



# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin letecké nehody  
UL letounu AL600 JASMINE, pozn. značky OK-UUL23,  
dne 1. 4. 2017 cca 500 m N obce Dub**

Praha  
Říjen 2017

Toto šetření bylo prováděno v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010, zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a Přílohou č. 13 k Úmluvě o mezinárodním civilním letectví. Jediným účelem je prevence budoucích nehod a incidentů bez určování viny či odpovědnosti. Závěrečná zpráva, zjištění a závěry v ní uvedené, týkající se leteckých nehod a incidentů, eventuálně systémových nedostatků ohrožujících provozní bezpečnost, mají pouze informativní charakter a nemohou být použity jinak než jako doporučení pro realizaci opatření, která by zabránila vzniku dalších leteckých nehod a incidentů s obdobnými příčinami. Zhotovitel Závěrečné zprávy výslovně prohlašuje, že Závěrečná zpráva nemůže být použita pro stanovení viny či odpovědnosti v souvislosti s určením příčin letecké nehody či incidentu a nemůže být použita ani pro uplatnění nároků v případě vzniku pojistné události.

## Seznam použitých zkratk

AD	Letiště
AGL	Nad úrovní země
CAVOK	Dohlednost, oblačnost a stav počasí jsou lepší než stanovené hodnoty nebo podmínky
cm	Centimetr (jednotka délky)
Cu	Cumulus
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
D	Vzdálenost
FEW	Skoro jasno
ft	feet, stopa, (měrová jednotka 0,3048 m)
H	Výška
hod	Hodina (jednotka času)
HP	Jednotka výkonu (1 HP = 0,746 kW)
HPa	Hektopascal, jednotka atmosférického tlaku
HZS	Hasičský záchranný sbor
kg	Kilogram (jednotka hmotnosti)
km	Kilometr (jednotka délky)
kt	Uzel (jednotka rychlosti -1,852 km.h <sup>-1</sup> )
kW	Kilowat, (jednotka výkonu)
LAA ČR	Letecká amatérská asociace České republiky
LKKO	Veřejné vnitrostátní letiště Kolín
LKSR	Veřejné vnitrostátní letiště Strunkovice
LKST	Veřejné vnitrostátní letiště Strakonice
LN	Letecká nehoda
LT	Místní čas
N	Sever
NIL	žádný
m	Metr (jednotka délky)
min	Minuta (jednotka času)
NOSIG	Bez význačné změny
PČR	Policie České republiky
PIC	Velitel letadla
QBA	Dohlednost
Q	Ve zprávě METAR odpovídá QNH, nastavení tlakové stupnice výškoměru pro získání nadmořské výšky letadla, které je nad zemí
RCC	Záchranné a koordinační středisko
RWY	Dráha
RZS	Rychlá záchranná služba
ŘLP ČR	Řízení letového provozu České republiky
sec	Sekunda (jednotka času)

SELČ	Středoevropský letní čas
SLZ	Sportovní létající zařízení
T	Teplota ve stupních Celsia
TP	Technický průkaz
UL	Ultralehký
UTC	Světový koordinovaný čas
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
V	Ve zprávě METAR, proměnlivý
VMC	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VÚSL	Vojenský ústav soudního lékařství

## A) Úvod

Vlastník i provozovatel:	Pilot
Výrobce UL letounu:	CZECHWINGS GROUP a.s.
Model UL letounu:	AL600 JASMINE
Poznávací značka:	OK-UUL23
Místo události:	cca 500 m N obce Dub, okres Prachatice
Datum:	1. 4. 2017
Čas:	cca 14:00 LT

## B) Informační přehled

Dne 1. 4. 2016 obdržel ÚZPLN od RCC oznámení o letecké nehodě UL letounu uvedené poznávací značky. V průběhu letu v malé výšce došlo k jeho postupné destrukci a jeho pádu. UL letoun narazil do země N obce Dub a následně se vzřal.

Pilot na místě letecké nehody zahynul. UL letoun byl zničen.

Příčinu události zjišťovala komise ÚZPLN ve složení:

Předseda komise:	Ing. Josef Procházka
Člen komise:	Ing. Zdeněk Formánek
	MUDr. Václav Horák, VÚSL

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 01 PRAHA 99  
dne 30. října 2017

## C) Hlavní část zprávy obsahuje odstavce:

1. Faktické informace
2. Rozbory
3. Závěry
4. Bezpečnostní doporučení

## 1. Faktické informace

Pro popis LN a okolností, které jí předcházely, byly využity výpovědi svědků z LKSR, svědků fáze letu předcházející letecké nehodě a svědků na místě dopadu UL letounu. Celý let byl proveden pod spodní hranicí výškového dosahu radarového systému prostředků ŘLP ČR s.p.

Pilot přijel v uvedený den na LKSR a zúčastnil se schůze členů místního aeroklubu, jehož byl čekatелеm. Schůze trvala od 10:00 hod asi do 12:00 hod.

V průběhu dopoledne se pilot zmínil o tom, že bude zkoušet navigaci. “Jednalo se o navigaci, zřejmě nějaký tablet, který si pilot koupil a chtěl jej za provozu vyzkoušet. Mělo se jednat pouze o místní let v trvání přibližně do jedné hodiny<sup>[SS1][JP2]</sup>”.

Svědék zaznamenal před třináctou hodinou vzlet uvedeného UL letounu z RWY 33 a jeho přistání z letu, pravděpodobně po okruhu. Doba letu byla asi 5 minut.

Další činnost pilota na letišti, pohyb UL letounu po ploše LKSR se nepodařilo svědecky doložit.

### 1.1 Průběh kritického letu

Závěrečná fáze letu byla svědky zaznamenána v cca 14 hodin LT. Pouze jeden měl leteckou zkušenost, 4 samostatné lety na kluzáku, před více než čtyřiceti lety. Ostatní svědci neměli žádnou leteckou zkušenost.

UL letoun letěl směrem od Javornice (cca 1 km N Dub) na Strunkovice nad Blanicí. Výšku letu svědci uvedli v rozsahu 50 – 300 m, „rozhodně níž než letadla létají“. Dva svědci výšku uvedli vzhledem k referenčním bodům reliéfu terénu. Z těchto informací byla odvozena výška letu mezi 50 – 100 m nad terénem. Někteří uvedli nepravidelnosti v chodu motoru. Další je nezaznamenali. Během letu se od UL letounu začaly oddělovat jeho části. Dva svědci uvedli, že viděli „odlomení levého křídla“. Následně se UL letoun sklonil k zemi a pod velkým úhlem padal. Jeden svědek viděl aktivovaný záchranný systém. Jeden svědek viděl za padajícím UL letounem „takový světlounký kouř. Ten šel po straně, kde bylo ulomený to křídlo“.

Žádný ze svědků neuvedl přítomnost jiného letadla, resp. předmětu v blízkosti inkriminovaného UL letounu.

Po dopadu UL letoun začal hořet.

Někteří z těchto svědků se dostavili na místo dopadu ještě v průběhu požáru. Všimli si, že v kabině je osoba. Pro velký žár se nemohli k hořícímu UL letounu přiblížit.

Požár zlikvidovala jednotka HZS.

### 1.2 Zranění osob

Zranění	Posádka	Cestující	Ostatní osoby (obyvatelstvo apod.)
Smrtelné	1	0	0
Těžké	0	0	0
Lehké/bez zranění	0/0	0/0	0/0

### 1.3 Poškození UL letounu

UL letoun byl v průběhu letecké nehody zničen destrukcí za letu, působením sil při nárazu do země a následným požárem.

### 1.4 Ostatní škody

Do vydání závěrečné zprávy nebyly ÚZPLN oznámeny žádné škody.

## 1.5 Informace o pilotovi

Muž - věk:	54 let
Kvalifikace (Pilot LAA ČR), vydaná 29.4.2015	Platná do 28.4.2017
Osvědčení zdravotní způsobilosti, vydané 12.3.2015:	Platné do 12.3.2017
Ověřený nálet hodin celkem k 22.4.2015:	28:36
Letecká činnost na uvedeném UL letounu 17.3.2017:	3 x okruh LKKO Let LKKO-LKSR
25.3.2017:	4 x okruh LKST
27.3.2017:	3 x okruh místo neuvedeno
1.4.2017:	1 x okruh LKSR
1.4.2017:	LKSR, kritický let

Z pilotovy letecké činnosti se podařilo dohledat typy létaných UL letounů: Sirius, Dynamik, Bristel, Eurostar, FK9, Echo, Skyline, Skyper, Legend.

Jeho celkový nálet se nepodařilo dohledat.

## 1.6 Informace o UL letounu

### 1.6.1 Údaj výrobce

Jednalo se o celokompozitový UL letoun, nové vývojové verze typu Legend 540. UL letoun byl postaven jako prototyp č. 2. Jeho stavba byla dokončena před prototypem č. 1 a začal i létat před ním. Kupní smlouva mezi prodávající obchodní společností a pilotem byla podepsána 30. 11. 2015. Tento si UL letoun převzal dne 17. 3. 2017.

Technická data:

Rozpětí:	9,05 m
Délka:	7 m
Výška:	3,65 m
Hmotnost pohotovostní:	297 kg
MTOW:	472,5 kg
Pádová rychlost:	62 km.hod <sup>-1</sup>
Cestovní rychlost (75%):	210 km.hod <sup>-1</sup>
Rychlost maximální nepřekročitelná:	255 km.hod <sup>-1</sup>
Dolet:	1 100 km
Záchranný systém:	Instalován
Rok výroby:	2016
Zákonné pojištění:	Uzavřeno
UL letoun nebyl vybaven zařízením pro záznam letových parametrů.	
Motor – typ:	Rotax 912 ULS 100HP
Vrtule – typ:	Pevná, dřevěná, SR-295 WOODCOMP



*Obr. 1: UL: letoun AL600 JASMINE. (Dokumentace výrobce)*

*AL600 Jasmín (Dokumentace LAA ČR).*

*Ilustrační foto.*

#### 1.6.2 Reklamace pilota výrobcí 19. 3. 2017

Dle nalezené korespondence pilot reklamoval u výrobce následující skutečnosti:

- Zpoždění dodání UL letounu 9 měsíců a 25 dní.
- Letadlo stojí negativně nakloněné dopředu, mělo by stát na přídí o cca 50 mm výše.
- Topení topí stále naplno, chybí možnost regulace, výduchy nejsou dokončené.
- Kabinu nelze uzamknout, zamykání není vyřešené.
- Letoun nemá oka pro ukotvení k zemi.
- Brzdu nelze zajistit pro parkování, aretace je bez funkce.
- Dvě boční okénka mají již dnes cca 10 mm dlouhé praskliny.
- Vy-Zapínač strobe se propálil.
- Vertikální vůle cca 30 mm na konci levého křídla v ukotvení k trupu, natažené oko zadního úchyty.
- Měkké uložení osy pedálů, ložisko vyjíždí z hřídele.
- Pásky sjíždí ze zádi sedaček, chybí opěrky.
- Chybí 3D loga na beranech.
- Chybí vracečka do levé nádrže.
- Upevnění tabletu navigace nevyřešeno.
- Chybí záruční list baterie a přístrojů, návod k rádiu, dokumentace k záchrannému systému.
- Chybí letadlová kniha a popis.

#### 1.6.3 Z výpovědi výrobce UL letounu

- Motor, Rotax 912 UL 80 HP, který měl pilot k dispozici pro uvedený UL letoun, byl v opravě.
- V UL letounu byl namontován výrobcem zapůjčený nový motor.
- Jednalo se dle vyjádření výrobce o zapůjčení UL letounu pilotovi.

- Protokol o převzetí UL letounu, vzhledem k výše uvedeným skutečnostem a pro dořešení dodatečného vybavení nebyl sepsán.
- K dispozici měli vrtuli, kterou výrobce koupil společně s pilotem a která byla vhodná pro motor, který byl v opravě.
- V případě provozu této vrtule na zapůjčeném motoru bylo nutné hlídat otáčky motoru, aby nedošlo k jeho přetočení a doporučil v tomto režimu nepoužívat plnou přípusť paliva.
- Výrobce o této skutečnosti pilota informoval.
- Do prozatímní letadlové knihy výrobce napsal omezení maximální letové rychlosti 200 km.hod<sup>-1</sup> a maximální otáčky motoru 5600 ot.min<sup>-1</sup>.
- UL letoun po letové stránce byl kompletní a zcela letuschopný.
- Dodatečné vybavení a odstranění připomínek pilota chtěli provést při předpokládané výměně motoru ze 100 na 80 HP.
- Výrobce, jako instruktor, byl s pilotem dohodnut, že spolu nalétají asi 5 hodin, což bylo nezbytné pro řádné přeškolení.
- Pilot se po nalétání 1,5 hod rozhodl, že zbytek nalétá s instruktorem doma.
- Výrobce pilota upozorňoval, že letadlo, ve kterém doposud létal, je jednodušší na ovládání a dodržování letových parametrů.
- Výrobce a pilot spolu konzultovali umístění tabletu do palubní desky. Vhodné místo chtěl pilot zjistit za letu. Výrobce mu doporučil, ať tuto činnost provádí s druhým pilotem, nejlépe s instruktorem.

### 1.6.3 Letecké pohonné hmoty

#### Zápisky pilota

- Dne 25. 3. 2017 „LKST 4 x start, 4 x 10 min 30 l paliva. Z poznámek nevyplývalo, zda plnění palivem provedl před letovou činností na tomto letišti nebo po ní.
- Dne 27. 3. 2017 „3 x okruh + 10 min“. Za zápisu nevyplývá, že časový údaj je celková doba letů nebo doba jednotlivých okruhů.
- Dne 1. 4. 2017 provedl 1 x okruh, cca 5 min a kritický let nezjištěné doby.

## 1.7. Meteorologická situace

### 1.7.1 Rozbor meteorologické situace

(odborný odhad ČHMÚ pravděpodobného počasí v místě LN)

Den a čas:	1. 4. 2017, 11:00-14:00 UTC
Místo:	Obec Dub (mezi Vlachovým Březím a Bavorovem)
Situace	Před zvlněnou studenou frontou nad Německem proudil do ČR teplý vzduch od jihu
Přízemní vítr:	100-130°/3-6 kt
Výškový vítr:	2000 ft AGL 130/08 kt +15°C, 5000 ft AGL 130/08 kt +09°C
Dohlednost:	Nad 10 km
Stav počasí:	Skoro jasno, beze srážek
Oblačnost:	FEW Cu 4000 -4500 ft AGL
Turbulence:	NIL
Námraza:	NIL
Závěr:	Bez nebezpečných meteorologických jevů

### 1.7.2 Zprávy SYNOP, 11 – 14 UTC, z MET stanice Temelín

Datum/čas	Vítr (kt)	QBA	Oblačnost ft	T/T <sub>Rosný bod</sub>
0111	100/3	26 km	1 Cu 4300	16,5/6,4



0112	130/4	30 km	1 Cu 4000	18,4/6,5
0113	100/5	30 km	1 Cu 4000	19,0/6,0
0114	120/3	30 km	1 Cu 4300	19,7/6,0

### 1.7.3 Svědci

Bylo slunečno, foukal slabý vítr.

1.7.4 Radarový snímek z 15 SELČ (červeným křížkem označena poloha obce Dub).



### 1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

NIL

### 1.9 Spojovací služba

NIL

### 1.10 Informace o letišti

LKSR nemělo vliv na vznik a průběh letecké nehody.

### 1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

UL letoun nebyl vybaven zapisovačem letových údajů.

### 1.12 Popis místa nehody a troskek

UL letoun dopadl N obce Dub cca 500 m od okraje obytné zástavby. Místem dopadu bylo pole v mírném svahu stoupajícím severním směrem s porostem obilovin o výšce do 10 cm. Místo bylo zasaženo požárem.

Zeměpisné souřadnice místa dopadu N49°06', E014°01', nadmořská výška 472 m.

Místo dopadu bylo v požářišti. Požářiště mělo přibližně kruhový tvar o průměru cca 8 m. V tomto místě byly soustředěny téměř všechny trosky UL letounu, které byly z převážné většiny shořelé. Částečně neshořelé v tomto prostoru byly zbytky levé poloviny křídla, jejího koncového oblouku, levého křídélka a pravá podvozková noha. Neshořelé byly pouze kovové části spolu s některými prvky ovládání řízení a rozepnuté spony bezpečnostních pásů. Samotné pásy byly shořelé. Dále zde bylo vyhořelé tělo raketového motoru záchranného systému, který nebyl aktivován pilotem.

Mimo požářiště byla plechová nádrž, část skořepiny zadní části trupu, která přechází do kýlové části a padák záchranného systému. Svazky jeho šňůr směřovaly k požářišti, byly na nich zajišťovací gumičky, nebyly napnuté. V místě styku s požářištěm byly šňůry uhořelé.

V prostoru požářiště i mimo něj se nacházelo množství malých trosek zasažených více či méně požárem.

Před místem dopadu na západ, ve vzdálenosti 1370 m byly nalezeny části kompozitové spodní skořepiny pravé poloviny křídla, ve vzdálenosti 750 m před místem dopadu leželo žebro z křídla, 550 m před místem dopadu byl střed rozptýlených trosek z levé poloviny křídla, horní a dolní potah, pravé i levé křídélko a koncový oblouk. V tomto prostoru bylo množství drobných trosek z UL letounu. Další se nacházely od tohoto prostoru až k místu dopadu.

Na místě letecké nehody nebylo možné posoudit, z důvodu míry destrukce UL letounu a působením ohně, zda stav řízení mohl nebo nemohl mít vliv na její vznik a průběh.



*Obr. 2: Místo dopadu UL letounu. Pohled na západ, proti směru příletu.*

### **1.13 Závěry soudně- lékařské expertízy**

Bezprostřední příčinou smrti pilota bylo polytrauma (sdružené poranění více orgánových systémů). Zemřel prakticky okamžitě po nárazu letounu do země.

Ze soudně lékařského a letecko-lékařského hlediska lze uvést, že na postavu pilota sedícího v pilotní sedačce předmětného letadla, působilo tupé násilí mohutné intenzity prakticky na celou plochu těla, zepředu a zespodu. Vznik zranění lze dobře vysvětlit mechanismem letecké nehody – nárazem letounu pod velkým úhlem či téměř kolmo do země. Krátce po dopadu letounu vznikl požár, došlo k výraznému ohoření trosek letadla a posmrtnému ohoření těla pilota. Pitvou a toxikologickým vyšetřením bylo potvrzeno, že v době požáru již nežil.

Při pitvě nebyly zjištěny úrazové změny, které by nebylo možné vysvětlit mechanismem předmětné nehody, jako je např. zásah střelou nebo výbuch na palubě apod.

Při pitvě nebyly zjištěny chorobné změny, které by se mohly podílet na vzniku havarijní situace, nebo by je bylo možno klást do příčinné souvislosti s úmrtím pilota.

Toxikologickým vyšetřením nebyl v krvi pilota zjištěn alkohol a nebyl v průběhu letu ani pod vlivem jiných, pro let zakázaných léků nebo drog.

U pilota bylo provedeno biochemické vyšetření somato – psychického stavu. Na základě analyzovaných biochemických parametrů, v kontextu ostatních nálezů a zjištění (pitvy, laboratorních analýz, údajů vyšetřovací komise) lze po statistickém vyhodnocení výsledků vyšetření interpretovat závěry tak, že pilot zemřel prakticky po nárazu do země a že před smrtí netrpěl hypoxií (nedostatkem kyslíku ve vdechovaném vzduchu). Z výsledků vyšetření dále vyplývá, že byl do okamžiku nehody při vědomí, postupně podstupoval po určitou dobu před smrtí (minimálně v řádu desítek vteřin) výraznou psychickou i fyzickou zátěž dosahující intenzity až negativní psychické emoce (stresu), znatelně převyšující psychickou zátěž při běžné pilotáži. V této době si pilot pravděpodobně uvědomoval výrazné riziko vzniku havarijní situace.

**Závěr:**

Při komplexní expertíze nebyly zjištěny žádné skutečnosti, které by svědčily pro zdravotní nebo toxikologickou příčinu vyšetřované nehody.

#### **1.14 Požár**

Po dopadu UL letounu vznikl požár, který zničil část jeho trosek v požářišti a v jeho blízkém okolí. Požár byl zlikvidován jednotkou HZS.

#### **1.15 Pátrání a záchrana**

Pátrání nebylo organizováno. Leteckou nehodu ohlásili na PČR svědkové. Na místě zasahovala RZS a jednotka HZS.

#### **1.16 Testy a výzkum**

##### **1.16.1 Analýza lepených spojů horního a spodního potahu trosek pravé poloviny křídla**

Předmětem technické zprávy R 6750 vydané VZLÚ, a. s. bylo provedení odborného posouzení charakteru lomu porušeného táhla levého křídélka a analýzy části lepených spojů horního a spodního potahu trosek pravé poloviny křídla havarovaného UL.

Přední nosník se nezachoval celý, ale přibližně jedna polovina ze strany konce křídla. Přední nosník má průřez tvaru C, přičemž jedna pásnice je přilepena k dolnímu potahu a druhá k hornímu potahu křídla.

Lepený spoj předního nosníku k hornímu potahu křídla vykazuje poměrně velkou neprolepenou oblast v délce cca 500 mm, kde vůbec nedošlo ke kontaktu lepidla s horním potahem. Ve zbývajících částech lepeného spoje je již ve zbývajícím lepidle patrný otisk rastru odtrhové tkaniny. Lomová plocha lepeného spoje neobsahuje vytrhaná uhlíková vlákna ani části pryskyřice z horního potahu.

Lepený spoj předního nosníku k dolnímu potahu křídla je proveden výrazně lépe než spoj s horním potahem. Lepená spára je vyplněna po celé délce nosníku a lomová plocha lepeného spoje obsahuje vytrhaná uhlíková vlákna a části pryskyřice z dolního potahu, což jsou známky kvalitně provedeného lepeného spoje kompozitních částí.

Potahy pravé poloviny křídla se nezachovaly celé, ale přibližně jejich  $\frac{3}{4}$  od konce křídla. Potahy křídla jsou spojeny přeplátovaným spojem na náběžné hraně a přes nosníky a žebra křídla.

Lepené spoje horního potahu k dolnímu potahu a k vnitřní konstrukci křídla vykazují dvě poměrně velké neprolepené oblasti. Jedna v délce cca 500 mm je v oblasti předního nosníku. (Jak bylo uvedeno výše.) Druhá o délce cca 600 mm je v oblasti hlavního nosníku.



*Obr. 3: Části trosek horního a spodního potahu pravé poloviny křídla.*

Ve zbývajících částech lepených spojů jsou patrné obrysy lepených oblastí. Lomové plochy lepených spojů horního potahu až na spoj s nosníkem křídla neobsahují zbytky lepidla, vytrhaná uhlíková vlákna ani části pryskyřice z horního potahu a součástí vnitřní konstrukce křídla.

Lepené spoje dolního potahu křídla k vnitřní konstrukci křídla jsou provedeny výrazně lépe než spoje s horním potahem. Lomové plochy lepených spojů obsahují vytrhaná uhlíková vlákna a části pryskyřice z dolního potahu, což jsou známky kvalitně provedeného lepeného spoje kompozitních spojů.



*Obr. 4: Trosky předního nosníku pravé poloviny křídla.*

#### Dodržení stanovené technologie

Pro posouzení dodržení předepsaných míchacích poměrů a vytvrzovacích parametrů lepidla byla provedena jejich analýza pomocí DSC (diferenční skenovací kalorimetrie). Výsledky této analýzy byly porovnány s výsledky DSC analýzy vyrobeného v expertním pracovišti. Porovnání výsledků DSC analýz bylo potvrzeno dodržení předepsaných míchacích poměrů složek lepidla a vytvrzovacího procesu.

Podle dostupných podkladů bylo křídlo vyrobeno standardním výrobním postupem používaným v této kategorii:

1. Výroba jednotlivých částí křídla.
2. Lepení vnitřní konstrukce křídla k potahu.
3. Lepení horního potahu k dolnímu potahu a vnitřní konstrukci křídla.

Podle dostupných podkladů byl při lepení křídla použit standardní lepicí postup:

1. Povrchová úprava lepených ploch (odstranění odtrhové tkaniny, odmaštění acetone, přebroušení brusným papírem, odmaštění acetone).
2. Příprava lepicí hmoty.
3. Nanesení laminační pryskyřice na obě lepené plochy.
4. Nanesení potřebné lepicí hmoty na jednu lepenou plochu.
5. Ustavení lepených dílů.
6. Zatížení lepeného spoje.
7. Kontrola lepeného spoje – přetoky po obvodě spoje.
8. Vytvrzení lepeného spoje.

Uvedený postup lepení se snadněji provádí při lepení vnitřní konstrukce křídla k dolnímu potahu. Díly je možné lepit postupně, lepená spára má přiměřenou tloušťku a je dobrá vizuální kontrola, lepeného spoje. Proto lepené spoje dolního potahu, analyzované v předchozí kapitole mají všechny atributy kvalitně provedených spojů.

Při lepení horního potahu k dolnímu a konstrukci křídla je proces náročnější. Je nutné ověřit tloušťku lepicí spáry pro ověření množství potřebné lepicí hmoty pomocí plastelíny v plastovém obalu a zkušební uzavření křídla. Pokud zjištěná tloušťka lepené spáry odpovídá předpokladu, je možné zahájit lepicí proces. Oproti lepení konstrukce křídla k dolnímu potahu je zhoršená vizuální kontrola.

V posuzovaném případě byla nalezena dvě neprolepená místa ve spoji předního a hlavního nosníku s potahem. Důvodem může být nanesení nedostatečného množství lepicí hmoty na inkriminovaná místa nebo byla tloušťka lepené spáry v těchto místech tak velká, že před vytvrzením lepicí hmoty došlo k jejímu odtoku z lepeného spoje. Z dochovaných trosek je zřejmé, že tloušťka lepené spáry v lepených spojkách s horním potahem se pohybuje od 1 mm (nosník křidélek) do 3 mm (přední nosník, přeplátovaný spoj horního a dolního potahu).

Důvodem nízké kvality lepených spojů horního potahu je velká tloušťka lepené spáry a z toho plynoucí malý lepicí tlak (tlak mezi lepenou plochou a lepidlem). Velikost lepicího tlaku je jedním ze stěžejních parametrů pro vytvoření kvalitního lepeného spoje, protože výrazně ovlivňuje velikost adheze mezi lepenými substráty. Důsledkem nízkého lepicího tlaku je snížená únosnost lepených spojů horního potahu.

Doporučení ke zvýšení kvality lepených spojů od zpracovatele analýzy uvedené v bodě 1.16.1:

Při analýze lepených spojů a posuzování jejich provedení bylo zjištěno nedocnění vlivu dvou stěžejních parametrů ovlivňujících únosnost lepených spojů. Prvním faktorem je povrchová úprava lepených ploch před lepením a druhým je tloušťka lepené spáry.

Povrchová úprava posuzovaných lepených spojů se skládala z aplikace z odtrhové tkaniny na lepená místa kompozitních dílů při jejich laminaci. Po vytvrzení dílů, před jejich vzájemným lepením, je odtrhová tkanina pouze stržena a následně na ně naneseno lepidlo. V tomto postupu se skrývá několik úskalí. Prvním je požití vhodné odtrhové tkaniny. Odtrhových tkanin existuje celá řada a ne každá je vhodná na přímé lepení nebo i jako ochrana před kontaminací lepených ploch. Pouhá záměna odtrhové tkaniny za jiný typ obsahující silikonovou apreturu může vést k dramatickému poklesu únosnosti lepeného spoje. Použitá odtrhová tkanina na posuzovaném křídle má poměrně hrubý rastr, který zhoršuje smáčivost povrchu a tím snižuje adhezi lepidla. Proto doporučuje přidat po odtržení tkaniny ještě operaci přebroušení lepených ploch brusným papírem a odmaštění acetone.

Dalším důležitým faktorem je tloušťka lepené spáry. Jednak ovlivňuje únosnost lepeného spoje jako takového a dále také ovlivňuje velikost lepicího tlaku a tedy adhezi lepidla. Zjištěná tloušťka lepené spáry horního potahu mezi 1 – 3 mm je pro daný lepicí

systém enormní. Akceptovatelná tloušťka lepené spáry by se měla pohybovat do 1 mm, což je jistě dosažitelné bez dramatického zvýšení výrobních nákladů.

Dle dostupných informací bylo posuzované křídlo vyrobeno ze standardních materiálů a postupy, které se používají po dobu okolo dvaceti let.

Doporučení zpracovatele odborného posouzení provést LAA ČR mezi výrobcí ULL z kompozitních materiálů osvětluje zaměřenou na problematiku lepených spojů a vliv parametrů lepicího procesu na kvalitu spojenou s auditem používaných postupů a materiálů.

Dále zpracovatel doporučuje navázat spolupráci s Leteckými ústavami ČVUT nebo VUT s cílem ověření vlivu technologických parametrů lepených spojů na jejich únosnost. Jednalo by se především o povrchovou úpravu lepených spojů, tloušťku lepené spáry, velikost lepicího tlaku a typ lepidla. Používaná lepicí hmota skládající se z laminační pryskyřice MGS LR285/LH287 zahuštěné aerosilem není rozhodně optimálním řešením, zvláště při lepení horního potahu.

#### 1.16.2 Posouzení lomové plochy táhla levého křídélka

Během ohledání trosky byl na táhlu levého křídélka zjištěn lom v místě jeho radiálního provrtání a tím zúžení jeho profilu.

Fraktografická analýza tohoto táhla ukázala, že z mikroskopického hlediska lomová plocha vykazovala charakter tvárného porušení (extrémní zatížení nad mez pevnosti) bez jakýchkoli znaků únavového namáhání. Na žádné z lomových ploch nebyly pozorovány materiálové vady ani korozní produkty.

Na povrchu levého křídélka byly otlaky od pohybů táhla v krajních polohách. Nepodařilo se prokázat, že stopy otlacení na povrchu křídélka vznikly během kritického letu.



Obr. 5: Detail levého křídélka se stopami otlaků od táhla.

#### 1.16.3 Biologické stopy

V průběhu ohledání byly na spodní straně levého křídélka, blíže trupu, nalezeny stopy po rozstříknuté nahnědlé kapalině. Tyto stopy byly předány k provedení odborného zkoumání. Důvodem tohoto zkoumání byl možný střet UL letounu za letu s ptákem, který mohl vést k narušení konstrukce UL letounu nebo poraněním pilota, s následným vznikem kritické situace a destrukcí UL letounu za letu.

Ze závěrů odborného kriminalisticko-technického vyjádření vyplynulo, že v případě zajištěných stop byla ve zkoumaném materiálu specificky prokázána přítomnost lidské krve a že se jedná o krev, resp. biologický materiál, pocházející z těla pilota.

#### 1.16.4 Posouzení stavu motoru po LN

Vzhledem k celkové devastaci motoru následkem požáru nebylo možné z palivového systému nic zjistit. Karburátory, sací filtry, moduly zapalování se nedochovaly a nebyly k posouzení dodány. Snímače otáček byly roztaveny. Uvnitř motoru byly vidět zbytky oleje, z čehož lze usuzovat, že motor byl „zaplaven“ olejem. Klikovým hřídelem bylo možné protočit jen částečně z důvodu deformace motoru. Po demontáži reduktoru v něm bylo zjištěno odpovídající množství oleje. Reduktor ani motor v době nárazu nebyl v chodu, jelikož ozubené kolečko (náhon vakuové pumpy) nebylo „opsané“ v bloku motoru, což by při nárazu s motorem v chodu bylo viditelné.

Z uvedeného nálezu lze usoudit, že během letu nedošlo k náhlému násilnému zastavení motoru v důsledku mechanické závady na motoru. Motor při dopadu na zem nebyl v chodu.

#### 1.16.5 Posouzení stavu záchranného systému GRS po LN

Po prohlídce lze konstatovat, že jednotka GRS nebyla aktivována pilotem během pádu letounu. Po dopadu nebyl systém GRS aktivován vlivem nárazu. Vnitřní protinárazová a požární pojistka nebyla odjištěna. Odjišťuje se tahem při odpálení systému. Aktivace raketového motoru byla způsobena nadměrnou teplotou v požářišti trosek.

V okamžiku spuštění raketového motoru, který byl zajištěn v raketnici systému GRS, byla přepážka z laminátu, na které byl připevněn, zdevastována požárem a po spuštění raketového motoru vlivem reakce byla celá raketnice i s raketovým motorem od přepážky utržena a vymrštěna mimo požářiště. Částečně se otevřel i padákový kontejner a padák byl částečně vytažen ze svého obalu. Raketnice s raketou byla přibrzděna odpalovacím bowdenem, který byl i s raketnicí zdevastovaný požárem. Dopad raketnice s raketou byl nedaleko středu požáru.

S jistotou lze konstatovat, že záchranný systém byl před letem odjištěn, ale během pádu letounu nebylo zataženo za odpalovací rukojeť. Rukojeť zůstala v poměrně zachovalém stavu a zajišťovací otvor pro pin byl volný. Záchranný systém GRS nebyl pilotem aktivován.

#### 1.17 Informace o provozních organizacích

UL letoun byl majetkem fyzické osoby, pilota.

#### 1.18 Doplnkové informace

NIL

#### 1.19 Způsoby odborného zjišťování příčin

Při odborném zjišťování příčin letecké nehody bylo postupováno v souladu s předpisem L 13.

### 2. Rozbory

Komise při stanovení příčin letecké nehody vycházela z výpovědi svědků, z informací o odborné a zdravotní způsobilosti pilota, z informací známých pilota, z obecných charakteristik UL letounu z veřejně přístupných zdrojů, z ohledání UL letounu a zpracovaných odborných posudků.

#### 2.1 Pilot

- Měl pilotní průkaz LAA a platné osvědčení o zdravotní způsobilosti.
- Nálet pilota byl specifikován na základě jeho údajů v registru LAA a v části jeho záznamů.
- V uvedený den provedl jeden let po okruhu a kritický let.
- Během kritického letu mohl provádět i činnost nesouvisející s řízením UL letounu, hledání vhodného místa pro umístění navigačního tabletu v kabině.
- Pilot nebyl připoután.

## **2.2 UL letoun**

- Měl platný technický průkaz a platné pojištění.
- Komise provedla prohlídky UL letounu na místě LN a nechala zpracovat odborné posudky na stav motoru, záchranného systému GRS a analýzu lepených spojů na dochovaných prvcích konstrukce.
- Podle reklamace pilota měl několik nedostatků, které neměly vliv na jeho říditelnost a ovladatelnost.
- Měl nedostatky v nedodržení technologie lepení křídla.
- Nepodařilo se prokázat ani vyloučit vznik flutteru během letu jako předpoklad vzniku letecké nehody.
- Motor při dopadu na zem nebyl v chodu.
- Na levém křídélku byly krevní stopy pilota.

## **2.3 Kritický let**

- Komisi se nepodařilo zjistit, v jakém čase pilot k letu odstartoval.
- Výška letu byla s velkou pravděpodobností 50 – 100 m.
- Svědkové viděli postupnou destrukci UL letounu za letu, jeho pád a dopad na zem.
- Nepodařilo se dohledat žádného svědka, který viděl průběh letu před jeho destrukcí za letu.
- Svědkové neuvěřili přítomnost dalšího létajícího objektu v blízkosti UL letounu.
- Na UL letounu během pádu nebyl viděn požár.
- Pilot neaktivoval záchranný systém.
- Po dopadu se UL letoun vzněl.
- Pilot při LN zahynul.

### **2.3.3 Počasí**

- Stav počasí vyhovoval pro let za VMC a neměl vliv na vznik a průběh letecké nehody.

## **3. Závěry**

### **3.1 Závěry komise**

- Pilot měl platný pilotní průkaz LAA a platné osvědčení o zdravotní způsobilosti.
- UL letoun měl platný TP a zákonné pojištění.
- UL letoun měl nedostatky v dodržení technologie lepení křídla.
- K destrukci UL letounu docházelo již v průběhu letu.
- Pilot neaktivoval záchranný systém.
- Motor při dopadu nebyl v chodu.
- K požáru UL letounu došlo až po dopadu.
- Nepodařilo se objasnit vznik biologické stopy pilota na levém křídélku.
- Počasí nemělo vliv na provedení letu.



### 3.2 Příčiny letecké nehody

Příčinou letecké nehody UL letounu byla jeho destrukce za letu na malé výšce a jeho následný pád, který mohl nastat když:

- Pilot letounu úmyslně překročil stanovenou letovou obálku daného UL letounu během letu před leteckou nehodou s možným následným vznikem flutteru.
- Pilot letounu neúmyslně překročil stanovenou letovou obálku daného UL letounu, při možné manipulaci s navigačním tabletem, kdy nebyl zajištěný poutacími pásy. Za určité situace, vzdušným poryvem, náhodným nechtěným zásahem do řízení, mohl být zbaven možnosti UL letoun ovládat. Následně mohl vzniknout flutter.
- Kritickou situaci prvotně způsobila samotná destrukce křídla, sestaveného s nedodržením výrobní technologie, za letu v limitech letové obálky a provozních násobků.

Vznik letecké nehody se komisi nepodařilo přesně specifikovat.

## 4. Bezpečnostní doporučení

ÚZPLN vydává bezpečnostní doporučení pro LAA ČR ke zvýšení kvality lepených spojů v souladu se zpracovatelem analýzy uvedené v bodě 1.16.1 této zprávy.