

ANALIZA MATERIAŁÓW ŹRÓDŁOWYCH DOSTĘPNYCH W RAPORTACH I EKSPERTYZACH

Kazimierz Nowaczyk

Abstract

This report deals with the very last seconds of the flight of Tu-154M immediately preceding its impacting the ground. It is based mostly on the findings of ATM PP, a Polish-based company which is the manufacturer of the Quick Access Recorder (ATM QAR) installed on the aircraft. All data presented here have been retrieved from plots and tables included in the ATM report. The ATM report has been released by the Office of the Chief Military Prosecutor to members of the Scientific Committee of the First Smolensk Conference in 2012..

Keywords - report, expertise, MAK, KBWL LP, ATM, Universal Avionics.

Streszczenie

Referat dotyczy ostatnich sekund lotu TU-154M tuż przed uderzeniem w ziemię. W głównej mierze oparty jest na ekspertyzie firmy ATM PP[1] – producenta polskiej czarnej skrzynki szybkiego dostępu ATM QAR. Wszystkie dane odtworzone zostały z tabel i wykresów przedstawionych w ekspertyzie ATM dostarczonych przez Prokuraturę Wojskową członkom Komitetu Naukowego I Konferencji Smoleńskiej w roku 2012.

Słowa kluczowe – raport, ekspertyza, MAK, KBWL LP, ATM, Universal Avionics.

1. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Na pokładzie samolotu TU-154 zainstalowany był system rosyjskich rejestratorów MSRP-64, który tworzyły:

- rejestrator eksploatacyjny KBN-1-1 zainstalowany w pobliżu kabiny pilotów,
- rejestrator dźwięku MARS-BM mieszczący się w ogonie samolotu. Został on znaleziony w pobliżu miejsca pierwszego uderzenia w ziemię,
- rejestrator katastroficzny MŁP-14-5 umieszczony w ogonie samolotu. Odnaleziony w pobliżu miejsca pierwszego uderzenia w ziemię ze śladami krótkotrwałego oddziaływania wysokiej temperatury.

Poza tym na pokładzie TU-154 M znajdowały się:

- rejestrator eksploatacyjny szybkiego dostępu ATM QAR, sprzężony równolegle z rejestratorem KBN-1-1,
- rejestrator K3-63 (najstarszy typ rejestratora), którego nie odnaleziono na miejscu katastrofy.

Komisja Millera, przygotowując końcową wersję raportu, dysponowała materiałami dokładnie opisanymi w ekspertyzie firmy ATM. Jak wynika z raportu KBWL LP [2] Załącznik 4, s. 517, były to:

- Msrp64.dta – uzyskany 20.04.2010 r. poprzez dekompresję pliku Spl101.c00, który jest kopią kasety ATM-MEM15 nr 158/91, wykonaną 17.04.2010 roku w Warszawie.
- MLP-14-5A.dat i MLP-14-5B.dat, który jest kopią zapisu danych z rejestratora MSRP-64–MŁP-14-5, wykonaną 31.05.2010 r. w obecności przedstawicieli Prokuratury Generalnej Rzeczypospolitej Polskiej, Prokuratury Generalnej Federacji Rosyjskiej, Komisji Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego oraz Międzypaństwowego Komitetu Lotniczego.
- KBN.DAT, który jest kopią zapisu danych z rejestratora MRSP-64–KBN-1-1, wykonaną 31.05.2010 r. w obecności przedstawicieli Prokuratury Generalnej Rzeczypospolitej Polskiej, Prokuratury Generalnej Federacji Rosyjskiej, Komisji Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego oraz Międzypaństwowego Komitetu Lotniczego.
- 85837.FDR.ALLData.dat, który jest kopią danych z rejestratora parametrów lotu (MŁP-14-5), przekazaną przez Komitet Śledczy Prokuraturze Federacji Rosyjskiej. W odczytywaniu danych z tego rejestratora nie uczestniczyli polscy przedstawiciele.

Z analizy nagrań wynika, że jedynym nagraniem dobrej jakości, nadającym się do wykorzystania, był wykonany i nagrany 20.04.2010 roku w Warszawie odczyt polskiej czarnej skrzynki. Do dalszych analiz wykorzystane zostały również dwie ostatnie sekundy ze słabej jakości nagrań w pliku 85837.FDR.ALLData.dat, przy którego przegrywaniu nie byli obecni przedstawiciele strony polskiej. Pozostałe zapisy, przy których byli obecni przedstawiciele polskiej prokuratury, nie nadawały się do analiz.

Przedstawione w ekspertyzie ATM zapisy uzupełnione zostały o dane z nieautoryzowanej kopii przekazanej stronie polskiej przez Prokuraturę Rosyjską, ponieważ ze względu na metodę rejestracji, zapisy skrzynki QAR zakończyły się wcześniej niż zapisy rosyjskich rejestratorów. Jednocześnie z polskiego zapisu ucięto ostatnie pół sekundy.

2. ANALIZA DANYCH Z RAPORTÓW I EKSPERTYZ

2.1. Czas zderzenia z brzoza

Na pierwszym wykresie (Rys. 1) wysokości radiowej nad poziomem pasa startowego z raportu MAK [3] i wysokości lotu odtworzonego przez ATM (Zał. 3, s. 1-3) zaznaczone zostały również cztery różne czasy zderzenia z brzoza

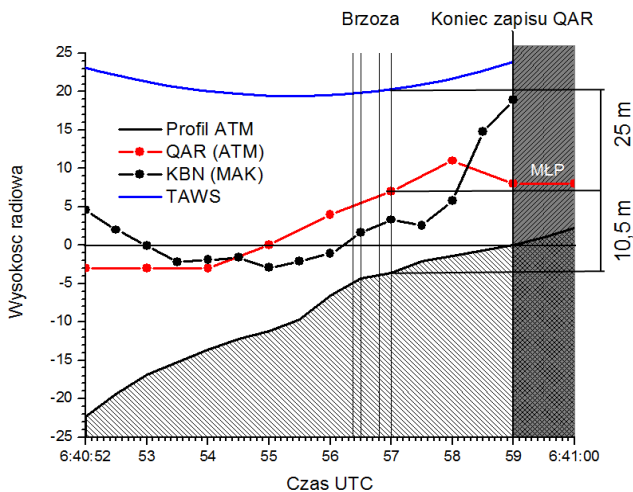
Kazimierz Nowaczyk, Ph.D. Assistant professor, University of Maryland, Biochemistry and Molecular Biology (e-mail: kano.nowaczyk@gmail.com).

podane w raporcie KBWL LP i jego załącznikach. W wyniku prostego obliczenia średniej prędkości samolotu na odcinku pomiędzy brzozą a miejscem TAWS¹#38 (przyjmując potwierdzoną przez komisję Millera odległość 143 m), otrzymamy:

- 1) 54,5 m/s 196,1 km/h,
- 2) 57,2 m/s 205,9 km/h,
- 3) 65,0 m/s 234,0 km/h,
- 4) 71,5 m/s 257,4 km/h.

Dopiero trzeci wynik zbliża się do prędkości, która została zanotowana w punkcie TAWS#38 [4].

Prędkość krytyczna dla samolotu Tupolew 154M wynosi 210 km/h, więc gdyby samolot poruszał się z prędkościami policzonymi w punktach 1 i 2, to powinien spaść zaraz za brzożą.



Rys. 1. Wysokość radiowa nad poziomem pasa - w raporcie MAK i wysokości lotu - odtworzone przez ATM (Załącznik 3, s. 1-3). Dane z rejestratora KBN-1-1 są odtworzone z raportu MAK. Strona polska nie posiada tych zapisów. Zapis polskiego QAR kończy się o godzinie 6:40:59 czasu UTC.

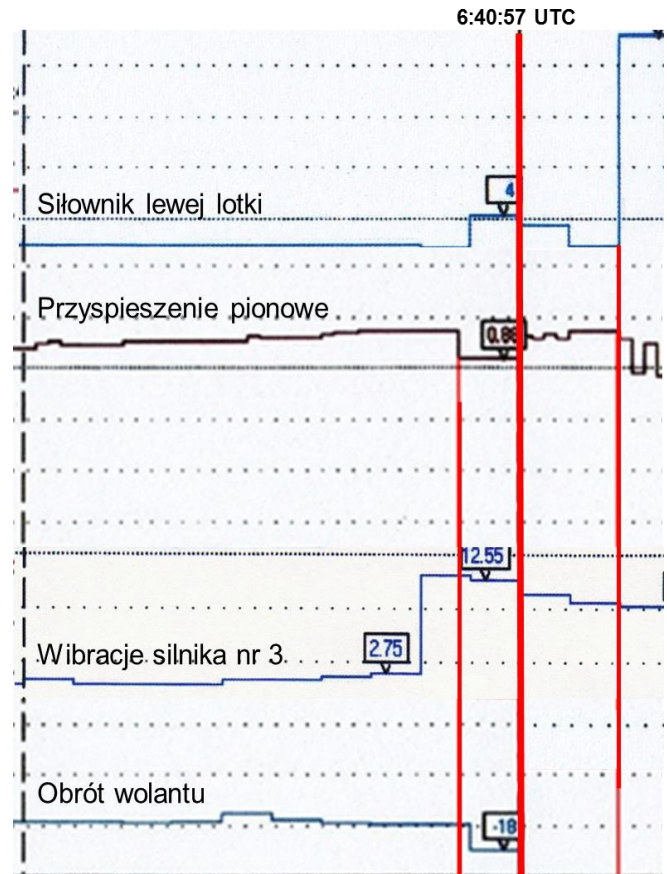
Z zapisów, które przedstawia ekspertyza ATM, widać, że w pobliżu brzoży poszczególne zanotowane parametry zaczynają się „dziwnie” zachowywać. Występują na nich „skoki” widoczne na wykresie (Rys. 2), które mają miejsce w krótkim przedziale czasu. Wibracje silnika nr 3, gwałtowne skoki w przyspieszeniu pionowym i przechyleniu, pojawia się sygnał na siłowniku lewej lotki, następuje obrót wolantu.

Komisja KBWL LP nie wyjaśniła korelacji między tymi zapisami. Czas zderzenia samolotu z brzożą wyznaczyła na podstawie zapisu CVR (analiza dokonana przez Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji), na którym zidentyfikowano dźwięk zderzenia z brzożą, czego nie potwierdziła żadna inna analiza taśm. Natomiast zignorowała czas podany w ekspertyzie ATM, gdzie pojawienie się sygnału na siłowniku lewej lotki uznano za zdarzenie bezpośrednio związane z uderzeniem w drzewo. Prowadzi to do zasadniczej rozbieżności pomiędzy dokumentami, które przedstawiła komisja Millera, a dotyczącymi krytycznego momentu katastrofy w jej opinii.

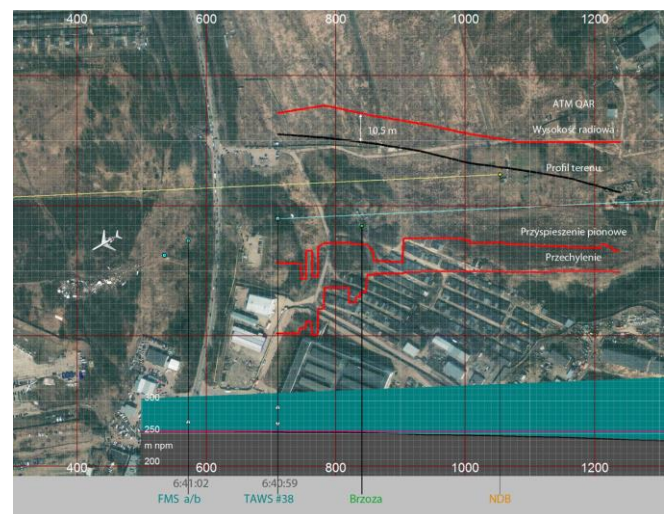
2.2. Korelacja czas-odległość zapisów polskiej skrzynki QAR

Rys. 3 przedstawia zdjęcie satelitarne z 11.04.2011 r. z naniesioną skalą odległości i profilem terenu. Skala

uwzględnia korektę rzutu środkowego. Ze względu na profil terenu nie było konieczności deniwelacji (pełnej ortorektyfikacji). Przyjęte zostało przesunięcie trzech sekund pomiędzy czasem zapisu QAR i czasem UTC, podane w ekspertyzie ATM. W dalszych analizach ta mapa będzie porównywana z przygotowaną przez M. Dąbrowskiego [5] analizą miejsc i obszarów zalegania szczątków samolotu opisanych w protokołach Prokuratury FR z dnia 10 i 11.04.2010 r. [6].

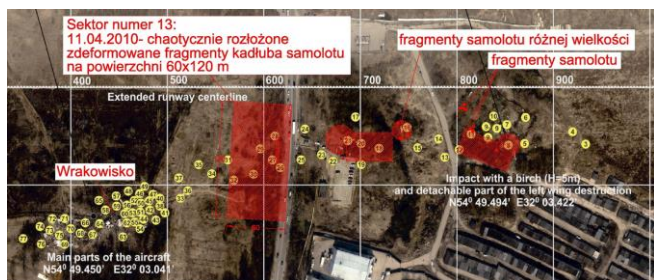


Rys. 2. Korelacje czasowe pomiędzy parametrami odczytanymi z rejestratora ATM QAR.



Rys. 3. Lokalizacja zdarzeń zapisanych w ATM QAR na wyskalowanym zdjęciu satelitarzym. Pojedynczy kwadrat ma wymiary 10x10m.

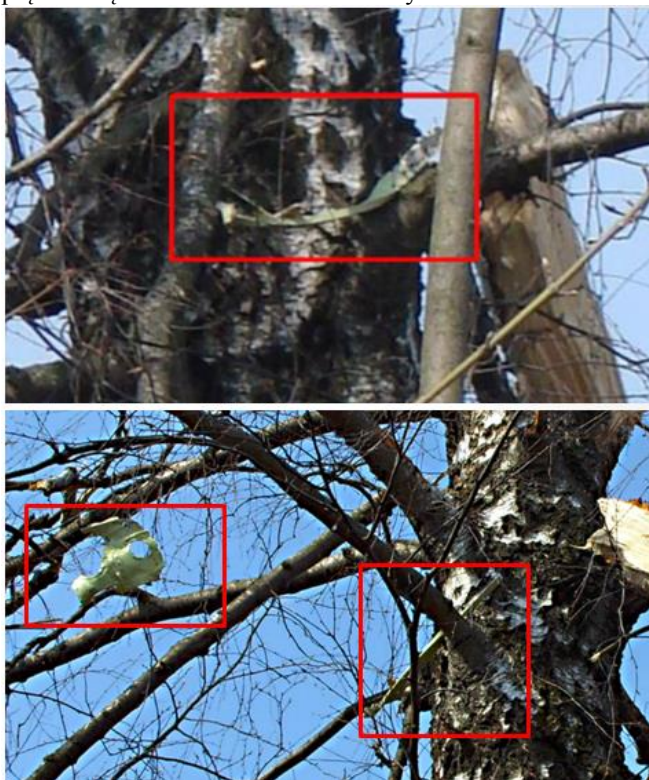
¹ Terrain Awareness and Warning System. System ostrzegania przed niebezpiecznym zbliżaniem się do ziemi.



Rys. 4. Miejsca i obszary zalegania szczątków samolotu opisane w protokołach Prokuratury FR z dnia 10 i 11.04.2010r. Opracowanie mgr M. Dąbrowski.

2.3. Okolice brzozy

Pierwszym analizowanym obszarem będą okolice złamanej brzozy odległej o około 850 m od początku pasa lotniska. W dokumentach zapisano różne czasy przelotu nad nią, także zdjęcia wskazują na zupełnie inny przebieg katastrofy, niż została ona opisana w raporcie komisji Millera. Jest to pierwsze miejsce, gdzie występuje szczególnie intensywne nagromadzenie części samolotu znalezionych przez prokuratorów rosyjskich (Rys. 4). W pobliżu brzozy znajdują się fragmenty skrzydła czerwonego koloru, które nie mogą pochodzić z jego końcówki, ponieważ nie ma na niej takich malowań. Wszystkie fragmenty samolotu uwidocznione na bogatej dokumentacji zdjęciowej, zarówno te swobodnie wiszące na gałęziach brzozy (Rys. 5), jak i te leżące na ziemi - bez śladów uderzenia z dużą energią, świadczą o ich upadku z małą prędkością. Niektóre części skrzydła znajdują się nawet kilka metrów przed brzozą. Takie efekty nie są możliwe przy zderzeniu skrzydła samolotu poruszającego się z prędkością 270 km/h z drzewem na wysokości 6 metrów.



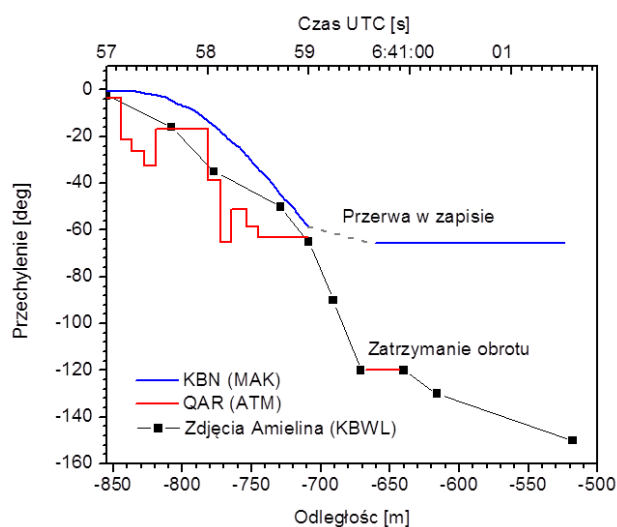
Rys. 5. Fragmenty samolotu zawisłe na brzozie w miejscu jej złamania podczas zderzenia przy prędkości 270 km/h.

Na pierwszym wykresie (Rys. 1) podane zostały także wysokości przelotu TU-154M nad terenem, na którym rosla brzoza. Zarówno wysokość wyznaczona na podstawie

zapisów TAWS jak i analizy ATM zaprzeczają możliwości zderzenia z drzewem na wysokości 6,6 m podanej w raporcie KBWL LP. Podobne wnioski podał w swoim raporcie i prezentacji podczas II Konferencji Smoleńskiej G. Jorgensen, autor zaawansowanej symulacji opisującej ostatnich kilka sekund przed zderzeniem z ziemią.

2.4. Okolice TAWS #38

Wg raportu komisji MAK, w wyniku zderzenia z drzewem samolot miał wykonać regularną półboczki i uderzyć w ziemię. Polska skrzynka zanotowała przebieg lotu za brzozą zupełnie inaczej. Komisja Millera odrzuciła te zapisy, nie posiadała też zapisów rosyjskich. Dane cyfrowe na pliku dostarczonym przez prokuraturę Federacji Rosyjskiej urywają się wcześniej - przed zderzeniem z brzozą. Ostatecznie komisja Millera na podstawie zdjęć pozostawionych z Internetu i na podstawie śladów pozostawionych na drzewostanie wyznaczyła przebieg przechylenia samolotu za brzozą.

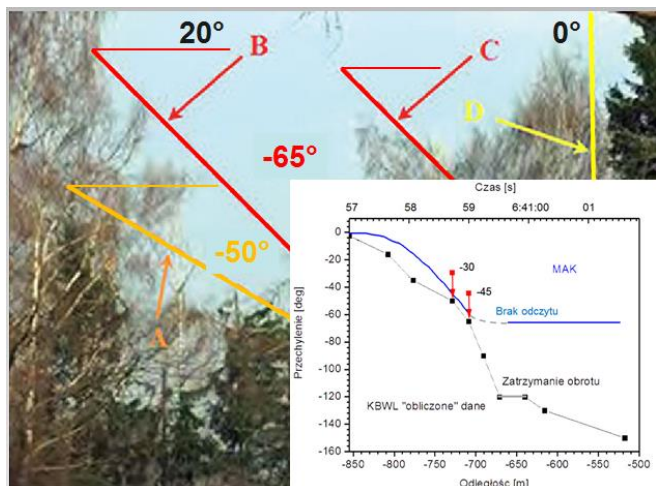


Rys. 6. Dane przechylenia wyznaczone przez KBWL ze zdjęć fotoamatora ze Smoleńska S. Amielina.

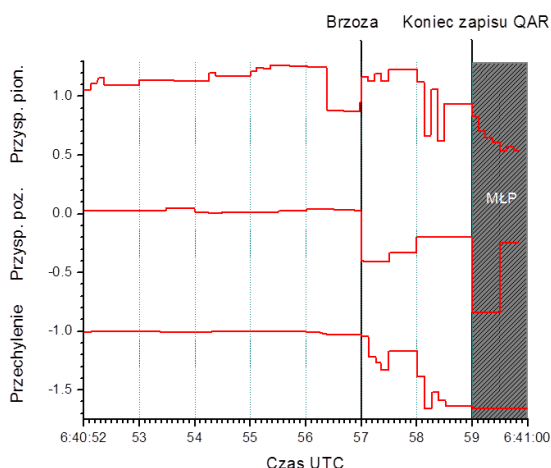
Kolejny rysunek (Rys. 6) przedstawia przechylenie samolotu wyznaczone w oparciu o kąty, pod jakimi zostały ścięte drzewa. W tle rysunku (Rys. 7) znajduje się zdjęcie zamieszczone w raporcie KBWL LP. Podane na nim kąty -50° i -65° wynoszą w rzeczywistości -30° i -45° . (informacja przekazana przez M. Gugulskiego). Na wklejonym w to zdjęcie wykresie z widać, że kąty -30° i -45° leżą nad regularną krzywą mającą opisywać tzw. boczki smoleńską. Musiały zatem zostać „sprowadzone” na tę prostą. Różnica ta jest jednakowa dla obu punktów i wynosi 20° .

Na odcinku około 140 m pomiędzy brzozą a TAWS#38 występują, według polskiej skrzynki ATM, wyraźnie skorelowane zapisy gwałtownych zmian w przyspieszeniu pionowym i przechyleniu samolotu (Rys. 8).

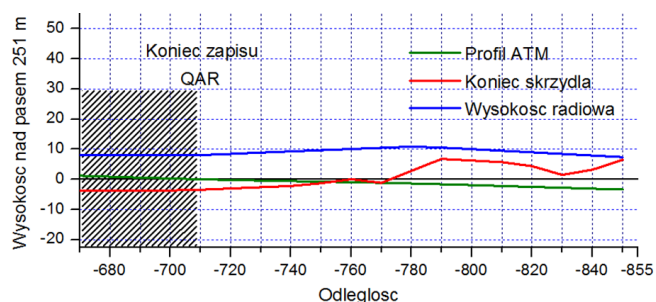
Przed miejscem, w którym zapisany został „event landing” TAWS#38, można odtworzyć zmiany pozycji samolotu na podstawie ekspertyzy ATM (wysokość radiowa nad poziomem pasa - 251 m i profil terenu - dane Oddziału Geodezji i Kartografii Sztabu Generalnego WP) i wartości kątów przechylenia, pochylenia i odchylenia, podanych w raporcie KBWL LP. Mając te wartości, można wyznaczyć tor lewego skrzydła po oderwaniu jego końcówki (Rys. 9).



Rys. 7. Błędne wartości kątów wyznaczonych przez KBWL na podstawie internetowej kopii zdjęcia S. Amielina [7].



Rys. 8. Pierwsza gwałtowna zmiana przyspieszenia pionowego wystąpiła około 50 m przed miejscem, gdzie rosła brzoza. Kolejne zmiany są wyraźnie skorelowane ze zmianami przyspieszenia poziomego oraz kąta przechylenia.

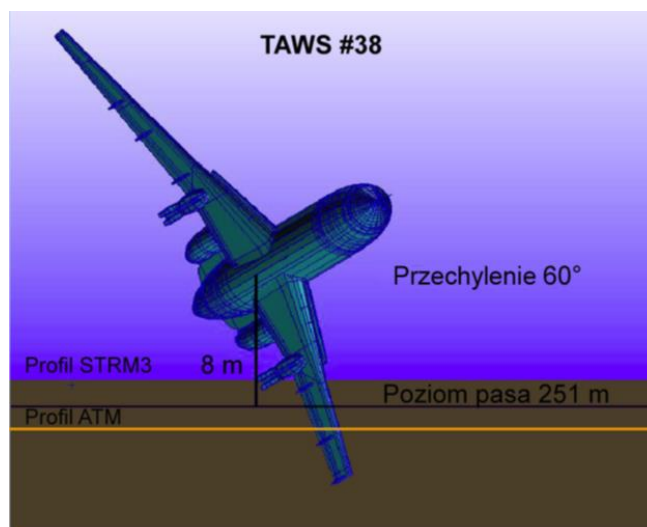


Rys. 9. Trajektoria lewej końcówki skrzydła wyznaczona na podstawie danych zawartych w ekspertyzie ATM i raporcie KBWL LP.

Na podstawie tych samych danych można również zilustrować położenie samolotu dokładnie w punkcie TAWS#38 (Rys. 10), gdzie przechylenie wynosi -60 stopni, a wysokość 8 metrów nad gruntem. Lewe skrzydło, krótsze po oderwaniu końcówki, „zanurza” się w ziemi niezależnie od różnic w profilu terenu podanych przez ATM i KBWL LP.

W TAWS#38 została zapisana wysokość radiowa 12,7 m i wysokość baryczna 37,5 m. Po raz pierwszy w zapisach TAWSa wysokości podawane przez wysokościomierze baryczny i radiowy nie pokrywają się, ale tę rozbieżność

może wyjaśniać informacja podana w zapisach polskiej czarnej skrzynki, że w tym czasie awarii uległy dwa radiowysokościomierze zainstalowane w Tupolewie.



Rys. 10. Pozycja samolotu w punkcie TAWS#38 wyznaczona w oparciu o dane zawarte w ekspertyzie ATM i raporcie KBWL LP.

Na krytycznym odcinku pomiędzy brzozą i TAWS#38, gdzie występują wyraźne korelacje pomiędzy różnymi parametrami lotu (Rys. 8), w analizie ATM przyjęto, że odpada końcówka lewego skrzydła, co zostało całkowicie zignorowane przez komisje KBWL LP. Natomiast zgodnie z tezą zaprezentowaną przez G. Jørgensena [8], opartą na obliczeniach aerodynamiki samolotu, po utracie końcówki lewego skrzydła samolot musiał utracić większą część skrzydła w okolicach TAWS#38, aby uderzyć w ziemię w miejscu widocznym na zdjęciach satelitarnych. Potwierdzają to również pliki FaultLog zapisane przez TAWS, które informują o przerwaniu komunikacji pomiędzy TAWS, a sensorem zainstalowanym w klapach czyli w środkowej części skrzydła.

Analiza protokołów prokuratury Federacji Rosyjskiej z dnia 10 i 11 kwietnia 2010 r. wskazuje na TAWS#38 jako kolejne miejsce szczególnie intensywnego nagromadzenia szczątków samolotu (Rys. 4).

2.5. Okolice ulicy Kutuzowa

Nie dysponujemy żadnymi wiarygodnymi zapisami z czarnych skrzynek na odcinku pomiędzy TAWS #38 i miejscem pierwszego uderzenia w ziemię. Na podstawie odczytu pamięci FMS² (dokonanego przez Universal Avionics na zlecenie NTSB³), wiadomo jedynie, że całkowity zanik zasilania w samolocie nastąpił na wysokości 15 m i około 50 m przed miejscem pierwszego uderzenia w ziemię. Wcześniej zakończyły swoje zapisy wszystkie rejestratory zainstalowane na pokładzie Tupolewa.

Najwcześniejszy opis terenu poprzedzającego miejsce uderzenia samolotu w ziemię, czyli protokoły prokuratorów rosyjskich, po raz kolejny wskazują na teren bezpośrednio za ulicą Kutuzowa jako miejsce szczególnego nagromadzenia szczątków samolotu.

² Flight Management System. System zarządzanie lotem produkcji Universal Avionics, Texas, USA.

³ National Transportation Safety Board. Narodowa Rada Bezpieczeństwa Transportu. USA

Komisja Millera w swoim raporcie podała kąt przechylenia, kąt pochylenia i kąt odchylenia w momencie uderzenia samolotu w ziemię. Dostępne są zdjęcia satelitarne ze znaną rozdzielczością, znany wymiary samolotu, możemy zatem wyznaczyć odległości i wzajemnie położenie punktów, w których samolot po raz pierwszy zetknął się z ziemią. Jak pokazuje poniższy rysunek (Rys. 11), przy takim położeniu, które podaje raport MAKu a potwierdza komisja Millera, tych śladów nie mógł pozostawić samolot TU-154M.



Rys. 11. Porównanie pozycji samolotu podanej w raporcie KBWL ze śladami pierwszego uderzenia (oprac. K. Nowaczyk i M. Dąbrowski).

Najbardziej prawdopodobnym wnioskiem z wielu przeprowadzonych analiz pozycji samolotu podczas uderzenia w ziemię jest konkluzja, że samolot nie stanowił już wówczas integralnej i spójnej konstrukcji. Wniosek ten jest zgodny z analizami i symulacjami G. Szuladzińskiego [9], W. Berczyńskiego [10] oraz symulacjami W. Biniendy [11] przedstawionymi na I i II Konferencji Smoleńskiej. Te analizy i symulacje zakładają wystąpienie wybuchu w kadłubie i jego decydujący wpływ na tragiczne zakończenie lotu rządowego samolotu.

3. WNIOSKI

- Dane pochodzące z odczytu pamięci komputera pokładowego FMS II pilota i systemu TAWS są ostatnimi zapisami dokonanymi tuż przed uderzeniem w ziemię. Zapisy rejestratorów parametrów lotu urwały

- się wcześniej. Jedyne pełny zapis, jakim dysponowała komisja KBWL LP, kończy się w miejscu, gdzie wystąpił TAWS#38.
- Z analizy zapisów i dokumentacji zdjęciowej wynika uprawniony wniosek, że duża powierzchnia lewego skrzydła samolotu została rozerwana na ponad 50 metrów przed „pancerną” brzozą.
- Końcówka lewego skrzydła i fragmenty jego środkowej części odpadały podczas lotu pomiędzy brzozą i miejscem wystąpienia TAWS#38. Potwierdzają to obliczenia zaprezentowane przez inż. G. Jørgensena, zapis Fault.log systemu TAWS i postuluje ekspertyza ATM.
- Opisany w raporcie 456 dra G. Szuladzińskiego wybuch w kadłubie samolotu miał miejsce w powietrzu – po zapisie TAWS#38, najpóźniej kilkadziesiąt metrów przed miejscem pierwszego uderzenia płatowca w ziemię.

ANEKS

W styczniu 2014 ujawniony został przez dziennikarzy tygodnika „W Sieci”, ukryty przez komisję MAK, KBWL LP i Naczelną Prokuraturę Wojskową, raport polskich archeologów z badań terenu katastrofy w październiku 2010 roku [12]. W raporcie tym stwierdzono, że zlokalizowano około 30 tysięcy znalezisk. Blisko 70% tych szczątków to fragmenty samolotu lub jego wyposażenia. W związku z tym, że detektory metalu wykrywały przedmioty jedynie do głębokości 20 cm a wykonane odwierty wykazały, że zmiany na powierzchni ziemi spowodowane użyciem ciężkiego sprzętu sięgały głębokości 60 cm, archeolodzy oszacowali, że całkowita liczba szczątków obecnych pół roku po katastrofie w Smoleńsku mogła wynosić ponad 60 tysięcy - wiele z nich mniejszych niż 1 cm.

Poniższa ilustracja wykonana na podstawie mapy głównego terenu katastrofy (po uderzeniu samolotu w ziemię) sporządzonej przez archeologów, pokazuje skalę rozpadu TU-154M. Według oceny naukowców i ekspertów współpracujących z Zespołem Parlamentarnym, rozpad statku powietrznego na tak wielką ilość szczątków, może być efektem objętościowego wybuchu w kadłubie samolotu przed jego upadkiem na ziemię.



Literatura cytowana

- [1] Ekspertyza techniczna, Deszyfracja i analiza danych pokładowych rejestratorów parametrów samolotu Tu-154M nr boczny 101 Sił Powietrznych RP, który uległ katastrofie 10 kwietnia 2001 r., ATM PP Sp. z o.o., Warszawa 15.07.201 r.
- [2] Raport końcowy w sprawie ustalenia okoliczności i przyczyn katastrofy samolotu TU-154M Nr 101 pod Smoleńskiem (wraz z załącznikami), Komisja Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego, 29 lipiec, 2011 r. <http://www.komisja.smolensk.gov.pl>
- [3] Interstate Aviation Committee Air Accident Investigation Commission Final Report Tu-154M tail number 101, Republic of Poland, January 12, 2011 r. <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1433.pdf>
- [4] NTSB Report, TAWS data extraction for NTSB identification: ENG10SA025, FMS data extraction for NTSB identification: ENG10SA025, June 28, 2010.
- [5] M. Dąbrowski, II Konferencja Smoleńska, <http://www.konferencja.home.pl/przebieg2/33.flv>
- [6] Protokoły prokuratorów Federacji Rosyjskiej z oględzin miejsca katastrofy w dniach 10 i 11 kwietnia 2010 r.
- [7] Galeria zdjęć S. Amielina, <https://picasaweb.google.com/107906898396623830387/MWzNeJ?noredirect=1>
- [8] G. Jorgensen, CFD results for TU-154M in landing configuration for an asymmetrical loss in wing length, <http://www.smolenszczespol.sejm.gov.pl/zespolsmolensk.nsf/dokumenty.xsp>
- [9] G. Szuladzinski, Raport No. 456 Niektóre Aspekty Techniczno-Konstrukcyjne Smoleńskiej Katastrofy, Wydanie 6, Maj 2012, <http://www.smolenszczespol.sejm.gov.pl/zespolsmolensk.nsf/dokumenty.xsp>
- [10] W. Berczyński, I Konferencja Smoleńska, Analiza wytrzymałościowa elementów struktury Tu 154M , <https://www.youtube.com/watch?v=gI5T1bIx5QU>
- [11] W. Binienda, II Konferencja Smoleńska, Podsumowanie badań eksperymentalnych i symulacji komputerowych wybranych aspektów katastrofy samolotu Tu-154M 10 IV 2010 w Smoleńsku, <http://www.konferencja.home.pl/przebieg2/42.flv>
- [12] Raport polskich archeologów, Tom 207, 208, 209, <http://www.smolenszczespol.sejm.gov.pl/zespolsmolensk.nsf/dokumenty.xsp>