

**KONFERENCJA  
SMOLEŃSKA  
22. 10. 2012**

**PROGRAM  
STRESZCZENIA  
REFERATÓW**

---

Opracowanie materiałów  
Elżbieta Łusakowska    Andrzej Wawro    Piotr Witakowski



## PRZEDMOWA

Opracowanie niniejsze powstało jako materiał pomocniczy dla uczestników Konferencji Smoleńskiej przewidzianej na dzień 22 października 2012 r. w Warszawie. Konferencja ta poświęcona została tragicznemu wydarzeniu z dnia 10 kwietnia 2010 określanemu mianem Katastrofy Smoleńskiej, w której ponieśli śmierć Prezydent Rzeczypospolitej Lech Kaczyński wraz z Małżonką oraz 94 inne osoby stanowiące elitę Rzeczypospolitej Polskiej. Wydarzenie to nie miało precedensu w historii, a jego okoliczności nie są wyjaśnione do dnia dzisiejszego. Konferencja Smoleńska nie stawia sobie za cel wyjaśnienia wszystkich okoliczności Katastrofy Smoleńskiej. Jej organizatorzy stawiają sobie cel znacznie skromniejszy. Jest nim:

„Stworzenie forum dla przedstawienia interdyscyplinarnych badań dotyczących mechaniki lotu i mechaniki zniszczenia samolotu TU-154M w „katastrofie smoleńskiej”.

Taki cel przyjęto w czasie przygotowań do Konferencji jeszcze podczas spotkania Komitetu Inspirującego i Doradczego w dniu 20 lutego br. i zapisano w Komunikacie Konferencyjnym nr 1 umieszczonym na stronie [www.konferencjasmolenska.pl](http://www.konferencjasmolenska.pl), który stanowił swoistą wizytówkę Konferencji w trakcie jej przygotowań.

Tak określony cel Konferencji wyklucza selekcję zgłoszonych referatów pod kątem *explicite* lub *implicite* formułowanej hipotezy co do przebiegu wydarzeń w Katastrofie Smoleńskiej. Sytuacja, w której prawie wszystkie podstawowe dowody rzeczowe związane z Katastrofą Smoleńską pozostają poza możliwościami badawczymi, a te które ostatecznie udostępniono do badań zostały wcześniej przefiltrowane przez stronę rosyjską, nakazuje wyjątkową ostrożność w ocenie poszczególnych hipotez. Pamiętać bowiem należy, że nawet badania przeprowadzone w USA zostały wykonane jedynie w oparciu o te dowody, które udostępniła strona rosyjska.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania i pragnąc zapobiec podejrzeniom o tendencyjne potraktowanie poszczególnych hipotez, Komitet Organizacyjny zwrócił się do Komitetu Naukowego odpowiedzialnego za proces recenzowania z prośbą, aby recenzowanie odbyło się w trybie *double blind*, tj. takim, przy którym ani recenzent nie zna nazwiska autora, ani autor nie zna nazwiska recenzenta. Ze względu na interdyscyplinarny charakter Konferencji Komitet Naukowy ma w swym składzie przedstawicieli wszystkich dyscyplin technicznych i nauk ścisłych. Toteż bez trudu mógł on znaleźć kompetentnych recenzentów do każdego zgłoszonego referatu niezależnie od poruszanej w nim tematyki.

Opracowanie, które oddajemy uczestnikom Konferencji powstało w wyniku takiego właśnie procesu recenzowania. Spośród 30 zgłoszonych referatów recenzenci Komitetu Naukowego zakwalifikowali do prezentacji w czasie obrad Konferencji 18 referatów i tylko te referaty znalazły się w niniejszym opracowaniu. Trzeba też wyjaśnić, że każdy z zamieszczonych w opracowaniu referatów jest przedstawiony jedynie w postaci streszczenia i wniosków, które zostały przygotowane przez samych autorów. Pełne teksty referatów zostaną opublikowane w materiałach konferencyjnych, co nastąpi dopiero po Konferencji. Pozwoli to autorom uwzględnić w treści publikacji również wyniki dyskusji, a także umożliwi opublikowanie wraz z referatami ustaleń, jakie zapadną podczas obrad Konferencji.

w imieniu Komitetu Organizacyjnego  
Przewodniczący Komitetu  
Piotr Witkowski

Warszawa, 14 października 2012 r.



# KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI SMOLEŃSKIEJ

Skład w dniu 21.06.2012

## PREZYDIUM KOMITETU

	Imię i nazwisko	Funkcja	Grupa dyscyplin naukowych
1	Tadeusz Kaczorek	Przewodniczący	Elektrotechnika i Elektronika
2	Jacek Rońda	Wiceprzewodniczący	Matematyka i Informatyka
3	Kazimierz Flaga	Członek Prezydium	Mechanika i Konstrukcje
4	Robert Gałązka	Członek Prezydium	Fizyka i Geotechnika
5	Lucjan Piela	Członek Prezydium	Chemia i Badania Strukturalne
6	Piotr Witakowski	Członek Prezydium	Matematyka i Informatyka

## CZŁONKOWIE HONOROWI KOMITETU

1) Prof. zw. dr hab. inż. Janusz Turowski, 2) Prof. zw. dr hab. inż. czł. rzecz. PAN Jan Węglarz

## CZŁONKOWIE KOMITETU W PODZIALE NA GRUPY DYSCYPLIN

### Mechanika i Konstrukcje

1. Prof. zw. dr hab. inż. **Kazimierz Flaga**, dr h.c. Politechniki Krakowskiej; [Politechnika Krakowska](#)
2. Prof. dr hab. inż. **Grzegorz Jemielita**; 1) [Politechnika Warszawska](#), 2) [SGGW](#)
3. Prof. zw. dr hab. inż. **Jan Obrębski**; [Politechnika Warszawska](#)
4. Dr hab. inż. **Zdzisław Józef Śloderbach**, prof. PO; [Politechnika Opolska](#)

### Matematyka i Informatyka

1. Prof. dr hab. **Witold Kosiński**; 1) [Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych](#), 2) [Uniwersytet Kazimierza Wielkiego](#)
2. Prof. dr hab. inż. **Jacek Rońda**; [Akademia Górniczo Hutnicza](#)
3. Prof. dr hab. inż. **Andrzej Stepnowski**; [Politechnika Gdańska](#)
4. Dr hab. **Jerzy Urbanowicz**, prof. IPI i IM PAN; 1) [Instytut Matematyczny PAN](#), 2) [Instytut Podstaw Informatyki PAN](#)
5. Prof. zw. dr hab. inż. czł. rzecz. PAN **Jan Węglarz**; 1) [Politechnika Poznańska](#); [Wydział Informatyki](#); [Instytut Informatyki](#), 2) [Instytut Chemii Bioorganicznej PAN](#)
6. Dr hab. inż. **Piotr Witakowski**, prof. AGH; [Akademia Górniczo Hutnicza](#)

### Elektrotechnika i Elektronika

1. Prof. dr hab. inż. **Jacek Gieras**, IEEE Fellow, UTC Fellow; 1) [UTC Aerospace Systems, Rockford, IL, USA](#), 2) [Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy](#)
2. Prof. zw. dr hab. inż. czł. rzecz. PAN **Tadeusz Kaczorek**; 1) [Politechnika Białostocka](#), 2) [Politechnika Warszawska](#)
3. Prof. zw. dr hab. inż. **Janusz Turowski**, dr h.c. Università di Pavia; [Politechnika Łódzka](#)
4. Prof. dr hab. inż. **Kazimierz Andrzej Zakrzewski**; [Politechnika Łódzka](#)

### Fizyka i Geotechnika

1. Prof. zw. dr hab. **Kazimierz Bodek**; [Uniwersytet Jagielloński](#)
2. Prof. dr hab. **Marek Czachor**, prof. PG; [Politechnika Gdańska](#)
3. Prof. zw. dr hab. **Robert Gałązka**, czł. rzecz. PAN; [Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk](#)
4. Prof. dr hab. **Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz**, dr h.c. Uniwersytetu w Kaliningradzie; [Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu](#)
5. **Kazimierz Nowaczyk**, Ph.D. Assistant Professor; [Center for Fluorescence Spectroscopy, University of Maryland School of Medicine](#)
6. Prof. dr hab. **Andrzej M. Oleś**; [Uniwersytet Jagielloński](#)
7. Dr hab. inż. **Andrzej Truty**, prof. PK; [Politechnika Krakowska](#)
8. Prof. dr hab. **Andrzej Wiśniewski**; [Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk](#)

### Chemia i Badania Strukturalne

1. Prof. dr hab. **Lucjan Piela**, [Uniwersytet Warszawski](#)
2. Prof. dr hab. **Sławomir Szymański**; [Instytut Chemii Organicznej PAN](#)
3. Prof. dr hab. **Krzysztof Woźniak**; [Uniwersytet Warszawski](#)

### Lotnictwo i Aerodynamika

1. Prof. dr inż. **Wiesław Kazimierz Binienda**; [University of Akron \(Ohio\)](#)
2. Prof. dr hab. inż. **Zdzisław Gosiewski**; 1) [Politechnika Białostocka](#), 2) [Instytut Lotnictwa](#)

**SKŁAD KOMITETU ORGANIZACYJNEGO KONFERENCJI SMOLEŃSKIEJ  
NA DZIEŃ 24.09.2012**

<b>Lp.</b>	<b>Tytuły, imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Adres internetowy/telefon</b>
1.	Dr inż. Wojciech Bilinski – <b>sprawy wydawnicze</b>	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki; Wydział Inżynierii Środowiska	<a href="mailto:wojciech.bilinski@aster.pl">wojciech.bilinski@aster.pl</a>
2.	Prof. dr inż. Chris Cieszewski – <b>kontakty zagraniczne</b>	University of Georgia, Athens GA	<a href="mailto:biomat@uga.edu">biomat@uga.edu</a>
3.	Prof. dr hab. inż. Jacek Gieras, IEEE Fellow, UTC Fellow – <b>członek KO</b>	1) UTC Aerospace Systems, Rockford, IL, USA 2) Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Instytut Elektrotechniki	<a href="mailto:jgieras@ieee.org">jgieras@ieee.org</a>
4.	Dr hab. Andrzej Łusakowski prof. IF PAN – <b>członek KO</b>	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk	<a href="mailto:lusak@ifpan.edu.pl">lusak@ifpan.edu.pl</a>
5.	Dr hab. inż. Paweł Staszewski, prof. PW - <b>skarbnik</b>	Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Maszyn Elektrycznych	<a href="mailto:staszew2@yahoo.pl">staszew2@yahoo.pl</a>
6.	Dr hab. Jerzy Urbanowicz, prof. IM PAN i IPI PAN - <b>sekretarz</b>	<b>Zmarł w dniu 6 września 2012 r.</b>	
7.	Prof. dr hab. Andrzej Wiśniewski - <b>wiceprzewodniczący</b>	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk	<a href="mailto:wisni@ifpan.edu.pl">wisni@ifpan.edu.pl</a>
8.	Dr hab. inż. Piotr Witakowski, prof. AGH - <b>przewodniczący</b>	Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii	<a href="mailto:witakowski_p@poczta.onet.pl">witakowski_p@poczta.onet.pl</a>

**KOMITET INSPIRUJĄCY I DORADCZY – SKŁAD NA DZIEŃ 12.10.2012 R.**

<b>Lp.</b>	<b>Tytuły, imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>
1.	Dr hab. Lech Baczewski, prof. IF PAN	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
2.	Prof. dr hab. Witold Bardyszewski	Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
3.	Dr hab. Jarosław Bauer, prof. UŁ	Uniwersytet Łódzki, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
4.	Prof. dr hab. inż. Marek Berkowski	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
5.	Prof. dr inż. Wiesław Binienda	The University of Akron, Civil Engineering Department
6.	Prof. dr hab. Kazimierz Bodek	Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej; Instytut Fizyki
7.	Prof. dr hab. Piotr Bogusławski	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
8.	Dr hab. Władysław Borgieł, prof. UŚI	Uniwersytet Śląski, Wydział Matematyki Fizyki i Chemii, Zakład Fizyki Teoretycznej
9.	Prof. dr hab. inż. Jan Burcan, prof. zw. PŁ	Politechnika Łódzka
10.	Prof. dr inż. Chris Cieszewski	University of Georgia, Athens GA
11.	Prof. dr hab. Zygmunt Cieśla	Instytut Biochemii i Biofizyki PAN
12.	Prof. dr hab. Marek Czachor	Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
13.	Prof. dr hab. Zbigniew Czarnocki	Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
14.	Prof. dr hab. Witold Dobrowolski	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
15.	Prof. dr hab. Ludwik Dobrzyński	1) Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego. Wydział Matematyczno-Przyrodniczy 2) Narodowe Centrum Badań Jądrowych
16.	Prof. dr hab. inż. Jan Tadeusz Duda	Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania
17.	Prof. dr hab. inż. Władysław Dybczyński	Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny
18.	Dr hab. inż. Wojciech Fabianowski	Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
19.	Prof. dr hab. inż. Andrzej Flaga	Politechnika Krakowska, Instytut Mechaniki Budowli, Laboratorium Inżynierii Wiatrowej
20.	Prof. zw. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, dr h.c. Politechniki Krakowskiej	Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej
21.	Dr hab. Wit Foryś, prof. UJ	Uniwersytet Jagielloński, Instytut Informatyki
22.	Dr hab. Zbigniew Gajek, prof. INTIBS PAN	Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk
23.	Prof. zw. dr hab. Robert Gałązka, czł. rzecz. PAN	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
24.	Prof. dr hab. inż. Jacek Gieras, IEEE Fellow, Hamilton Sundstrand Fellow	1) UTC Aerospace Systems, Rockford, IL, USA 2) Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Instytut Elektrotechniki
25.	Prof. dr hab. Grzegorz Gładyszewski	Politechnika Lubelska, Wydział Podstaw Techniki
26.	Dr hab. inż. Jerzy Gluch, prof. PG	Politechnika Gdańska, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa
27.	Prof. dr hab. inż. Zdzisław Gosiewski	Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny, Kierownik Katedry Automatyki i Robotyki
28.	Dr hab. Ewa Anna Gruszczyńska-Ziółkowska, prof. UW	Uniwersytet Warszawski, Instytut Muzykologii
29.	Dr hab. n. fiz. Marek Gutowski	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
30.	Prof. dr hab. czł. PAN Tadeusz Iwaniec, czł. Finnish Academy of Science and Letters, czł. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Italy)	1) Syracuse University (USA) 2) University of Helsinki
31.	Prof. dr hab. Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz (fyzyk), dr h.c. Uniwersytetu w Kaliningradzie	Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Fizyki Kierownik Zakładu Fizyki Kwantowej
32.	Dr hab. Maria Jaworska, prof. UŚ	Uniwersytet Śląski, Instytut Chemii
33.	Prof. zw. dr hab. Zbigniew Jelonek	Instytut Matematyczny PAN
34.	Prof. dr hab. inż. Grzegorz Jemielita	1) Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej 2) SGGW
35.	Prof. dr hab. Łukasz Kaczmarek	Instytut Farmaceutyczny
36.	Prof. dr hab. inż. Krystyna Kamińska-Trela	Instytut Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk
37.	Prof. zw. dr hab. inż. Janusz Kawecki	Politechnika Krakowska
38.	Prof. dr hab. Jerzy Konior	Uniwersytet Jagielloński, Instytut Fizyki
39.	Prof. zw. dr hab. inż. Robert Kosiński	Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki
40.	Dr hab. Piotr Kossacki, prof. UW	Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
41.	Dr hab. Tomasz Krzysztoń	Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk

42.	Prof. nadzw. dr hab. Romuald Lemański	Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk
43.	Dr hab. inż. Marek Łagoda prof. IBDiM, prof. PL	Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury
44.	Dr hab. Andrzej Łusakowski prof. IF PAN	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
45.	Prof. dr hab. inż. Jan Maksymiuk	Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki
46.	Prof. dr hab. Edward Malec	Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Instytut Fizyki
47.	Prof. dr hab. inż. Piotr Małoszewski	Helmholtz Zentrum München Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH
48.	Prof. dr hab. Janina Marciak - Kozłowska	Instytut Technologii Elektronowej
49.	Prof. dr hab. Maciej Maśka	Uniwersytet Śląski, Instytut Fizyki
50.	Dr hab. Mariusz Michta, prof. UO	Uniwersytet Opolski, Instytut Matematyki i Informatyki
51.	Prof. dr hab. inż. Janina Milewska-Duda	Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw
52.	Prof. dr hab. inż. arch. Anna Mitkowska	Politechnika Krakowska, Wydział Architektury
53.	Dr hab. Grzegorz Musiał, prof. UAM, prof. WSKSiM	Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Wydział Fizyki, Zakład Fizyki Komputerowej
54.	Prof. zw. dr hab. Józef Medard Namysłowski	Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
55.	Dr hab. inż. Andrzej Niemunis	Karlsruher Institut für Technologie
56.	Prof. zw. dr hab. inż. Jan Obrębski	Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Ładowej
57.	Dr hab. Adam Obtułowicz	Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk
58.	Prof. zw. dr hab. Andrzej Oleś dr h.c. Akademii Górniczo-Hutniczej	Akademia Górniczo-Hutnicza
59.	Prof. dr hab. Andrzej. M. Oleś	Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
60.	Prof. zw. dr hab. inż. Bolesław Orłowski	Instytut Historii Nauki PAN, Kierownik Sekcji Historii Nauk Ścisłych i Techniki, członek Rady Instytutu Pamięci Narodowej
61.	Prof. dr Andrzej Pacholczyk, FRAS	University of Arizona, Astrophysics Steward Observatory
62.	Dr hab. inż. Jan Pawlikowski, prof. PW	Politechnika Warszawska
63.	Dr hab. Marek Pękała	Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
64.	Dr hab. Krystyna Pękała	Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki
65.	Dr hab. inż. Andrzej Pfitzner, prof. PW	Politechnika Warszawska, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
66.	Prof. dr hab. Lucjan Piela	Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
67.	Dr hab. inż. Marek Pietrzakowski, prof. PW	Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Instytut Podstaw Budowy Maszyn
68.	Prof. zw. dr inż. Zbigniew Piłkowski	Politechnika Częstochowska
69.	Prof. dr hab. Jan Pluta	Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki
70.	Dr hab. inż. Włodzimierz Przyborowski	Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Maszyn Elektrycznych
71.	Dr hab. Tomasz Radożycki, prof. UKSW	Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy
72.	Prof. zw. dr hab. Jakub Rembieliński	Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet Łódzki; Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej; Katedra Fizyki Teoretycznej
73.	Dr hab. inż. Mieczysław Ronkowski, prof. PG	Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
74.	Prof. dr hab. inż. Jacek Rońda	Akademia Górniczo Hutnicza, Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
75.	Prof. dr hab. Zbigniew Rudy	Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
76.	Dr hab. Małgorzata Samsel-Czekała	Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk
77.	Prof. dr hab. Rafał Siciński	Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
78.	Prof. dr hab. Zofia Sokołowska	Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk
79.	Prof. dr hab. Stefan Sokołowski	Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Chemii, Zakład Modelowania Procesów Fizykochemicznych.
80.	Prof. dr hab. Stanisław Spież	Instytut Matematyczny PAN
81.	Dr hab. inż. Paweł Staszewski, prof. PW	Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, Instytut Maszyn Elektrycznych
82.	Prof. dr hab. inż. Andrzej Stepnowski	Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
83.	Dr hab. Leszek Stolarczyk, prof. UW	Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
84.	Dr hab. Andrzej Szewczyk, prof. IF PAN	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
85.	Prof. dr hab. Sławomir Szymański	Instytut Chemii Organicznej PAN



86.	Dr hab. inż. Zdzisław Józef Śloderbach, prof. PO	Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Zastosowań Chemii i Mechaniki.
87.	Prof. zw. dr hab. Stefan Edmund Taczanowski	Akademia Górniczo Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw
88.	Dr hab. Piotr Tomczak, prof. UAM	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Fizyki
89.	Prof. zw. dr hab. inż. Janusz Turowski, dr h.c. Università di Pavia	Politechnika Łódzka, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
90.	Dr hab. Jerzy Urbanowicz, prof. IM PAN i IPI PAN	<b>Zmarł w dniu 6 września 2012 r.</b>
91.	Dr hab. Andrzej Wawro, prof. IF PAN	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
92.	Dr hab. inż. Wawszczak Włodzimierz, prof. PŁ	Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny
93.	Prof. zw. dr hab. inż. czł. rzecz. PAN Jan Węglarz	Politechnika Poznańska; Wydział Informatyki; Instytut Informatyki
94.	Prof. dr hab. Andrzej Wiśniewski	Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
95.	Dr hab. inż. Piotr Witakowski, prof. AGH, prof. ITB	AGH, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
96.	Dr hab. inż. PhD Jerzy Wojewoda	1) University of Aberdeen, 2) Politechnika Łódzka
97.	Dr hab. Marek Wolf	Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy
98.	Prof. zw. dr hab. Krzysztof Woźniak	Uniwersytet Warszawski Wydział Chemii
99.	Dr hab. inż. Andrzej Ziółkowski	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
100.	Dr hab. inż. Jerzy Żurański, prof. ITB	Instytut Techniki Budowlanej

# KONFERENCJA SMOLEŃSKA - PROGRAM

- 09:00 – 09:05**    **WPROWADZENIE**  
**Jacek Rońda**, *Akademia Górniczo Hutnicza*
- 09:05 – 09:20**    **Piotr Witakowski**, *Akademia Górniczo Hutnicza* - Referat wprowadzający do Konferencji
- 09:20**            **I. ZAGADNIENIA OGÓLNE I ANALIZA WRAKOWISKA**  
**Kazimierz Flaga**, *Politechnika Krakowska*
- 09:20 – 09:40**    **Chris Cieszewski**, *University of Georgia* - Micro-detail comparative forest site analysis using high-resolution satellite imagery
- 09:40 – 10:10**    **Piotr Witakowski**, *Akademia Górniczo Hutnicza* - Mechanizm zniszczenia w wybranych katastrofach lotniczych
- 10:10 – 10:30**    **Jacek F. Gieras**, *Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy* - Ocena, technika badań oraz możliwość awarii systemu elektroenergetycznego samolotu Tu-154M
- 10:30 – 10:50**    **Gregory Szuladziński**, *Analytical Service Pty Ltd* - Niektóre aspekty katastrofy smoleńskiej i tematy z tym związane
- 10:50 – 11:20**    *Przerwa*
- 11:20**            **II. BADANIA FIZYKOCHEMICZNE, ASPEKTY WYTRZYMAŁOŚCIOWE**  
**Robert R. Gałązka**, *Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk*
- 11:20 – 11:40**    **Wacław Berczyński**, *Former Politechnika Łódzka, Concordia Univ., Widener Univ., Boeing* - Analiza wytrzymałościowa elementów struktury Tu 154M
- 11:40 – 12:00**    **Jan Błaszczuk**, *Wojskowa Akademia Techniczna* - Brzoza smoleńska – aspekty wytrzymałościowe struktury skrzydła samolotu Tu-154
- 12:00 – 12:15**    **Wojciech Fabianowski**, *Politechnika Warszawska*, **Jan Jaworski**, *Uniwersytet Warszawski* - Charakteryzacja próbek 1- 4 metodami mikroskopii elektronowej i mikroanalizy rentgenowskiej (EDS)
- 12:15 – 12:30**    **Jan Obrębki**, *Politechnika Warszawska* - Opis sposobu zniszczenia małego fragmentu Tu-154M nr 101
- 12:30 – 12:50**    **Chris Cieszewski**, *University of Georgia* - Assessment of wood properties for the birch samples from Poland, USA, and Smolensk using NIR spectroscopy and SilviScan
- 12:50 – 13:50**    *Przerwa obiadowa*
- 13:50**            **III. ZAGADNIENIA ZWIĄZANE Z TRAJEKTORIĄ LOTU**  
**Zdzisław Gosiewski**, *Politechnika Białostocka*
- 13:50 – 14:20**    **Kazimierz Nowaczyk**, *University of Maryland* - Analiza zapisów urządzeń TAWS i FMS firmy Universal Avionics System Corporation zainstalowanych w rządowym samolocie Tu-154M 101
- 14:20 – 14:40**    **Marek Dąbrowski** - Położenie samolotu w momencie uderzenia w brzozę i bezpośrednio po uderzeniu wg danych MAK i KBWL LP
- 14:40 - 15:00**    **Michał Jaworski** - Próba interpretacji wybranych parametrów lotu – trajektoria pionowa oraz kąt przechylenia

- 15:00 – 15:20** **Andrzej Flaga**, *Politechnika Krakowska* - O potrzebie i możliwościach przeprowadzenia badań modelowych w tunelu aerodynamicznym Politechniki Krakowskiej potwierdzających hipotezę zniszczenia samolotu Tu-154 pod Smoleńskiem przez rozerwanie samolotu w powietrzu
- 15:20 – 15:40** **Jacek F. Gieras**, *Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy* - Hipoteza eksplozji w zewnętrznym zbiorniku paliwa lewego skrzydła na skutek zapłonu elektrycznego mieszanki paliwo-powietrze
- 15:40 – 16:10** *Przerwa*
- 16:10** **IV. ANALIZA ZDERZEŃ I MODELOWANIE NUMERYCZNE**  
**Grzegorz Jemielita**, *Politechnika Warszawska*
- 16:10 – 16:40** **Wiesław Binienda**, *The University of Akron* - Symulacje komputerowe za pomocą programów LSDYNA3D oraz CFX weryfikujące przyczyny katastrofy samolotu Tu154M w Smoleńsku
- 16:40 – 17:00** **Aleksander Olejnik**, Stanisław Kachel, Adam Kozakiewicz, *Wojskowa Akademia Techniczna* - Zastosowanie inżynierii odwrotnej do procesu modelowania lotniczych konstrukcji cienkościennych
- 17:00 – 17:20** **Marek Czachor**, *Politechnika Gdańska* - Testy niszczące samolotów Douglas DC-7 i Lockheed Constellation a katastrofa Tu-154M w Smoleńsku
- 17:20 – 17:40** **Andrzej Morka**, Tadeusz Niezgoda, Paweł Dziewulski, Sebastian Stanisławek, *Wojskowa Akademia Techniczna* - Problemy modelowania numerycznego zagadnienia zderzeń ciał
- 17:40 – 17:50** *Przerwa*
- 17:50 – 19:00** **DYSKUSJA GENERALNA**  
**Jacek Rońda**, *Akademia Górniczo Hutnicza*

**STRESZCZENIA**

**REFERATÓW**

# MICRO-DETAIL COMPARITIVE FOREST SITE ANALYSIS USING HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGERY

Chris J. Cieszewski

*WSFNR, University of Georgia*

## **Streszczenie**

This study presents preliminary comparative analysis of high-resolution satellite images taken on different dates at the Smolensk crash site. The monitored changes on micro-detail level are tracked over time and analyzed with respect to their structure and location. Emphasis was also given to on ground changes in soil compaction and landscape changes features.

*Badania obejmują wstępną analizę porównawczą wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych miejsca katastrofy samolotu w Smoleńsku wykonanych w różnym czasie. Prześledzono zmiany szczegółów widocznych na kolejno wykonywanych zdjęciach i przeanalizowano je pod kątem ich struktury i położenia. Położono nacisk na zmieniającą się zwięzłość gruntu oraz na zmiany szczegółów terenu.*

## **Wnioski**

Two main conclusions from the study are that:

1. the plane debris found on the ground were not consistent with expectations associated with a plane crash but were rather suggestive of the plane explosion preceding the crash; and
2. the scene and the plane remainders were manipulated over time during the very initial period after the crash.

*Dwa główne wnioski wynikające z badań są następujące :*

1. *Rozrzut szczątków samolotu w terenie nie był zgodny z oczekiwaniami jak dla przypadku zderzenia i raczej sugeruje wystąpienie eksplozji poprzedzającej kolizję.*
2. *Wygląd miejsca wypadku i położenie szczątków samolotu zmieniały się z czasem w początkowym okresie po katastrofie w wyniku dokonanych manipulacji.*

# MECHANIZM ZNISZCZENIA W WYBRANYCH KATASTROFACH LOTNICZYCH

Piotr Witakowski

*Akademia Górniczo-Hutnicza*

## **Streszczenie**

Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) powstała na mocy tzw. Konwencji Chicagowskiej, powołana jest zgodnie ze swą nazwą dla regulacji zagadnień lotnictwa cywilnego. Wbrew temu badanie wypadku w Smoleńsku, w którym zniszczeniu uległ wojskowy samolot TU-154M prowadzono w oparciu o załącznik 13 Konwencji Chicagowskiej. Wszystkie katastrofy lotnicze samolotów cywilnych są dokumentowane w wielu bazach danych. Analiza udokumentowanych katastrof pozwala podzielić je na 4 kategorie w zależności od tego, czy wypadkowi towarzyszyła eksplozja i w zależności od tego, czy upadek na ziemię nastąpił w całości, czy we fragmentach.

## **Wnioski**

„Katastrofa smoleńska” stanowi przypadek katastrofy, której towarzyszyła eksplozja, a upadek na ziemię nastąpił po wcześniejszym podziale samolotu na fragmenty.

# OCENA, TECHNIKA BADAŃ ORAZ MOŻLIWOŚĆ AWARII SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO SAMOLOTU TU-154M

Jacek Gieras

*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Telekomunikacji i Elektrotechniki*

## **Streszczenie**

Artykuł omawia system elektroenergetyczny Tu154M. Po krótkim wprowadzeniu do systemów elektroenergetycznych samolotów, przedstawiono wyniki projektowania odwrotnego oraz analizy generatora synchronicznego ГТ40ПЧ6 o wzbudzeniu elektromagnetycznym z uwzględnieniem przebiegów prądów podczas zwarcia. Przykładem awarii generatora ГТ40ПЧ6 jest pożar Tu-154B-2 w dniu 1 stycznia 2011 przed startem na lotnisku w Surgucie (lot 7K348). Podano wytyczne do badań wyposażenia oraz instalacji elektrycznej samolotów po katastrofie. Brak jest dowodów na przeprowadzenie prawidłowych badań większości wyposażenia elektrycznego Tu-154M nr 101 po katastrofie w dniu 10 kwietnia 2010. Obecnie jest bardzo trudno stwierdzić, czy nastąpiła awaria systemu elektroenergetycznego Tu-154M Nr 101 w ostatnich sekundach lotu, czy też nie.

## **Wnioski**

- 1) W wyniku projektowania odwróconego (reversive design) otrzymano pełną informację o charakterystykach statycznych oraz dynamicznych głównego generatora synchronicznego w samolocie Tu-154M.
- 2) Po ponad dwóch latach od katastrofy, będzie bardzo trudno odpowiedzieć na pytanie, czy system elektroenergetyczny był sprawny w ostatnich sekundach lotu, nawet po szczegółowych badaniach wraku. Kopie zapisów z rejestratorów nie są wiarygodne.
- 3) Z dostępnych dokumentów wynika, że wyposażenie elektryczne oraz przewody elektryczne były co najwyżej poddane oględzinom na miejscu katastrofy. Nie wykonano badań szczegółowych.
- 4) Jeżeli chodzi o generatory i silniki elektryczne, to nadal istnieje możliwość ich zbadania pod warunkiem uzyskania dostępu do wraku.

# NIEKTÓRE ASPEKTY KATASTROFY SMOLEŃSKIEJ I TEMATY Z TYM ZWIĄZANE

Gregory (Grzegorz) Szuladzinski

*Analytical Service Pty Ltd*

## **Streszczenie**

1. Wybuchy w walcowych naczyniach ciśnieniowych (MES).
2. Ile TNT potrzeba by rozpruć kadłub Tupolewa? (Z powyższego)
3. Czy temat brzoza-skrzydło jest już ostatecznie pogrzebany? (przeгляд faktów)
4. Ocena przyspieszeń w czasie uderzenia o ziemię. (analiza).

## **Wnioski**

1. Skrzydło ścięło brzozę, nie na odwrót.
2. Stosunkowo niewielkie przyspieszenia od uderzenia kadłuba w ziemię.
3. Stosunkowo niewielka ilość TNT potrzebna do uszkodzenia kadłuba.
4. Położenie ładunku decyduje o sposobie uszkodzenia/zniszczenia.
5. Hierarchia ważności w wyjaśnianiu przyczyn katastrofy.



# ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA ELEMENTÓW STRUKTURY TU 154M

Wacław Berczyński

*Former Politechnika Łódzka, Concordia Univ., Widener Univ., Boeing*

## **Streszczenie**

The paper will present a stress analysis of elements of structure of TU 154M after its disintegration. The analysis will be approximate and conservative based on available materials. The basic strength of materials analysis will be presented as employed in the aircraft industry.

*Prezentowana praca poświęcona jest analizie naprężeń w elementach struktury samolotu TU 154M po jego rozpadzie. Analiza jest przybliżona i ograniczona do posiadanego materiału. Analiza naprężeń jest przeprowadzona zgodnie ze standardami stosowanymi w przemyśle lotniczym.*

## **Wnioski**

The analysis will present that the impact from the plane falling could not cause the resulting damage.

*Siła zderzenia spadającego samolotu nie mogła spowodować zniszczeń w obserwowanej skali.*

# **BRZOZA SMOLEŃSKA – ASPEKTY WYTRZYMAŁOŚCIOWE STRUKTURY SKRZYDŁA SAMOLOTU Tu-154**

Jan Błaszczyk

*WAT, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa (na emeryturze)*

## **Streszczenie**

Podano charakterystykę i pracę układu wytrzymałościowo-konstrukcyjnego skrzydła. Zaproponowano model obliczeniowy struktury skrzydła w przekroju kontaktu z brzozą. Sformułowano układ obciążeń działających na skrzydło w momencie krytycznym, w tym wyznaczono obciążenia niszczące konstrukcję. Analizy wykonano w zakresie statyki konstrukcji.

## **Wnioski**

- Generalnie, przedstawione zagadnienie jest dość złożone i pracochłonne.
- Problem tkwi w braku dostępu do wiarygodnych danych konstrukcji. Dlatego potrzebna jest niezbędna wiedza ekspercka w zakresie projektowania struktur samolotów tej klasy.
- Podstawowy wniosek z referatu: wykonanie analiz konstrukcji, poddanej złożonemu stanowi obciążeń oraz określenie siły „poziomej” niezbędnej do zniszczenia skrzydła.
- Szczegółowe wyniki wykonanych analiz zostaną przedstawione w czasie obrad Konferencji.

# CHARAKTERYZACJA PRÓBEK 1 - 4 METODAMI MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ I MIKROANALIZY RENTGENOWSKIEJ (EDS)

Wojciech Fabianowski<sup>1</sup>, Jan Jaworski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Chemiczny, Politechnika Warszawska*

<sup>2</sup>*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski*

## **Streszczenie**

Próbki otrzymane jako szczątki z samolotu Tu-154M i gruntu z obszaru wypadku zostały wstępnie zbadane pod kątem składu chemicznego i zanieczyszczeń na powierzchni. Wykonano zdjęcia powierzchni metodą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i identyfikację różnych pierwiastków metodami spektroskopii rentgenowskiej z dyspersją energii (EDS) oraz fluorescencyjną spektrometrią rentgenowską z dyspersją długości fali (XRF). W próbce stopu duralowego oprócz glinu stwierdzono obecność tlenu, krzemu, węgla i żelaza oraz śladowe ilości innych pierwiastków, natomiast brak miedzi i cynku typowych dla stopów lotniczych. Po zeszlifowaniu w stopie glinu stwierdzono obecność fazy  $\alpha$  (FeMnSi) oraz cząstki wydzielonego krzemu. W próbce tkaniny z tworzywa stwierdzono obecność węgla i azotu, wskazujące na włókna poliamidowe. W skład zanieczyszczeń na tkaninie wchodził tlen, krzem, glin, a także w mniejszej ilości żelazo, potas i magnez. Odpowiada to jakościowo glinokrzemianom materiałów ilastych gruntu a zdjęcia mikroskopowe w świetle spolaryzowanym (PLM) potwierdziły obecność mikrokryształów, częściowo podobnych do tych z gruntu. W pyłe na fragmentach szyb stwierdzono więcej wapnia niż krzemu, odwrotnie niż w próbkach gruntu i zanieczyszczeń na tkaninie.

## **Wnioski**

Mimo upływu czasu analiza składu chemicznego szczątków samolotu wraz ze zdjęciami mikroskopowymi ich powierzchni mogą wskazać na obecność śladów substancji, które naniesione zostały na oryginalne materiały w czasie wypadku. Wstępne badania wskazały na obecność zanieczyszczeń, które najpewniej pochodzą z gruntu. Do ostatecznej identyfikacji tych mikrokryształów należy zastosować metody krystalograficzne.

# OPIS SPOSOBU ZNISZCZENIA MAŁEGO FRAGMENTU TU-154M NR 101

Jan Obrębski

*Politechnika Warszawska, Wydz. Inżynierii Lądowej*

## **Streszczenie**

Referat przygotowano na zaproszenie głównego Organizatora Konferencji prof. Piotra Witakowskiego. Opis sporządzono na podstawie dwóch serii zdjęć: siedmiu zdjęć przesłanych Internetem i określonych jako fotogramy oraz 41 następujących, wykonanych przez autora tej pracy. Wszystkie zdjęcia dotyczą jednego niewielkiego fragmentu pochodzącego z samolotu TU-154M nr boczny 101, znalezionej na miejscu katastrofy. Po dokładnym obejrzeniu zdjęć i po bezpośrednich oględzinach, omawianego fragmentu przedstawiono wnioski. Główny wniosek wskazuje raczej, że badany element został wyrwany z konstrukcji samolotu w wyniku eksplozji. Dla podania bardziej precyzyjnej przyczyny wybuchu, wskazano na konieczność wykonania badań chemicznych, i wytrzymałościowych.

## **Wnioski**

- a) Omawiany fragment jest bardzo zdeformowany:
  - pocięty i POROZRYWANY (dużo może wskazywać na wybuch),
  - pocięcia mogą pochodzić z procesu deformacji oraz/ lub uderzenia o coś twardego,
  - nie znamy lokalizacji, gdzie znaleziono te fragmenty (czy prawdopodobne jest uderzenie?),
  - część nitów została wyrwana i nastąpiły pewne przesunięcia,
  - na fotogramie 1A widać 6 otworów po nitach, które wyrwały nity pozostające z pewnością w drugim z łączonych elementów – około 3 cm obok podobny rząd 6 nitów nietkniętych (dalej 6 innych też całych, lecz już siódmy wyrwany),
  - widoczne są rozerwania (szczelina długości około 5 cm) oraz wywinięcia krawędzi łączonych blach o długości około 6 cm mogące pochodzić od ciśnienia gazu wewnątrz konstrukcji,
  - nigdzie nie ma płaskiej niepociętej powierzchni blachy, aby można było wykonać próbki normowe. Należałoby ocenić to przy oględzinach i pomiarach dostępnego elementu widocznego w różnych ujęciach na fotogramach.
- b) Ustalenie dość dokładne danych materiałowych nie powinno być problemem.
- c) Natomiast, aby „badania przeprowadzić w sposób, który pozwoli na ustalenie maksymalnego naprężenia (odkształcenia) zapamiętanego przez materiał, tj. efektu Kaisera” uważam, że powinna być możliwa do osiągnięcia próbka materiału niezniszczonego i co więcej niepracującego podczas eksploatacji w lotach.
- d) Przygotowanie próbek zniszczy dostępny nam element, dlatego należy ostrożnie wyciąć (frezem z chłodzeniem cieczą) próbkę. Podczas próby rozciągania pocięcia się wyprostują.
- e) Z fragmentu widocznego na fotogramie 1A da się wykonać tylko jedną próbkę.
- f) Moim zdaniem, ważne jest, aby przebadać posiadane elementy chemicznie na obecność substancji – twardo mówiąc – wybuchowych.

# ASSESSMENT OF WOOD PROPERTIES FOR THE BIRCH SAMPLES FROM POLAND, USA, AND SMOLENSK USING NIR SPECTROSCOPY AND SILVISCAN

Chris J. Cieszewski

*WSFNR, University of Georgia*

## **Streszczenie**

Wood properties, such as MOE (Modulus of Elasticity), MFA (Microfibril Angle) and density are quantitative measures of wood quality, and are necessary for assessing the mechanical behavior underlying the destruction of wood structures (or trees) following collision with other object and to evaluate associated damages to colliding objects. The state of the art technologies that are currently available for the assessment of various wood properties are NIR (Near Infrared) spectroscopy and SilviScan (utilize X-Ray diffraction, X-Ray absorption, and an Image analysis system). This study describes comparative analysis of wood properties (MOE, MFA and density) measured with the state of the art technologies on various birch samples from Poland and Smolensk to accurately estimate wood properties for the tree that collided with the Polish Air Force Tu-154 crashed on 10 April 2010 near city Smolensk. The wood samples analyzed in this study included stem analysis cookies from birch trees in Poland and a wood sample taken from the very subject tree that collided with the plane.

*Właściwości drewna, takie jak: moduł sprężystości (ang.: MOE), ułożenie włókien (ang.: MFA) oraz gęstość są ilościowymi parametrami charakteryzującymi jakość drewna i są niezbędne do oceny zachowania mechanicznego, mającego wpływ na zniszczenie struktur drewnianych (lub drzew) wskutek zderzenia z innymi obiektami, oraz oszacowania wynikających z tego zniszczeń. Powszechnie dostępnymi technikami badawczymi, pozwalającymi na ocenę różnych właściwości drewna, są: spektroskopia bliskiej podczerwieni (ang.: NIR) oraz dyfrakcja rentgenowska, absorpcja promieniowania rentgenowskiego oraz system analizy obrazów (pakiet tych technik występuje pod nazwą SilviScan). Prezentowane badania przedstawiają porównawczą analizę (MOE, MFA i gęstość) właściwości różnych próbek drewna brzoźowego zebranych w Polsce i Smoleńsku, mierzonych zgodnie z powszechnie przyjętymi zasadami, aby dokładnie określić właściwości drzewa, w które uderzył samolot rządowy w dniu 10 kwietnia 2010 w okolicach miasta Smoleńsk. Próbki drewna badane w tej pracy pochodziły z pni brzoź rosnących na terenie Polski oraz z tego drzewa, w które uderzył samolot.*

## **Wnioski**

The parameters derived in this study can be applied conclusively to calculate the impact effects of the crash in question and can be used reliably for any simulations of damages resulting from this crash.

*Parametry otrzymane z przeprowadzonych badań mogą być definitywnie zastosowane do określenia skutków rozważanego zderzenia i mogą być użyte do wiarygodnych symulacji zniszczeń wywołanych tym zderzeniem.*

# **ANALIZA ZAPISÓW URZĄDZEŃ TAWS I FMS FIRMY UNIVERSAL AVIONICS SYSTEM CORPORATION ZAINSTALOWANYCH W RZĄDOWYM SAMOLOCIE TU-154M 101**

Kazimierz Nowaczyk

*University of Maryland, School of Medicine, Department of Biochemistry and Molecular Biology*

## **Streszczenie**

Przedmiotem prezentacji będzie analiza danych odzyskanych przez ekspertów powołanych przez NTSB (National Transportation Safety Board) po katastrofie w Smoleńsku z systemów komputerowych TAWS (Terrain Awareness and Warning System) i FMS (Flight Management System). Dane te, zamieszczone w protokole NTSB dołączonym do załącznika nr 4 „TECHNIKA LOTNICZA I JEJ EKSPLOATACJA” protokołu badania zdarzenia lotniczego nr 192/2010/11, zostaną porównane z danymi i wnioskami przedstawionymi w raportach MAK (Interstate Aviation Committee) oraz KBWL LP (Komisja Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego). W procesie analizy porównawczej wykorzystane zostaną zarówno programy komercyjne np. OriginPro, oraz dostępne w sieci zaawansowane programy, jak ImageJ udostępniony i rozwijany od 15 lat pod patronatem NIH (National Institute of Health).

## **Wnioski**

- 1) Samolot przeleciał nad brzozą na wysokości 20 metrów nad ziemią; nie zderzył się z drzewem, nie utracił końcówki lewego skrzydła w wyniku kolizji z brzozą.
- 2) Przez następne dwie sekundy leciał zgodnie z kursem i wznosił się, osiągając w miejscu zapisu TAWS #38, wysokość 35 metrów nad ziemią.
- 3) Za punktem TAWS #38, 144 metry za brzozą, wykonał gwałtowny skręt w lewo, niezgodny z jego aerodynamiką.

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

Marek Dąbrowski

## Streszczenie

1. Author reconstructed the location of the aircraft according to radio altimeter graphs in the MAK and KBWL LP Reports, and compared it with the known traces on the partially cut trees in three distinctive points: over the birch, over the trees before Gubenko street, and over the cut power line. Also the principle of work of RW-5 radio altimeter of the Tu-154M was discussed. The reconstruction was made using the satellite maps, height data from Reports and SRTM data, using a 3D CAD software. The conclusion is, that, despite the Reports graphs make the barrel roll possible, the radio altimeter data in both Reports shows that aircraft was too low to cut trees in a way known from photographs. The KBWL LP animation radio altimeter data is compatible with the cut trees height, but it makes the barrel roll impossible.
2. Second analysis shows, that KBWL LP stated the aircraft hit the birch at a place on the wing which is distant to the rip-off wing end more than 2,9 metres. Also the preserved slat section 2 outer tip shows, that there wasn't a direct hit that could cut out the wing end in a place when it is supposed to be.

- 1. Autor zrekonstruował położenie samolotu w oparciu o wykresy z radiowysokościomierza zawarte w raportach MAK i KBWL LP oraz porównał je z zaobserwowanymi śladami przycięcia drzew w trzech wyróżnionych punktach: na brzozie, drzewach przed ulicą Gubienki, przerwanej linii elektrycznej. Omówione zostały też zasady działania radiowysokościomierza RW-5 zamontowanego w samolocie Tu-154M. Rekonstrukcja została wykonana z wykorzystaniem map satelitarnych, wysokości podanych w raportach oraz danych SRTM przy pomocy oprogramowania 3D CAD. Pomimo, że wykresy raportu wskazują na możliwość wykonania beczki, wskazania radiowysokościomierzy zawarte w obu raportach dowodzą, że samolot znajdował się za nisko, by przyciąć drzewa w taki sposób jak na prezentowanych fotografiach. Dane z wysokościomierza z raportu KBWL LP są zgodne z wysokościami przyciętych drzew, ale wtedy wykonanie beczki nie jest możliwe.*
- 2. Druga analiza pokazuje, że zgodnie z raportem KBWL LP samolot uderzył w brzozę skrzydłem w miejscu odległym o więcej niż 2,9 m od jego oderwanego końca. Również wygląd zachowanego fragmentu 2 segmentu slotu wskazuje, że nie doszło do bezpośredniego uderzenia, które mogłoby urwać końcówkę skrzydła w przypuszczalnym miejscu.*

## Wnioski

1. Podane w Raportach wysokości radiowe w analizowanych miejscach są zaniżone, całkowicie sprzeczne z dostępnym materiałem fotograficznym. Nie wyjaśniają zarówno obecności istniejących i zinwentaryzowanych śladów, jak i nieobecności innych śladów, które musiałyby się pojawić gdyby samolot leciał zgodnie z parametrami zapisanymi w Raportach: MAK i KBWL LP.
2. Podane w Raporcie KBWL LP miejsce uderzenia skrzydłem w brzozę jest nieprawdziwe, ponadto Raport w żaden sposób nie tłumaczy destrukcji pasa skrzydła o szerokości 2,9 metra, dzielącego opisanego w Raporcie KBWL LP miejsce uderzenia od miejsca odłamania końcówki.

# PRÓBA INTERPRETACJI WYBRANYCH PARAMETRÓW LOTU – TRAJEKTORIA PIONOWA ORAZ KĄT PRZECHYLENIA

Michał Jaworski

## Streszczenie

- I. The attempt of TU-154 last seconds vertical flight trajectory reconstruction has been undertaken basing on the directly recorded and on the calculated flight parameters. Twofold integration of accelerations allowed to determine the vertical trajectory of the aircraft. Initial conditions were established with the use of the least squares method, so that the solution was closest as possible to the altitudes given in the reports. The comparison of the 06.04.2010 test flight trajectory and 10.04.2010 trajectory allowed for drawing conclusions about possible altitudes of the airplane in the last seconds of the flight - trajectories taking into accounts TAWS#38 and the traces on trees are mutually exclusive, the higher and flatter one which is in accordance with TAWS#38 and FMS is physically more reliable.
- II. The changes of the roll angle in the last 5 seconds taken from the KBWL report exhibits a correlation with the peaks of vertical acceleration from the MAK report, which is an evidence that these two parameters are recordings of real events and not some disturbances. The KBWL report data about registered roll angle was used to calculate the structural overload in the left wing and the force acting on the left undercarriage. The overloads in the left wing resulting from the recorded changes of the roll angle exceed the construction strength and the overloads acting on the undercarriage are sufficient for calling TAWS „landing” alarm in the air.

- I. W oparciu zapisane i obliczone parametry lotu podjęto próbę rekonstrukcji pionowej trajektorii lotu TU-154 w jego ostatnich sekundach. Dwukrotne całkowanie przyspieszeń pozwoliło na wyznaczenie pionowej trajektorii samolotu. Warunki początkowe zostały ustalone przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów, zatem rozwiązanie było maksymalnie zbliżone do wartości wysokości podanych w raportach. Porównanie trajektorii testowego lotu z dnia 06.04.2010 oraz trajektorii z 10.04.2010 pozwoliło na wyciągnięcie wniosków dotyczących możliwych wysokości samolotu w ostatnich sekundach lotu – trajektorie uwzględniające wskazania TAWS#38 i ślady na drzewach są wzajemnie wykluczające się, wyższa i bardziej płaska trajektoria zgodna z TAWS#38 i FMS jest bardziej realna fizycznie.*
- II. Zmiany kąta obrotu w ostatnich 5 sekundach przedstawione w raporcie KBWL są zgodne z maksymalnymi wartościami przyspieszenia pionowego z raportu MAK, co jest dowodem, że te dwa parametry są zapisem rzeczywistych zdarzeń, a nie zakłóceniami. Dane z raportu KBWL dotyczące zarejestrowanego kąta obrotu zostały użyte do wyliczenia strukturalnego przeciążenia lewego skrzydła oraz siły działającej na lewe podwozie. Przeciążenia w lewym skrzydle wynikające z zapisanych zmian kąta obrotu przekraczają wytrzymałość konstrukcji i przeciążenia działające na podwozie są wystarczające do wygenerowania w TAWS alarmu „lądowanie” gdy samolot był w powietrzu.*

## Wnioski

1. Trajektorie uwzględniające TAWS#38 oraz ślady na drzewach wykluczają się nawzajem. Wysoka i bardziej płaska trajektoria zgodna z TAWS#38 i FMS jest fizycznie bardziej realna.
- 2a. Przeciążenia strukturalne w lewym skrzydle wynikające z zarejestrowanych zmian kąta przechylenia przekraczają wytrzymałość konstrukcji.
- 2b. Przeciążenia działające na wózek wystarczają do wywołania alertu TAWS „landing” w powietrzu.



**O POTRZEBIE I MOŻLIWOŚCIACH PRZEPROWADZENIA BADAŃ  
MODELOWYCH W TUNELU AERODYNAMICZNYM  
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ POTWIERDZAJĄCYCH HIPOTEZĘ  
ZNISZCZENIA SAMOŁOTU TU-154 POD SMOLEŃSKIEM PRZEZ ROZERWANIE  
SAMOŁOTU W POWIETRZU**

Andrzej Flaga

*Wind Engineering Laboratory, Cracow University of Technology, Cracow, Poland*

**Streszczenie**

In the presence of lack of accessibility to full documentation of Smolensk tragedy and in the presence of existing of several hypothesis – sometimes divergent – explaining occurrence of this disaster, conducting of model tests in this case seems to be most rational and cheapest solution. In the paper, basic similarity criteria of such model tests were derived. Moreover, measuring stand and experimental set up necessary in these experiments were presented and discussed. Two possibilities of model experiments were taken into account: 1. Model tests in wind tunnel of the Wind Engineering Laboratory at the Cracow University of Technology; 2. Model tests in testing ground experiments.

*Wobec braku dostępu do pełnej dokumentacji tragedii smoleńskiej przy jednoczesnym pojawieniu się kilku hipotez – niejednokrotnie rozbieżnych – wyjaśnienie okoliczności katastrofy w oparciu o przeprowadzone badania modelowe wydaje się być najbardziej racjonalnym i tanim rozwiązaniem. W artykule tym podano podstawowe kryteria podobieństwa takich badań modelowych. Ponadto został omówiony i przedyskutowany zakres pomiarów oraz aparatura konieczna do ich przeprowadzenia. Rozważono dwie możliwości badań modelowych: 1. Badania modelowe w tunelu aerodynamicznym na Politechnice Krakowskiej; 2. Badania modelowe w terenie.*

**Wnioski**

1. Istnieje konieczność badań modelowych w tunelu aerodynamicznym potwierdzających hipotezę zniszczenia samolotu TU-154 pod Smoleńskiem przez rozerwanie samolotu w powietrzu
2. W tunelu aerodynamicznym LIW PK istnieje możliwość przeprowadzenia badań modelowych jak wyżej, spełniając zdecydowaną większość kryteriów podobieństwa wymaganych w takich badaniach.

# HIPOTEZA EKSPLOZJI W ZEWNĘTRZNYM ZBIORNIKU PALIWA LEWEGO SKRZYDŁA NA SKUTEK ZAPŁONU ELEKTRYCZNEGO MIESZANKI PALIWO-POWIETRZE

Jacek Gieras

*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Telekomunikacji i Elektrotechniki*

## **Streszczenie**

Przedstawiono analizę układu paliwowego oraz możliwości wybuchu mieszanki paliwo-powietrze na skutek łuku elektrycznego lub ładunków statycznych w samolocie Tu-154M Nr 101. Do wybuchów zbiorników paliwa doszło podczas lotu Boeinga 747-131 TWA 800 17 czerwca 1969 oraz podczas postoju Boeinga 727-200 na lotnisku Bangalore 4 maja 2006. Chociaż prawdopodobieństwo wybuchu paliwa w zbiorniku zewnętrznym lewego skrzydła na skutek zwarcia instalacji, łuku elektrycznego czy też ładunków statycznych jest niskie, problem ten powinien być dokładnie rozważony podczas przyszłych badań wraku oraz dostępnych urządzeń i przewodów elektrycznych.

## **Wnioski**

- 1) Teoretycznie istnieje prawdopodobieństwo wybuchu mieszanki paliwo-powietrze w lewym zbiorniku zewnętrznym na skutek zwarcia w instalacji elektrycznej, łuku elektrycznego lub elektryczności statycznej.
- 2) Hipoteza ta może być jedynie udowodniona na podstawie dokładnego badania wraku.
- 3) Druga eksplozja w centralnej części kadłuba (dr G. Szuladziński) mogła być również teoretycznie wywołana wybuchem paliwa w zbiornikach nr 1 oraz nr 4.

# SYMULACJE KOMPUTEROWE ZA POMOCĄ PROGRAMÓW LSDYNA3D ORAZ CFX, WERYFIKUJĄCE PRZYCZYNY KATASTROFY SAMOŁOTU TU154M W SMOLEŃSKU

Wiesław Binienda

*The University of Akron, Civil Engineering*

## **Streszczenie**

Metoda elementów skończonych została użyta do modelowania samolotu Tu154M oraz brzozy o średnicy 30-40 cm, w którą miał ten samolot uderzyć z prędkością 80 m/s. Struktura wewnętrzna skrzydła uwzględniła trzy dźwigary i żebra. Zostaną przedstawione weryfikacje zachowania się skrzydła i kadłuba zrobione za pomocą dostępnych eksperymentów. Będą również dyskutowane symulacje uderzeń samolotu w brzozę oraz zderzenia samolotu lub jego fragmentów z ziemią, opracowane za pomocą nieliniowych programów LsDyna3D i CFX. Symulacje są wyliczane dla różnych konfiguracji samolotu i różnych wektorów prędkości poziomej i pionowej. Ciśnienia aerodynamiczne są dodane na podstawie wyliczeń z programu CFX.

## **Wnioski**

1. Krawędź przednia skrzydła musi być rozerwana na długości 60-80 cm
2. Brzoza jest przecięta przez przedni dźwigar w miejscu uderzenia
3. Analiza zdjęć wraku samolotu pokazuje, że przednia krawędź lewego skrzydła w miejscu potencjalnego uderzenia nie jest zniszczona, co wskazuje na możliwość, że samolot przeleciał nad drzewem, na co również wskazują pomiary TAWS opracowane przez Dr. Nowaczyka
4. Skrzydło nie może być urwane po kolizji z drzewem
5. Symulacje uderzeń samolotu w ziemię nie prowadzą do możliwości otwarcia kadłuba na zewnątrz przy zwykłym upadku samolotu do góry kołami.
6. Symulacja wypracowana przez naukowców amerykańskich z Sandia National Lab pokazuje możliwość otwarcia kadłuba przed uderzeniem w ziemię wskutek eksplozji wewnątrz kadłuba, co potwierdza hipotezę wybuchu prezentowaną przez Dr. Szuladzińskiego.

# ZASTOSOWANIE INŻYNIERII ODWROTNEJ DO PROCESU MODELOWANIA LOTNICZYCH KONSTRUKCJI CIENKOŚCIENNYCH

Aleksander Olejnik, Stanisław Kachel, Adam Kozakiewicz

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa*

## **Streszczenie**

Proces modelowania lotniczych konstrukcji cienkościennych jest ściśle związany z kompromisem podejmowania decyzji na etapach inżynierii odwrotnej. Wiedzę teoretyczną dotyczącą modelowania statków powietrznych dostosowuje się do współczesnych wymogów za pomocą naukowych metod poszukiwania rozwiązania ukierunkowanego na systemy pomiarowe oraz systemy projektowania i wizualizacji. Tworzenie na bazie zbioru punktów pomiarowych wirtualnego modelu, wymusza zastosowanie wyspecjalizowanych systemów obróbki danych z pomiarów współrzędnościowych. Do tego celu stosuje się systemy CAD/CAM/CAE, np: Unigraphics, przy pomocy których tworzy się bryły samolotu na potrzeby badań aerodynamicznych, wytrzymałościowych i osiągowych, znacząco przyspieszając realizację rozwiązania zadania na poszczególnych etapach inżynierii odwrotnej. Przytoczonym zagadnieniom została poświęcona znaczna część prac Zespołu, w których pokazano, jak można do tego procesu wykorzystać elementy eksperymentu, bazując na utworzonych danych dla metod inżynierii odwrotnej.

## **Wnioski**

Zespół przedstawił własne stanowisko wobec współczesnych metod opisu bryły samolotu na podstawie danych pomiarowych i „idealnego” wzorca. Autorzy wyszli z własną propozycją połączenia procesu estymacji masy z procesem tworzenia układu aerodynamicznego poprzez kontrolę podstawowych parametrów masowo-szttywnościowych. W pracy autorzy przedstawili algorytmy opisu geometrii bryły samolotu w procesie projektowania wirtualnego obiektu oraz założenia do tworzenia modelu matematycznego samolotu. Zwrócono uwagę, że przyjęcie odpowiedniego modelu matematycznego do odwzorowania powierzchni jest procesem, który rzutuje na opracowanie metody tworzenia programu do opisu krzywych definicyjnych uzyskanych na bazie pomiarów współrzędnościowych. Praca zawiera opracowaną przez autorów procedurę inżynierii odwrotnej do tworzenia modelu geometrycznego na bazie pomiarów współrzędnościowych obiektu rzeczywistego. Wskazano cel parametrycznego modelowania, wyboru punktów z pomiarów współrzędnościowych, ustalając kryterium minimalnej liczby punktów potrzebnych do pełnego, jednoznacznego odtworzenia geometrii obiektu rzeczywistego. Przedstawione w pracy założenia i metody tworzenia modeli lotniczych konstrukcji cienkościennych autorzy zastosowali na potrzeby opracowania modeli nowo projektowanych samolotów: EM-10 Bielik, EM-11 Orka oraz samolotów: Su-22, MiG-29, F-16 będących na wyposażeniu Sił Zbrojnych RP. Przedstawione propozycje rozwiązań i postulaty wynikające z opracowanej przez autorów metody zostały z dużym powodzeniem wykorzystane w praktyce. Mogą być zastosowane do budowy modelu fizycznego samolotu Tu-154.

# TESTY NISZCZĄCE SAMOLOTÓW DOUGLAS DC-7 I LOCKHEED CONSTELLATION A KATASTROFA TU-154M W SMOLEŃSKU

Marek Czachor

*Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska*

## Streszczenie

W latach 1963-65 przeprowadzono testy niszczące z udziałem samolotów DC-7 i LC. W szczególności, badano proces zderzenia skrzydła z drewnianymi słupami telefonicznymi. Dokładna analiza dokumentacji filmowej pozwala na przyjrzenie się procesowi niszczenia zarówno skrzydła jak i samej przeszkody. Wbrew obiegowej opinii (nawet zawartej w raportach końcowych z obu eksperymentów) niszczenie skrzydła nie polega na „odcięciu” go przez przeszkodę. W rzeczywistości w obu przypadkach słupy zostały wpierw ścięte przez skrzydło, a proces odrywania końcówki skrzydła, w wypadku DC-7, związany był z oporami powietrza na odcinku ok. 20 m za miejscem kolizji (końcówka skrzydła LC odpadła dopiero w momencie uderzenia samolotu o ziemię). Ponadto końcówka skrzydła DC-7 nie została oderwana w miejscu uderzenia przez słup, lecz w punkcie bardziej oddalonym od kadłuba. Parametry zderzenia (prędkość, wysokość) były w wypadku DC-7 podobne jak w Smoleńsku, niemniej końcówka skrzydła znaleziona została ok. 135 m za miejscem lokalizacji słupa. Interesujący jest również sam proces przewracania się ścinanego słupa (w wypadku DC-7 „do przodu”, a dla LC „do tyłu”). Powyższe aspekty stają się widoczne przy dokładnej analizie „klatka po klatce” ujęć z czterech kamer i nie były opisane w raportach końcowych z obu eksperymentów

## Wnioski

1. Proces odpadania skrzydła można podzielić na dwa zasadnicze etapy. (i) Proces „pierwszego rzędu”, trwający (przy prędkości 250-300 km/h) ok. 0.01 sekundy i związany bezpośrednio z oddziaływaniami czysto mechanicznymi. (ii) Proces „drugiego rzędu”, trwający ok. 0.1 sekundy i związany z oporami aerodynamicznymi. Dotychczasowe symulacje numeryczne nie uwzględniały procesów „drugiego rzędu”, bez których również skrzydło DC-7 by nie odpadło.
2. Znane wyniki symulacji lotu końcówki skrzydła w Smoleńsku (zasięg ok. 12 m) pozostają w sprzeczności z faktem, iż w eksperymencie (przy mniejszej prędkości i wysokości samolotu) skrzydło znaleziono ok. 135 m za miejscem lokalizacji przeszkody.
3. Ścięty słup przewraca się w różny sposób, w zależności od reakcji przeszkody na uderzenie (nie zawsze „do tyłu”, czyli tak jak w symulacjach dotyczących Smoleńska i w wypadku LC). Ułożenie smoleńskiej brzozy „do przodu i w prawo” jest bliższe wynikowi dla DC-7. Jest to prawdopodobnie spowodowane większą prędkością i wysokością DC-7 niż LC. Należy ponadto wziąć pod uwagę, iż efekty aerodynamiczne charakterystyczne dla wznoszącego się za miejscem kolizji Tu-154M (prawoskrętny wir powstający za skrzydłem) nie wystąpiły w wypadku DC-7 i LC, gdyż samoloty te się nie wznosiły (nie działały silniki, prędkość pionowa w momencie uderzenia była ujemna; w przeciwieństwie do +6 m/s tupolewa), DC-7 i LC wkrótce po zderzeniu ze słupami uderzały w kolejną przeszkodę (wzgórze) a słupy stawiają powietrzu inny opór niż drzewo z gałęziami i liśćmi.
4. Podsumowując, dokładniejsze symulacje zderzenia tupolewa z brzozą wymagają uwzględnienia oporów aerodynamicznych działających i na samolot, i na drzewo, a mających miejsce już za miejscem zderzenia.

# PROBLEMY MODELOWANIA NUMERYCZNEGO ZAGADNIENIA ZDERZEŃ CIAŁ

Andrzej Morka, Tadeusz Niezgoda, Paweł Dziewulski, Sebastian Stanisławek

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny*

## **Streszczenie**

Referat podejmuje tematykę numerycznego modelowania i symulacji komputerowych zagadnień związanych ze zderzeniami ciał. W kontekście katastrofy smoleńskiej 2010, a w szczególności wyjaśnienia przebiegu zderzenia skrzydła samolotu TU-154M z brzozą autorzy skupili swoją uwagę na kwestii poprawności i dokładności modeli numerycznych. Rozważania te zostały podzielone na dwie grupy: (i) związane z właściwym opisem zachowania się materiału drewna, (ii) wiarygodność modelu numerycznego konstrukcji samolotu, przede wszystkim skrzydła. Do analiz wykorzystano komercyjne oprogramowanie LS-DYNA, które stanowi bardzo rozbudowaną implementację metody elementów skończonych z jawnym całkowaniem równań ruchu dedykowaną dla zagadnień dynamicznych typu crash. Problem opisu zachowania się materiału drewnianego analizowano na przykładzie próby trójpunktowego zginania belki. W przypadku modelu numerycznego szczególną uwagę poświęcono niszczeniu materiału i jego mechanizmom. Model konstrukcji samolotu oceniano także ze względu na wpływ uproszczeń budowy pojedynczego żebra skrzydła na jego sztywność. Badano znaczenie obecności otworów w konstrukcji żebra oraz grubości jego struktury.

## **Wnioski**

- (i) Symulacje komputerowe zderzenia skrzydła samolotu z pniem drzewa powinny uwzględniać efekt rozrzutu parametrów materiałowych, szczególnie w przypadku materiału opisującego brzozę.
- (ii) Niezbędne jest wykonanie studium wrażliwości modelu numerycznego skrzydła na zastosowane uproszczenia w budowie skrzydła.

## *Notatki*

## *Notatki*