

RAPORT KOŃCOWY



WYPADEK 2021/1048

Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych

UL. CHAŁUBIŃSKIEGO 4/6, 00-928 WARSZAWA | TELEFON ALARMOWY 500 233 233

RAPORT KOŃCOWY

z badania zdarzenia lotniczego statku powietrznego o maksymalnej masie startowej nie przekraczającej 2250 kg

WYPADEK

ZDARZENIE NR – 2021/1048

STATEK POWIETRZNY – Wiatrakowiec TERCEL, SP-XERO

DATA I MIEJSCE ZDARZENIA – 9 maja 2021 r., Toruń



Niniejszy Raport jest dokumentem prezentującym stanowisko Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych dotyczące okoliczności zdarzenia lotniczego, jego przyczyn i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa, który został sporządzony na podstawie informacji znanych w dniu jego sporządzenia.

Badanie może zostać wznowione w razie ujawnienia nowych informacji lub zastosowania nowych technik badawczych, które mogą mieć wpływ na zmianę sformułowań dotyczących przyczyn, okoliczności i zaleceń dotyczących bezpieczeństwa zawartych w Raporcie.

Badanie zdarzenia prowadzone było jedynie w celu zapobiegania wypadkom i incydentom w przyszłości w oparciu o obowiązujące przepisy prawa międzynarodowego, Unii Europejskiej i krajowego. Badanie zostało przeprowadzone bez stosowania prawnej procedury dowodowej, obowiązującej inne organy zobowiązane do podejmowania działań w związku ze zdarzeniem lotniczym.

Komisja nie orzeka co do winy i odpowiedzialności.

Zgodnie z art. 5 ust. 6 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, sformułowania zawarte w Raporcie nie mogą być traktowane jako wskazanie winnych lub odpowiedzialnych za zaistniałe zdarzenie. W związku z powyższym wykorzystywanie 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 sporządzane jedynie w celach informacyjnych.

WARSZAWA 2023

Numer ewidencyjny zdarzenia:	2021/1048			
Rodzaj zdarzenia:	WYPADEK			
Data zdarzenia:	9 maja 2021 r.			
Miejsce zdarzenia:	Toruń			
Rodzaj, typ statku powietrznego:	Wiatrakowiec TERCEL			
Znaki rozpoznawcze SP:	SP-XERO			
Użytkownik / Operator SP:	Osoba fizyczna			
Dowódca SP:	Pilot ultralekkiego wiatrakowca – UAGP			
Liczba ofiar / rodzaj obrażeń:	Śmiertelne	Poważne	Lekkie	Bez obrażeń
	-	-	-	1
Władze krajowe i zagraniczne poinformowane o zdarzeniu	Urząd Lotnictwa Cywilnego, Air Accidents Investigation Institute of the Czech Republic, EASA			
Kierujący badaniem:	Krzysztof Błasiak			
Podmiot badający:	Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych			
Pełnomocni Przedstawiciele i ich doradcy:	NIE WYZNACZONO			
Skład zespołu badawczego:	NIE WYZNACZONO			
Forma dokumentu zawierającego wyniki:	RAPORT KOŃCOWY			
Zalecenia:	TAK			
Adresat zaleceń:	Producent śmigła - Kašpar a synové - strojírna Kalmar s.r.o			
Data zakończenia badania:	5.03.2023			

1. Rodzaj zdarzenia

Wypadek.

2. Badanie przeprowadził

PKBWL.

3. Data i czas lokalny zaistnienia zdarzenia

9 maja 2021 r., ok. godz. 13:15¹.

¹ Wszystkie czasy w raporcie podano w LMT, w dniu zdarzenia LMT = UTC + 2h

4. Miejsce startu i zamierzonego lądowania

Miejscem startu i zamierzonego lądowania było lotnisko Aeroklubu Pomorskiego w Toruniu (EPTO).

Tabela 1. Podstawowe dane lotniska w Toruniu [źródło: <https://lotniska.dlapilota.pl/torun>]

Oznaczenie	EPTO
Status	Lotnisko
Współrzędne	N53°01'44.5" E18°32'48.8"
Radio	Toruń-Radio 120.660
Elewacja	164 ft
RWY	1) 105/285 (10/28), 1269 x 57 m (beton), 2) 014/194 (01/19), 970 x 57 m (beton), 3) 105/285 (13/31), 1091 x 152 m (trawa),
Uwagi	Lotnisko Aeroklubu Pomorskiego. Na pasie 10/28 jest dostępne oświetlenie z uproszczonym krzyżem Calverta na kierunku 28.

5. Miejsce zdarzenia

Obszar leśny położony w pobliżu Torunia przy linii kolejowej Toruń - Unisław.

6. Typ operacji

Lot rekreacyjny.

7. Faza lotu

Przelot.

8. Warunki lotu

Dzień, VFR.

9. Czynniki pogody

VMC – pogoda nie miała wpływu na przebieg zdarzenia.

10. Organizator lotu

Osoba fizyczna.

11. Dane dotyczące załogi

Pilotem był mężczyzna w wieku 64 lat. W chwili zdarzenia pilot posiadał świadectwo kwalifikacji pilota ultralekkiego wiatrakowca (do 560 kg) – UAGP, wydane dnia 18 stycznia 2018 r, wraz z wpisanym uprawnieniem do pilotowania wiatrakowca ultralekkiego, lądowego – UAG(L), ważnym do dnia 18 stycznia 2023 r.

W chwili zdarzenia, pilot posiadał ważne orzeczenie lotniczo-lekarskie.

12. Obrażenia osób

Pilot biorący udział w zdarzeniu nie odniósł obrażeń.

13. Uszkodzenia statku powietrznego

Statek powietrzny uczestniczący w zdarzeniu uległ znacznym uszkodzeniom. Uszkodzone zostało trójłopatowe śmigło pchające wiatrakowca, od którego oddzieliła się jedna z łopat. Zniszczeniu uległ wirnik nośny maszyny wraz z łopatom i masztem wirnika. Na skutek awaryjnego lądowania, uszkodzeniu uległo podwozie, usterzenie tylne oraz elementy poszycia kabiny wiatrakowca.



Rysunek 1. Wiatrakowiec biorący udział w zdarzeniu po wykonaniu lądowania awaryjnego [Źródło: PKBWL]



Rysunek 2. Wiatrakowiec biorący udział w zdarzeniu po wykonaniu lądowania awaryjnego [Źródło: PKBWL]



Rysunek 3. Uszkodzona piasta śmigła wiatrakowca biorącego udział w zdarzeniu [Źródło: PKBWL]

14. Opis przebiegu i analiza zdarzenia

14.1. Opis zdarzenia

Dnia 9 maja 2021 r. pilot i zarazem właściciel wiatrakowca TERCEL przybył na lotnisko Aeroklubu Pomorskiego w Toruniu (EPTO) celem wykonania lotu rekreacyjnego. Pilot wyhangarował wiatrakowiec, a następnie wykonał przegląd przedlotowy zgodnie z Instrukcją Użytkowania w Locie Wiatrakowca TERCEL. W trakcie wykonywanego przeglądu pilot nie zauważył żadnych nieprawidłowości dotyczących stanu technicznego wiatrakowca.

Około godziny 11:53 pilot wystartował, a następnie wykonał lot w strefie ATZ EPTO na wysokości około 2400 ft. W trakcie powrotu na lotnisko startu, kiedy wiatrakowiec znajdował się nad gęstym, wysokim lasem, pojawiły się niepokojące drgania konstrukcji. Ponieważ w ocenie pilota drgania stopniowo narastały, zmniejszył on obroty silnika do minimalnej wartości aby odciążyć konstrukcję wiatrakowca. Jednocześnie rozpoczął zniżanie do wysokości 1400 ft, oraz obrał kurs lotu gwarantujący dojazd do lotniska najkrótszą drogą. Pilot poinformował lotnisko drogą radiową o sytuacji niebezpiecznej oraz poprosił o pierwszeństwo lądowania z dowolnym kursem, po czym natychmiast otrzymał zgodę na lądowanie oraz informację o aktualnym kierunku wiatru. Po osiągnięciu wysokości 1400 ft pilot zwiększył obroty silnika do wartości gwarantującej lot poziomy. Po kolejnych około 30 sekundach lotu nastąpił gwałtowny wstrząs oraz bardzo silny wzrost wibracji całego wiatrakowca. Pilot natychmiastowo wyłączył silnik, na skutek czego wibracje ustały. Następnie pilot wyłączył główny wyłącznik zasilania instalacji elektrycznej, zamknął główny zawór paliwa oraz poinformował lotnisko o lądowaniu awaryjnym w lesie.

Wiatrakowiec z wyłączonym silnikiem gwałtownie wytracił prędkość, więc pilot wprowadził maszynę w nurkowanie celem zabezpieczenia prędkości i wybrał na miejsce lądowania awaryjnego pobocze linii kolejowej przecinającej las. W ocenie pilota było to jedyne w tej okolicy miejsce umożliwiające wykonanie lądowania awaryjnego. Pomimo ograniczonej manewrowości nurkującego wiatrakowca, pilotowi udało się przelecieć ponad czubkami drzew. Przed przyziemieniem końcówki łopaty wirnika nośnego weszły w kolizję z pniami drzew oraz linią energetyczną średniego napięcia, która znajdowała się w obrębie miejsca lądowania. Po kontakcie z przeszkodami wiatrakowiec przyziemił na koła podwozia głównego po północno-zachodniej stronie torowiska. Podczas przyziemienia lewe koło podwozia głównego trafiło w granitowy słupek geodezyjny, co spowodowało wyrwanie podwozia oraz obrót kadłuba w lewo, a następnie przewrócenie wiatrakowca na lewą burtę. Obracający się wciąż wirnik, po przewróceniu wiatrakowca uderzył w ziemię, na skutek czego destrukcji uległy jego łopaty, maszt, a także usterzenie tylne.

Po zdarzeniu pilot samodzielnie opuścił wrak wiatrakowca przez prawe drzwi, bez obrażeń, a następnie poinformował przez telefon o zdarzeniu Aeroklub Pomorski, służby ratunkowe, oraz Państwową Komisję Badania Wypadków Lotniczych. Przybyłe na miejsce Pogotowie Ratunkowe zbadało pilota, a Straż Pożarna ugasiła pożar ściółki leśnej, zainicjowany zerwaną linią energetyczną.

14.2. Ustalenia zespołu badawczego

Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych w trakcie badania zdarzenia ustaliła, że wiatrakowiec, który uległ wypadkowi, od początku jego użytkowania był obsługiwany i eksploatowany prawidłowo. Podczas badanego zdarzenia wystąpiły silne drgania konstrukcji, które były spowodowane oderwaniem się w locie jednej z trzech łopat śmigła pchającego. Mając na uwadze ten fakt, PKBWL zwróciła szczególną uwagę na konstrukcję śmigła Kašpar, montowanego fabrycznie w wiatrakowcach TERCEL.

W poniższej tabeli zebrano zdarzenia, które polegały na uszkodzeniu tego typu śmigieł w czasie lotu.

Tabela 2.

DATA ZDARZENIA	NR PKBWL	MODEL ŚMIGŁA	OPIS ZDARZENIA
VIII 2015 r.	Nie dotyczy	Kašpar Ka-2/3-LT	Pilot firmowy wykonywał lot na wiatrakowcu TERCEL. W trakcie lotu wystąpiły małe wibracje, które z czasem zaczęły narastać. Pilot przerwał lot i powrócił na lotnisko. Po wylądowaniu, jedna z łopat śmigła wykazywała odchylenie o około 1,5 cm w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu śmigła. Podczas demontażu śmigła w siedzibie firmy, mechanik stwierdził obwodowe pęknięcie gwintowanej tulei łopaty śmigła w obszarze pierwszego zwoju gwintu patrząc od końca łopaty. Pozostała część obwodu tulei bez pęknięcia wynosiła około 2 cm.
2020-06-07	2020/1368	Kašpar Ka-4 (dwułopatowe)	Z lądowiska Ełbląg (EPEL) wystartował samolot Tecnam P92 ECHO. Na wysokości około 2200 ft pilot poczuł szarpnięcie samolotem, usłyszał huk i silnik wyłączył się. Pilot lądował awaryjnie na pobliskiej łące. W trakcie badania zdarzenia ustalono, że podczas lotu oderwała się jedna z łopat śmigła, której mocowanie pękło w okolicy gwintu mocującego łopatę w piaście.
2021-05-09	2021/1048	Kašpar Ka- 2/3-LT	/zdarzenie opisane w niniejszym raporcie/

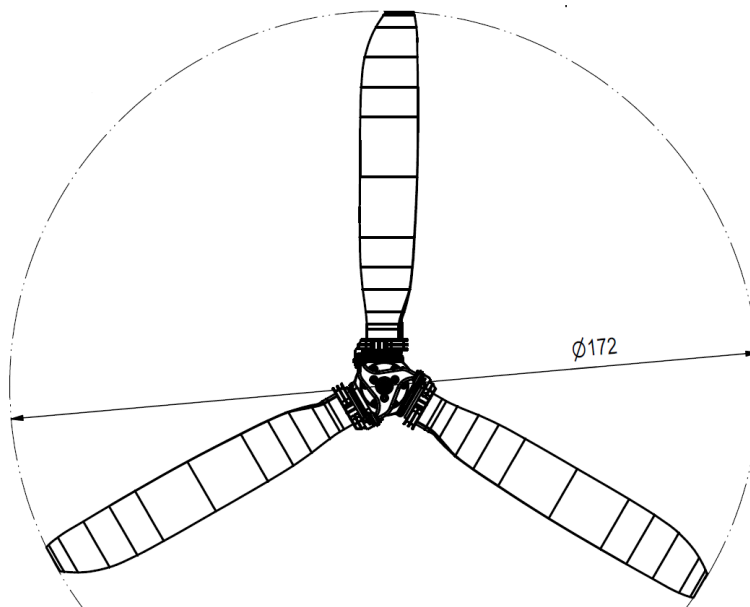
Mając na uwadze powyższe zdarzenia, Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych zleciła wykonanie szczegółowej ekspertyzy śmigła (marki Kašpar) zniszczonego podczas przedmiotowego wypadku wiatrakowca TERCEL. Ekspertyza została wykonana przez pracowników naukowych Zakładu Wytrzymałości Konstrukcji, Instytutu Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej Wydziału Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej.

Zakres prac obejmował:

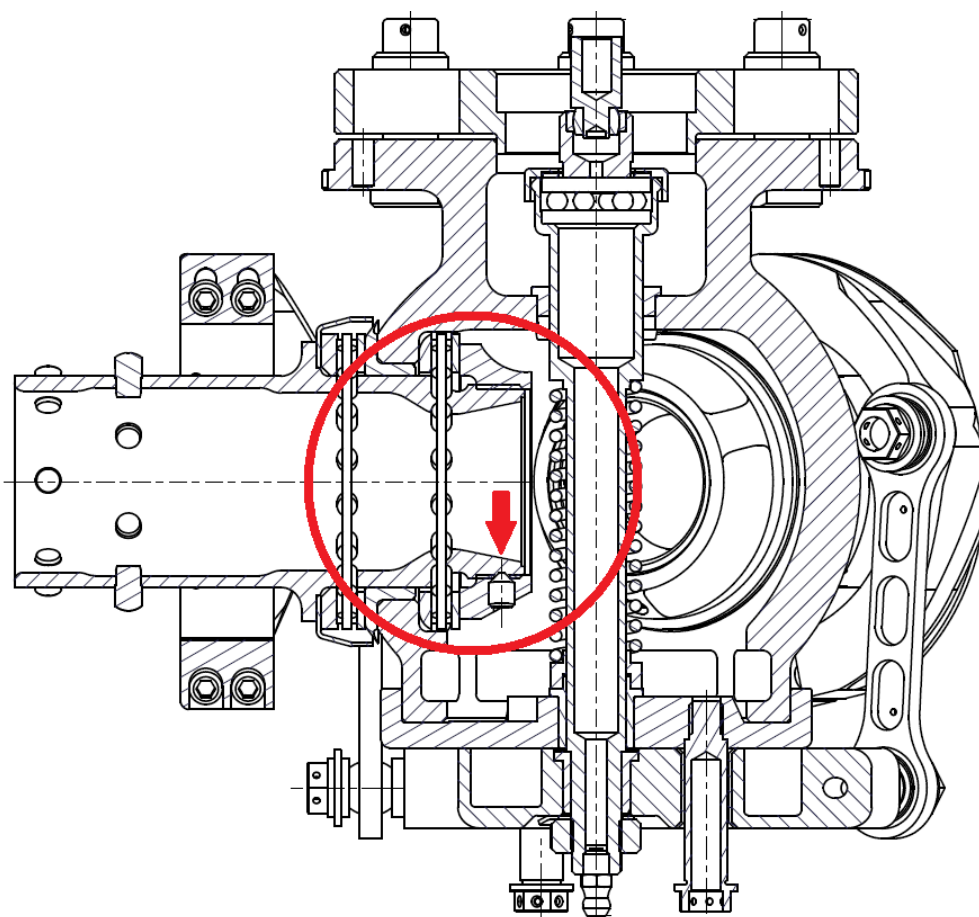
- 1) Oczyszczenie i oględziny wraz z wykonaniem dokumentacji zdjęciowej i opisem zewnętrznego stanu łopaty przed przystąpieniem do badań inwazyjnych, ocenę i opis widocznych z zewnątrz uszkodzeń;
- 2) Demontaż z piasty pozostałego w niej fragmentu oderwanej łopaty śmigła oraz ekspertyzę techniczną tego fragmentu, w tym ustalenie charakteru powstałego przełomu;
- 3) Demontaż co najmniej jednej z pozostałych łopat z piasty śmigła, oraz jej ekspertyzę techniczną, w tym ocenę wizualną fragmentu mocującego łopatę w piaście, ustalenie za pomocą badań nieniszczących stanu struktury wewnętrznej tej części (poszukiwanie pęknięć, nieciągłości, śladów zmęczenia materiału).

Przy realizacji pracy wykonano:

- 1) Badania wizualne utrwalone zdjęciami fotograficznymi;
- 2) Badania za pomocą mikroskopu stereoskopowego utrwalone zdjęciami;
- 3) Badania nieniszczące metodą penetracyjną barwną;
- 4) Poszukiwanie pęknięć defektoskopem ultradźwiękowym oraz promieniami X;
- 5) Pomiar twardości za pomocą mikro twardościomierza Viskers'a;
- 6) Badania metalograficzne;
- 7) Badania podstawowych własności mechanicznych materiału na mikropróbce.



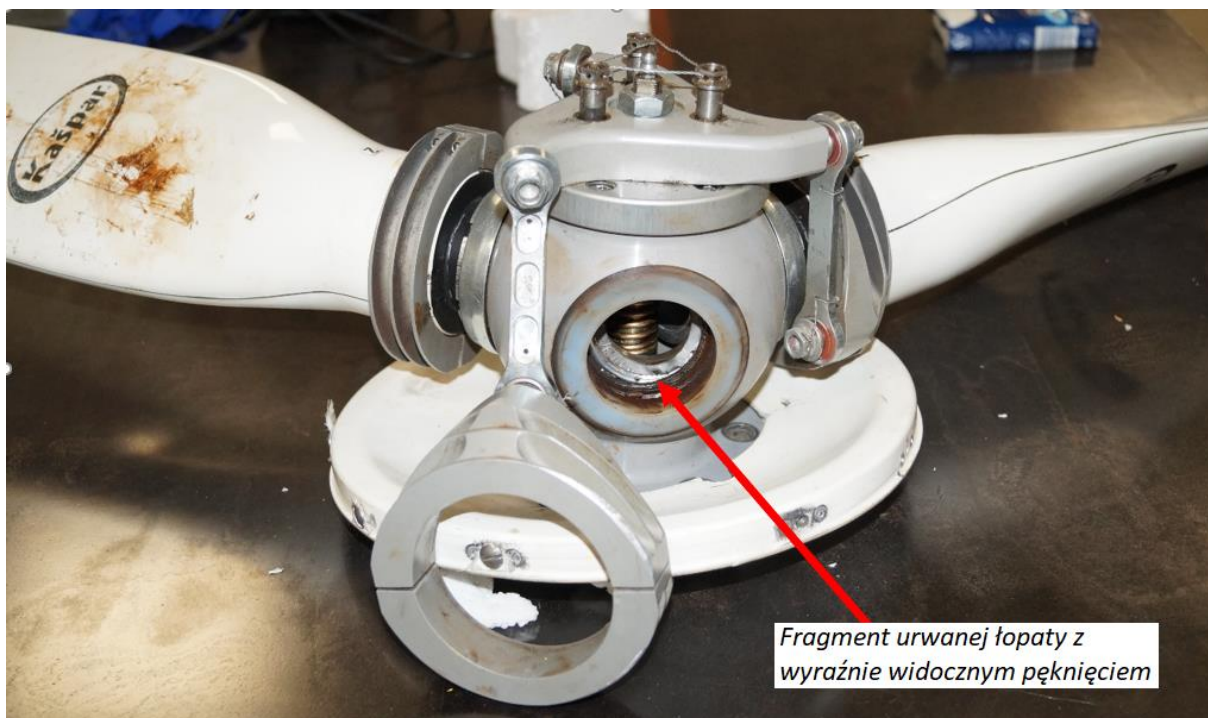
Rysunek 4. Śmigło Kašpar model KA – 2/3-LT [Źródło: Kašpar a synové - strojírna Kalmar s.r.o.]



Rysunek 5. Piasta śmigła Kašpar model KA – 2/3-LT – przekrój przez mocowanie łopaty w piąście. Okręgiem zaznaczono element, który uległ zniszczeniu, strzałką oznaczono położenie śruby robakowej. [Źródło: Kašpar a synové - strojírna Kalmar s.r.o.]



Rysunek 6. Stan śmigła po dostarczeniu do ekspertyzy [Źródło: PKBWL]

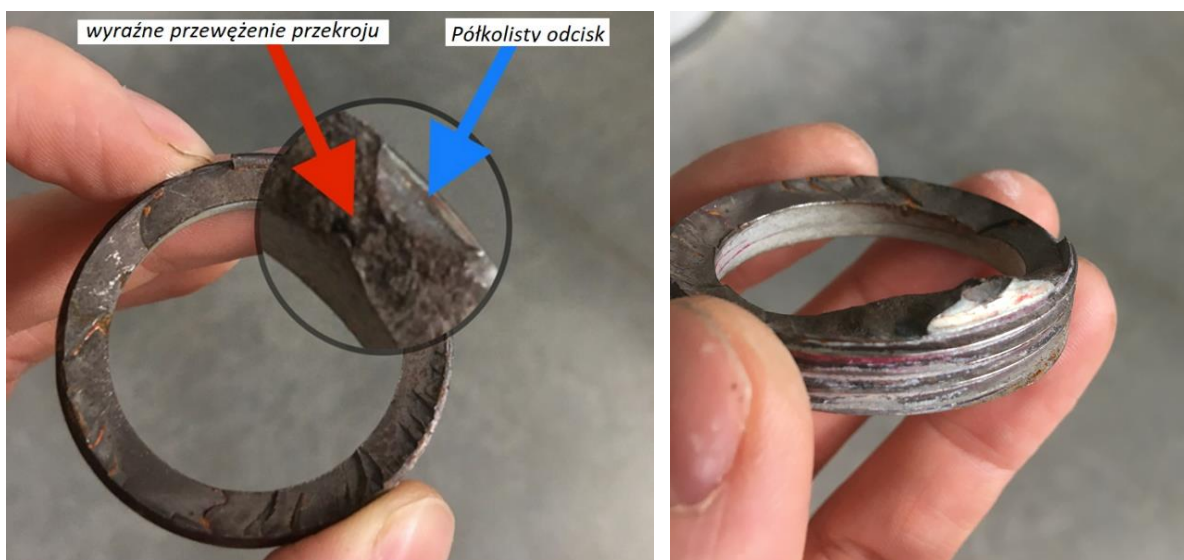


Rysunek 7. Mechanizm piasty śmigła przed demontażem [Źródło: PKBWL]

Podczas badań stwierdzono, że łopata śmigła oderwała się podczas lotu na skutek pęknięcia jej mocowania w obszarze gwintu mocującego łopatę w piaście śmigła. Na podstawie badań wizualnych stwierdzono, że element pozostały po mocowaniu uszkodzonej łopaty posiada pęknięcia o typowym charakterze zmęczeniowym. Analizując kształt deformacji uszkodzonego fragmentu łopaty można zauważyć charakterystyczną strefę dołamania z wyraźnym przewężeniem wskazującym na duże odkształcenia plastyczne, oraz powierzchnie złomu zmęczeniowego. Bardzo charakterystycznym elementem pęknięcia jest odprysk o kształcie sferycznym oraz podgięcie nitki gwintu. Można z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że pęknięcie zostało zainicjowane po przeciwnej stronie odprysku, jednakże ognisko nie jest wyraźnie widoczne.



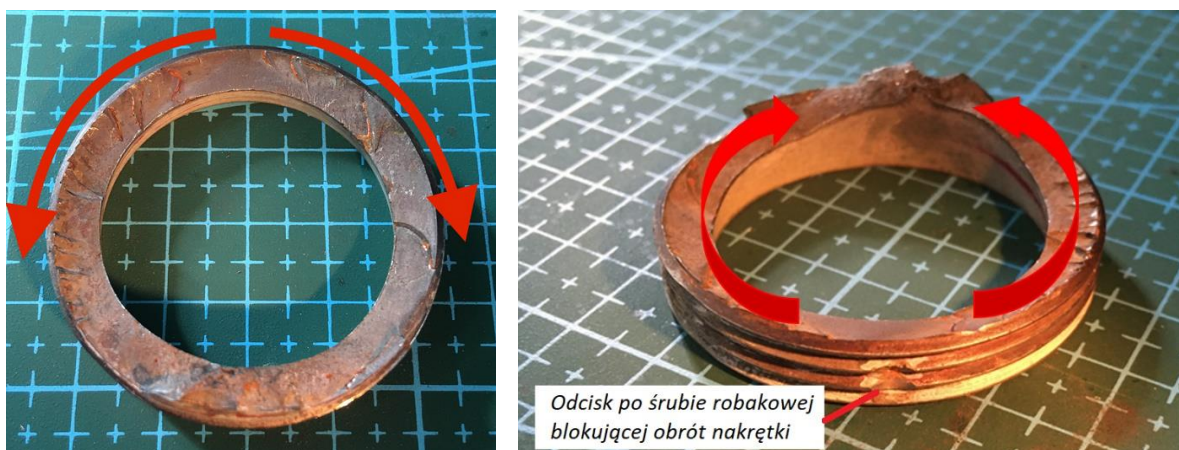
Rysunek 8. Fragment uszkodzonej łopaty [Źródło: Politechnika Warszawska]



Rysunek 9. Miejsce strefy dołamania z charakterystycznym półkolistym odciskiem oraz przewężeniem [Źródło: Politechnika Warszawska]



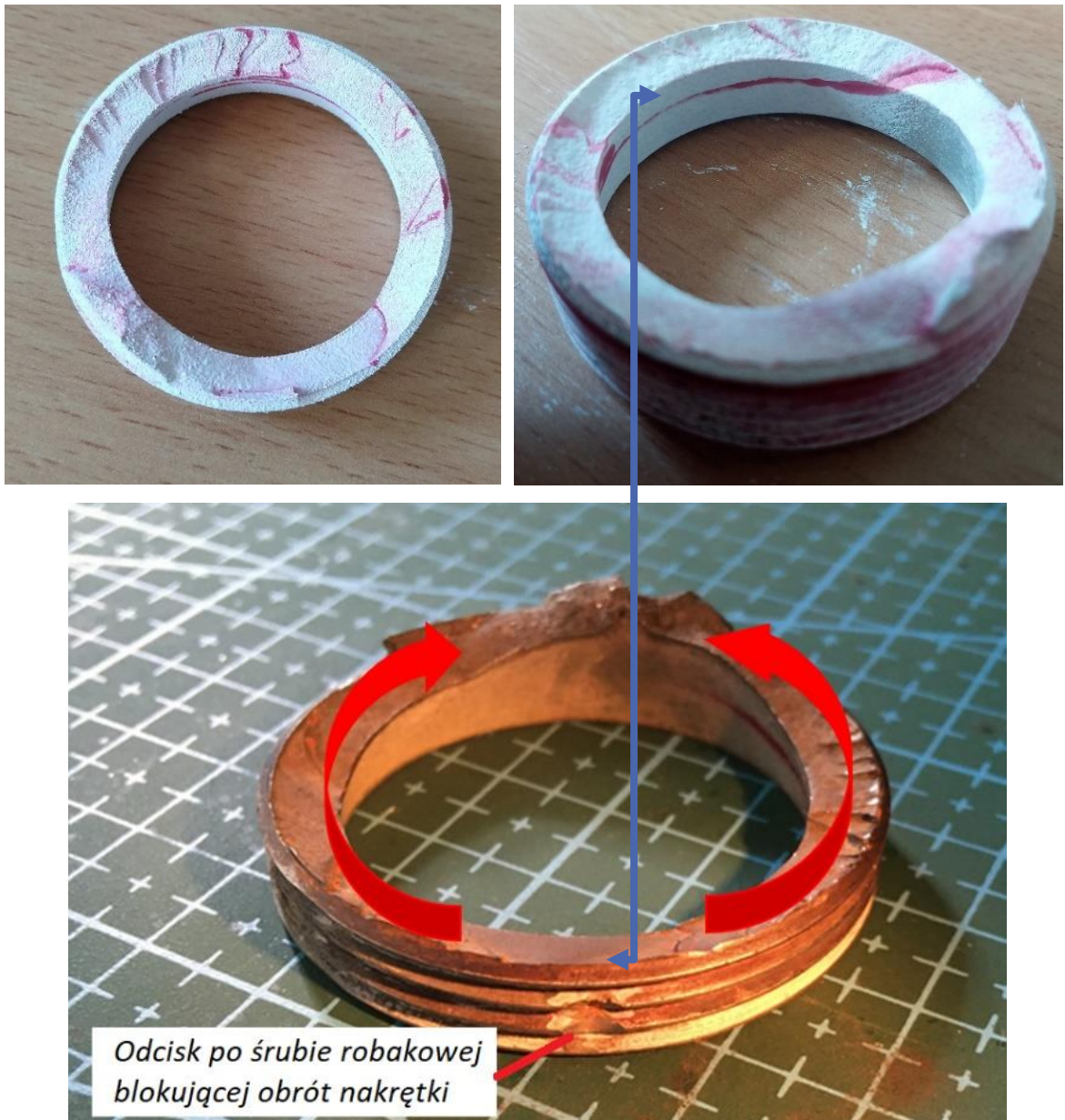
Rysunek 10. Miejsce strefy dołamania z charakterystycznym podgięciem nitki gwintu [Źródło: Politechnika Warszawska]



Rysunek 11. Kierunek propagacji pęknięcia [Źródło: Politechnika Warszawska]

Na podstawie obserwacji za pomocą mikroskopu stereoskopowego stwierdzono, że przełom zmęczeniowy wystąpił na obszarze gwintowanym mocowania łopaty śmigła, blisko miejsca zakończenia tej strefy.

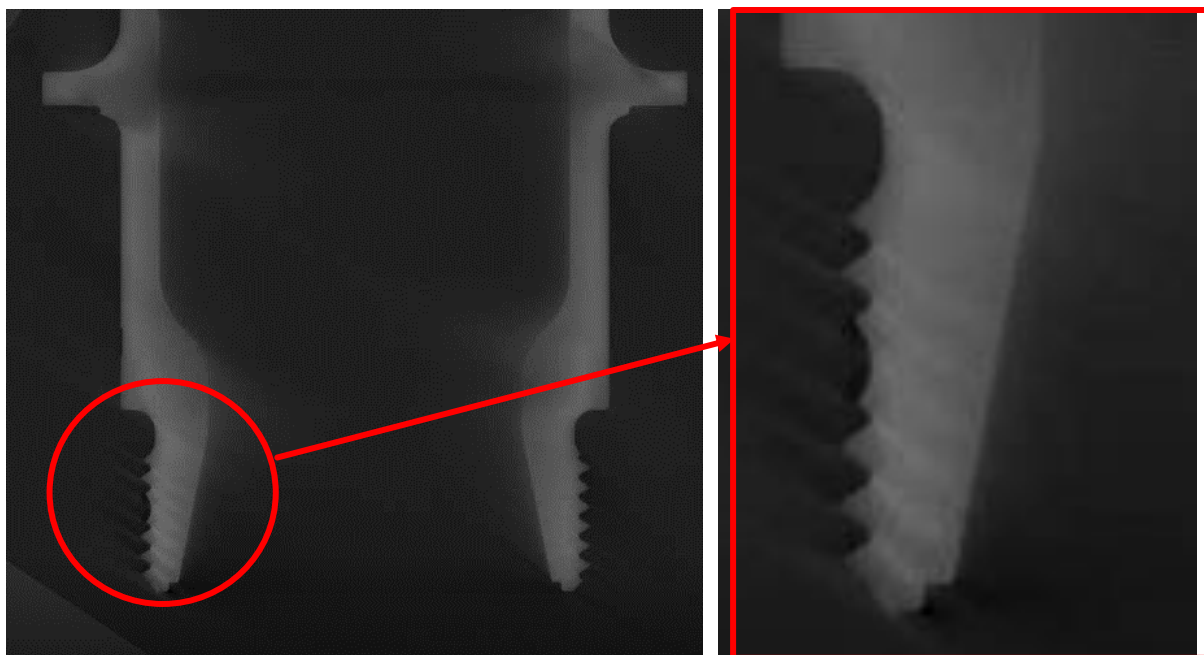
Badania penetracyjne metodą barwną przeprowadzono na dwóch nieuszkodzonych łopatach śmigła oraz na pozostałym elemencie po trzeciej, utraconej łopacie. Do badania wykorzystano środek penetrujący Spotcheck SKL-SP1, który po nałożeniu i zmyciu wywoływany był natryskową kredą. Na nieuszkodzonych łopatach nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości, natomiast na uszkodzonym elemencie uwydatniły się otwarte pęknięcia obwodowe. Występowały one w obszarze poza głównym miejscem uszkodzenia łopaty tj. pod powierzchnią rozdzielenia. Charakterystycznym miejscem jest okolica śruby dociskowej (tzw. robakowej).



Rysunek 12. Wyniki badań metodą penetracyjną barwną - uszkodzony element – wyraźnie widoczne pęknięcie podpowierzchniowe [Źródło: Politechnika Warszawska]

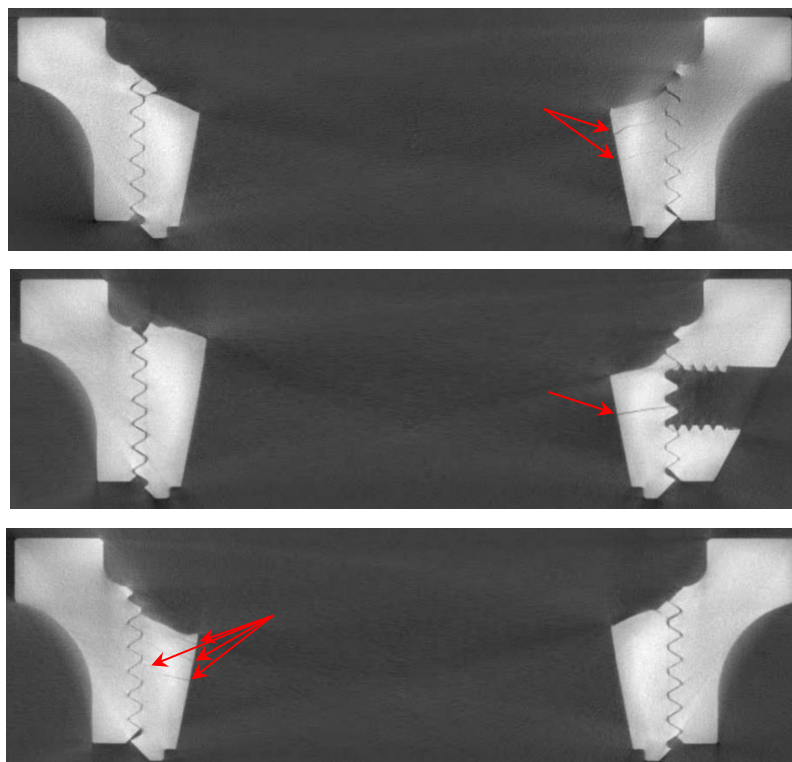
Badania nieuszkodzonych łopat defektoskopem ultradźwiękowym nie wykazały pęknięć. Natomiast prześwietlenie promieniami X wykonano na łopacie przyciętej

celem zmieszczenia jej w komorze urządzenia badawczego. Zbadano miejsca podebrań dla śrub dociskowych (potocznie zwanych robakowymi). Miejsca te nie wykazały śladu pęknięć.



Rysunek 13. Miejsce odcisku od śruby dociskowej w nieuszkodzonej łopacie – brak widocznych pęknięć [Źródło: Politechnika Warszawska]

Szczególnie uważnie zbadano mocowanie uszkodzonej łopaty. Na rysunku poniżej przedstawiono charakterystyczne przekroje z widocznymi mikropęknięciami.



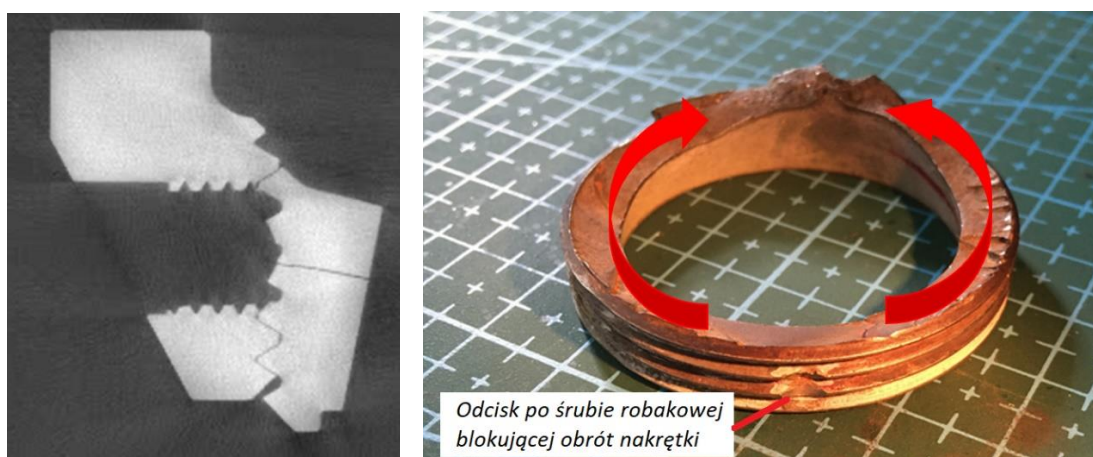
Rysunek 14. Przekroje elementu łopaty z widocznymi mikropęknięciami oznaczonymi czerwonymi strzałkami [Źródło: Politechnika Warszawska]

Na rysunku poniżej przedstawiono obszar odłamania z charakterystycznym odpryskiem w kształcie sfery.



Rysunek 15. Miejsce odłamania o kształcie sferycznym [Źródło: Politechnika Warszawska]

Prawdopodobne ognisko inicjacji pęknięcia znajdowało się w miejscu odcisku po śrubie dociskowej. Rysunek poniżej przedstawia przekrój elementu na tle zdjęcia z wyraźnym odciskiem.



Rysunek 16. Prawdopodobne miejsce inicjacji pęknięcia zmęczeniowego [Źródło: Politechnika Warszawska]

Pomiar twardości wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 6507-1 na odciętych pierścieniach próbek pobranej z materiału mocowania uszkodzonej łopaty śmigła. Pomiar wykonano metodą mikro-Vickersa, za pomocą maszyny firmy TESTLAB typu MHVD-1000IS. Na podstawie pomiaru twardości oszacowano wartość wytrzymałości doraźnej określonej z tablic zamieszczonych w normie PN-93/H-04357. Wytrzymałość na zniszczenie wyniosła $R_m \approx 915 \text{ MPa}$.

Przeprowadzono kilka prób analizy składu chemicznego uszkodzonego mocowania łopaty śmigła. Duża zawartość cynku w warstwie zewnętrznej oraz mała jego ilość w warstwach głębokich sugeruje, że badany element był ocynkowany z zewnątrz.

Badania podstawowych własności mechanicznych materiału, tj. wytrzymałości doraźnej oraz granicy plastyczności i modułu Younga dokonuje się na podstawie próby rozciągania próbki o przekroju kołowym lub prostokątnym. Szczegółowe informacje można znaleźć w normie PN-91/H-04310 lub ASTM E 8. Ze względu jednak na małe wymiary badanego elementu uszkodzonej łopaty możliwe było jedynie pobranie i zbadanie mikropróbki w postaci odciętego elektroerozyjnie pierścienia z posiadanego fragmentu łopaty od strony początku gwintu. Wycięty fragment został pozbawiony gwintu. Badanie przeprowadzone było w dwóch etapach. Pierwszy dotyczył rozciągania pierścienia do momentu jego uplastycznienia celem oszacowania granicy plastyczności „Re”. Drugi etap dotyczył rozciągania wyciętej mikropróbki z wyprostowanego pierścienia celem określenia wytrzymałości „Rm”.

W wyniku obciążenia próbki na maszynie wytrzymałościowej zarejestrowano siłę w funkcji przemieszczenia uchwytów mocujących próbkę. Wartość granicy plastyczności określono na podstawie przebiegu maksymalnych naprężeń wyznaczonych z wzorów teoretycznych. Oszacowano wartość Re na poziomie około 700 MPa.

Ze względu na ryzyko pęknięcia w miejscu mocowań i trudność w interpretacji wyników, w szczególności określenia wytrzymałości doraźnej postanowiono, że zniszczenie dokonane będzie na wyciętej mikropróbce z badanego pierścienia. Uzyskano w ten sposób wymiary przekroju części pomiarowej 1,8 mm x 1,8 mm. Obciążenie i badanie wykonano na maszynie wytrzymałościowej Heckert FP100 z zainstalowanymi szczękami hydraulicznymi. Zarejestrowano maksymalną siłę w momencie powstawania szyjki oraz doprowadzono do zerwania mikropróbki. Na podstawie przeprowadzonych działań obliczono orientacyjną wytrzymałość doraźną.

Dla zarejestrowanej maksymalnej siły określono wartość wytrzymałości doraźnej na poziomie $R_m \approx 846 \text{ MPa}$ co jest wielkością zbliżoną do wyników zarejestrowanych z próby mikrotwardości, która wyniosła 915 MPa.

Na podstawie przedstawionych badań i analizy ich wyników wyciągnięto następujące wnioski:

- 1) Pęknięcie mocowania łopaty śmigła wiatrakowca urwanej podczas lotu w związku z wypadkiem nr 2021/1048 miało charakter zmęczeniowy;
- 2) Materiał, z którego wykonane zostało mocowanie łopaty to stal konstrukcyjna o stosunkowo wysokiej wytrzymałości doraźnej. Materiał ten może być wrażliwy na kruche pęknięcie i może być bardzo wrażliwy na efekt działania karbu. Określenie dokładnych własności materiałowych, tj. krytycznego współczynnika

- intensywności naprężeń oraz własności zmęczeniowych wymagałoby pogłębionych badań w tym zakresie;
- 3) Istnieje duże prawdopodobieństwo, że inicjatorem pęknięcia mogła być śruba dociskowa nakrętki łożyska oporowego, która poprzez zgniot fragmentu gwintu doprowadziła do lokalnego podniesienia naprężeń w dnie gwintu, a tym samym podniosła wartość średnią naprężeń w tym obszarze. To zjawisko w połączeniu z naprężeniami cyklicznymi wynikającymi z warunków pracy łopaty mogło doprowadzić do powstania pęknięcia zmęczeniowego, które rozwijało się aż do wyczerpania nośności całego połączenia;
 - 4) Przekroje poprzeczne oderwanego fragmentu łopaty wykazywały większą ilość szczelin pęknięciowych, co wskazuje na fakt, że materiał łopaty może być bardzo wrażliwy na rozwój kruchego pęknięcia;
 - 5) Nakrętka dociskowa łożyska oporowego jest zaprojektowana niewłaściwie. Śruby przeciwdziałające samoczynnemu odkręceniu się nakrętki znajdują się w miejscu o wysokim poziomie naprężeń;
 - 6) Nie stwierdzono pęknięć w miejscach mocowania pozostałych łopat.

15. Przyczyny zdarzenia

Bezpośrednia przyczyna zdarzenia - oderwanie się w locie jednej z trzech łopat śmigła pchającego Kašpar Ka-2/3-LT zastosowanego w wiatrakowcu.

Pierwotne przyczyny zdarzenia:

- niewłaściwy materiał, z którego wykonano śmigło - materiał wrażliwy na kruche pękanie i efekt działania karbu;
- nieodpowiedni projekt części mocującej łopaty śmigła - ostro wcięty gwint mocujący oraz podebranie pod śrubę kontruującą połączenia łopata-nakrętka.

16. Zalecenie bezpieczeństwa wydane przez Komisję po przeprowadzeniu badania wypadku lotniczego

2021-1048-1

Badanie zaistniałego zdarzenia wykazało, że materiał i rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w śmigle Kašpar Ka-2/3-LT nie zapewniły jego odpowiedniej wytrzymałości i były przyczyną wypadku.

W związku z powyższym PKBWL zaleca aby:

Producent śmigła Kašpar Ka-2/3-LT rozważył zasadność wprowadzenia zmiany materiału i rozwiązań konstrukcyjnych prowadzących do zwiększenia do niezbędnego poziomu wytrzymałości łopat śmigła Kašpar Ka-2/3-LT.

Komentarze do zalecenia bezpieczeństwa:

- 1) W dniu 21 kwietnia 2022 r. PKBWL przesłała Projekt Raportu Końcowego zawierający propozycję powyższego zalecenia do Instytutu Badania Wypadków Lotniczych Republiki Czeskiej oraz do EASA z prośbą o uwagi.
- 2) W dniu 6 czerwca 2022 r. Instytut Badania Wypadków Lotniczych Republiki Czeskiej przesłał do PKBWL dokument zatytułowany: „Istotne uwagi do załączenia do Raportu Końcowego PKBWL w sprawie wypadku wiatrakowca TERCEL, SP-

- XERO Zdarzenie nr – 2021/1048”, sporządzony przez producenta śmigła i kwestionujący potrzebę realizacji zalecenia – patrz: załącznik nr 1.
- 3) Dnia 21 czerwca 2022 r. EASA przesłała do PKBWL informację o braku uwag do Projektu Raportu Końcowego.
 - 4) Jako kolejny krok, PKBWL przeanalizowała odpowiedź producenta śmigła i podtrzymała swoje stanowisko, a następnie w dniu 8 listopada 2022 r. przesłała do EASA „Istotne uwagi do załączenia do Raportu Końcowego PKBWL w sprawie wypadku wiatrakowca TERCEL, SP-XERO Zdarzenie nr – 2021/1048” oraz komentarze PKBWL do powyższych uwag z prośbą o zajęcie stanowiska w sprawie – patrz: załącznik nr 2.
 - 5) EASA potwierdziła przyjęcie ww. dokumentów, jednakże w ciągu 90 dni od przesłania dokumentów wymienionych w punkcie 4 nie przesłała nowej odpowiedzi, co PKBWL uznała za potwierdzenie stanowiska EASA z dnia 21 czerwca 2022 roku, czyli przyjęcie Projektu Raportu Końcowego PKBWL wraz z zaleceniem bez uwag.

17. Propozycje zmian systemowych

Nie określono.

18. Inne uwagi Komisji

Pilot biorący udział w zdarzeniu uniknął poważnych obrażeń tylko dzięki doświadczeniu oraz wysokim umiejętnościom pilotażowym.

19. Załączniki

Załącznik 1. The significant comments to the Draft Final Report.

Załącznik 2. PKBWL Comments to Czech comments.

KONIEC

Kierujący zespołem badawczym

.....
(podpis na oryginale)