



RAPORT KOŃCOWY

WYPADEK

zdarzenie nr: 1160/14

statek powietrzny: wiatrakowiec

Twister, A21MMS

23 lipca 2014 r.

Jarosławiec, gm. Postomino, pow. sławieński

Raport jest dokumentem prezentującym stanowisko Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych dotyczące okoliczności zdarzenia lotniczego, jego przyczyn i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa, które zostało sporządzone na podstawie informacji znanych w dniu jego sporządzenia. Proces badania zdarzenia lotniczego nie może być traktowany jako ostatecznie zakończony. Badanie może zostać wznowione w razie ujawnienia nowych informacji lub zastosowania nowych technik badawczych, które mogą mieć wpływ na inne, niż zawarte w raporcie, sformułowanie przyczyn, okoliczności i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa. Badanie zdarzeń lotniczych przeprowadzone jest jedynie w celach profilaktycznych w oparciu o obowiązujące przepisy prawa międzynarodowego, Unii Europejskiej i krajowego. Badanie zostało przeprowadzone bez konieczności stosowania prawnej procedury dowodowej, obowiązującej w postępowaniach innych organów zobowiązanych do podejmowania działań w związku z zaistnieniem zdarzenia lotniczego. Komisja nie orzeka co do winy i odpowiedzialności. Sformułowania zawarte w raporcie, w związku z art. 5 ust. 5 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 996/2010 w sprawie badania wypadków i incydentów w lotnictwie cywilnym oraz zapobiegania im [...] oraz art. 134 ustawy - Prawo lotnicze, nie mogą być traktowane jako wskazanie winnych lub odpowiedzialnych za zaistniałe zdarzenie. W związku z powyższym wszelkie formy wykorzystania raportu do celów innych niż zapobieganie wypadkom i incydentom lotniczym, może prowadzić do błędnych wniosków i interpretacji. Raport został sporządzony w języku polskim. Inne wersje językowe mogą być przygotowywane jedynie w celach informacyjnych.

SPIS TREŚCI

Informacje ogólne	3
Streszczenie.....	3
1. INFORMACJE FAKTYCZNE.....	5
1.1. Historia lotu.....	5
1.2. Obrażenia osób.....	6
1.3. Uszkodzenia statku powietrznego.....	6
1.4. Inne uszkodzenia.....	7
1.5. Informacje o składzie osobowym (dane o załodze).....	7
1.6. Informacje o statku powietrznym.....	8
1.7. Informacje meteorologiczne.....	9
1.8. Pomoce nawigacyjne.....	9
1.9. Łączność.....	9
1.10. Informacje o miejscu zdarzenia.....	10
1.11. Rejestratory pokładowe.....	10
1.12. Informacje o szczątkach i zderzeniu.....	10
1.13. Informacje medyczne i patologiczne.....	11
1.14. Pożar.....	12
1.15. Czynniki przeżycia.....	12
1.16. Badania i ekspertyzy.....	12
1.17. Informacje o organizacjach i działalności administracyjnej.....	12
1.18. Informacje uzupełniające.....	13
1.19. Użyteczne lub efektywne metody badań.....	13
2. ANALIZA.....	14
2.1. Analiza techniczna.....	14
2.2. Analiza stanu pogody.....	24
2.3. Analiza pilotażowa.....	33
3. WNIOSKI KOŃCOWE.....	40
3.1. Ustalenia komisji.....	40
3.2. Przyczyna wypadku.....	41
4. ZALECENIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA.....	42
5. ZAŁĄCZNIKI.....	42

INFORMACJE OGÓLNE

Numer ewidencyjny zdarzenia:	<i>1160/14</i>			
Rodzaj zdarzenia:	WYPADEK			
Data zdarzenia:	<i>23 lipca 2014 r.</i>			
Miejsce zdarzenia:	<i>Jarosławiec, gm. Postomino, pow. sławieński</i>			
Rodzaj, typ statku powietrznego:	<i>wiatrakowiec Twister</i>			
Znaki rozpoznawcze SP:	<i>A21MMS</i>			
Użytkownik / Operator SP:	<i>prywatny</i>			
Dowódca SP:	<i>pilot wiatrakowców ultralekkich</i>			
Liczba ofiar / rodzaj obrażeń:	<i>Śmiertelne</i>	<i>Poważne</i>	<i>Lekkie</i>	<i>Bez obrażeń</i>
	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
Nadzorujący badanie:	<i>Dariusz Frątczak</i>			
Podmiot badający:	<i>Zespół badawczy PKBWL</i>			
Skład zespołu badawczego:	<i>M. Cichoń, E. Łojek, T. Makowski</i>			
W badaniu uczestniczyli:	<i>Eksperti PKBWL: W. Jarzyna, J. Olędzki, J. Rożyński, R. Zawada Przedstawiciel ULC: P. Gliga (zgodnie z art. 8 rozporządzenia UE nr 996/2010)</i>			
Zalecenia:	NIE			
Data zakończenia badania:	<i>1 września 2015 r.</i>			

STRESZCZENIE

W dniu 23 lipca 2014 r. około godziny 15:50 czasu lokalnego (LMT)¹, kilka minut po starcie z łąki w Jezierzanach k/Jarosławca, podczas wykonywania lotu wzdłuż morskiej linii brzegowej, doszło do zderzenia wiatrakowca z powierzchnią wody. Wypadek zaistniał w odległości około 50 m od gęsto zaludnionej plaży, w rejonie przystani rybackiej w Jarosławcu. W wyniku zdarzenia pilot poniósł śmierć, natomiast wiatrakowiec uległ całkowitemu zniszczeniu.

¹ Wszystkie czasy w raporcie podawane będą według czasu lokalnego (LMT)

W trakcie badania PKBWL ustaliła następującą przyczynę wypadku lotniczego:

Utrata przez pilota kontroli nad wiatrakowcem podczas lotu w warunkach turbulentnej atmosfery, co wytrąciło statek powietrzny z lotu ustalonego, skutkiem czego była destrukcja głowicy wirnika nośnego i rozbitcie się wiatrakowca.

Okolicznościami sprzyjającymi zaistnieniu wypadku lotniczego były:

1. Niezakończenie procesu certyfikacji wiatrakowca, skutkujące brakiem prób naziemnych, prób w locie oraz oblotu wiatrakowca;
2. Brak Instrukcji Użytkowania w Locie i Instrukcji Obsługi Technicznej wiatrakowca wraz z jego danymi osiągowymi i ograniczeniami;
3. Możliwe wykonanie przez pilota nietypowego manewru wiatrakowcem, podyktowane chęcią zaimponowania obserwującym;
4. Niepełna analiza warunków atmosferycznych przez pilota przed podjęciem decyzji o wykonaniu lotu;
5. Niewielkie doświadczenie pilota w wykonywaniu lotów na wiatrakowcach w specyficznych warunkach (turbulencja; ukształtowanie terenu – nadmorski klif porośnięty wysokimi drzewami; zróżnicowanie podłoża – woda, nagrzana plaża).

1. INFORMACJE FAKTYCZNE.

1.1. Historia lotu.

W dniach pomiędzy 11 a 13 lipca 2014 r. (według zeznań członka rodziny), pilot wraz z członkiem rodziny przybyli z miejsca stałego zamieszkania do swojej kwatery letniskowej w Jezierzanach. Na specjalnie przygotowanej lawecie mężczyźni przywieźli wiatrakowiec Twister, na którym pilot od momentu przyjazdu do Jezierzan zaczął wykonywać loty. Według zeznań członka rodziny, w dniu 22.07.2014 r. około godziny 14.00, pilot podczas rozmowy przekazał mu, że zrobił przegląd wiatrakowca i sprawdził pogodę. W dniu 23.07.2014 r. na terenie kwatery letniskowej pilot wykonał przegląd wiatrakowca, a następnie przejechał nim na łąkę (własność jednego z członków rodziny), oddaloną około 600 m od posesji. Kołowanie odbywało się pomiędzy zabudowaniami miejscowości, co według relacji mieszkańców było bardzo uciążliwe ze względu na hałas od napędzającego śmigła oraz stanowiło duże zagrożenie dla poruszających się ludzi. Następnie wiatrakowiec wyjeżdżał na drogę lokalną, łączącą Sławno z Jarosławcem, którą kołował ponad 400 m na miejsce startu (rys. 1). Pilot stwarzał tym dodatkowe zagrożenie dla ruchu pojazdów poruszających się w rejonie nadmorskiego kurortu w pełni sezonu letniego. Z łąki pilot wykonywał loty „zapoznawcze wiatrakowcem” dla osób zgłaszających chęć odbycia takiego lotu. Informował o tym duży baner ogłoszeniowy w miejscu, skąd były wykonywane loty oraz rozmieszczone w różnych miejscach ogłoszenia z podanym numerem telefonu.

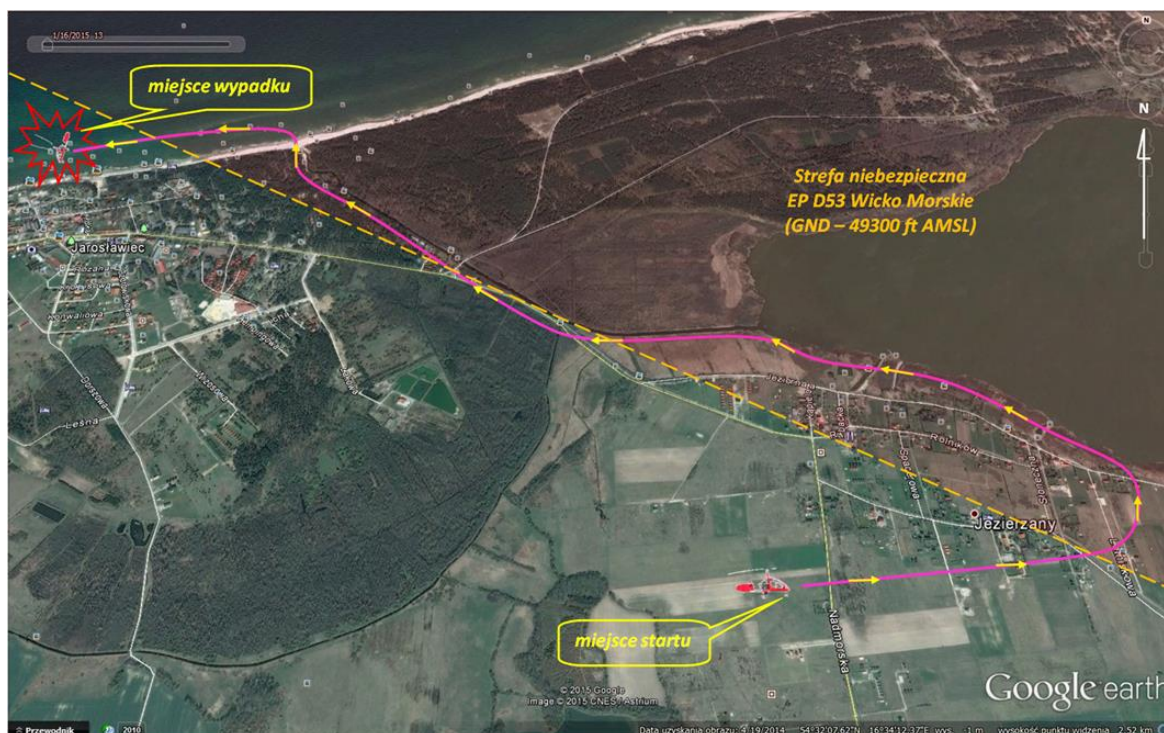


Rys. 1. Trasa kołowania wiatrakowca na mapie Google Earth

Po przygotowaniu wiatrakowca do lotu, około godziny 15.45 pilot wystartował do pierwszego w tym dniu lotu. Według zeznań świadka (członka rodziny) na tzw. „pierwsze loty” w danym dniu, pilot nikogo nie zabierał na pokład wiatrakowca. Takie loty zazwyczaj

trwały około 10 minut i przebiegały po stałej trasie: w kierunku jeziora Wicko, następnie wzdłuż nadmorskiej linii brzegowej do Jarosławca, po czym wiatrakowiec wracał na miejsce startu w Jezierzanach. Start do lotu, w którym zaistniał wypadek odbył się pod wiatr, w kierunku jeziora Wicko i dalej po stałej trasie. W rejonie przystani rybackiej w Jarosławcu w odległości około 50 m od linii brzegowej, wiatrakowiec zderzył się z powierzchnią morza (rys. 2, 5). W wyniku zdarzenia pilot poniósł śmierć, natomiast wiatrakowiec uległ całkowitemu zniszczeniu.

Z informacji przekazanej przez PAŻP wynika, że lot wiatrakowca odbywał się bez łączności radiowej z ATS (Air Traffic Services), w aktywnej strefie EPD53 (GND-2000 ft alt). Nie było również wcześniej zgłoszonej żadnej informacji ze strony załogi o planowanych lotach w tym rejonie.



Rys. 2. Miejsce startu i prawdopodobna trasa lotu (według właściciela-współbudowniczego wiatrakowca) oraz miejsce upadku wiatrakowca do morza, w rejonie plaży (mapa Google Earth)

1.2. Obrażenia osób.

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

1.3. Uszkodzenia statku powietrznego.

W wyniku zderzenia z powierzchnią wody wiatrakowiec uległ całkowitemu zniszczeniu (zdjęcia w Albumie ilustracji – załącznik nr 1).

1.4. Inne uszkodzenia.

Nie było.

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

Pilot wiatrakowca, mężczyzna lat 25, posiadał:

- Ultralight / Microlight Aviation Pilot License and IPCP – International Pilot Certificate of Proficiency, wydane przez ASC – Aero Sports Connection w USA, z uprawnieniami pilota PRW (powered rotor wing) od 03.2012 r. (na podstawie informacji uzyskanych z ASC, świadectwo zostało wydane pilotowi w dniu 12 marca 2012 r. i przedłużone w dniu 12 maja 2012 r., z nieograniczonym terminem ważności);
- Świadectwo kwalifikacji mechanika poświadczenia obsługi statków powietrznych, wydane 07.12.2012 r., z uprawnieniem TM(AG) do obsługi wiatrakowca o ciężarze startowym do 495 kg, jako całości, ważnym do 07.12.2017 r.;
- Świadectwo ogólne operatora radiotelefonisty, wydane 26.11.2009 r. przez Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej;
- Badania medyczne pilot przeszedł 31.10.2012 r., uzyskał orzeczenie lotniczo – lekarskie klasy 3 z terminem ważności do 31.10.2017 r., bez ograniczeń.

Wyszkolenie lotnicze:

Na podstawie informacji uzyskanych od przedstawiciela na Europę Aero Sports Connection ustalono, że pilot odbył następujące szkolenia:

- Pilot Training UL type: PRW, w terminie 21.01.2012 – 12.03.2012 r., zakończony zdaniem egzaminem pisemnym i ustnym, w dniu 12.05.2012 r. uzyskał uprawnienie pilota, a w dniu 08.05.2013 r. uzyskał uprawnienie tandem;
- BFI (Basic Flight Instructor) Training UL type PRW: 1 etap – przygotowawczy w terminie 02.05.2012 – 04.05.2013 r., 2 etap – końcowy w terminie 05.05.2013 – 12.05.2013 r., zakończony zdaniem egzaminem pisemnym i ustnym, na poziomie kwalifikacji 4-J-H/FI. Ze względu na niedostarczenie przez pilota do ASC, wymaganego przepisami sprawozdania z wykonania lotów w 2013 roku i wygaśnięcie w dniu 31.12.2013 r. jego członkostwa w ASC, nie został zarejestrowany jako instruktor.

Dane o nalocie uzyskanym przez pilota:

Na podstawie informacji od Aero Sports Connection ustalono, że pilot do rozpoczęcia BFI Training UL type PRW wykonał 140 lotów w czasie 78 godz. 00 min. na określonym typie UL, natomiast po zakończeniu szkolenia miał wykonane 208 lotów w czasie 129 godz. 05 min.

Ze względu na brak dokumentacji pilota związanej z prowadzeniem ewidencji lotów, Komisja nie mogła ustalić jak przebiegał trening i szkolenie pilota po zakończeniu szkolenia w ASC oraz jaki nalot całkowity posiadał pilot w dniu zaistnienia wypadku (według relacji

właściciela-współbudowniczego Twistera pilot posiadał ogólny nalot na wiatrakowcach około 260 godzin).

1.6. Informacje o statku powietrznym.

Na podstawie informacji uzyskanych od współbudowniczego, wiatrakowiec Twister (rys. 3) był dwuosobową konstrukcją amatorską w układzie tandem, z klasycznym napędem pchającym. Podstawową strukturę nośną wiatrakowca stanowi spawana rama z profili ze stali niskostopowej, na której zabudowano zamkniętą kabinę laminatową z drzwiami rozmieszczonymi po obu jej stronach. Podwozie trójkołowe, z dużym rozstawem kół podwozia głównego. Układ stateczników i sterów zdwojony, oparty na dwóch aluminiowych belkach nośnych.



Rys. 3. Wiatrakowiec Twister A21MMS [zdjęcia: W. Jarzyna]

Na wiatrakowcu zabudowano silnik Subaru EJ 22 o mocy max. 136 KM, śmigło KievProp 190 cm, wirnik nośny i głowicę firmy RAF (zmodyfikowaną przez budowniczych). Masa netto wiatrakowca 330 kg, ładowność 230 kg, MTOM 560 kg. Rok budowy 2012.

Wiatrakowiec Twister został zarejestrowany w ASC (Aero Sports Connection Inc.) w dniu 09.12.2012 r. na znakach A21MMS. W dniu 11.04.2013 r. Twister uzyskał zgodę ULC na stały pobyt i eksploatację obcego statku powietrznego w Rzeczypospolitej Polskiej przez okres dłuższy niż 3 miesiące i został wpisany do ewidencji Wydziału Rejestru Cywilnych Statków Powietrznych z zastrzeżeniem, że wygaśnięcie ważności ubezpieczenia lotniczego, świadectwa kwalifikacji lub świadectwa zdatności do lotu statku powietrznego skutkuje zakazem wykonywania lotów.

Z wyjaśnień uzyskanych od ASC (Aero Sports Connection Inc.) wynika, że dokument rejestracji statku powietrznego, który jest eksploatowany poza terytorium USA może być wydany pomimo niespełniania wymogów FAR Part 103 z zastrzeżeniem konieczności spełniania wymogów odpowiednich przepisów krajowych. Wobec powyższego Komisja

uważa, że wiatrakowiec powinien spełniać wszelkie wymagania określone przepisami obowiązującymi w Polsce, a jeśli ich nie spełniał, to nie powinien być eksploatowany na terenie RP.

Należy przy tym podkreślić, że ASC jako wystawiający świadectwo rejestracji w żaden sposób nie kontroluje, czy rejestrowane statki powietrzne spełniają warunki techniczne wymagane w krajach, w których są eksploatowane.

Wiatrakowiec Twister posiadał ważne ubezpieczenie lotnicze.

Na etapie prowadzenia procesu badawczego właściciel statku powietrznego nie przedstawił Komisji żadnych dokumentów związanych z budową, eksploatacją i zdolnością do lotu wiatrakowca, pomimo wielokrotnych zapewnień o zamiarze ich udostępnienia.

1.7. Informacje meteorologiczne.

Szczegółowa informacja dotycząca stanu pogody w dniu 23 lipca 2014 r. w rejonie miejsca zdarzenia przedstawiona jest w rozdziale nr 2.2 Analiza stanu pogody.

Warunki atmosferyczne mogły mieć wpływ na zaistnienie i przebieg zdarzenia.

1.8. Pomoce nawigacyjne.

Nie dotyczy.

1.9. Łączność.

Wiatrakowiec był wyposażony w instalację przeznaczoną do prowadzenia łączności wewnętrznej i zewnętrznej.



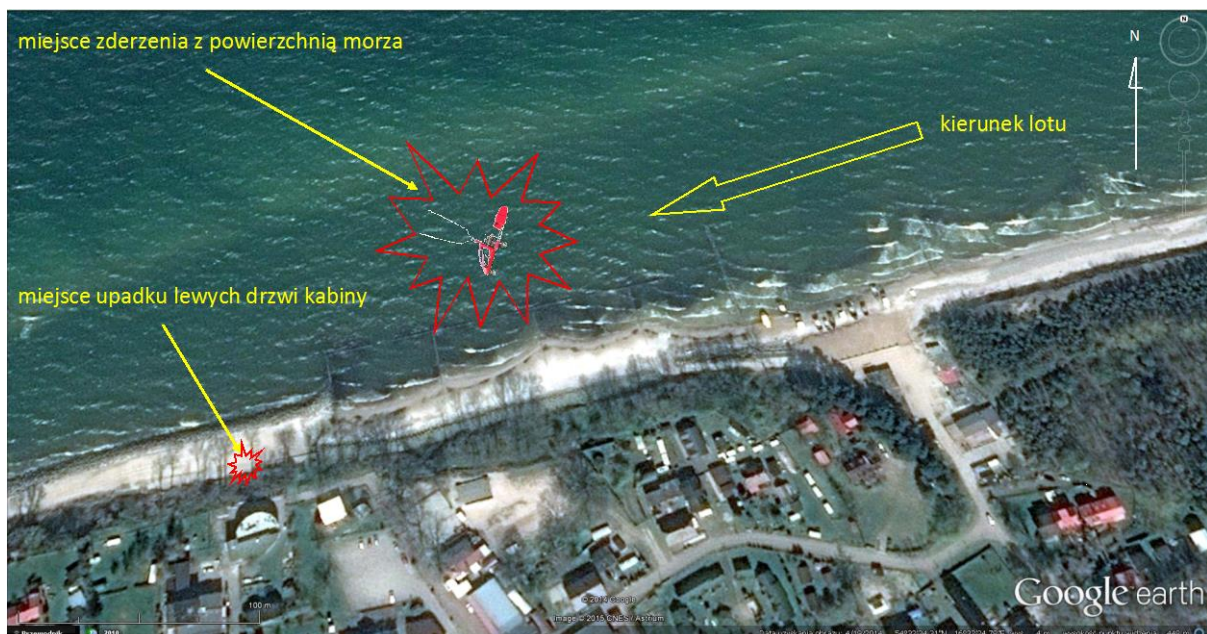
Rys. 4. Wiatrakowiec Twister A21MMS – tablica przyrządów
[zdjęcia: 4a) W. Jarzyna, 4b) forum.lotniczapolska.pl]

Na podstawie zdjęć kabiny wiatrakowca (rys. 4 a, b), można wywnioskować, że pilot posiadał ręczny radiotelefon, lecz nie można stwierdzić, czy był on na pokładzie podczas lotu, w którym nastąpił wypadek (nie został odnaleziony). Natomiast z informacji przekazanej

przez PAŻP wynika, że lot wiatrakowca odbywał się bez łączności radiowej ze Służbami Ruchu Lotniczego.

1.10. Informacje o miejscu zdarzenia.

Wiatrakowiec zderzył się z powierzchnią morza w rejonie przystani rybackiej w Jarosławcu, w odległości około 50 metrów od linii brzegowej (współrzędne geograficzne: 54°32'35'' N; 016°32'20'' E). Ostatni odcinek trasy, na dystansie około 1 km, przebiegał nad morzem wzdłuż linii brzegowej w odległości około 50 metrów od niej. Po południowej stronie tego odcinka znajduje się kilkumetrowej wysokości strome wybrzeże klifowe, porośnięte lasem sosnowym o wysokości drzew około 20 metrów. Łączna wysokość tego wyniesienia nad poziom morza wynosi około 25 metrów i stanowi poważną naturalną przeszkodę dla wiatru wiejącego od strony morza. Powietrze napotykające tak wysoką naturalną przeszkodę terenową, opływa ją górą, a wtedy zwiększają się gradienty ciśnienia, pojawiają się ruchy wstępujące oraz zawirowania, co powoduje zwiększanie się turbulencji. Taka przeszkoda wymusza deformację prądów powietrznych przed nią oraz ponad nią, do poziomu przekraczającego niekiedy potrójną wartość jej wysokości. Szkic sytuacyjny przedstawiono na rys. 5 oraz w Albumie ilustracji – załącznik nr 1.



Rys. 5. Szkic miejsca zdarzenia na mapie Google Earth

1.11. Rejestratory pokładowe.

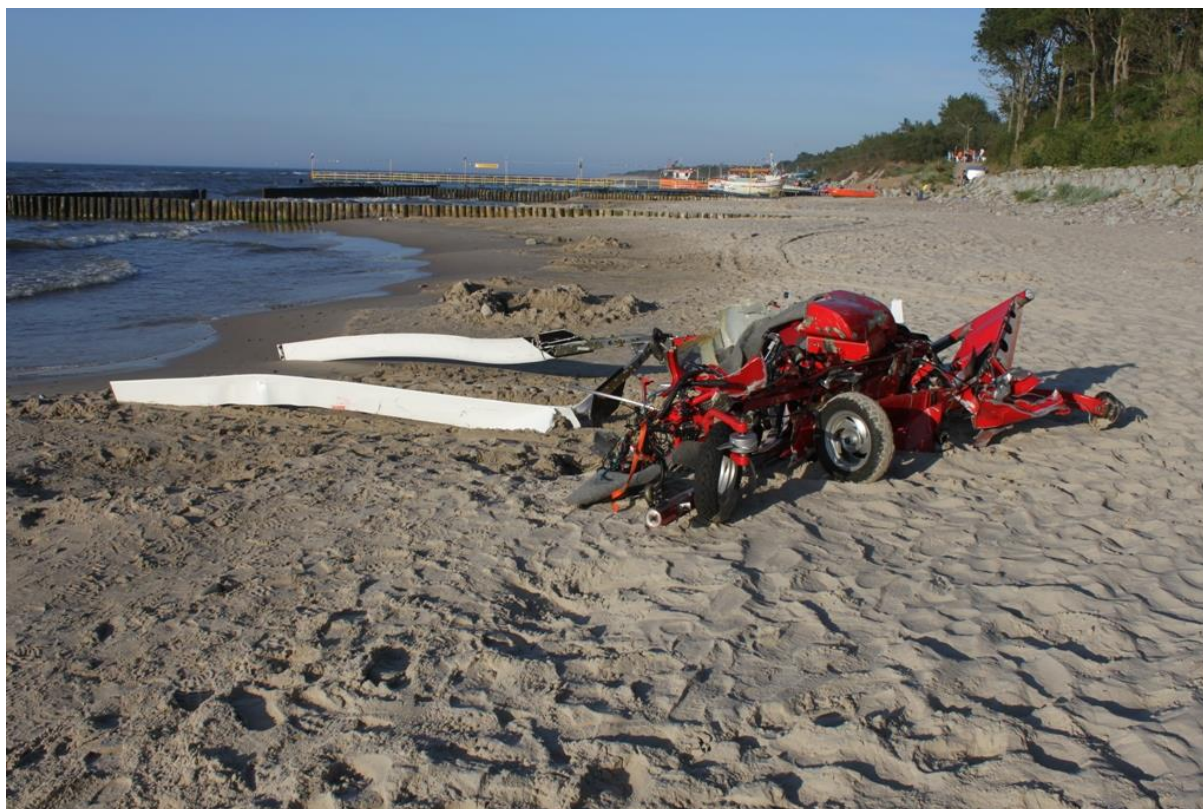
Wiatrakowiec nie miał zabudowanego rejestratora pokładowego.

1.12. Informacje o szczątkach i zderzeniu.

Z relacji świadków wynika, że wiatrakowiec zderzył się z powierzchnią morza obracając się w lewo i koziółkując, ze znaczną prędkością pionowego opadania. Po wytrąceniu wiatrakowca ze stanu równowagi zostały wyrwane lewe drzwi kabiny, które odleciały do

przodu w kierunku lotu, opadając na wysokie drzewa na nadmorskim klifie w odległości około 100 m od miejsca upadku wraku (rys. 5). Jednocześnie doszło do kontaktu łopat wirnika nośnego z usterzeniem, powodując jego częściową destrukcję. Wirnik nośny wiatrakowca gwałtownie wyhamował, powodując złożenie się jego łopat w tzw. „tulipan”. W wyniku zderzenia z powierzchnią morza wiatrakowiec uległ całkowitej destrukcji i opadł na dno, na głębokość około 2 m. Jego części składowe i wyposażenie częściowo zostały porwane przez fale i odniesione od miejsca zdarzenia. Wrak wiatrakowca został wyciągnięty na brzeg przez ciągnik portowy przy pomocy lin.

Z relacji świadków wynika, że pilot nie wypadł z kabiny podczas lotu. Unoszące się na wodzie ciało pilota zostało odnalezione po około 2 godzinach od zaistnienia wypadku w odległości kilkudziesięciu metrów na zachód od wraku wiatrakowca.



Rys. 6. Widok wraku wiatrakowca po wydobyciu z morza (zdjęcie: Policja)

Widok położenia wraku po wydobyciu z morza przedstawiono na rys. 6 oraz w Albumie ilustracji – załącznik nr 1.

1.13. Informacje medyczne i patologiczne.

Przyczyną śmierci pilota był masywny uraz głowy powodujący uszkodzenie mózgu, najprawdopodobniej w wyniku uderzenia w głowę łopata śmigła pracującego silnika, w chwili wypadania pilota z kabiny. Śmierć była natychmiastowa. W momencie wypadku pilot nie był pod wpływem alkoholu. Stan zdrowia pilota nie miał wpływu na zaistnienie wypadku.

1.14. Pożar.

Nie było

1.15. Czynniki przeżycia.

Sytuacja, w jakiej doszło do zderzenia z powierzchnią morza – znaczna prędkość pionowego opadania obracającego się i koziółkującego wiatrakowca z kręcącym się śmigłem, nie dawały pilotowi żadnych szans na przeżycie wypadku.

1.16. Badania i ekspertyzy.

- wykonano i przeanalizowano dokumentację fotograficzną miejsca zdarzenia i wraku wiatrakowca,
- uzyskano oświadczenia od osób związanych z budową wiatrakowca, prowadzeniem akcji poszukiwawczo-ratowniczej oraz dosłuchano świadków zdarzenia,
- przeanalizowano dostępną dokumentację wiatrakowca,
- przeanalizowano dokumentację pilota oraz jego doświadczenie lotnicze,
- wykonano ekspertyzę dotyczącą stanu pogody w dniu 23 lipca 2014 r. w rejonie miejsca zdarzenia,
- wykonano ekspertyzę techniczną elementów sterowania głowicą wirnika nośnego wiatrakowca,
- sporządzono opinię medyczną pilota.

1.17. Informacje o organizacjach i działalności administracyjnej.

Niezwłocznie po zauważeniu wypadku, jego świadkowie, którymi byli między innymi, przebywający w tym rejonie na urloпах pracownicy służb ATS, o godzinie 15:55 powiadomili telefonicznie Służby Ruchu Lotniczego. Zgłoszenie wypadku dotarło jednocześnie i niezależnie do dwóch organów FIS: Warszawa i Gdańsk. Sektor FIS Warszawa przekazał informację o zdarzeniu do RCC SAR (Rescue Control Center Search and Rescue), natomiast Sektor FIS Gdańsk do SAR i na Policję. Po kilku minutach od zaistnienia zdarzenia akcją ratowniczą próbowali podjąć policjanci oraz ratownicy WOPR, lecz ze względu na stan morza musieli zrezygnować z dotarcia do wraku wiatrakowca. O godzinie 16:22 na miejsce zdarzenia przyleciał śmigłowiec SP ZOZ LPR „Ratownik 22” z bazy w Zegrzu Pomorskim, a wkrótce po nim śmigłowiec SAR „Ratownik 506”, który brał udział w akcji poszukiwania pilota i wydobywania wraku wiatrakowca. O godzinie 16:12 wyszły do akcji statki ratownicze „Tajfun” i „R-26” (BSR Darłowo). O godz. 17:11 rozpoczęto akcję ściągania wraku wiatrakowca, który został wydobyty na brzeg o godz. 17:24. O godzinie 18:10 odnaleziono i wydobyto z morza ciało pilota. W akcji również brały udział: jednostka

PSP z Darłowa, załoga OSP Krasino, załoga OSP Łącko oraz Straż Gminna z Postomina. Akcję zakończono o godzinie 19:30.

W tym samym dniu o zdarzeniu powiadomiono Państwową Komisję Badania Wypadków Lotniczych. Zespół badawczy PKBWL po przybyciu na miejsce wypadku w dniu 24.07.2014 r. dokonał szczegółowych oględzin rejonu miejsca zdarzenia i wraku wiatrakowca. Po zakończeniu powyższych czynności wrak wiatrakowca został przetransportowany na miejsce składowania i zabezpieczony do dalszych badań. W dniu 11.08.2014 r., w miejscu składowania wraku członkowie zespołu badawczego PKBWL zdemontowali łopaty wirnika nośnego wiatrakowca i pobrali do dalszych badań głowicę oraz elementy układu sterowania wirnikiem nośnym.

1.18. Informacje uzupełniające.

Zapoznanie z projektem raportu końcowego

Zgodnie z § 15 Rozporządzenia Ministra Transportu z dnia 18 stycznia 2007 roku (Dz. U. 35 poz. 225), projektant-współbudowniczy oraz właściciel-współbudowniczy statku powietrznego zostali zapoznani z treścią projektu raportu końcowego, dotyczącego wypadku wiatrakowca Twister o znakach rozpoznawczych A21MMS, jaki zaistniał w Jarosławcu gm. Postomino, pow. sławieński w dniu 23 lipca 2014 r. Po zapoznaniu się z projektem raportu końcowego, projektant-współbudowniczy i właściciel-współbudowniczy wiatrakowca wnieśli uwagi, które zostały częściowo uwzględnione przez Komisję.

Współpraca Komisji z właścicielem-współbudowniczym wiatrakowca

Pomimo wielokrotnych kontaktów telefonicznych z właścicielem-współbudowniczym wiatrakowca, który każdorazowo wyrażał chęć współpracy i udzielenia wszelkich wyjaśnień odnośnie konstrukcji i eksploatacji Twistera, nie podjął on współpracy z Komisją. Znacznie utrudniło to prowadzenie badania oraz określenie okoliczności i przyczyn zaistnienia wypadku. W dniu zapoznania się z projektem raportu końcowego z badania wypadku lotniczego, właściciel-współbudowniczy SP udostępnił Komisji wyniki obliczeń konstrukcji wiatrakowca wykonane na jego zlecenie przez prywatną firmę.

1.19. Użyteczne lub efektywne metody badań.

Stosowano tradycyjne metody badawcze.

2. ANALIZA.

2.1. Analiza techniczna.

Informacje wstępne

Analiza techniczna opiera się na badaniach i ekspertyzie, które wykonano w celu określenia ewentualnej usterki wiatrakowca mogącej spowodować problemy w jego sterowaniu.

Czynności i badania wykonywano na miejscu zaistnienia wypadku, w miejscu składowania wraku oraz w siedzibie Komisji. Ekspertyzę specjalistyczną wykonano na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej. Wrak składowany był w miejscu wskazanym przez prokuraturę i zabezpieczony przed dostępem osób trzecich. W celu wykonania badań i ekspertyz z miejsca składowania wraku zostały zabrane:

- głowica wirnika nośnego,
- hub bar (łącznik łopat),
- mechanizm „mixera”,
- prawy górny popychacz,
- końcówki górnych popychaczy.

Wszystkie protokoły i notatki techniczne z badań i ekspertyz zostały dołączone do akt wypadku.

Historia budowy wiatrakowca

Według oświadczenia projektanta – współbudowniczego, projekt wiatrakowca został przez niego wykonany na przełomie lat 2009/2010 w oparciu o wcześniejsze doświadczenia związane z budową motolotni, samolotów ultralekkich oraz napędów lotniczych na bazie silników samochodowych. W założeniach miał to być wiatrakowiec „wysokoprofilowy”, tzn. taki, którego środek ciężkości CG jest umiejscowiony powyżej linii ciągu śmigła. Miała to być konstrukcja dwuosobowa z klasycznym napędem pchającym, z miejscami umieszczonymi jedno za drugim (w układzie tandem) i zamkniętą kabiną, posiadającą drzwi wejściowe z dwóch stron w celu ułatwienia wsiadania i wysiadania. Poza zaletami eksploatacyjnymi miałyby to mieć istotne znaczenie przy ewentualnej konieczności awaryjnego opuszczenia kabiny. Podstawową strukturę nośną stanowiła rama spawana z profili ze stali niskostopowej, na której osadzono kabinę laminatową. Odpowiednią stabilność na ziemi miało zapewniać podwozie główne o dużym rozstawie kół, którego element nośny stanowiła goleń kompozytowo-rowingowa. Projekt zakładał zdwojony układ stateczników i sterów, oparty na dwóch aluminiowych belkach nośnych. Umieszczenie stateczników pionowych i sterów kierunku z boku, poza cieniem aerodynamicznym kabiny miało zapewnić właściwą stateczność kierunkową i sterowność wiatrakowca przy zredukowanej mocy napędu lub w przypadku jego awarii.

Założenia konstrukcyjne:

- masa startowa wiatrakowca do 450 kg;
- jako napęd zastosowanie adoptowanego silnika samochodowego Subaru EA82 o mocy ok. 115 KM;
- zastosowanie śmigła trójłopatowego, nastawnego na ziemi o średnicy 176 cm, produkcji Aero Lugansk. Ciąg startowy ok. 250 kG;
- zastosowanie kompletnego wirnika nośnego (łopaty + łącznik) firmy RAF Kanada o średnicy 906 cm. Powierzchnia tarczy wirnika nośnego 64,4 m²;
- zastosowanie kompletnej głowicy wirnika firmy RAF Kanada.

W oparciu o powyższe założenia, wspólnie z drugim współbudowniczym-właścicielem wiatrakowca w jego pomieszczeniach warsztatowych, zimą 2010 roku została rozpoczęta budowa. Budowa prowadzona była pod nadzorem Urzędu Lotnictwa Cywilnego, gdzie złożona została dokumentacja konstrukcyjna autorstwa projektanta-współbudowniczego. Obliczenia wytrzymałościowe wiatrakowca: struktury ramy nośnej, łoża silnika, podwozia, mocowania głowicy wirnika zostały wykonane przez firmę Krak Projekt, a zbiorczy dokument zawierający te obliczenia przekazany został do ULC (**Komisja ustaliła, że powyższe obliczenia przedstawiono w ULC w dniu 24.10.2012 r.**). W styczniu 2012 roku budowa wiatrakowca została doprowadzona do etapu umożliwiającego wykonanie pełnego zakresu prób naziemnych i pierwszych prób w locie.

W toku prób ustalono konieczność dokonania pewnych zmian konstrukcyjnych:

- zwiększenie mocy silnika. W tym celu zastosowano silnik Subaru EJ 22 o mocy max. 136 kW, który w połączeniu ze śmigłem KievProp 190 cm dawał 300 kG ciągu;
- poprawę sprawności układu prerotacji wirnika nośnego. Zrezygnowanie z napędu hydraulicznego i zastosowanie układu z wałem giętkim, powszechnie stosowanym w innych wiatrakowcach;
- zwiększenie stateczności kierunkowej wiatrakowca. Dobudowanie dodatkowych stateczników bocznych. Powiększono powierzchnie sterów kierunku i zamontowano na nich klapkę trymującą.
- zwiększenie skuteczności hamulca wirnika nośnego. Zastosowano układ dźwigniowy aktywujący hamulec na ziemi przy maksymalnym oddaniu drążka sterowego do przodu. Jest to rozwiązanie powszechnie stosowane w innych wiatrakowcach (np. Xenon).

Według oświadczenia projektanta-współbudowniczego, w wyniku wprowadzonych zmian wiatrakowiec dysponował odpowiednim zapasem mocy we wszystkich konfiguracjach lotu. Układ prerotacji umożliwiał wstępne rozkręcenie wirnika nośnego do ponad 250 obr/min, co

radycznie skracало rozbieg. Stateczność kierunkowa wiatrakowca była prawidłowa. Hamulec wirnika nośnego umożliwiał bezpieczne kołowanie z zatrzymanym wirnikiem, czego nie zapewniał oryginalny hamulec RAF. Dokonane zmiany nie zwiększyły masy własnej wiatrakowca i nie zmieniły jego wyważenia podłużnego. Wzrost masy układu napędowego o 14 kg został zrekompenzowany zmniejszeniem o 12 kg masy układu prerotacji i o około 3 kg masy akumulatora i wentylatora chłodnicy. Próby jakie zostały przeprowadzone po dokonanych zmianach w pełni potwierdziły ich zasadność. Na początku 2013 roku wiatrakowiec otrzymał pozytywną ocenę techniczną (w oświadczeniu nie napisano, kto taką ocenę wystawił) i został wpisany do rejestru ASC - Aero Sports Connection USA, otrzymując znaki identyfikacyjne A21MMS.

Według informacji uzyskanych z Urzędu Lotnictwa Cywilnego, w dniu 09.11.2011 roku do ULC wpłynęło zgłoszenie w którym budowniczowie wiatrakowca „Dragonfly” (pierwotna nazwa wiatrakowca) proszą o objęcie nadzorem lotniczym prac i czynności związanych z jego budową oraz uznanie zdolności do lotu opisanej konstrukcji lotniczej. Przychylając się do prośby budowniczych, ULC w grudniu 2011 r. postanowił objąć powyższe przedsięwzięcie nadzorem – o czym został powiadomiony w piśmie współbudowniczy-właściciel wiatrakowca. Zgłoszony do budowy wiatrakowiec został zaliczony do kategorii *Ultralekki i Podkategorii U1*. Ze względu na brak w tym czasie szczegółowych krajowych wymagań technicznych dla wiatrakowców, zostały przez Urząd zaakceptowane niemieckie przepisy dotyczące wiatrakowców „*Bauvorschriften für Ultraleichte Tragschrauber*” („*BUT*”). Do sprawowania nadzoru nad procesem uznania zdolności do lotu został powołany trzyosobowy Zespół Roboczy (ZR). W piśmie była również zawarta informacja, że wiatrakowiec, po zakończeniu z pozytywnym wynikiem procesu uznania zdolności do lotu będzie mógł uzyskać **Pozwolenie na Wykonywanie Lotów w Kategorii ULTRALEKKI**, dopuszczające wykonywanie lotów w celach rekreacyjnych i sportowych oraz innych, nie związanych z płatnym przewozem lotniczym.

W dniu 22 grudnia 2011 r. w miejscu budowy statku powietrznego odbyło się wstępne spotkanie członków ZR ULC z budowniczymi wiatrakowca. Podczas spotkania wnioskujący przedstawili wiatrakowiec „Dragonfly” o numerze fabrycznym 001 w zaawansowanym stopniu budowy. Głównym elementem konstrukcyjnym wiatrakowca była rama ze stali niskostopowej S355. Kompozytowa kabina (nie będąca elementem nośnym) została wykonana przez firmę GIMI. Zespół napędowy wiatrakowca stanowił dostosowany przez projektanta-współbudowniczego silnik SUBARU EA82 o mocy 115 KM i szacunkowym momencie obrotowym 150 Nm. Układ prerotacji był zrealizowany za pomocą pompy hydraulicznej napędzanej z silnika, zasilającej Bendix firmy RAF. Wirnik nośny o średnicy 9060 mm i głowica zostały zakupione w firmie RAF Kanada i nie są to elementy certyfikowane. Przewidywanym

śmigłem napędzającym było trójłopatowe śmigło AERO G1750/100, przestawiane na ziemi. Ponadto członkowie ZR ULC dokonali wstępnego przeglądu dokumentacji oraz ogólnych oględzin wiatrakowca i miejsca jego budowy, stwierdzając, że zaplecze techniczne i doświadczenie budujących jest wystarczające do podjęcia i kontynuowania budowy pod nadzorem. Podczas spotkania wnioskujący zadeklarowali spełnienie niemieckich przepisów budowy wiatrakowców „BUT”, a także zostali poinformowani o konieczności przedstawienia na tym etapie budowy, polskiej wersji deklarowanych przepisów, opracowania i przedstawienia Arkusza Spełnienia Wymagań technicznych oraz przedstawienia dokumentów opisanych w pkt. 7.10 Dz. U. 2005. Nr 107 poz. 904 zał. 5, a mianowicie:

- dokumentacji konstrukcyjnej, według której został zbudowany prototyp;
- obliczeń lub oceny charakterystyk masowych;
- obliczeń lub oceny charakterystyk aerodynamicznych, stateczności i sterowności;
- obliczeń obciążeń zewnętrznych zgodnie z wymaganiami technicznymi dla danego rodzaju statku powietrznego;
- obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji;
- sprawozdań z naziemnych prób wytrzymałościowych konstrukcji;
- sprawozdania z prób naziemnych i w locie.

Podczas spotkania wnioskujący przedstawili:

- dokumentację konstrukcyjną sporządzoną przez projektanta-współbudowniczego;
- faktury potwierdzające zakup stali niskostopowej S355;
- faktury potwierdzające zakup rur duraluminiowych klasy 6082 (belki ogonowe);
- wypełniony dziennik budowy wiatrakowca;
- zdjęcia poglądowe z kolejnych etapów budowy wiatrakowca;
- wstępne obliczenia wytrzymałości i sztywności goleni podwozia głównego wiatrakowca;
- opis procesu adaptacji silnika Subaru EA82;
- opis techniczny reduktora obrotów;
- instrukcję śmigła AERO G1750/100.

Kolejne spotkanie stron odbyło się w dniu 14.09.2012 roku, podczas którego ZR ULC zapoznał się z konstrukcją wiatrakowca ze zmienionym statecznikiem poziomym. Wnioskujący zgłosił również zmianę nazwy wiatrakowca z „Dragonfly” na „Twister”. Ponadto w czasie spotkania wnioskujący przedstawił wypełniony dziennik budowy, poinformował o zmianie przepisów budowy wiatrakowca na CAP 643 Section T Light Gyroplanes, deklarując dostarczenie tłumaczenia powyższych przepisów na język polski oraz zmianę deklarowanego MTOM wiatrakowca na 560 kg (zgodnie z zał. II do Rozporządzenia (WE) Nr 216/2008).

Członkowie ZR ULC poinformowali wnioskującego o konieczności wprowadzenia do dziennika budowy wiatrakowca zmian wynikających z zabudowy innego statecznika i śmigła. W wyniku spotkania strony ustaliły, że w ramach procesu, na tym etapie budowy wnioskujący przedstawi:

- założony i wypełniony dziennik budowy;
- tłumaczenie na język polski przepisów CAP 643;
- przyjęcie założeń i współczynników konstrukcyjnych;
- program prób wytrzymałościowych;
- arkusz spełnienia wymagań przepisów CAP 643 (w zakresie wytrzymałości).

Kolejne spotkanie odbyło się w dniu 21.11.2012 r., tym razem w siedzibie ULC. Podczas spotkania ustalono, że na tym etapie budowy zostaną przedstawione wyniki obliczeń wytrzymałościowych w formie tabelarycznej (obciążeń dopuszczalnych i obliczeniowe współczynniki bezpieczeństwa), spełniające wymagania przepisów. Po zatwierdzeniu obliczeń, wnioskujący przedstawi do zatwierdzenia program prób statycznych wraz z jego uzasadnieniem (zgodnie z zakresem prób ustalonym przez ZR ULC).

W dniu 08.04.2013 r., również w siedzibie ULC odbyło się spotkanie podsumowujące etap budowy wiatrakowca „Twister” podczas którego:

- uznano dokumenty dowodowe dotyczące głowicy i wirnika nośnego;
- złożono do ULC obliczenia wytrzymałościowe w formie tabelarycznej;
- przedstawiono roboczą wersję Instrukcji Użytkowania wiatrakowca „Twister”.

Ponadto ustalono, że aby przystąpić do dalszej części budowy należy:

- przedstawić do wglądu dziennik budowy wiatrakowca;
- opracować arkusz spełnienia wymagań technicznych;
- przedstawić do zatwierdzenia program prób statycznych.

Było to ostatnie spotkanie ZR ULC z budowniczymi wiatrakowca w ramach sprawowania nadzoru nad procesem uznania zdatności do lotu wiatrakowca „Twister”.

Podczas trwającego w ULC procesu certyfikacji, w dniu 09.12.2012 r. wiatrakowiec został zarejestrowany w ASC.

W piśmie z dnia 11.04.2013 r. ULC poinformował składających zgłoszenie w sprawie stałego pobytu i eksploatacji obcego statku powietrznego w Rzeczypospolitej Polskiej przez okres dłuższy niż 3 miesiące, że wiatrakowiec „Twister” o znakach rozpoznawczych A21MMS został wpisany do ewidencji Wydziału Rejestru Cywilnych Statków Powietrznych. W piśmie zastrzeżono, że wygaśnięcie ważności ubezpieczenia lotniczego, świadectwa kwalifikacji lub świadectwa zdatności do lotu statku powietrznego skutkuje zakazem wykonywania lotów, a prowadzenie lotniczej działalności gospodarczej wymaga uzyskania odpowiedniego certyfikatu.

W ramach nadzoru nad budową statku powietrznego ULC nie wydał budowniczemu wiatrakowca żadnego pozwolenia na wykonywanie lotów ani prób w lotach. Budowniczowie, pomimo zarejestrowania wiatrakowca w ASC, nie wnioskowali o zakończenie lub rezygnację z nadzoru ULC nad jego budową.

Modyfikacja głowicy wirnika nośnego wiatrakowca

Według informacji uzyskanych od projektanta-współbudowniczego w głowicy wirnika nośnego firmy RAF dokonano następujących zmian:

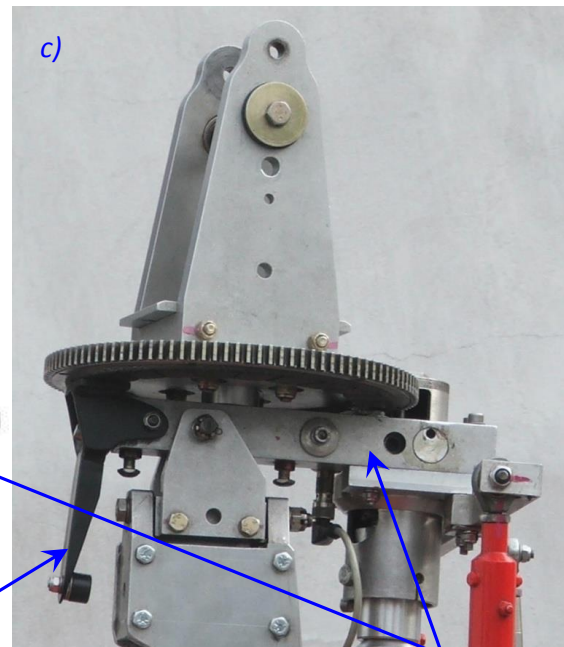
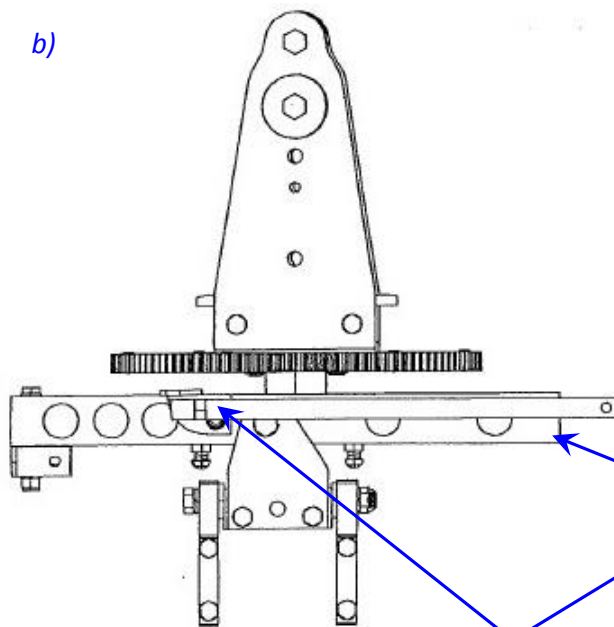
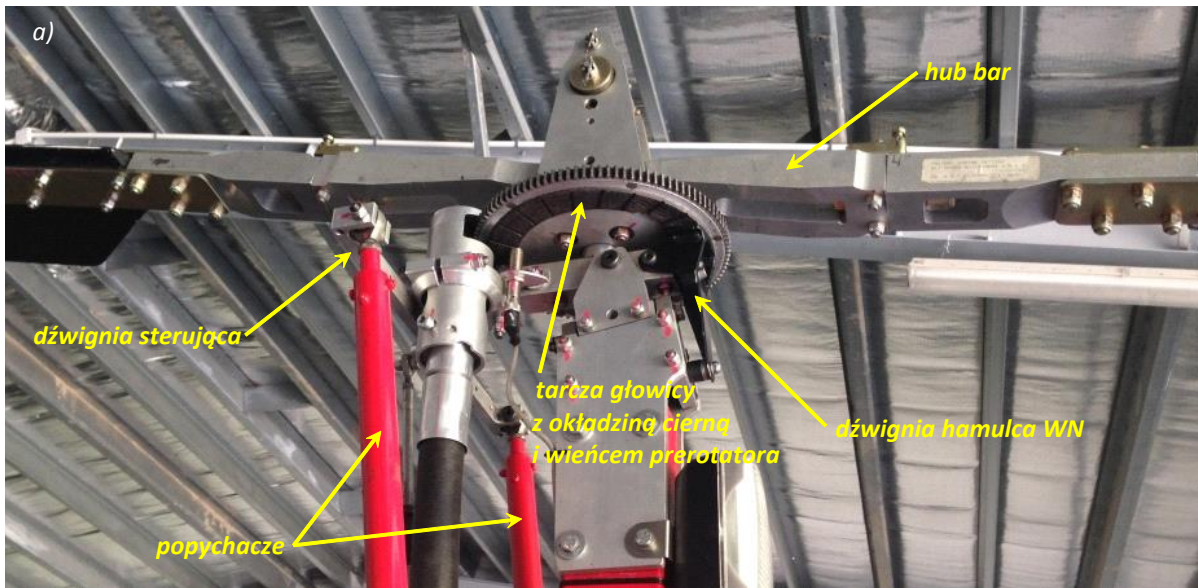
- wymieniono tarczę stanowiącą nośnik okładziny ciernej hamulca wirnika nośnego i ramię-dźwignię tego hamulca. Modyfikacji dokonano ze względu na niewielką skuteczność oryginalnego rozwiązania, która umożliwiała samoistne obracanie się wirnika nośnego podczas kołowania wiatrakowca oraz podczas jego postoju przy wiejącym słabym wietrze. Po dokonanej przebudowie układ hamulca wirnika nośnego, według projektanta-współbudowniczego spełniał swoje zadania, a jego charakterystyka była tak dobrana, „*że nie było możliwe powstrzymanie autorotacji wirnika w czasie lotu*”.
- ze względu na stwierdzenie zadzioru na gwincie, wymieniono oryginalną śrubę „poprzeczną” głowicy, na śrubę firmy Fabory.

Według projektanta-współbudowniczego nie były to żadne istotne zmiany. Zdaniem Komisji, wręcz przeciwnie, tym bardziej, że firma RAF nie dopuszcza dokonywania żadnych samodzielnych modyfikacji w konstrukcji głowicy.

Analiza techniczna kolejności niszczenia konstrukcji wiatrakowca

Zespół badawczy na podstawie oględzin oraz analizy destrukcji elementów głowicy, łopat wirnika nośnego oraz układu sterowania wirnikiem nośnym (WN) określił najbardziej prawdopodobny przebieg procesu niszczenia konstrukcji wiatrakowca:

1. Wytrącenie wiatrakowca podczas lotu ze stanu równowagi np: skutek niesprawności technicznej, oddziaływania wiatru, podmuchów, turbulencji i/lub działania pilota, co doprowadziło do znacznych obciążeń WN i gwałtownych zmian siły nośnej na skutek nagłych zmian kąta natarcia WN, wywołując wahania łopat;
2. Wahania łopat WN doprowadzały do kontaktu hub bara z podstawą zderzaków (rys.8 b, c), mogąc również doprowadzić do kontaktu tarczy głowicy z masywną dźwignią hamulca WN, co znacznie zaburzyło stan równowagi;
3. Zaburzenie wzmogło cykliczne wahania łopat WN, co zapoczątkowało deformację hub bara przy znacznej prędkości obrotowej WN (usztywniającej łopaty) i doprowadziło do ich kontaktu z usterzeniem pionowym wiatrakowca;

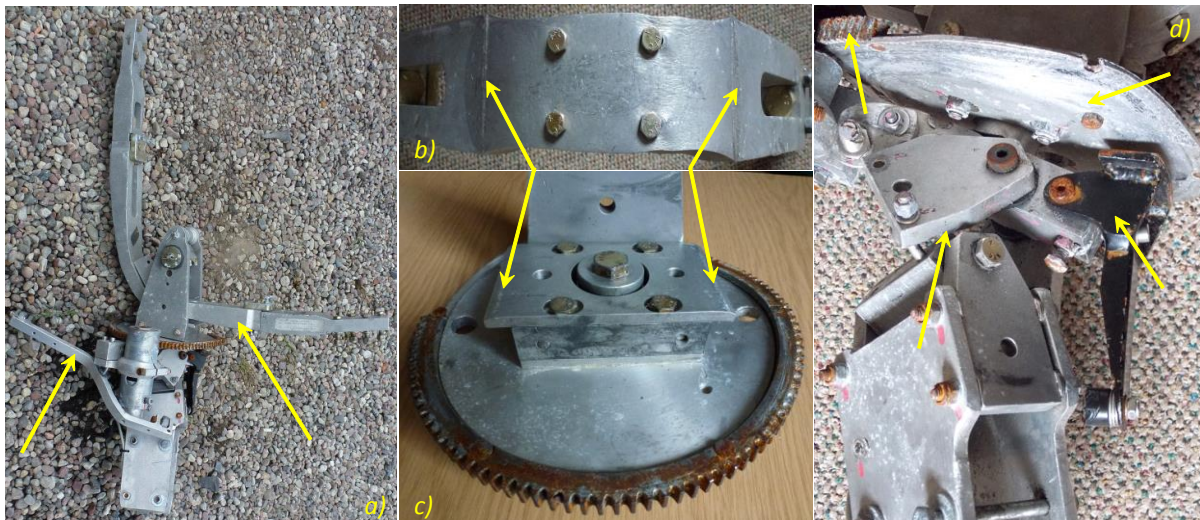


dźwignia hamulca WN

torque tube

Rys. 7. a) widok głowicy, WN i elementów sterowania Twistera przed wypadkiem
b) rysunek oryginalnej głowicy firmy RAF [dokumentacja techniczna firm RAF]
c) zmodyfikowana głowica firmy RAF, zabudowana na wiatrakowcu „Twister”
[zdjęcia: W. Jarzyna, M. Żmudziński]

4. Deformacja hub bara (wygięcie do góry w kształt litery V, rys. 8 a) spowodowała dalszą asymetrię sił działających na łopaty WN, jednocześnie przenosząc znaczne siły na drążek sterowy, powodując jego gwałtowne skrajne wychylenia (bicie, wodzenie);
5. Kontakt masywnej dźwigni hamulca WN z tarczą głowicy doprowadził do jej deformacji, jednocześnie zdzierając okładzinę cierną (rys.8 d) i powodując gięcie osi centralnej. W wyniku kontaktu zdeformowanej tarczy głowicy z obudową bendiksu nastąpiło zniszczenie części wieńca zębatego prerotatora;



Rys. 8. Widok zniszczonej głowicy, hub bara i tarczy głowicy Twistera po wypadku;
a) zdeformowany hub bar w kształcie V, zdeformowana dźwignia sterująca w kształcie S,
b), c) ślady kontaktu hub bara z podstawą zderzaków,
d) zdeformowana tarcza głowicy ze zdartą okładziną ścierną przez hamulec WN,
zniszczony wieniec zębaty tarczy i zawieszenie Cardana

6. Oddziaływanie niszczonej tarczy na masywną dźwignię hamulca WN doprowadziło do gwałtownego spadku prędkości obrotowej WN. Kontakt tych elementów spowodował przekazanie momentu obrotowego WN przez maszt na kadłub wiatrakowca, powodując obrót całości w lewo (zgodnie z kierunkiem obrotów WN) i wyrwanie lewych drzwi kabiny;
7. Powyższe oddziaływanie, z uwagi na moment bezwładności kadłuba doprowadziło do zgięcia masztu oraz odkształcenia i zniszczenia elementów układu sterowania WN: dźwigni sterującej, zawieszenia Cardana, popychaczy, końcówek popychaczy, miksera (rys.8 d oraz zdjęcia w Albumie ilustracji);
8. Wyhamowanie WN i duża prędkość opadania wiatrakowca doprowadziły do złożenia się jego łopat w tzw. „tulipan”;
9. W wyniku zderzenia z powierzchnią morza nastąpiło całkowite zniszczenie konstrukcji wiatrakowca (zdjęcia w Albumie ilustracji).

Badanie wybranych elementów układu sterowania głowicą WN

Badanie miało na celu określenie przyczyn uszkodzenia następujących elementów układu sterowania głowicą WN:

- **I** – końcówka górnego prawego popychacza (od strony dźwigni sterującej);
- **L** – przegub kulowy lewego górnego popychacza (od strony dźwigni sterującej);
- **X** – przegub kulowy lewego górnego popychacza (od strony miksera);
- **P** – przegub kulowy prawego górnego popychacza (od strony dźwigni sterującej).

Badanie zostało przeprowadzone na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej. Zakres badania obejmował:

- badania wizualne;
- badania mikrostruktury przy pomocy świetlnego mikroskopu metalograficznego;
- badania powierzchni pęknięcia przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego.



Rys. 9. Widok zniszczonych elementów poddanych badaniu



Rys. 10. Widok przelomów zniszczonych elementów poddanych badaniu

Badania wizualne zniszczonych elementów układu sterowania głowicą WN wiatrakowca Twister wykazały, że elementy te uległy zniszczeniu wskutek pęknięcia w miejscu połączenia gwintowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy ich wyników stwierdzono, że:

- elementy zostały wykonane z materiału otrzymanego najprawdopodobniej metodą kształtowania w procesie spiekania lub kucia. Materiał charakteryzuje się strukturą perlityczną z niewielką ilością ferrytu;
- przełomy mają charakter doraźny z obszarami wskazującymi na lokalne odkształcenie plastyczne poprzedzające dekohezję materiału;
- w próbkach na powierzchni pęknięcia stwierdzono obecność dużej ilości pustek, które zmniejszały wytrzymałość materiału w obszarze powstawania przełomu i mogły być przyczyną zniszczenia elementu.

Na podstawie oględzin i analizy uszkodzeń układu sterowania wiatrakowcem można stwierdzić, że przed zaistnieniem zdarzenia była zachowana jego ciągłość kinematyczna.

Charakter uszkodzeń łopat śmigła pchającego oraz obrażenia odniesione przez pilota wskazują, że silnik wiatrakowca pracował w momencie zaistnienia zdarzenia.

Zdjęcia uszkodzeń przedstawiono w Albumie ilustracji – załącznik nr 1.

Wnioski:

- Budowa wiatrakowca była objęta nadzorem ULC i proces ten nie został przerwany ani zakończony;
- ULC nie wydał budowniczym wiatrakowca pozwolenia na wykonywanie lotów ani prób w locie;
- Budowniczowie dokonali modyfikacji głowicy WN wiatrakowca, czego nie dopuszcza jej producent – firma RAF. Modyfikacja ta miała wpływ na przebieg zdarzenia;
- Przełomy badanych elementów układu sterowania głowicą WN miały charakter doraźny, natomiast struktura materiału z jakiego te elementy zostały wykonane zmniejszała ich wytrzymałość;
- Charakter i rozległość uszkodzeń oraz zniszczeń: popychaczy, głowicy, hub bara oraz łopat wirnika nośnego świadczą o ich gwałtownym zaistnieniu.

Wniosek końcowy z analizy technicznej:

Opierając się na powyższych badaniach i ekspertyzie można stwierdzić, że podczas gwałtownego wytrącenia wiatrakowca ze stanu równowagi w locie, modyfikacja głowicy wirnika nośnego (w szczególności masowna konstrukcja jego hamulca) miała istotny wpływ na przebieg zdarzenia.

2.2. Analiza stanu pogody.

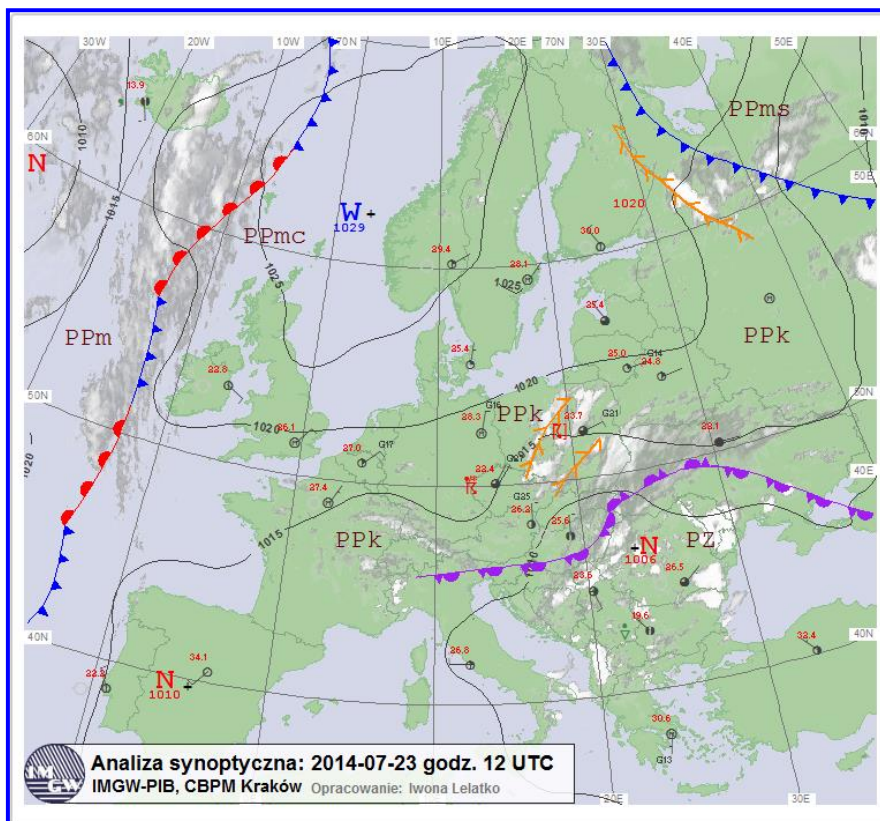
Stan pogody w chwili i miejscu zdarzenia ustalono na podstawie analizy:

- zdjęć satelitarnych z satelity NOAA z przelotu najbliższego terminowi zdarzenia;
- zdjęć satelitarnych z satelity geostacjonarnego;
- danych radiosondażowych ze stacji aerologicznej 12120 Łeba i 10184 Greifswald w Niemczech;
- danych obserwacyjnych ze stacji meteorologicznej IMGW 12115 Ustka w kodzie SYNOP;
- danych obserwacyjnych z Lotniskowej Stacji Meteorologicznej (LSM) 12124 Darłówek Marynarki Wojennej w kodzie SYNOP;
- danych z automatycznego czujnika WXT520 zainstalowanego na Posterunku Obserwacyjnym Marynarki Wojennej Jarosławiec.

Wszystkie dane podane są w czasie UTC (od czasu CEST - 2 godziny).

Materiały uzyskano z zasobów archiwalnych IMGW oraz z ogólnie dostępnych danych archiwalnych z zagranicznych serwerów internetowych: CHMI (Czechy), Uniwersytet Wyoming (USA), wetterzentrale.de (Niemcy) oraz OGIMET (Hiszpania), a także dzięki życzliwości Marynarki Wojennej RP.

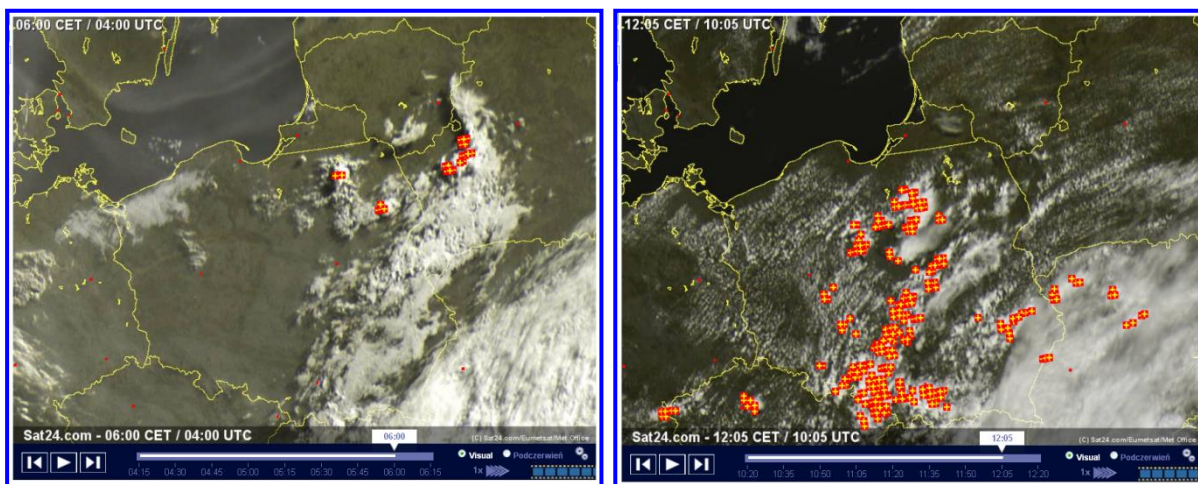
Sytuacja synoptyczna w Europie i przebieg zjawisk pogodowych w dniu zdarzenia



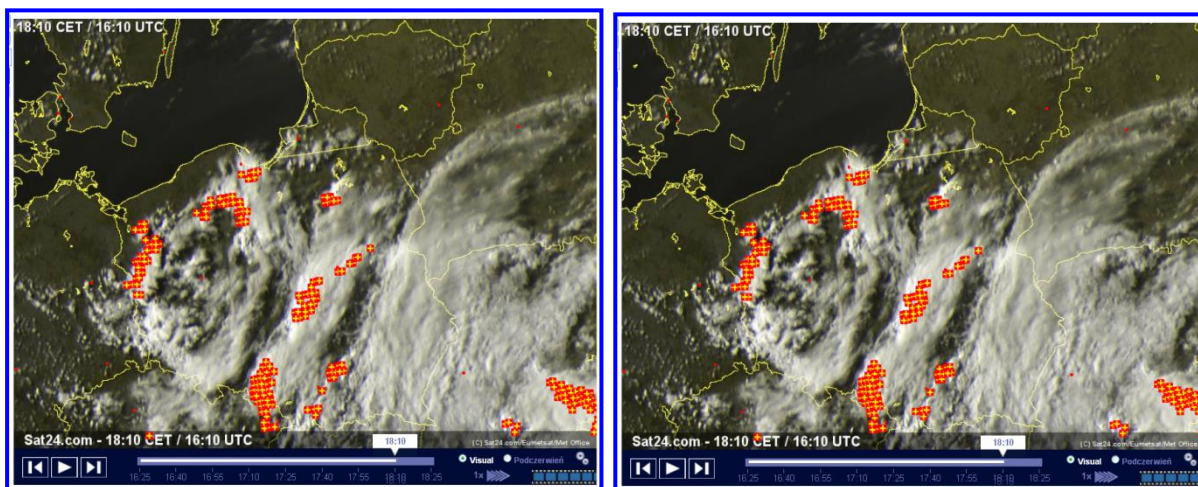
Mapa przedstawiająca analizę synoptyczną IMGW z godz.12.00 UTC w dniu 23.07.2014r.

W dniu 23 lipca 2014 roku Europa północna, Wyspy Brytyjskie, Francja północno-zachodnia, kraje Beneluksu oraz Niemcy północne i środkowe, a także Polska zachodnia i północna pozostawały pod wpływem wyżu z ośrodkiem 1029 hPa nad południowymi akwenami Morza Norweskiego, w ciepłym i suchym powietrzu polarnym. Pozostała część kontynentu znajdowała się w obszarze niskiego ciśnienia, tworzono go przez płytkie niż nad Hiszpanii i Rumunii. Front okluzji znajdujący się na północnych obrzeżach niżu nad Rumunii, na odcinku od Kubania aż po pogranicze ukraińsko-węgierskie miał tendencję do powolnego przemieszczania się na północny zachód. Natomiast zachodni odcinek frontu sięgający aż po Alpy przesuwiał się na południe.

Przez większość dnia zachmurzenie było umiarkowane i duże, głównie przez chmury cumulus i cumulonimbus, z licznymi roz pogodzeniami przed południem w zachodniej połowie kraju, co potwierdzają zamieszczone poniżej obrazy satelitarne.



Satelitarne obrazy zachmurzenia z godz. 06.00 i 12.05 UTC w dniu 23.07.2014r.



Satelitarne obrazy zachmurzenia z godz. 18.10 UTC w dniu 23.07.2014r.

Z upływem dnia coraz większy obszar Polski obejmowały chmury z przelotnym deszczem i burzami. Lokalnie padał deszcz ulewny, a na Dolnym Śląsku także nawalny. Temperatura

maksymalna wyniosła od 18°C w Lesku i Zakopanem do 29°C w Gorzowie, Słubicach, Poznaniu, Lesznie, Legnicy i Wrocławiu. Wiatr był słaby i umiarkowany, okresami dość silny, w porywach do 18 m/s (65 km/h) we Wrocławiu i 19 m/s (68 km/godz.) na Kasprowym Wierchu, z kierunków wschodnich i północno-wschodnich.

Stan pogody w chwili i miejscu zdarzenia



Rozmieszczenie stacji meteorologicznych i Posterunku Obserwacyjnego położonych w pobliżu miejsca zdarzenia.

Najbliższemu miejscu zdarzenia znajdowały się stacje meteorologiczne:

- 12115 Ustka oddalona o około 20 km mniej więcej na ENE;
- 12124 Darłówek oddalony o około 21 km mniej więcej na SW

oraz automatyczny czujnik WXT520 zainstalowany na Posterunku Obserwacyjnym Marynarki Wojennej Jarosławiec oddalony o około 2 km na SW.

Z tego powodu, dla określenia stanu pogody w miejscu i w czasie zdarzenia posłużono się danymi z obserwacji dokonanymi na stacjach meteorologicznych w kodzie SYNOP, których wyniki przedstawiają zamieszczone niżej tabele, a pod nimi rozkodowany klucz SYNOP.

12115, Ustka (Poland)
ICAO index: ----. Latitude 54-35N. Longitude 016-52E. Altitude 6 m.

SYNOPSIS from 12115, Ustka (Poland)	
SI	23/07/2014 15:00-> AAXX 23151 12115 42562 10509 10175 20162 30187 40201 57004 81200=
SN	23/07/2014 14:00-> AAXX 23141 12115 42565 10511 10181 20163 30188 40202 56007 81260=
SN	23/07/2014 13:00-> AAXX 23131 12115 42565 10511 10185 20167 30188 40202 56011 81200 555 57024=
SM	23/07/2014 12:00-> AAXX 23121 12115 12565 10410 10187 20168 30191 40205 58009 60001 81200 333 93000=

15.00 – N 1/8 Cu h 600-1000 m, vv 12 km, wiatr 050/9 m/s, T 17,5°C, T_d 16,2°C, QNH 1020,1 hPa, spadek 0,4 hPa/3 godz.

14.00 – N 1/8 Cu h 600-1000 m i Ac, vv 15 km, wiatr 050/11 m/s, T 18,1°C, T_d 16,3°C, QNH 1020,2 hPa, spadek 0,7 hPa/3 godz.

13.00 – N 1/8 Cu h 600-1000 m, vv 15 km, wiatr 050/11 m/s, T 18,5°C, T_d 16,7°C, QNH 1020,2 hPa, spadek 1,1 hPa/3 godz.

12.00 – N 1/8 Cu h 600-1000 m, vv 15 km, wiatr 040/10 m/s, T 18,7°C, T_d 16,8°C, QNH 1020,5 hPa, spadek 0,9 hPa/3 godz.

12124, Darlowek (Poland)
ICAO index: ----. Latitude 54-24N. Longitude 016-24E. Altitude 2 m.

SYNOPSIS from 12124, Darlowek (Poland)

SI	23/07/2014 15:00->	AAXX 23151	12124 42660 30708 10240 20128 40195 56006 81260	333 81845 91013 555 6//49=
SN	23/07/2014 14:00->	AAXX 23141	12124 42660 10707 10248 20129 40195 56010 81200	333 81834 555 6//48=
SN	23/07/2014 13:00->	AAXX 23131	12124 42660 20405 10237 20161 40197 57013 82200	333 82834 555 6//63=
SM	23/07/2014 12:00->	AAXX 23121	12124 42660 20505 10234 20165 40201 58011 82200	333 82834 555 6//65=

15.00 – N 1/8 Cu h 1350 m i 3/8 Ac, vv 10 km, wiatr 070/8/13 m/s, T 24,0°C, T_d 12,8°C, QNH 1019,5 hPa, wzrost 0,6 hPa/3 godz., wilg. 49%.

14.00 – N 1/8 Cu h 1020 m, vv 10 km, wiatr 070/7 m/s, T 24,8°C, T_d 12,9°C, QNH 1019,5 hPa, wzrost 1,0 hPa/3 godz., wilg. 48%.

13.00 – N 2/8 Cu h 1020 m, vv 10 km, wiatr 040/5 m/s, T 23,7°C, T_d 16,1°C, QNH 1019,7 hPa, spadek 1,3 hPa/3 godz., wilg. 63%.

12.00 – N 21/8 Cu h 1020 m, vv 10 km, wiatr 050/5 m/s, T 23,4°C, T_d 16,5°C, QNH 1020,1 hPa, spadek 1,1 hPa/3 godz., wilg. 65%.

Ponadto posłużono się wynikami obserwacji z automatycznego czujnika WXT520 znajdującego się na Posterunku Obserwacyjnym Marynarki Wojennej Jarosławiec, oddalonym o około 2 km na południowy zachód od miejsca zdarzenia. Czujnik ten zainstalowany jest w miejscu o współrzędnych geograficznych 54.32.30N i 016.32.00E, na wysokości około 34 m n.p.m. i prowadzi pomiary kierunku i prędkości wiatru, temperatury powietrza oraz ciśnienia atmosferycznego, a wyniki tych pomiarów zawiera zamieszczona niżej tabela.

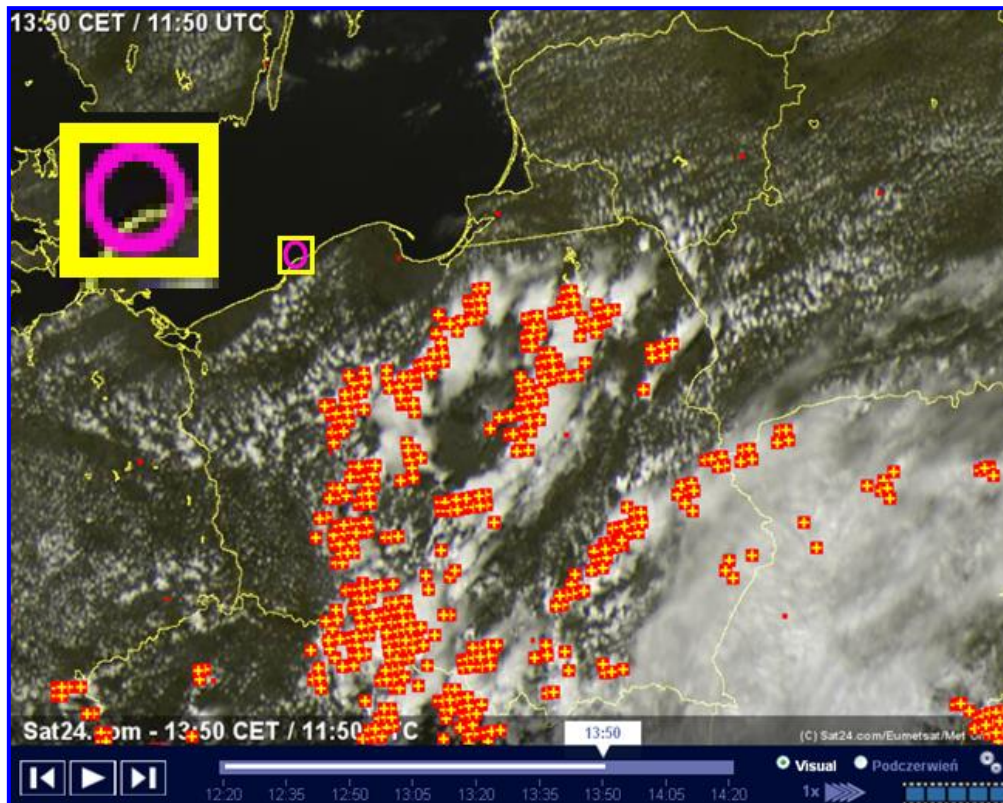
Kierunek i średnia prędkość wiatru wyliczane są jako średnie z pomiarów w interwale dziesięciominutowym.

W godzinach 13.10 – 14.00 z nieznanых powodów czujnik nie pracował i z tego okresu nie ma danych.

Godzina [UTC]	Wiatr								Temperatura [°C]	Ciśnienie [hPa]
	Kierunek [°]				Prędkość [m/s]					
	Maks.	Min.	Średni	Δ	Maks.	Min.	Średnia	Δ		
12.00	040	014	047	26	5,8	1,3	3,8	4,5	18.1	1016.2
12.10	048	014	048	34	6,5	1,5	4,1	5,0	18.1	1016.2
12.20	055	033	046	22	7,5	1,6	4,6	5,9	18.1	1016.1
12.30	057	006	042	51	6,6	1,6	4,4	5,0	18.1	1016.1
12.40	060	261	060	201	5,9	1,2	3,5	4,7	18.1	1016.0
12.50	058	001	045	57	5,8	0,9	2,9	4,9	18.2	1015.9
13.00	058	016	064	42	6,5	0,8	3,5	5,7	18.3	1015.8
13.10	-	-	-		-	-	-		-	-
13.20	-	-	-		-	-	-		-	-
13.30	-	-	-		-	-	-		-	-
13.40	-	-	-		-	-	-		-	-
13.50	-	-	-		-	-	-		-	-
14.00	-	-	-		-	-	-		-	-
14.10	055	034	048	21	6,8	1,4	4,6	5,4	18.1	1015.8
14.20	046	066	047	20	7,1	1,0	4,2	6,1	18.1	1015.7
14.30	066	072	057	6	5,8	1,3	3,5	4,5	18.2	1015.8
14.40	054	015	058	39	7,9	0,9	4,3	7,0	18.1	1015.7
14.50	050	029	049	21	9,5	1,4	4,9	8,1	18.3	1015.7
15.00	059	045	047	14	7,9	1,6	4,6	6,3	18.1	1015.7

Tabela zawierająca wyniki pomiarów kierunku i prędkości wiatru, temperatury powietrza oraz ciśnienia atmosferycznego, a także wyliczone maksymalne wychylenia kierunku i prędkości wiatru w dniu 23.07.2014r.

W celu określenia wielkości zachmurzenia w rejonie zdarzenia posłużono się zdjęciem satelitarnym. Z uwagi na to, że obserwator meteorologiczny dokonując określenia wielkości zachmurzenia i patrząc na chmury od spodu i/lub z boku, obserwuje je na całym nieboskłonie aż po horyzont we wszystkich kierunkach, a nie tylko nad miejscem obserwacji. Zatem pole obserwacji przypomina płaski stożek, którego wierzchołek znajduje się w oczach obserwatora. Natomiast satelita widzi chmury z góry, przez co dysponując zdjęciem satelitarnym, można precyzyjnie określić czy chmury występowały nad wskazanym miejscem, czy też nie. Z obrazu satelitarnego jednoznacznie wynika, że nad miejscem zdarzenia niebo było bezchmurne.



Satelitarny obraz zachmurzenia z godz. 13.50 UTC w dniu 23.07.2014r.

W świetle zaprezentowanych danych, po wnikliwej analizie, można przyjąć, że w czasie i miejscu zdarzenia było bezchmurnie. Widzialność była bardzo dobra, nieznacznie powyżej 10 kilometrów. Wiatr z kierunku NE (045-050 stopni), o średniej prędkości 4-5 m/s. Temperatura powietrza około 18-19°C. Ciśnienie atmosferyczne QNH około 1020 hPa z niewielką tendencją spadkową.

Okoliczności i miejsce zdarzenia

Do zdarzenia doszło około pięć minut po starcie wiatrakowca z łąki położonej blisko rodzinnej posesji pilota w Jezierzanach. Zazwyczaj taki lot trwał około dziesięciu minut i przebiegał po stałej trasie: w kierunku Jeziora Wicko, następnie wzdłuż nadmorskiej linii brzegowej do Jarosławca, po czym wiatrakowiec wracał na miejsce startu (rys. 2). Ostatni odcinek trasy lotu – przed wypadkiem, na dystansie około 1 km przebiegał nad morzem w odległości około 50 metrów od linii brzegowej. Po południowej stronie tego odcinka znajduje się kilkumetrowej wysokości strome wybrzeże klifowe, porośnięte lasem sosnowym o wysokości drzew dochodzących do 20 metrów. Łączna wysokość tego wyniesienia nad poziom morza wynosi około 25 metrów i stanowi poważną naturalną przeszkodę dla wiatru wiejącego od strony morza.

Powietrze napotykające tak wysoką naturalną przeszkodę terenową, opływa ją górą, a wtedy zwiększają się gradienty, pojawiają się ruchy wstępujące oraz zawirowania, co powoduje zwiększanie się turbulencji. Taka przeszkoda wymusza deformację prądów

powietrznych przed nią oraz ponad nią do poziomu przekraczającego niekiedy potrójną wartość jej wysokości. Analiza parametrów wiatru zarejestrowanych przez czujnik na Posterunku Obserwacyjnym, jednoznacznie wskazuje na obecność turbulencji, ponieważ występowały duże wahania zarówno jego kierunku jak i prędkości. Uśrednianie wartości polega na wykonywaniu dwunastu pomiarów w ciągu trzech sekund i z tych pomiarów wyliczana jest średnia, a ze średnich trzysekundowych wyliczana jest średnia dziesięciominutowa. Natomiast wartości maksymalne i minimalne kierunku wiatru odnoszą się do maksymalnego wychylenia w lewo i w prawo od wartości średniej, a wartości maksymalne i minimalne jego prędkości, są wartościami najwyższymi i najniższymi w interwałach dziesięciominutowych.



*Zdjęcie przedstawiające wybrzeże rozciągające się na wschód od przystani rybackiej w Jarosławcu.
Źródło: <http://www.polskaniezwykla.pl/web/place/15030,jaroslawiec-niezwykly-klif.html>*

Co prawda brakuje wyników pomiaru z tego okresu kiedy doszło do zdarzenia, ale struktura wiatru porywistego i turbulentnego występowała podczas zdarzenia tak samo, jak w okresie poprzedzającym zdarzenie oraz po nim. Dlatego do analizy i oszacowania zmian kierunku i prędkości wiatru w interwałach dziesięciominutowych, wykorzystano dane sprzed i po zdarzeniu. Największa rozpiętość pomiędzy maksymalnym i minimalnym wychyleniem, to jest zmiana kierunku wiatru, sięgała blisko 60 stopni, a parę razy wiatr zmieniał kierunek od 30 do 40 stopni. Natomiast największa zmiana prędkości w interwale dziesięciominutowym wystąpiła w godzinę po zdarzeniu i wyniosła nieco ponad 8 m/s. Przed zdarzeniem prędkość zmieniała się w przedziale od 4,5 do blisko 6 m/s, a po zdarzeniu od 4,5 do niewiele ponad 8 m/s. Taki był wiatr na wysokości około 34 metrów nad poziomem morza. Natomiast

w miarę wzrostu wysokości jego prędkość wzrastała, co zostało zarejestrowane przez radiosondę wypuszczoną o godzinie 12.00 UTC, ze stacji aerologicznej IMGW w Łebie, oddalonej od miejsca zdarzenia o około 68 kilometrów na ENE, co prezentuje poniższa tabela.

12120 <u>Leba</u> Observations at 12Z 23 Jul 2014										
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
<u>hPa</u>	<u>m</u>	<u>C</u>	<u>C</u>	<u>%</u>	<u>g/kg</u>	<u>deg</u>	<u>knot</u>	<u>K</u>	<u>K</u>	<u>K</u>
1020.0	6	22.0	17.5	76	12.49	45	16	293.5	329.3	295.7
1005.0	133	19.2	15.5	79	11.13	64	24	291.9	323.7	293.9
1000.0	176	20.2	11.2	56	8.42	70	27	293.4	317.7	294.8
996.0	211	20.8	9.8	49	7.69	72	28	294.3	316.7	295.6
992.0	245	20.5	9.5	49	7.58	75	29	294.4	316.5	295.7

Na wysokości 16 metrów (6 m wyniesienie nad poziom morza plus 10 m maszt, na którym zamontowany jest wiatromierz) – 8 m/s, na 133 m n.p.m. – 12 m/s, na 176 m n.p.m. – 13,5 m/s, na 211 m n.p.m. – 14 m/s i na 245 m n.p.m. – 14,5 m/s.

Jest też informacja o wietrze wkrótce po zaistnieniu zdarzenia, pochodząca od załogi śmigłowca SAR uczestniczącego w akcji ratowniczej. Według załogi wiatr wiał z kierunku 010 – 030 stopni z prędkością 6-8 m/s i był porywisty. O ile manewry wykonywane pod wiatr były bezpieczne i łatwe, o tyle w czasie lotu z wiatrem należało być bardzo ostrożnym i przed wprowadzeniem śmigłowca w strefę wiatru, piloci zwiększali wysokość lotu dla zachowania bezpieczeństwa. W przeciwnym razie śmigłowiec miał tendencję do przepadania. Do tego dochodziło zagrożenie turbulentnym powietrzem spowodowanym obecnością klifu, a latanie w tych warunkach nie należy do łatwych i bezpiecznych. Pilot w każdej chwili może się spodziewać silnego podmuchu wiatru z każdego kierunku, zarówno w poziomie i w pionie.

Doświadczeni piloci Ratownictwa Marynarki Wojennej RP, którzy brali udział w akcji ratowniczej na śmigłowcu W-3RM „Anakonda” stwierdzili, że warunki „wietrzne” były ciężkie z powodu dużej (silnej) turbulencji, zawirowanego powietrza oraz porywów wiatru. Niewykluczone, że dla lekkiej konstrukcji, jaką jest wiatrakowiec takie warunki „wietrzne” mogły być zbyt trudne i pilot nie mógł sobie z nimi poradzić, a mogły się stać przyczyną lub jedną z okoliczności wypadku.

Gwałtowna zmiana kierunku wiatru przy jego turbulentnym charakterze jest zagrożeniem dla tak lekkiej konstrukcji, jaką jest wiatrakowiec, zwłaszcza przy wietrze wiejącym z prawej strony z tyłu, pod kątem około 135 stopni. Być może do zdarzenia doszło podczas gwałtownej zmiany kierunku wiatru o 30, 40 stopni przy równoczesnym wzroście jego prędkości o kilka metrów na sekundę. Ale też nie można wykluczyć wejścia wiatrakowca w stały lub wędrujący wir powietrza.

KONKLUZJA :

- Wiatr jest najszybciej zmieniającym się elementem pogody. Na jego zmiany wpływa nie tylko przebudowa pola barycznego, ale także w znacznym stopniu topografia terenu, a w mniejszej skali także duże budowle, zwarte zabudowy, aglomeracje miejskie, pasy leśne, skupiska drzew, doliny i kotliny, wysokie brzegi dolin rzecznych i strome klify nadbrzeżne oraz wszelkie inne formy urozmaicające rzeźbę i pokrycie podłoża. Każda z wymienionych przeszkód odchyła kierunek wiatru, ponieważ powietrze musi omijać przeszkodę bokami lub górą. Wyższe i wąskie, odosobnione przeszkody częściej są omijane przez wiatr bokami, niższe i szersze natomiast powodują przepływ powietrza górą.
- Na kierunku przepływu powietrza znajdowała się istotna przeszkoda opisana wyżej. Zatem przepływające powietrze opływało górą stromy klif i rosnące na nim drzewa, tworzące zwarty kompleks leśny. Cechą charakterystyczną jest słabnięcie wiatru za przeszkodą, a gdy przeszkoda jest zwarta obszar słabego wiatru, a nawet ciszy, pojawia się również i przed przeszkodą. Za przeszkodą obserwuje się tzw. „cień wiatrowy”, którego wielkość zależy od wysokości przeszkody i prędkości wiatru. Wiadomo jednak, że ciśnienie musi się wyrównać, stąd obszary słabego wiatru powstają kosztem miejsc, gdzie przepływ nasila się. W obrębie takiej przeszkody dochodzi do zagęszczenia się linii prądów ponad nią. W miejscach tych wiatr staje się silniejszy, a jego przepływ porywisty, często dochodzi tam do zawirowań powietrza, tworzą się wiry stałe oraz liczne wiry wędrujące, które utrudniają manewry, zwłaszcza lekkich konstrukcji lotniczych.
- Miejsce startu lekkiego wiatrakowca znajdowało się w tzw. „cieniu wiatrowym”, a sam start odbywał się pod wiatr. Po zmianie kierunku lotu początkowo wiatr wiał z prawej strony z przodu pod kątem około 45 stopni, a następnie z prawej strony z boku pod kątem około 90 stopni. Po wyjściu nad morze i kolejnej zmianie kierunku lotu wzdłuż wybrzeża, wiatr wiał z prawej strony z tyłu pod kątem około 135 stopni. Ostatni odcinek trasy lotu liczący około 1,2 km, znajdował się w obszarze, gdzie występowały najtrudniejsze warunki „wiatrowe”, z którymi pilot mógł sobie nie poradzić.
- Nie sposób pominąć także aspektu psychologicznego. Pilot wiatrakowca warunki pogodowe określał we własnym zakresie i w rejonie swego zamieszkania, skąd odbył się start. Rejon ten, jak to już wyżej zaznaczono, znajdował się w tzw. „cieniu wiatrowym”, co oznacza, że wiatr był „spokojny”, niebo bezchmurne, przejrzyste powietrze i było umiarkowanie ciepło, jednym słowem warunki do

latania wydawały się bardzo dobre. „Dobra”, letnia pogoda, mogła uspokoić, a może nawet uspić czujność pilota przygotowującego się do lotu. Ponadto start, a następnie przelot nad jeziorem i lasem, trwający stosunkowo krótko odbywał się bez zakłóceń, co mogło utwierdzać pilota w przekonaniu, że warunki pogodowe są sprzyjające. Dopiero wyjście nad morze i wejście w obszar wiatru porywistego i turbulentnego, mogły okazać się zbyt trudne zarówno dla pilota, jak i dla lekkiej konstrukcji, jaką jest wiatrakowiec.

- Nie można wykluczyć, że do zdarzenia mogło dojść podczas gwałtownej zmiany kierunku wiatru przy równoczesnym wzroście jego prędkości o kilka metrów na sekundę. Ale też nie można wykluczyć opadania powietrza w wirze stałym lub wędrującym, w który wleciał wiatrakowiec.
- Zdarzenie to z powodzeniem można wykorzystywać w procesie szkolenia pilotów lekkich konstrukcji lotniczych.

2.3. Analiza pilotażowa.

Analiza czynności przed lotem

W dniu wypadku w godzinach popołudniowych, pilot po wykonaniu przeglądu przedlotowego (wiatrakowiec nie posiadał Instrukcji Użytkownika w Locie – tym samym kontrolnej listy czynności przedstartowych) przekołował wiatrakowcem z terenu rodzinnej posesji w Jezierzanach, gdzie był on przechowywany. Kołowanie odbywało się po drogach publicznych na pobliską łąkę, z której wykonywał loty „zapoznawcze wiatrakowcem” o których informował duży baner (w miejscu skąd były wykonywane loty) oraz rozmieszczone w różnych miejscach ogłoszenia z podanym numerem telefonu i wpisy na stronach internetowych. Ta niefrasobliwość i postępowanie pilota niezgodne z obowiązującymi przepisami stwarzała duże zagrożenie dla ludzi oraz innych pojazdów, a także negatywnie wpływała na prawidłową eksploatację wiatrakowca, co mogło doprowadzić do uszkodzeń czy nadwyřeżeń jego konstrukcji. Łopaty wirnika nośnego wiatrakowca w fazie długotrwałych i często wykonywanych kołowań były pozbawione usztywnienia, wynikającego z działania siły odśrodkowej powstającej na wirniku nośnym podczas ich obracania się (czyli pracy w warunkach do jakich zostały przeznaczone). Faza kołowania powinna być jak najkrótsza, aby zapobiegać nadmiernym ich obciążeniom mogącym mieć negatywne skutki na wytrzymałość i wpływać w konsekwencji na skrócenie czasu resursowego.

Ustalono, że pilot przed lotem zapoznał się z aktualną prognozą pogody. Podjęcie decyzji o wykonaniu lotu, świadczyć może o tym, że pilot uznał warunki atmosferyczne za odpowiednie do jego wykonania. Można jednak domniemywać, że w dniu w którym zaistniał

wypadek pilot nie w pełni przygotował się do zaplanowanych lotów. Zbyt pobieżnie przeanalizował warunki atmosferyczne, które tego dnia – jak można wywnioskować z analizy meteorologicznej były dość trudne. Poza tym pilot nie przeanalizował obowiązujących w tym dniu ograniczeń w ruchu lotniczym, o czym może świadczyć fakt, że lot był wykonywany wewnątrz aktywnej strefy EPD53 (GND-2000 ft alt) bez łączności radiowej i bez wiedzy służb ruchu lotniczego.

Ustalono, że podobne loty z tego lądowiska pilot wykonywał niejednokrotnie, co świadczy o tym, że znał ich specyfikę i powinien dobrze orientować się w anomaliach pogodowych występujących w rejonie Jarosławca, a także znać rozmieszczenie stref niebezpiecznych i użytkowanych przez inne rodzaje lotnictwa oraz zasady wykonywania lotów w tych strefach.

Zgodnie z przepisami wykonywania lotów, na dowódcy statku powietrznego ciąży obowiązek zaplanowania i wykonania lotu zgodnie z zasadami obowiązującymi w ruchu lotniczym. Jest on odpowiedzialny za prawidłowe zaplanowanie trasy, zapoznanie się z aktualnymi warunkami atmosferycznymi oraz znajomość przepisów zapewniających bezpieczeństwo wszystkim użytkownikom przestrzeni powietrznej. Dowódca statku powietrznego przed rozpoczęciem lotu powinien zapoznać się ze wszystkimi dostępnymi informacjami dotyczącymi zamierzonego lotu. W tym przypadku pilot – dowódca statku powietrznego tego nie dopełnił, co może świadczyć o jego nonszalanckim podejściu do wykonywania czynności lotniczych.

Dobra praktyka lotnicza wskazuje, że latanie w rejonach nadmorskich, charakteryzujących się specyficznym ukształtowaniem terenu (klify) i zróżnicowanym podłożem (woda – ląd – lasy), ze względu na występowanie dużych turbulencji i uskoków wiatru, wymaga od pilota dużych umiejętności i doświadczenia, podobnie jak w lotach w terenie górzystym. Pilot takich umiejętności i doświadczenia nie posiadał.

Wybranie trasy lotu przez pilota miało na celu zachęcić potencjalnych zainteresowanych, licznie gromadzących się na nadmorskiej plaży kurortu wypoczynkowego, w środku sezonu letniego, do skorzystania z całkiem nie bezinteresownej usługi jaką oferował pilot („lotów zapoznawczych wiatrakowcem”). Można to było wywnioskować z relacji osób tam przebywających, zainteresowanych odbyciem lotu oraz licznych wpisów na forach internetowych.

Nadmienić należy, że pilot decydował się na wykonywanie lotów (zwłaszcza nad tak specyficznym terenem) bez pełnej znajomości Instrukcji Użytkowania w Locie oraz Instrukcji Obsługi Technicznej, gdyż wiatrakowiec ich nie posiadał. Brak tych instrukcji, niedokończenie procesu certyfikacji wiatrakowca, tym samym niezrealizowanie programu

prób naziemnych i prób w locie skutkowało brakiem możliwości pełnego zapoznania się pilota z ograniczeniami pilotażowymi i eksploatacyjnymi „Twistera”.

Dla przykładu można przedstawić bardzo istotne dla pilota dane, jakie zawiera Instrukcja Użytkowania w Locie wiatrakowca XENON RST np.:

dopuszczalne prędkości wiatru podczas startu i lądowania:

- wiatr czołowy 60 km/h,
- wiatr boczny 30 km/h,
- wiatr tylny 10 km/h,

że zabrania się wykonywania:

- akrobacji,
- zakrętów, w których kąt przechylenia przekracza 60°,
- lotów w warunkach oblodzenia,
- lotów w przypadku, gdy występuje wiatr o prędkości przekr. 60 km/h,
- lotów w warunkach turbulencji,
- lotów nad terenami o gęstej zabudowie.

Wiadomym jest natomiast, że na prośbę właściciela, wiatrakowiec pilotowali również piloci mający bardzo duże doświadczenie lotnicze, którzy na ogół pozytywnie opiniowali tę konstrukcję, zgłaszając postulaty dokonania różnych zmian, mających na celu poprawę własności lotnych i eksploatacyjnych tego egzemplarza. Również pilot, który uległ wypadkowi korzystał w ciągu ostatnich dwóch lat z ich doświadczenia, wykonując z nimi kilkanaście lotów kontrolnych w celu utrwalenia nawyków pilotażowych.

Analiza przebiegu lotu

Ostatni odcinek trasy lotu – przed miejscem zderzenia, przebiegał nad morzem w odległości około 50 metrów od linii brzegowej w pobliżu dość wysokiego stromego klifu, porośniętego wysokimi drzewami, stanowiącymi poważną naturalną przeszkodę dla wiatru wiejącego od strony morza. W takich warunkach terenowych mogą pojawiać się ruchy wstępujące powietrza, zawirowania oraz turbulencje, wymuszające deformację prądów powietrznych, jak opisano w analizie meteorologicznej.

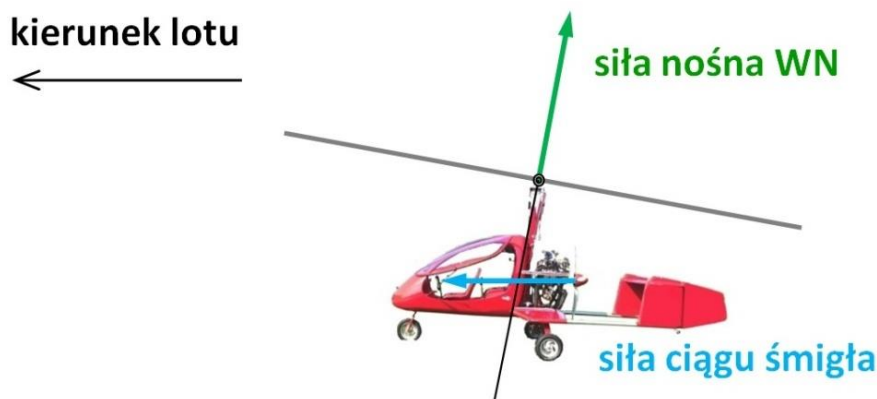
Z relacji świadków obserwujących lot wiatrakowca wynika, iż usłyszeli oni trzask, zmianę tonu pracy silnika oraz zaobserwowali gwałtowne zmniejszenie prędkości jego lotu i prawie zatrzymanie obracającego się wirnika nośnego. Następnie świadkowie widzieli jak od wiatrakowca odpadają jakieś jego elementy (ustalono, że były to fragmenty usterzenia i lewe drzwi kabiny) i jak wiatrakowiec zderzył się z powierzchnią morza ze znaczną prędkością pionowego opadania, obracając się w lewo i koziółkując.

Wytracony z równowagi, wskutek asymetrii sił działających na łopaty, obracający się wirnik nośny generował duże, nie do opanowania przez pilota obciążenia, które poprzez układ popychaczy były przenoszone na drążek sterowy powodując jego gwałtowne skrajne wychylenia (bicie, wodzenie). Brak rękojeści na przednim drążku sterowym i strzępy ubrania na nim oraz stwierdzone urazy ciała pilota w okolicy krocza i na udach, mogą świadczyć o gwałtowności zaistnienia i przebiegu zjawiska, zaskoczeniu nim pilota oraz o jego desperackiej próbie opanowania wiatrakowca.

Z informacji uzyskanych w rejonie miejsca zdarzenia oraz relacji świadków wynika, że pilot tego dnia – tak jak i w poprzednich swoich lotach stanowił atrakcję w tym rejonie. W tym feralnym locie jak zrelacjonował jeden ze świadków, wiatrakowiec leciał „z nienaturalnie dużą prędkością” i gwałtownie zmienił się jego kierunek „tak jakby chciał zawrócić na ręcznym hamulcu”. W innych, poprzednich lotach chcąc „podnieść adrenalinę” pasażerom wykonywał pionowy lot autorotacyjny ze zdławionym lub nawet, wg relacji świadków z **wyłączonym!** silnikiem.

Wobec powyższego można domniemywać, że pilot nie zawsze kierował się zdrowym rozsądkiem. Wykonywał czynności lotnicze niezgodnie z obowiązującymi przepisami, tym bardziej, że nie znał wszystkich charakterystyk i właściwości eksploatacyjnych, a także możliwości pilotażowych wiatrakowca.

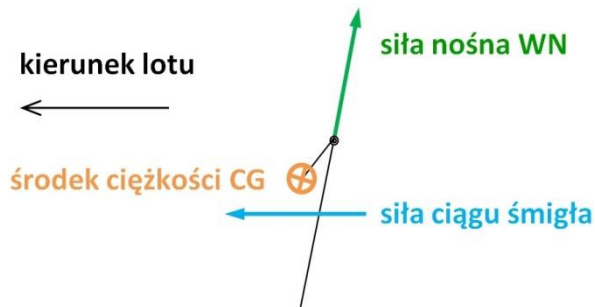
Według założeń projektanta – współbudowniczego, wiatrakowiec miał być konstrukcją „wysokoprofilową” (rys. 12a), która jest stateczna w sensie kąta natarcia kadłuba w przeciwieństwie do konstrukcji „niskoprofilowej”, która jest niestateczna (rys. 12b). Jednak ze względu na brak danych obliczeniowych nie można jednoznacznie stwierdzić, czy Twister był konstrukcją „wysokoprofilową”.



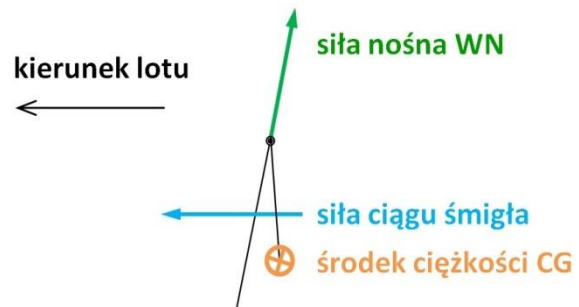
Rys. 11. Wiatrakowiec Twister z naniesionymi wektorami siły nośnej WN i siły ciągu śmigła

Zasadnicze różnice w budowie wiatrakowców warunkowane są poziomym umiejscowieniem jego środka ciężkości CG względem linii działania ciągu wirnika nośnego

(rys. 12a, 12b), co w decydujący sposób wpływa na stateczność podłużną. Dla oceny podłużnej stateczności statycznej SP niezbędna jest analiza zmiany momentów pochylających, wywołana zakłóceniem równowagi przez zmianę kąta natarcia wywołaną czynnikiem zewnętrznym (np. podmuch wiatru) lub wewnętrznym (np. wychylenie drążka sterowego).



Rys. 12a. Wiatrakowiec „wysokoprofilowy”



Rys. 12b. Wiatrakowiec „niskoprofilowy”

W wiatrakowcach, których środek ciężkości CG jest umiejscowiony przed linią działania ciągu WN (rys. 12a), wzrost kąta natarcia WN zmniejsza moment zadzierający kadłub.

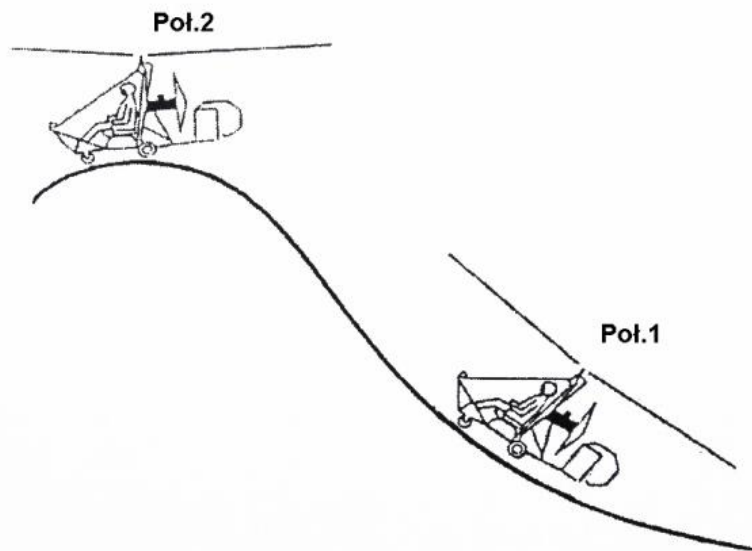
wzrost kąta natarcia kadłuba \Rightarrow wzrost ciągu WN i cyklicznego wahanía łopat \Rightarrow zmniejszenie całkowitego momentu pochylającego \Rightarrow zmniejszenie kąta natarcia kadłuba = stateczność

Pochodna momentu pochylającego po kącie natarcia jest ujemna. Położenie CG przed linią działania ciągu WN uzależnione jest natomiast pionowym umiejscowieniem środka ciężkości CG względem linii ciągu śmigła (rys. 12a, 12b) oraz sposobem zrównoważenia wiatrakowca. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest umiejscowienie CG bardzo blisko linii ciągu śmigła, lecz zawsze powyżej jej, natomiast zrównoważenie wiatrakowca możemy osiągnąć poprzez zastosowanie odpowiedniego statecznika poziomego. Przyjmuje się, że najbardziej bezpiecznymi są wiatrakowce „wysokoprofilowe” z odpowiednio dobranym statecznikiem poziomym. Ten rodzaj wiatrakowca jest mniej podatny na oscylacje wywołane przez pilota (PIO – Pilot Induced Oscillation) oraz nagłą utratę mocy (PPO – Power Push Over). Nie należy sugerować się, że przyczyną możliwych oscylacji SP jest tylko pilot (PIO). Oscylacje mogą być również związane z cechą wiatrakowca mającą związek z jego statecznością dynamiczną, pilot może jedynie potęgować to zjawisko. Natomiast PPO jest zjawiskiem nagłym, mogącym zaistnieć na przykład podczas lotu w warunkach turbulენტnej atmosfery. Zjawisko to następuje zazwyczaj bez żadnego ostrzeżenia i dlatego należy uznawać je za jedno z najgroźniejszych dla wiatrakowców.

W literaturze o wiatrakowcach często można przeczytać o „odciążaniu łopat” lub o „ujemnym G” jako o bardzo niebezpiecznej sytuacji, stanowiącej największe zagrożenie dla tego rodzaju statku powietrznego, ze względu na „odwrócony napływ powietrza” na wirnik nośny.

Ujemne przeciążenie (G) spowodowane jest najczęściej poprzez gwałtowne ściągnięcie drążka (np. w celu zrobienia wrażenia na obserwujących), a następnie gwałtowne wyrównanie poprzez oddanie drążka, zamiast zredukowania mocy. Manewr ten daje się odczuć jako „lekkość w spodniach”, wskazującą na zerowe lub ujemne przeciążenie. Wirnik nośny wymaga stałego dodatniego przeciążenia dla napływu powietrza od spodu i utrzymania prędkości obrotowej w autorotacji. Dłuższe działanie ujemnego przeciążenia spowoduje zmniejszenie prędkości obrotowej wirnika nośnego i w wyniku tego tzw. flapping (trzepotanie) przy ponownym nabieraniu prędkości. Sytuacja ta jest podobna do tej, w której niedoświadczony pilot podczas startu ma niewystarczającą prędkość obrotową wirnika nośnego do oderwania wiatrakowca. Utrata 20% obrotów WN przy ujemnym przeciążeniu oznacza kłopoty i chociaż jest to sytuacja rzadko spotykana należy unikać dłuższego odciążania wiatrakowca (ujemne G) i gwałtownego dociążania, aby nie doprowadzić do flappingu. W wypadku występowania trzepotania należy postępować tak jak w sytuacji podczas rozbiegu: redukcja mocy i drążek na siebie. W przeciwnym razie trzepotanie będzie się wzmacniać.

Większość wypadków związanych z tym manewrem (ściągnięcie i gwałtowne oddanie drążka) dotyczyła nie trzepotania, ale „odwrotnego napływu powietrza”, gdzie manewr oddania drążka odbywał się przy dużej prędkości, co przykładowo przedstawiono na rys. 13, 14, 15.

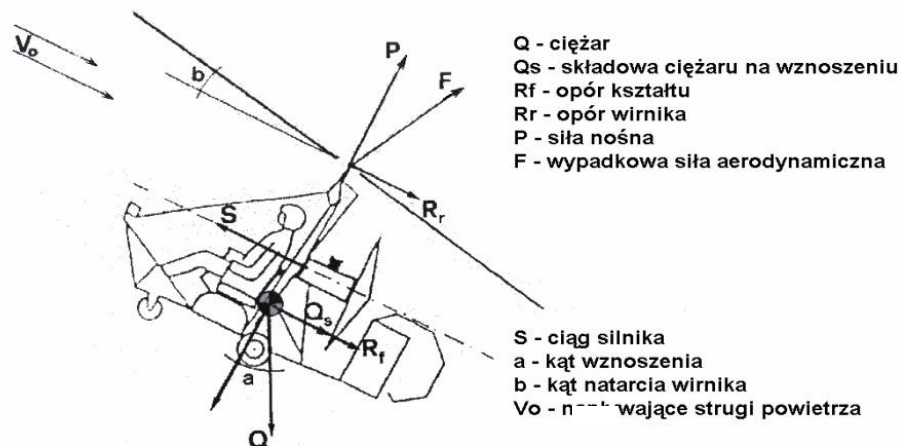


Rys. 13. Manewr ściągnięcia i gwałtownego oddania drążka

Po osiągnięciu dużej prędkości w locie poziomym pilot rozpoczyna strome wznoszenie (poł.1), a następnie mocno wyrównuje zmieniając położenie (poł.2).

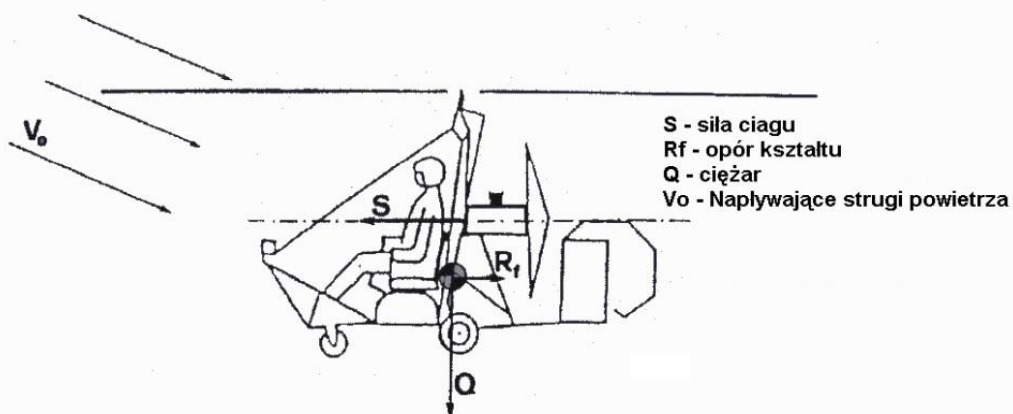
W końcowej fazie wznoszenia kąt natarcia na łopatach wirnika nośnego jest zerowy lub nawet ujemny, więc brakuje powietrza przepływającego i utrzymującego autorotację. Jeśli

sytuacja ta trwa dłużej, prowadzi to do zmniejszenia prędkości obrotowej wirnika nośnego, a nawet do utraty nad nim kontroli.



Poł.1 - WZNOSZENIE Z DODATNIM PRZECIĄŻENIEM (g=1)

Rys. 14. Rozkład sił działających na przykładowy wiatrakowiec podczas ściągnięcia drążka sterowego



Poł.2 - Ujemne przeciążenie na szczycie wznoszenia (g=-1)

Rys. 15. Rozkład sił działających na przykładowy wiatrakowiec podczas gwałtownego oddania drążka sterowego

Z zeznań świadków wynika, że w momencie wykonania przez wiatrakowca gwałtownego zwrotu lub tuż po nim, nastąpiło „trzaśnięcie” lub „strzał silnika”, oderwały się od niego jakiejś części, a łopaty WN „zatrzymały się w położeniu na jedenastej”. Destrukcję konstrukcji wiatrakowca opisano w analizie technicznej. Powstała sytuacja awaryjna zaskoczyła niedoświadczonego pilota i ze względu na gwałtowny jej przebieg oraz występowanie znacznych obciążeń na drążku sterowym, nie był w stanie skutecznie jej przeciwdziałać.

Obracający się wiatrakowiec niemalże wyrzucił pilota z kabiny w powietrzu, rozrywając pasy bezpieczeństwa (co zostało wykazane podczas oględzin wiatrakowca). Następnie tuż przed lub w momencie uderzenia kadłuba wiatrakowca w taflę wody pilot wypadł z kabiny i najprawdopodobniej dostał się pod obracające śmigło silnika ponosząc śmierć.

PODSUMOWANIE

Brak Instrukcji Użytkowania w Locie, tym samym brak wiedzy pilota o podstawowych danych eksploatacyjnych wiatrakowca (ograniczeń ze względu na wiatr), zbagatelizowanie warunków atmosferycznych w rejonie samego wypadku (silne, chwilowe podmuchy powietrza ze zmiennych kierunków) mogły doprowadzić w trakcie wykonywania lotu (nie można wykluczyć, ewolucji) do wyjścia płaszczyzny wirnika nośnego z dodatniego opływu i chwilowej utraty siły nośnej. Pilot, gwałtownie zmieniając kierunek i wysokość lotu, co przy niekorzystnym, wiejącym z tyłu dość silnym wietrze potęgującym te ruchy, wytracił wiatrakowiec z lotu ustalonego, co w konsekwencji doprowadziło do utraty nad nim kontroli. W takiej sytuacji niewykluczone jest powstanie znanego pilotom wiatrakowców zjawiska odwróconego opływu wirnika, z jego późniejszymi skutkami.

Zdaniem doświadczonego pilota – eksperta, wiatrakowiec był konstrukcją dość udaną, jednak ze względu na jego złą i niedopuszczalną przez ostatnie lata eksploatację oraz zastosowanie nienajlepszych rozwiązań konstrukcyjnych zostały nadwyrężone najistotniejsze jego elementy takie jak: popychacze, łopaty wirnika nośnego czy głowica.

Zdecydowanie się pilota na wykonywanie lotów nieoblatanym, nieposiadającym instrukcji statkiem powietrznym, stanowiło duże zagrożenie nie tylko dla niego, ale również dla przypadkowych osób, którym oferował całkiem nie bezinteresowną usługę „loty zapoznawcze wiatrakowcem”. Świadczyć to mogło o dużej nieodpowiedzialności pilota.

3. WNIOSKI KOŃCOWE.

3.1. Ustalenia Komisji.

Komisja ustaliła następujące fakty:

- a) Pilot posiadał ważne Świadcstwo kwalifikacji Ultralight / Microlight Aviation Pilot License and IPCP, z uprawnieniami pilota PRW, ważne Świadcstwo kwalifikacji mechanika poświadczenia obsługi statków powietrznych, z uprawnieniem TR(AG), ważne Świadcstwo ogólne operatora radiotelefonisty oraz aktualne orzeczenie lotniczo-lekarskie;
- b) Wiatrakowiec Twister został zarejestrowany w ASC (Aero Sports Connection Inc.) w dniu 09.12.2012 r. na znakach A21MMS. W dniu 11.04.2013 r. Twister uzyskał zgodę ULC na stały pobyt i eksploatację obcego statku powietrznego w Rzeczpospolitej Polskiej przez okres dłuższy niż 3 miesiące i został wpisany do ewidencji Wydziału Rejestru Cywilnych Statków Powietrznych, z zastrzeżeniem, że wygaśnięcie ważności ubezpieczenia lotniczego, świadectwa kwalifikacji lub świadectwa zdatności do lotu statku powietrznego skutkuje zakazem wykonywania lotów.

- c) Wiatrakowiec posiadał ważne ubezpieczenie lotnicze;
- d) Właściciel statku powietrznego na etapie prowadzenia procesu badawczego nie przedstawił Komisji dokumentów związanych z budową, eksploatacją i zdatnością do lotu wiatrakowca;
- e) Budowa wiatrakowca była objęta nadzorem ULC i proces ten nie został zakończony;
- f) ULC nie wydał budowniczym wiatrakowca pozwolenia na wykonywanie lotów ani prób w locie;
- g) Wiatrakowiec nie miał Instrukcji Użytkowania w Locie oraz Instrukcji Obsługi Technicznej;
- h) Budownicy wiatrakowca dokonali modyfikacji głowicy wirnika nośnego, czego nie dopuszcza jej producent;
- i) Modyfikacja głowicy wirnika nośnego wiatrakowca, a w szczególności jego hamulca, miała wpływ na przebieg zdarzenia;
- j) Lot wiatrakowca odbywał się bez uzgodnienia i bez łączności radiowej ze służbami ruchu lotniczego, wewnątrz aktywnej strefy EPD53 (GND-2000 ft alt);
- k) Warunki atmosferyczne mogły mieć wpływ na zaistnienie zdarzenia;
- l) Pilot nie był pod wpływem alkoholu.

3.2. Przyczyna wypadku.

Utrata przez pilota kontroli nad wiatrakowcem podczas lotu w warunkach turbulენტnej atmosfery, co wytrąciło statek powietrzny z lotu ustalonego, skutkiem czego była destrukcja głowicy wirnika nośnego i rozbicie się wiatrakowca.

Okolicznościami sprzyjającymi zaistnieniu wypadku lotniczego były:

1. Niezakończenie procesu certyfikacji wiatrakowca, skutkujące brakiem prób naziemnych, prób w locie oraz oblotu wiatrakowca;
2. Brak Instrukcji Użytkowania w Locie i Instrukcji Obsługi Technicznej wiatrakowca wraz z jego danymi osiągowymi i ograniczeniami;
3. Możliwe wykonanie przez pilota nietypowego manewru wiatrakowcem, podyktowane chęcią zaimponowania obserwującym;
4. Niepełna analiza warunków atmosferycznych przez pilota przed podjęciem decyzji o wykonaniu lotu;
5. Niewielkie doświadczenie pilota w wykonywaniu lotów na wiatrakowcach w specyficznych warunkach (turbulencja; ukształtowanie terenu – nadmorski klif porośnięty wysokimi drzewami; zróżnicowanie podłoża – woda, nagrzana plaża).

4. ZALECENIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA.

Po zakończonym badaniu PKBWL nie sformułowała zaleceń dotyczących bezpieczeństwa.

Komentarz Komisji:

Komisja zwraca uwagę, że nie powinno dojść do sytuacji, w której statek powietrzny zarejestrowany poza granicami kraju, uzyskał zgodę ULC na stały pobyt i eksploatację obcego statku powietrznego w Rzeczypospolitej Polskiej przez okres dłuższy niż 3 miesiące oraz został wpisany do ewidencji Wydziału Rejestru Cywilnych Statków Powietrznych, bez przedstawienia ważnego świadectwa zdatności do lotu.

5. ZAŁĄCZNIKI.

1. Album ilustracji.

Koniec

	Imię i nazwisko	Podpis
Nadzorujący badanie:	Dariusz Frątczak	<i>podpis na oryginale</i>