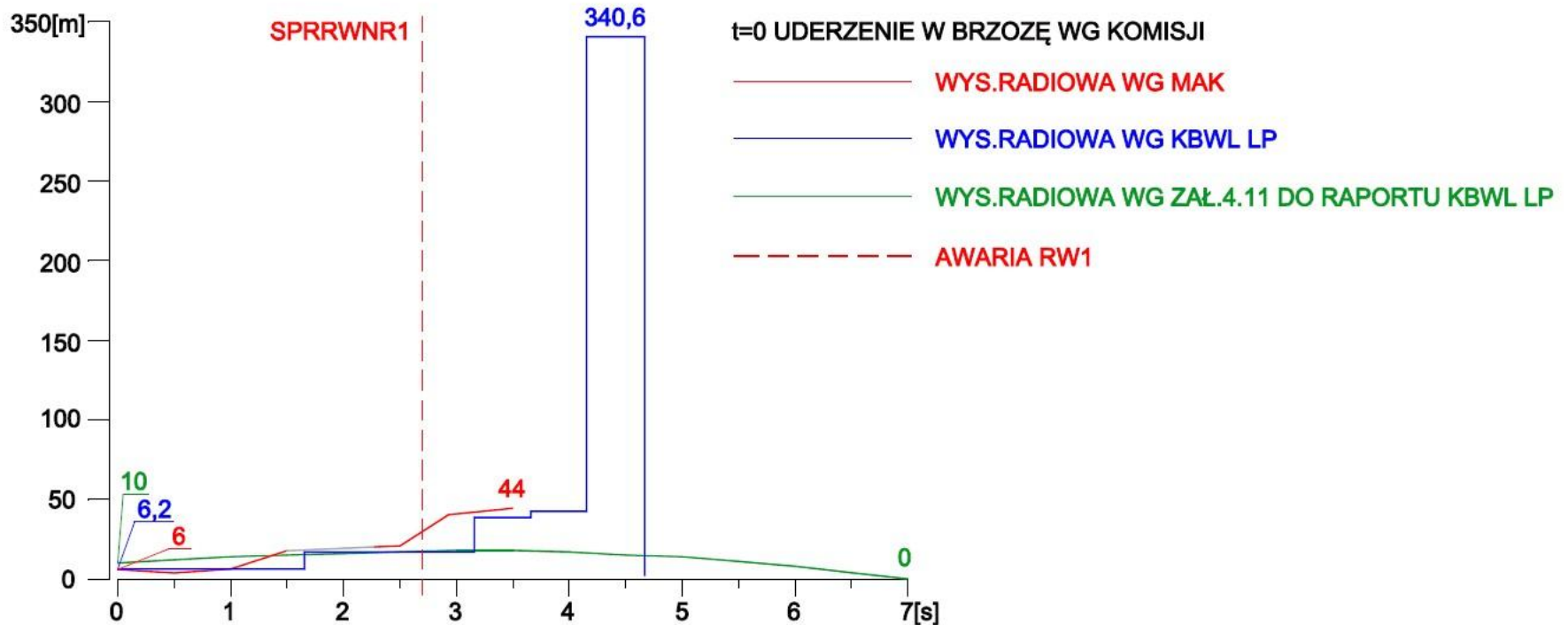
Wysokości radiowe w momencie cięcia drzew przed ul. Gubienki zamieszczone w obu Raportach są wzajemnie spójne, ale nieprawdziwe (zaniżone). Nawet podniesienie samolotu o ok.2,5 metra (aż do górnej granicy przedziału zapisu) nie zmienia powyższego wniosku.

Parametry samolotu (przechylenie) w momencie przecinania linii SN zawarte w Raporcie KBWL LP są niewiarygodne, gdyż brak śladów na gruncie na takie położenie maszyny.

W obu analizowanych przypadkach dostępny materiał ikonograficzny pokazuje, że zdarzenia zaszły w sposób inny, niż zapisano to w Raportach (**samolot znajdował się wyżej niż wynikałoby to z wykresów wysokości radiowej**).



16. Porównanie zapisów RW



Wysokości radiowe w końcówce lotu zawarte zarówno w Raportach MAK, KBWL LP, jak i Załączniku 4.11 do Raportu KBWL LP, są wzajemnie sprzeczne.

Wg każdego z przywoływanych materiałów zapis zakończył się w innym czasie i na innej wysokości.

Ponadto wykresy pokazują zapisy tam, gdzie wg rejestratora ATM zarówno RW1 jak i RW2 już nie działały prawidłowo (SPRRWNR1, SPRRWNR2 = 0).

Dodatkowo zapis wysokości radiowej w Załączniku 4.11 pokazuje, że po hipotetycznym uderzeniu w brzozę samolot nie obracał się.

Wysokości radiowe zawarte w Raportach MAK, KBWL LP, jak i Załączniku 4.11 do Raportu KBWL LP są niewiarygodne.



17.

Ustalenie miejsca uderzenia skrzydłem w brzozę na podstawie Raportu KBWL LP





18. Opis z Raportu KBWL LP



W odległości 855 m od progu pasa nastąpiło uderzenie lewego skrzydła w dużą brzozę na wysokości około 5,1 m (rys. 6), które doprowadziło do oderwania dużego fragmentu (około 6 m) lewego skrzydła wraz z lotką. Środek ciężkości samolotu znajdował się wtedy około 1,1 m powyżej progu drogi startowej, kąt przechylenia wynosił około -2,5° (przechylenie w lewo), a pochylenia wzrosło do 12,8°.



Rys. 7. Brzoza (pkt 4 rys. 1 pkt 5 rys. 2) uszkodzona w wyniku uderzenia lewym skrzydłem samolotu

Powstałe, na skutek utraty końcówki lewego skrzydła, nierównoważenie siły nośnej nie było możliwe do skorygowania wychyleniem lotki prawego skrzydła. Zapoczątkowało to obrót samolotu w lewo względem osi podłużnej z jednoczesną zmianą kierunku lotu około 3,5°.

7/14

Raport końcowy – Załącznik nr 4. Geometria zderzenia samolotu

Zmiana kierunku lotu została spowodowana reakcją samolotu na uderzenie w jego konstrukcję w odległości 10,8 m od osi pionowej samolotu. Rozszczęlnione zostały wówczas wszystkie (trzy) instalacje hydrauliczne.

Po przebyciu kolejnych 47 m samolot zderzył się na długości około 20 m z drzewami o średnicy konarów do 15 cm (rys. 8). Przechylenie samolotu w tym czasie gwałtownie wzrosło i wynosiło około -16° (w lewo).

Raport końcowy – Załącznik nr 5. Opis uszkodzeń samolotu

W odległości 855 m od progu pasa, 63 m w lewo od jego osi (około 350 m od miejsca upadku) samolot lewym skrzydłem uderzył w brzozę o średnicy pnia około 30 cm. Uderzenie w konar brzozy nastąpiło na wysokości 5,1 m (rys. 4). Skutkiem tego uderzenia była utrata części lewego skrzydła o długości ok. 6,1 m wraz z lewą lotką i dwiema sekcjami slotów. Oderwanie fragmentu skrzydła nastąpiło pomiędzy żebrami nr 27 i 28. W efekcie utraty tak dużego fragmentu lewego skrzydła rozszczelniony został zbiornik paliwowy nr 3 tego skrzydła.

Zderzenie to spowodowało jednocześnie rozszczelnienie wszystkich trzech instalacji hydraulicznych – przerwane zostały przewody hydrauliczne zasilające mechanizm sterowania lewej lotki typu RP-55. Rozerwaniu przewodów hydraulicznych towarzyszył ubytek płynu hydraulicznego z instalacji oraz spadek ciśnienia w każdej z nich.



Rys. 4. Zderzenie z brzozą spowodowało oderwanie części lewego skrzydła

Po przebyciu kolejnych 200 m samolot zderzył się z konarami drzew o średnicy do 20 cm, które powodowały dalsze wgniecenia na krawędziach natarcia i uszkodzenia poszycia oraz oderwanie lewej części stabilizatora z lewym sterem wysokości.

Raport końcowy – Załącznik nr 5. Opis uszkodzeń samolotu

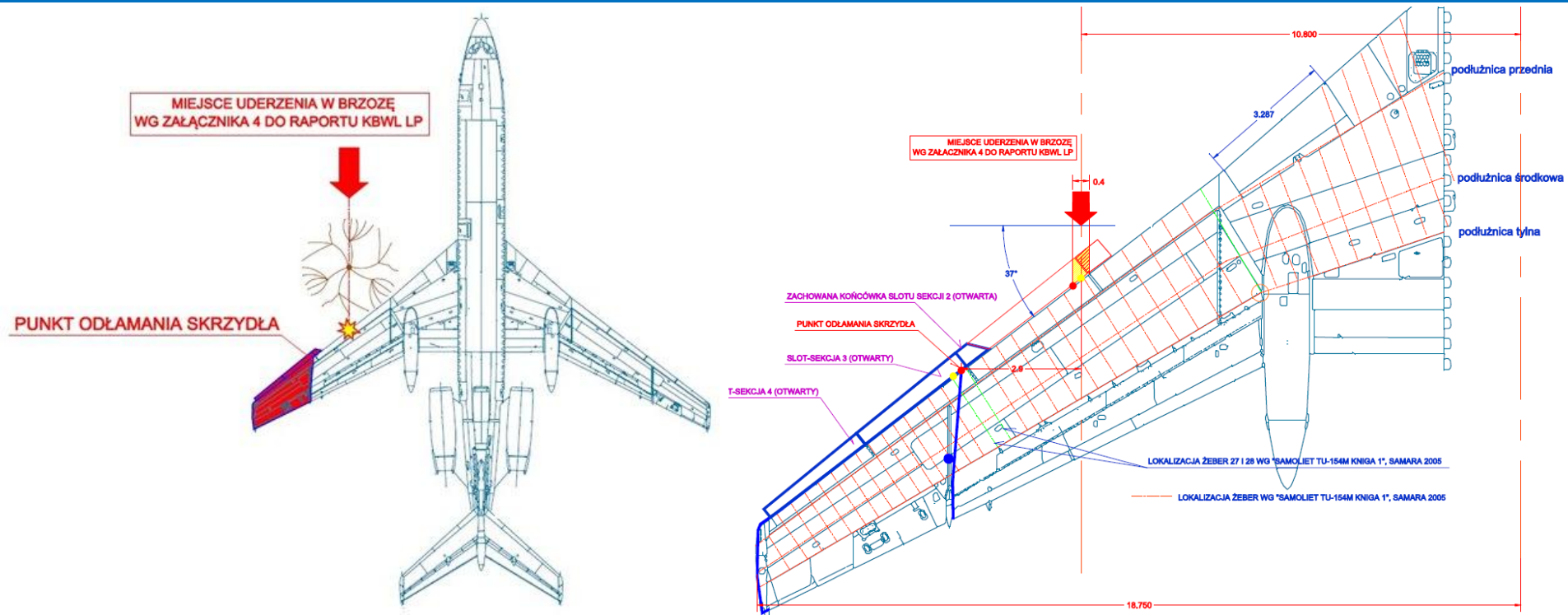
W odległości 855 m od progu pasa, 63 m w lewo od jego osi (około 350 m od miejsca upadku) samolot lewym skrzydłem uderzył w brzozę o średnicy pnia około 30 cm. Uderzenie w konar brzozy nastąpiło na wysokości 5,1 m (rys. 4). Skutkiem tego uderzenia była utrata części lewego skrzydła o długości ok. 6,1 m wraz z lewą lotką i dwiema sekcjami slotów. Oderwanie fragmentu skrzydła nastąpiło pomiędzy żebrami nr 27 i 28. W efekcie utraty tak dużego fragmentu lewego skrzydła rozszczelniony został zbiornik paliwowy nr 3 tego skrzydła.

Raport KBWL LP: „Zmiana kierunku lotu została spowodowana reakcją samolotu na uderzenie w jego konstrukcję w odległości 10,8 m od osi pionowej samolotu”.

Zatem zapis z Załącznika 4 jednoznacznie określa miejsce uderzenia w brzozę. KBWL LP definiuje także dokładnie miejsce oderwania końcówki skrzydła:



19. Lokalizacja miejsca uderzenia



Wg KBWL LP miejsce uderzenia skrzydła w brzożę od miejsca odłamania końcówki dzieli ok. 2,9 metra.

O tym, że nie jest to błąd pisarski świadczy fakt, że zapis ten występuje zarówno w raporcie, jak i Protokole Wojskowym.

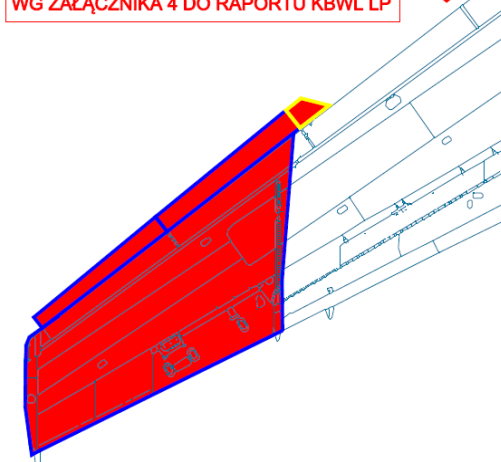




20. Miejsce na skrzydle sąsiadujące z oderwaną końcówką



MIEJSCE UDERZENIA W BRZOŻĘ
WG ZAŁĄCZNIKA 4 DO RAPORTU KBWL LP

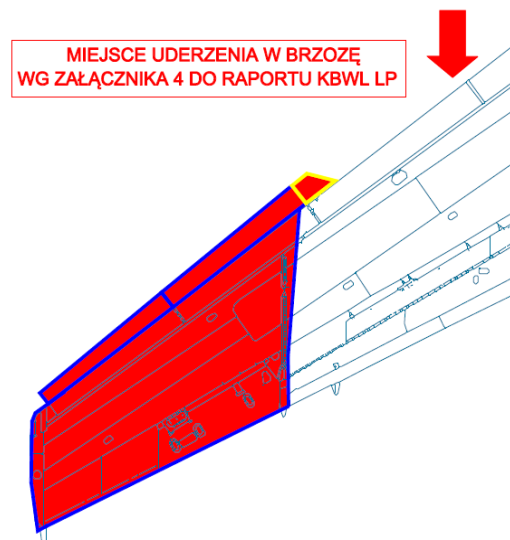


W „obrysie” ułożonym przez Rosjan obok oderwanej końcówki skrzydła widać fragment slotu, który najprawdopodobniej pochodzi z miejsca sąsiadującego z oderwaną końcówką. Zachował się także górny panel poszycia o długości ok.3,8 m. Oznacza to, że ani w pierwszym, ani w drugim miejscu skrzydło nie uderzyło w brzozę.

Oba fragmenty skrzydła powinny zostać przebadane przez biegłych Prokuratury Wojskowej.



21. Wnioski



- KBWL LP nie wyjaśniła mechanizmu zniszczenia skrzydła polegającego na odłamaniu jego końcówki w odległości 2,9 metra od miejsca hipotetycznego uderzenia w brzozę. Nie wyjaśniono także obecności w złożonym przez Rosjan „obrysie” fragmentu poszycia górnego, które- w przypadku uderzenia w drzewo i hipotetycznego przecięcia przez nie skrzydła- także musiałoby zostać przecięte.
- Jest niezbędne dokładne przebadanie wraku w strefie destrukcji skrzydła.
- Informacja o miejscu uderzenia skrzydłem w brzozę zawarta w Raporcie KBWL LP jest w sposób rażący nieprawdziwa.**