



ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ  
PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 01 PRAHA 99

---

CZ-13-667

# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin letecké nehody  
ultralehkého vrtulníku CH 77 Ranabot  
poznávací značky OK-SHA-68  
Štěpánov  
dne 3. 12. 2013**

Praha  
Únor 2015

---

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.

## Vysvětlení použitých zkratk

AC	Alto cumulus
AGL	Nad úrovní země
AMSL	Nad střední hladinou moře
BKN	Oblačno, až skoro zataženo
CAVOK	Dohlednost, oblačnost a současné počasí lepší než předepsané hodnoty nebo podmínky
CI	Cirrus
CS	Cirrostratus
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
E	Východ
EFIS	Elektronický systém letových informací
ELEV	Výška nad mořem (odvozena z WGS84 souřadnicového systému)
FEW	Skoro jasno
g	Tíhové zrychlení ( $m \cdot s^{-2}$ )
GPS	Globální systém určení polohy
h	Hodina
hPa	Hectopascal (jednotka atmosférického tlaku)
HZS	Hasičský záchranný sbor
kg	Kilogram (jednotka hmotnosti)
km	Kilometr
kN	Kilonewton
KÚP	Kriminalistický ústav Praha
l	Litr
JAA	Sdružené letecké úřady
JAR	Společné letecké předpisy
LKBO	Neveřejné vnitrostátní letiště Bohuňovice
LKBE	Veřejné vnitrostátní letiště Benešov
m	Metr
min	Minuta
METAR	Pravidelná letištní zpráva (v meteorologickém kódu)
MHz	Megahertz
MPa	Megapascal
NIL	Žádný
NIGHT	Kvalifikace pro lety v noci
ot.min <sup>-1</sup>	Otáčka za minutu
PPL(A)JAA	Průkaz způsobilosti JAA pilota letounů na základě českého národního průkazu způsobilosti pilota letounů
PPL (H)	Průkaz soukromého pilota vrtulníků
REG	Oblastní
RPM	Otáčky za minutu
RWY	Dráha
RZS	Rychlá záchranná služba
QNH	Atmosférický tlak redukovaný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry, používaný pro nastavení tlakové stupnice výškoměru k zobrazení nadmořské výšky
s	Sekunda
S	Jih
SD	Paměťová karta (Secure Digital)
SEP	Jednomotorový pístový (kvalifikace)
TP	Technický průkaz
TyP	Typový průkaz

ULL	Ultralehký letoun
ULLa	Ultralehký letoun aerodynamicky řízený
ULH	Ultralehký vrtulník
UTC	Světový koordinovaný čas
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
VFR	Pravidla pro let za viditelnosti
VMC	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VOP	Vodorovná ocasní plocha
VRB	Proměnlivý
VZLÚ	Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.
µm	Mikrometr (jednotka délky $10^{-6}$ m)

## A) Úvod

Majitel: soukromá osoba  
Výrobce a model letadla: CH-7 HELICOPTERS HELI SPORT S.r.l.  
CH-77 Ranabot  
Poznávací značka: OK-SHA 68  
Místo: Štěpánov  
Datum a čas: 3. 12. 2013, 12:03 (časy jsou UTC)

## B) Informační přehled

Dne 3. 12. 2013 ÚZPLN obdržel oznámení o letecké nehodě ultralehkého vrtulníku CH-77 Ranabot. Pilot zamýšlel uskutečnit traťový let VFR z LKBO s přistáním v LKBE. Po vzletu z LKBO pokračoval v letu po trati, která vedla nad obcí Štěpánov. Svědci průletu nad obcí zaznamenali ránu, po které následoval pád vrtulníku k zemi. Vrtulník se zřítil na pole na okraji obce Štěpánov. Nárazem do země a následným požárem byl zcela zničen. Pilot vrtulníku utrpěl zranění neslučitelná se životem. Ke zranění dalších osob nedošlo.

Leteckou nehodu svědci ohlásili na linku tísňového volání. Na místo letecké nehody se téhož dne dostavila komise ÚZPLN a zahájila odborné zjišťování příčin.

Příčinu události zjišťuje komise ÚZPLN ve složení:

Předseda komise: Ing. Stanislav Suchý  
Člen komise: Ing. Lubomír Stříhavka  
MUDr. Václav Horák ÚSL ÚVN Praha

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 01 PRAHA 99  
dne 2. února 2015

## C) Hlavní část zprávy obsahuje:

- 1) Faktické informace
- 2) Rozbory
- 3) Závěry
- 4) Bezpečnostní doporučení
- 5) Přílohy

# 1 Faktické informace

## 1.1 Průběh letu

### 1.1.1 Okolnosti, které předcházely kritickému letu

Vysvětlení k okolnostem, které předcházely letu, podal jednatel MAMBA AIR, s.r.o., instruktor registrovaného střediska pilotního výcviku a inspektor provozu ULH. Uvedl, že pilot před dvěma lety u MAMBA AIR, s.r.o. objednal ultralehký vrtulník CH-77 Ranabot. Sepsali smlouvu o díle. V průběhu stavby spolu několikrát jednali kvůli nadstandardnímu vybavení a barevnému provedení ULH. V létě roku 2013 pilot na LKBO absolvoval jako cestující lety se stejným typem ULH. Vyzkoušel si jeho pilotáž pod dozorem instruktora. V říjnu roku 2013 se domluvili na přeškolení na daný typ. Vzhledem k podmínkám byl nakonec vhodný termín pro přeškolení až v prosinci. Pilot teoretickou část zkoušky provedl on-line zkušebním testem na internetu.

Dne 2. 12. 2013 pilot přijel na LKBO. Dopoledne zahájil praktický výcvik na ULH. Nejprve uskutečnil lety s instruktorem a poté provedl samostatné lety podle výcvikové osnovy pilota ULH. Rozsah výcviku určil instruktor s ohledem na zkušenost pilota s létáním na vrtulníku normální kategorie.

Dne 2. 12. 2013 pilot uskutečnil celkem 18 letů v souhrnné době 3 h 15 min. Instruktor ve výpovědi uvedl, že u pilota zaznamenal chybu, se kterou se za 14 let ještě nesetkal, alespoň ne u pilota, který je držitelem průkazu soukromého pilota vrtulníků. Chybu instruktor popsal slovy: „*Udělal to, že pustil řízení cyklíky a i já jsem měl co dělat, abych to podchytil. Vrtulník se vzepjal. On na to vůbec nereagoval a srovnat stroj jsem musel já. Mě to dost vyděsilo, to že to pustil. Rekl mi, že to pustil proto, že si chtěl otočit okénko na sebe. On si pak svoji chybu uvědomil, ale víc ji nekomentoval*“.

Ve svém vysvětlení instruktor dále uvedl, že tentýž den se jej další osoba s leteckou kvalifikací dotazovala na pilota v souvislosti s tím, že viděla nebezpečnou situaci, kdy pilot prováděl vzlet při samostatném letu na LKBO proti přistávajícímu letounu Cessna.

Instruktor rovněž uvedl, že dne 2. 12. 2013 pilot létal až do západu slunce (který byl v LKBO v cca 14:54). Pak vrtulník uschovali. Instruktor s pilotem probíral, jak je s vrtulníkem spokojený a poté ho odvezl do blízkého motorestu, kde pilot zůstal do rána.

Dne 3. 12. 2013 instruktor pilota vyzvedl v motorestu v 08:00. Na LKBO pak zahájili další praktický výcvik a provedl s pilotem praktické přezkoušení. Létání pilot ukončil v cca 10:30. Instruktor uvedl, že se spolu domlouvali o trase jeho letu. Měl už připravenou navigační trasu. Ještě pilotovi pomáhal demontovat pedály nožního řízení na místě spolucestujícího a připomínal mu také, ať si nezapomene dotankovat vrtulník a naložit manipulační kolečka. Instruktor poté odletěl do Luhačovic.

V 11:26 pilot za pomoci mechanika odtlačil vrtulník k plnicímu místu v areálu firmy a zde mechanik doplnil obě nádrže. Potom uzavřel motorový kryt na pravé straně a vrtulník odtlačili zpět do středu odstavné plochy. Pilot do vrtulníku uložil své osobní věci. V době 11:42 – 11:44 pilot vedl hovor mobilním telefonem. Potom usedl na pravé sedadlo v kabině vrtulníku, připoutal se a zavřel pravé dveře kabiny.

### 1.1.2 Kritický let

V 11:51 pilot spustil motor, potom provedl jeho ohřev a v 11:57:30 zahájil vzlet z odstavné plochy. Při vzletu po odlehčení vrtulníku mírně vybočil vlevo, pak vrtulník

srovnal, vystoupal do výšky cca 1 – 2 m nad zemí a pokračoval v blízkosti země v rozletu ve směru RWY 07. V 11:58 vrtulník pokračoval v letu od LKBO.

Při průletu nad obcí Štěpánov nastala situace, která měla pravděpodobně za následek kritickou změnu nastavení listů nosného rotoru, odklon disku nosného rotoru a seknutí jednoho listu do ocasního nosníku. Toto způsobilo nejen zvukový efekt, o kterém hovoří svědci, ale rovněž poškození ocasní části, soustavy směrového řízení a soustavy přenosu krouticího momentu od motoru. Pravděpodobně došlo k prasknutí průhledné části pilotní kabiny. Z kabiny vypadly předměty zde uložené. Došlo k odtržení vodorovné ocasní plochy od kýlu, vytržení příruby převodovky ocasního rotoru z ocasního nosníku a přerušení transmisního hřídele. Z vrtulníku postupně odpadly jednotlivé drobné komponenty.

Vrtulník se stal prakticky neovladatelným, převracel se a po zakřivené trajektorii padal k zemi. Po dopadu na zem došlo k jeho vzplanutí. Pád vrtulníku byl nahlášen HZS v 12:04, tedy cca 6 minut po vzletu z LKBO.

### 1.1.3 Pozorování svědků

Celkem 9 svědků vypovědělo, že krátce před leteckou nehodou zaslechli a viděli vrtulník letět nad obcí Štěpánov a kritickou situaci, která skončila jeho pádem. Svědci se přitom nacházeli na různých místech v obci a v různých vzdálenostech od pozdějšího místa dopadu vrtulníku na zem.

Svědék, který se od místa dopadu vrtulníku nalézal ve vzdálenosti cca 600 m východně, mezi obytnými domy, nejprve vrtulník slyšel a až potom se na něj podíval. Letěl z jeho pohledu ve směru zleva doprava. Svědek se přitom bavil s jinou osobou a zaslechl zvuk jako „*plesknutí*“. Když se na vrtulník po tom zvuku podíval, tak viděl, jak vrtulník už padá k zemi přídí napřed. Viděl také, jak z vrtulníku odpadla nějaká část, která padala k zemi pomaleji a ve vzduchu se přetáčela. Na vrtulníku nepozoroval žádný dým ani oheň. Uvedl rovněž, že před „*plesknutím*“ slyšel pravidelný zvuk, pak už bylo jakoby ticho. Nebyl si jistý, zda předtím zaslechl vynechání zvuku. Vlastní dopad vrtulníku na zem neviděl.

Druhý svědek byl v místě vzdáleném cca 320 m severozápadně od místa dopadu vrtulníku. Na vrtulník jej upozornily děti. Když se po něm podíval, tak viděl, že letěl normálně a z východního směru. Podle svědka pak měl výhled na vrtulník zakrytý vysokými stromy. V té chvíli slyšel „*něco jako dutou ostrou ránu, poté se po pár vteřinách ozvala druhá rána*“. Po té první ráně se zvuk změnil „*byl víc basový*“. Při druhé ráně svědek vrtulník již viděl. Odhadl, že to bylo v prostoru nad polem. Zvuk vrtulníku ztichnul. Svědek uvedl, že po té druhé ráně viděl, jak se vrtulník zastavil, otočil se hřbetem dolů a přídí padal dolů. Že by něco padalo z vrtulníku, neviděl.

Třetí svědek se od místa dopadu vrtulníku nalézal ve vzdálenosti cca 420 m severozápadně. Vyšel z budovy v areálu firmy a slyšel zvuk vrtulníku. Když se po něm podíval, tak uviděl, že letí ve výšce, kterou odhadnul 50 – 70 m, maximálně do 100 m. Vrtulník letěl směrem, který zhruba kopíroval hlavní ulici v obci. Svědek uvedl, že tomu nedával velkou váhu. Vrtulníky létávaly k vojákům a už dlouho tam žádný neletěl, tak byl zvědavý. Zvuk vrtulníku byl pravidelný. Najednou se zvuk změnil „*jako když u auta upadne tlumič*“. Podle svědka změnu zvuku provázela výraznější rána. Za cca 1 - 2 vteřiny potom z vrtulníku něco odlétlo volně k zemi. K pohybu po změně zvuku svědek uvedl, že už si

to nepamatuje přesně, ale ještě krátce letěl ve stejném směru a pak začal klesat, přídí k zemi. Svědek ztratil vrtulník z dohledu asi ve 20 m, protože mu výhled zakrývaly stromy. Potom se ozvala silná rána nárazu. Svědek zavolal na linku 112. Z vyvýšeného místa pak viděl jen kouř a tak šel směrem k místu dopadu, kde se již nacházely dvě osoby.

Čtvrtý svědek se od místa dopadu vrtulníku nalézal ve vzdálenosti cca 310 m severně, mezi obytnými domy. Uviděl vrtulník v prostoru nad kostelem. Podle jeho odhadu letěl cca 50 m nad vrcholem kostelní věže. Ve výpovědi uvedl, že vrtulník bylo krásně vidět. Letěl rovně a zvuk, který vydával, byl pravidelný. Svědek dále řekl: „*Po cca deseti vteřinách se jakoby mu zadní část zlomila, sekl si vrtulí do zadní části a přešel do vývrtky a v té prudce klesal k zemi*“. Zvuk nárazu neslyšel ani neviděl dopad, měl již zakrytý výhled. Potom viděl jen dým z místa dopadu. Žádnou změnu ve zvuku vrtulníku až do nárazu vrtule do zadní části neregistroval. Žádné odpadávající části z vrtulníku si nevšimnul.

Svědčyně, která se od místa dopadu vrtulníku nalézala ve vzdálenosti cca 450 m východně, poprvé uviděla vrtulník v prostoru nad zástavbou v obci. Letěl podle jejího odhadu ve směru ze severovýchodu na jihozápad. Všimla si ho, protože v takové barvě tam vrtulník normálně nelétal. Měl červenou barvu. Letěl rovně. Zvuk vrtulníku byl pravidelný. Výšku nedokázala přesně odhadnout, ale určitě byl výš než věž kostela, možná 100 m. Svědkyně řekla, že jí vrtulník přeletěl nad hlavou. Potom pokračovala v chůzi po ulici směrem na jihovýchod. Dále uvedla že: „*Po pár krocích uslyšela, jakoby vypadával motor, jakoby se vypnul. Nejprve zněl přerušovaně a následně úplně ztichnul*“. Svědkyně uvedla, že se otočila směrem k vrtulníku a viděla, jak se vrtulník jakoby zastavil na místě. Otočil se k ní levým bokem. Potom zahlédla, že mu ze zadní části odpadla nějaká plochá destička. V tu chvíli zahlédla i černý dým, který popsala jako takové „*blafnutí*“. Vrtulník se natočil na levý bok a začal klesat k zemi. Potom jí zmizel za domy. Pak už viděla jen černý dým a zavolala telefonem na číslo RZS.

Další, šestý svědek, se od místa dopadu vrtulníku nalézal ve vzdálenosti cca 430 m severně, u obytného domu. Ve výpovědi uvedl, že vrtulník viděl letět téměř přímo nad sebou ve směru na Olomouc (jihovýchod). Výšku svědek odhadnul 100 – 140 m. Každopádně byly vidět detaily vrtulníku i jeho zadní vrtulka. Let byl podle svědka přímý a zvuk pravidelný. Jak letěl nad ním, tak se ozvala rána, taková „*silnější petarda*“. Svědek viděl, že se zadní vrtulka začala zpomalovat a vrtulník se začal vychylovat v horizontální rovině doprava a doleva, jakoby ztrácel rovnováhu. Ze zadní části svědek viděl vycházet černý dým a vrtulník potom začal padat, zešikma a přídí k zemi. Zvuk se po té ráně změnil na takový „*jakoby traktorový*“ a potom úplně ztichnul. Zvuk nárazu svědek neslyšel. Svědek si byl při výpovědi jistý, že během pádu z vrtulníku nic neodpadávalo. Z výhledu se mu vrtulník ztratil ve výšce, kterou odhadnul 30 – 50 m. Svědek se rozjel na kole k místu, kam viděl vrtulník padat. Když přijel k místu, kde hořely trosky, viděl, že pod troskami ležel pilot. S další osobou jej vytáhli z trosek a snažili se ho uhasit.

Další dva svědci sledovali vrtulník z místa vzdáleného cca 940 m západně od místa dopadu. První z nich ve výpovědi uvedl, že uslyšel zvuk vrtulníku, který měl takový přerušovaný chod motoru. Potom uslyšel „*takovou tupou*“ ránu. Když se po té ráně otočil, tak viděl vrtulník, jak padá šikmo přídí dolů k zemi. Při pádu vrtulník vydával zase takový přerušovaný zvuk, jako když vynechává motor. Svědek ale nedokázal posoudit, jak vrtulník letěl před tou ránou. V době, kdy si jej poprvé všimnul, odhadl, že měl výšku tak cca 100 m. Když vrtulník padal, tak z jeho pravé části vycházel tmavší kouř. Při pádu mu potom zmizel z dohledu za stromy. Viděl pak již jen velký černý kouř. Svědek neviděl, jestli z vrtulníku něco v průběhu letu odpadlo.

Také druhý svědek ze stejného místa uvedl, že si poprvé všimnul vrtulníku, když uslyšel zvuk, který mu zněl jako „tarokování“, tedy přerušovaný chod motoru. Potom se podíval k obloze a uviděl tam vrtulník, který se nad jižním okrajem zástavby pohyboval vzhledem k němu zleva doprava na jih. Potom se ozvala docela silná rána, zakouřilo se od něj a vrtulník přešel do pádu k zemi, přídí napřed. Že by z vrtulníku něco padalo, svědek neviděl. Při pádu měl vrtulník opět ten přerušovaný chod motoru. Potom zmizel za stromy a slyšel až zvuk nárazu a viděl černý dým po dopadu. Svědek nedokázal posoudit, jak moc se z vrtulníku při pádu kouřilo, protože se z něj určitě zakouřilo po té ráně, ale při pádu mu rychle zmizel za stromy.

Devátý svědek poprvé uviděl vrtulník z místa na hřišti, které je od místa dopadu vrtulníku ve vzdálenosti cca 210 m východně. Vrtulník spatřil téměř nad sebou. Vzdálenost odhadnul cca 100 m. Letěl relativně pomalu a zvuk byl pravidelný. Svědek ve výpovědi uvedl: „Potom jsem uslyšel, že zvuk se jakoby zacukal a z asi motoru jsem viděl jít kouř. Byl to takový černý obláček. Ještě před tím kouřem jsem slyšel ránu a následně něco z vrtulníku odpadlo. Viděl jsem, že stroj se naklonil čumákem k zemi a potom se srovnal zpět. Následně se naklonil na bok a začal klesat k zemi.“ Svědek vrtulník ztratil z dohledu za plotem. Samotný dopad neviděl. Slyšel tlumený zvuk dopadu.

## 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

## 1.3 Poškození letadla

Ultralehký vrtulník byl zničen při dopadu na zem a následném požáru.

## 1.4 Ostatní škody

Nebyly vyčísleny.

## 1.5 Informace o osobách

### 1.5.1 Pilot

- muž, věk 47 let,
- držitel platného průkazů způsobilosti soukromého pilota vrtulníků PPL (H), který získal dne 16. 9. 2013,
- platná typová kvalifikace R22,
- osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy - platné,
- všeobecný průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby - platný.



Pilot absolvoval praktický výcvik pilota vrtulníků v období od 1. 7. 2012 do 9. 9. 2013. Ve výcviku nalétal celkem 54 h 06 min, z toho samostatně 10 h 53 min. Výcvik prováděl na vrtulníku Robinson R22. Zkoušku dovednosti vykonal s examinátorem dne 11. 9. 2013. Při zahájení přeškolovacího výcviku pilota ULH, pro přiznání úlev, uvedl v osobním listu 60 nalétaných hodin na vrtulníku.

Pilot vykonal přeškolovací výcvik k získání pilotního průkazu ULH. Podle záznamu o přeškolovacím výcviku pilota SLZ – ULH absolvoval ověření základních teoretických znalostí před zahájením praktické části dne 2. 8. 2013. Ve dnech 2. 12. a 3. 12. 2013 uskutečnil, na základě zkušeností s jiným typem vrtulníku, upravenou letovou výuku - přeškolení na typ CH-77 Ranabot.

Pilot zaznamenal v zápisníku letů pilota - žáka dobu letu na vrtulníku CH-77 Ranabot ke dni 3. 2. 2013:

- celkem na ULH: 4 h 50 min
- celkem sólo lety na ULH: 1 h 35 min

Instruktor, který s pilotem prováděl přeškolovací výcvik a pilotní zkoušku ve své výpovědi hodnotil pilota slovy: *„Já sám jsem jej jako pilota hodnotil chvalitebně. Měl nalétáno cca 60 hodin na vrtulnících typu Robinson 22. Měl to nalétáno letos. Výrazné problémy neměl, ale zdálo se mi, že má návyky z řízení letadel. Zvláště při zatáčení přitahoval řízení jako v letadle a tím pak ztrácel rychlost, protože začal stoupat a to ve vrtulníku není třeba na rozdíl od letadel.“*

#### Další kvalifikace pilota

Pilot byl od roku 1997 držitelem pilotního průkazu pilota ULLa. V roce 1999 absolvoval výcvik a dne 15. 3. 2000 získal průkaz soukromého pilota letounů. V roce 2002 získal kvalifikaci NIGHT. Poslední přezkoušení odborné způsobilosti pro prodloužení kvalifikace SEP land vykonal s examinátorem dne 23. 3. 2013.

Pilot, v žádosti o vydání PPL(A)JAA na základě českého (národního) PPL(A), podané na ÚCL dne 25. 3. 2013, uvedl celkovou praxi 118 h 56 min na letounech ke dni 21. 3. 2013. V žádosti podané k prodloužení platnosti pilotního průkazu pilota ULL dne 30. 4. 2013 uvedl, že od posledního prodloužení platnosti nalétal 5,2 h. V žádostech o prodloužení pilotního průkazu pilot uváděl údaj o náletu hodin od doby vystavení průkazu různě, např. v roce 2005 celkem 134 h, v roce 2007 celkem 94 h 24 min a v roce 2013 celkem 111,5 h.

## 1.6 Informace o letadle

### 1.6.1 Všeobecné informace

Ultralehký vrtulník CH-77 Ranabot (dále jen „vrtulník“) je letadlo s poháněnými rotujícími nosnými plochami, které je konstruováno maximálně pro 2 osoby, se sedadly vedle sebe a s maximální vzletovou hmotností 450 kg. Vychází z ověřeného CH-7 Kompres.

Rám vrtulníku je celokovový s pevným podvozkem tvořeným dvěma ližinami. Všechny díly kapotáže jsou vyrobeny z kompozitových dílů. Dveře do kokpitu jsou zkonstruovány tak, aby je bylo možné snadno odhodit v případě nouze. Vrtulník se pilotuje z pravé strany. Prvky řízení na levé straně kokpitu lze odmontovat. Na středu kabiny se nachází přístrojový panel, nad hlavou je umístěn stropní panel s ovladači a pojistkami.

Nosný rotor vrtulníku je dvoulistý. Jednotlivé listy jsou vyrobeny z kombinace kompozitových materiálů, rovingových a uhlíkových vláken a ocelového nosníku. Zadní ocasní rotor je dvoulistý. Listy jsou celokovové. Řízení je konvenční s mechanickým přenosem sil na nosný a ocasní rotor.

Pohonnou jednotku tvoří pístový motor typu EPA Power SA 914-1400. Pro italského výrobce vrtulníků je motor upravován italskou firmou EPA POWER SportAvio Division. Vychází z motoru Rotax 914. Pro použití ve vrtulnících CH-77 Ranabot má zvětšený objem na 1400 ccm.

Vrtulník je vybaven automatickou regulací výkonu motoru, která se aktivuje při 80 procentech výkonu motoru. Na palubě je instalován akustický výstražný systém.

Typ:	CH-77 Ranabot
Poznávací značka:	OK-SHA 68
Výrobce:	CH-7 HELICOPTERS HELI SPORT S.r.l.
Rok výroby:	2013
Výrobní číslo:	09SC275
Technický průkaz P:	vystaven 14. 10. 2013
Celkový nálet ke dni 3. 12. 2013:	6 h 5 min
Pojištění odpovědnosti za škodu:	platné

#### Pohonná jednotka

Motor - typ:	EPA Power SA 914-1400
Výrobce:	EPA POWER SportAvio Division
Výrobní číslo:	4 420514

### 1.6.2 Certifikace vrtulníku CH-77 Ranabot

Dne 8. 8. 2012 společnost Mamba Air, s.r.o. zaslala LAA ČR žádost o typové ověření vrtulníku CH-77 Ranabot. V žádosti společnost a inspektor techniky ULH uvedli, že vrtulník zachovává technické parametry vrtulníků CH-7 Kompress a CH-7 Kompress Charlie 2 testované v průběhu 18 let a vychází ze zkušeností s více než 250 vyrobenými modely, které nalétaly více jak 60 000 letových hodin.

Technická komise LAA ČR k typové certifikaci požadovala od společnosti Mamba Air, s.r.o. doložit zahraniční certifikaci, podrobnou technickou specifikaci ULH CH-77 Ranabot, letovou a údržbovou příručku. Podle zápisů z jednání Technické komise LAA ČR nebyl proces ověření typové certifikace do dne letecké nehody dokončen.

### 1.6.3 Provoz vrtulníku CH-77 Ranabot, OK-SHA 68

Ke stavu vrtulníku CH-77 Ranabot, OK-SHA 68 jednatel MAMBA AIR, s.r.o ve svém vysvětlení uvedl, že byl u firmy kompletně sestaven. Zalétal jej dne 6. 10. 2013 osobně. K tomu ve výpovědi doslova uvedl: „*Tomuto stroji jsem se věnoval ještě víc jak s jinými, protože měl jít na výuku do školy. Zvláště pak vibrace rotoru jsem udělal pod 0,1. Norma je 0,2. Při sestavování žádné problémy se strojem nebyly a při zalétávání také ne. Se strojem se mi naprosto perfektně létalo. Se strojem jsem nalétal cca 10 h v záletu a pak s pilotem v den nehody. Kdybych si myslel, že je nějak stroj nebezpečný, tak by s ním ani sám nelétal ani by jej nepředal někomu jinému*“.

Vrtulník byl, podle protokolu o letové zkoušce uskutečněné na LKBO dne 6. 10. 2013 v trvání 1 h 15 min, bez závad a svými výkony a vlastnostmi, jako i funkcí svých

částí splňoval požadavky způsobilosti letového provozu. Dne 9. 10. 2013 inspektor techniky ULH předběžně přidělil vrtulníku poznávací značku OK-SHA-68. Ve výstupním protokolu o letové způsobilosti jednotlivého SLZ–TP „P“, ULH CH-77 Ranabot, výrobní číslo 009, ze dne 9. 10. 2013, výrobce v prohlášení uvedl, že se jedná o nultou sérii před vydáním typového průkazu CH-77 Ranabot. Vrtulník měl zdvojené řízení.

#### 1.6.4 Hmotnost a vyvážení

Podle váhového a nivelačního protokolu ze dne 20. 9. 2013 byla celková hmotnost prázdného vrtulníku CH-77 Ranabot, poznávací značky OK-SHA-68, včetně vybavení 289 kg. Před kritickým letem dne 3. 12. 2013 byl vrtulník na LKBO doplněn benzínem typu BA 95 Natural do obou nádrží. Plnění prováděl mechanik za přítomnosti pilota a doplnil 30 litrů (kapacita obou nádrží je 33,5 l a 32,5 l benzínu o hustotě cca 0,71 g/cm<sup>3</sup>). Hmotnost cca 60 l benzínu byla cca 42 kg. Hmotnost pilota byla podle závěru soudně lékařské expertízy 115 kg. Na levé sedadlo byla uložena manipulační kolečka o váze 7,1 kg a do zavazadlového prostoru příruční zavazadlo pilota. Část věcí shořela a jejich skutečná hmotnost není známa. Hmotnost manipulačních koleček a osobních věcí byla odhadnuta cca 10 kg. Celková hmotnost vrtulníku při vzletu tedy v takovém případě byla cca 456 kg. Maximální vzletová hmotnost ultralehkého vrtulníku je 450 kg.

Pro výpočet polohy těžiště a vyvážení (podélné a boční) byla použita metodika z příručky pro pilota<sup>1)</sup>, váhový a nivelační protokol a hmotnost pilota a dodatečných věcí. Bez paliva byla podélná poloha těžiště v mezích provozní obálky limitů těžiště definované v příručce pro pilota, boční poloha těžiště byla již mimo povolené limity. Pro hmotnost paliva při vzletu byla podélná poloha těžiště v mezích. Boční poloha těžiště byla mimo povolené limity. V takovém případě, podle letové příručky, let není povolen.

## 1.7 Meteorologická situace

### 1.7.1 Synoptická situace

Podle zprávy Letecké meteorologické služby Českého hydrometeorologického ústavu v týlu tlakové výše nad východní Evropou proudil do ČR (zejména ve vyšších hladinách atmosféry) teplejší vzduch od jihu-jihozápadu.

### 1.7.2 Aktuální situace

Odborný odhad meteorologické situace v místě letecké nehody zpracovaný ČHMÚ:

Přízemní vítr:	190° – 230° / 6 - 10 kt, ve vyšších polohách orograficky zesílen až 15 kt s nárazy 20 - 25 kt
Výškový vítr:	2000 ft AGL 220° / 15 kt, 5000 ft AMSL 240° / 15 kt
Dohlednost:	nad 10 km
Stav počasí:	oblačno-skoro zataženo vysokou oblačností, beze srážek
Oblačnost:	BKN CI, CS nad 10000 ft AMSL
Teplota:	2000 ft AGL +7°C, 5000 ft AMSL +4°C
Výška nulové izotermy:	1500-2000 ft AMSL
Turbulence:	slabá-mírná mechanická
Námraza:	NIL

<sup>1)</sup> Sekce 2 – Provozní omezení, 2.8 Limity těžiště.

#### 1.7.4 Zprávy SYNOP

Výpis ze zpráv SYNOP na meteorologických stanicích:

##### Červená (CER)

Čas	Směr větru/ Rychlost větru/ Nárazy	Dohlednost	Stav počasí/ Jevy v poslední hodině	Oblačnost/ Výška základny oblačnosti	Teplota	Rosný bod
11:00	220° 16 kt/25 kt	35 km	-	7 CS >9000 ft	-1,4°C	-5,6°C
12:00	190° 4 kt/23 kt	40 km	-	7 CS >9000 ft	-1,4°C	-5,5°C

##### Holešov (LHO)

Čas	Směr větru/ Rychlost větru/ Nárazy	Dohlednost	Stav počasí/ Jevy v poslední hodině	Oblačnost/ Výška základny oblačnosti	Teplota	Rosný bod
11:00	190° 4 kt	15 km	-	6 CI >9000 ft	+3°C	-3,5°C
12:00	200° 6 kt	15 km	-	6 CI >9000 ft	+3,6°C	-3,2°C

### 1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

Na budově v areálu společnosti Mamba Air, s.r.o. je umístěn ukazatel směru větru. Značení nezpevněné RWY 07/25 je standardní.

### 1.9 Spojovací služba

Letiště Bohuňovice má pro pozemní rádiovou stanici, určenou pro komunikaci v leteckém pásmu, přidělen kmitočt 118,275 MHz. Záznam komunikace na provozním kmitočtu není pořizován.

### 1.10 Informace o letišti

Neveřejné vnitrostátní letiště Bohuňovice se nachází 0,5 km E od obce Bohuňovice. Je určeno k provozu letounů, kluzáků, ultralehkých letadel a vrtulníků. Nadmožská výška RWY 07/25 o délce 830 m je 774 ft / 236 m. Z důvodu překážek je možno RWY 07 využívat pouze pro vzlety a RWY 25 pouze pro přistání.

### 1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

Na palubě vrtulníku nebyl žádný letový zapisovač.

#### 1.11.1 Elektronický letový informační systém

Vrtulník byl vybaven elektronickým letovým informačním systémem (EFIS) Nesis II 8,0". Zařízení sestává z jednotky pro sledování senzorů na motoru (DAQU), inerciálního navigačního systému doplněného GPS a snímači tlaku (AHRS), počítače a zobrazovací jednotky s ovládacími prvky<sup>2)</sup>. Data dostupná z EFIS zahrnují 33 parametrů zaznamenávaných v intervalu 1 s a ukládaných na paměťovou kartu. Letové parametry jsou data z GPS (souřadnice, traťová rychlost, hladina a výška nad terénem), hladina znamenající buď nadmožskou výšku nebo letovou hladinu, indikovaná vzdušná rychlost, QNH, údaje o sklonu, náklonu, zatáčení a násobcích zrychlení ve směru os odvozené od

<sup>2)</sup> Nesis II User's Manual –Version 2.6.

akcelerometrů a venkovní teplota vzduchu. Parametry motoru jsou zejména data o otáčkách motoru a nosného rotoru, údaje o době provozu motoru, tlaku paliva, průtoku a plnicím tlaku, tlaku a teplotě oleje. Zařízení Nesis II bylo nalezeno v troskách vrtulníku. Při prohlídce bylo zjištěno, že zařízení je celkově mechanicky a případně i vnějšími tepelnými účinky požáru poškozeno. Ve vnitřním osazení byly identifikovány dvě mikro SD paměťové karty s kapacitou 2 GB a 4 GB. Paměťová kapacita karet byla zálohována jako bitové kopie na DVD média. Dekódování dat z bitové kopie bylo provedeno výrobcem zařízení pomocí příslušného softwarového vybavení. Podle sdělení výrobce data jsou nevěrohodná a je pravděpodobné, že paměťová karta s daty byla vadná již před leteckou nehodou.

#### 1.11.2 Další záznamy

Činnost pilota a mechanika před kritickým letem na ploše v areálu MAMBA AIR, s.r.o. dne 3. 12. 2013 zaznamenaly bezpečnostní kamery. Záznam z doby od 12:25 do 12:58 byl využit pro šetření.

### 1.12 Popis místa nehody a trosek

#### 1.12.1 Všeobecně

Ultralehký vrtulník dopadl na pole na okraji obce Štěpánov. V místě letecké nehody je ELEV 220 m. Zeměpisné souřadnice polohy středu trosek kabiny byly 49°40'54,5" N a 017°13'07,5" E. Silně ohořelé trosky vrtulníku, konstrukce rámu s motorem a spojkou, reduktorem, nosným rotorem a ocasním nosníkem, rám dveří pilotní kabiny, odtržená kapota motoru, oddělená část ocasního nosníku se směrovkou, ocasní rotor, manipulační kolečka a úlomky plastu, zasklení a drobné části se nacházely na ploše ve tvaru kruhu o poloměru cca 10 m. Ve vzdálenosti cca 5 m od středu trosek se nacházelo tělo pilota.



Obr. 1 Místo letecké nehody

Podle polohy deformované konstrukce rámu s motorem vrtulník dopadl otočen přídíl do kurzu cca 045° – 050°. Listy nosného rotoru ležely napříč spojnice mezi rotorovou hlavou a koncem ocasního nosníku. Jeden list byl silně ohořelý, druhý byl zasažen požárem jen u kořenové části.

Koncová část ocasního nosníku se směrovkou byla odtržená. Za koncovou částí, ve vzdálenosti cca 10 m od středu trosek ležel vytržený reduktor s ocasním rotorem, který měl konec jednoho listu utržený. Konec listu byl nalezen cca 8 m na opačné straně od středu trosek. Na okraji trosek ležel rám pravých dveří kabiny, ohořelý a s rozbitým zasklením.

Mimo hlavní pole trosek byly v zastavěné části obce a na přilehlém poli nalezeny a zajištěny stopy – věci z vrtulníku a jeho menší části, viz příloha č. 1 První věc (mapa spodního vzdušného prostoru) z kabiny vrtulníku byla nalezena v parčíku poblíž ulice Horní v obci Štěpánov.

Část transparentní plastické hmoty, stopa ② o rozměrech 93 x 20 x 0,25 mm ve tvaru profilu listu rotoru s fragmenty červeného nátěru, byla nalezena na travnatém prostranství před kostelem v ulici Pravoslavná, cca 216 m od trosek.

Další část, pruh černé lepicí pásky, stopa ③ o délce cca 208 mm a šíři 35 mm opatřená na jedné straně lepicí vrstvou, ve které ulpěly fragmenty šedého nátěru a drobné červené fragmenty, byla nalezena na travnatém pásu vedle vozovky na ulici Pravoslavná ve vzdálenosti cca 183 m od trosek.

Vedle domu č. p. 565 na ulici Pravoslavná, ve vzdálenosti cca 154 m od trosek, byl nalezen nepravidelný úlomek z průhledné části kabiny, stopa ④ o rozměrech cca 350 x 200 mm.

V pásu podél linie spojnice výchozího bodu měření (VBM), kterým byl sloup elektrického vedení v poloze - 49°40'59,3" N a 017°13'09,1" E a středu trosek, byly nalezeny části konstrukce, oba pedály z místa spolucestujícího, množství malých kusů plastu a zasklení vrtulníku.

Vodorovná ocasní plocha, odtržená od kýlu, byla nalezena 22,5 m vlevo od spojnice a cca 134 m od středu trosek (20,2 m od VBM). Plastové kolo s výřezy žluté barvy ze spojky náhonu ocasního rotoru bylo nalezeno 17,4 m vlevo od spojnice a cca 80,9 m od středu trosek (73,2 m od VBM). Kovové zakončení – vytržená ostruha směrovky byla nalezena 25,1 m vlevo od spojnice a cca 60,1 m od středu trosek (94 m od VBM). Jeden pedál nožního řízení byl nalezen 26,8 m vlevo od spojnice a cca 57,6 m od středu trosek (96,5 m od VBM). Druhý pedál byl nalezen 13,3 m vlevo od spojnice a cca 38,9 m od středu trosek (115,2 m od VBM).

Z důvodu manipulace s vrakem při jeho vyproštění z místa nehody bylo provedeno odstranění závěsu ocasního nosníku od konstrukce trupu a poškozeného ližinového podvozku.

Trosky byly po ohledání místa dopadu uloženy v prostoru Policie ČR a následně podrobně ohledány.

#### 1.12.2 Podrobné ohledání

##### A. Konstrukce trupu

Příhradová konstrukce, svařená z ocelových trubek o  $\varnothing$  22 mm s příčkami o  $\varnothing$  16 mm byla tvarově deformovaná. Materiál byl degradován působením vysoké teploty. Ve svárových spojích se vyskytovaly lomy způsobené mechanickým namáháním.

Kabina byla vyrobena z laminátových dílů. Průhledné plochy byly vyrobeny z polymethylmetakrylátu o tloušťce 1,8 mm. Z pravých dveří se zachovala horní část rámu, ve které zůstaly fragmenty zasklení okna a zbytky pryžového těsnění. Spodní zadní část dveří chyběla. Uvnitř dveří se nacházely části uzavíracího mechanismu – táhla s čepy a madlo. Kompozitový úchyt pro plynovou vzpěru dveří byl částečně vylomený a vzpěra chyběla. Kulový čep úchytu byl znečištěn hlinou. Ovládací páka byla ve vodorovné poloze („otevřeno“), mechanismus spodního zajišťovacího táhla byl nasazen na kulise a přední táhlo čnělo z obrysu rámu 40 mm. Povrch 15 mm od konce kolíku předního táhla byl znečištěn hlinou, ostatní povrch nebyl znečištěn. Zadní táhlo bylo vyvlečené z vedení a bylo deformované ohybem. Červená pojistka na rámu dveří nebyla poškozena. Levé dveře byly zcela degradovány působením vysoké teploty a zůstaly z nich pouze jednotlivé zuhelnatělé vrstvy tkanin. Uvnitř a se nacházelo táhlo a části uzavíracího mechanismu.

Duralová táhla systému řízení byla degradovaná působením vysoké teploty a zbytky byly ohořelé. Na části systému řízení kolektivu a cykly byly spoje konců táhel propojené a zajištěné, duralové části táhel byly zničeny působením vysoké teploty.

## B. Nosný rotor

Oba listy byly šedé barvy, konce listů byly zbarveny světle červenou až oranžovou barvou. Jeden list měl výrobní označení SC 1010 ECH7, S/N 0138, podle protokolu o letové zkoušce se jednalo list č. 2. Náběžná hrana byla na konci listu viditelně rozlepena s trhlinou v délce cca 660 mm a z hrany vyčnívala deformovaná tyč vyvážení. Na náběžné hraně byly stopy tmavě červené a modré barvy. Roh náběžné hrany byl roztříštěn. Na základě porovnání tvaru a barevného odstínu bylo zjištěno, že mimo trosky nalezené fragmenty (stopy ② a ③), pocházely z této oblasti listu. Největší poškození se nacházelo v místě, kde končí výstražné červené označení konce listu (cca 400 mm). Do tohoto místa bylo soustředěno několik šikmých trhlin. Odtoková hrana listu byla v celé délce rozlepená. Do vzdálenosti cca 1140 mm byla odtoková hrana poškozená působením vysoké teploty. Otvory po upevňovacích šroubech nebyly otláčené. Na odtokové liště byla vytržená a chyběla vyvažovací ploška. Táhlo řízení nebylo poškozené.

Druhý list měl výrobní označení nečitelné, jednalo se o list č. 1. Z listu zůstala zachována náběžná hrana v délce cca 1190 mm a odtoková hrana v délce cca 900 mm. Zbytek listu byl silně poškozen působením vysoké teploty. Roh náběžné hrany byl v délce cca 30 mm uražen a další stopy nárazu se na této hraně nacházely ve vzdálenosti cca 240 mm. Stopy neumožnily určit, čím byl náraz do těchto částí listu způsoben. Otvory po upevňovacích šroubech nebyly otláčené. Na odtokové liště byla přinýtovaná vyvažovací ploška. List byl na místě letecké nehody nalezen přetočený a jeho táhlo řízení bylo poškozeno lomem. Lom vycházel z vnitřního závitů, lomové plochy byly kónické a měly jemnozrný vzhled. Z charakteru lomové plochy je zřejmé, že při lomu působilo především smykové napětí. V lomové ploše se nevyskytovaly vnitřní vady materiálu.

Rameno porušeného táhla bylo deformováno (ohnuto), velikost deformace byla odhadnuta v porovnání s druhým ramenem na cca 11 – 12 mm. Na spodní straně ramena se nacházely stopy, které byly způsobeny jeho nárazy do šroubů rotorové hlavy a hřídele rotoru. Odpovídající zhmožděné stopy se nacházely i na manžetě a pod ní na hřídeli.

V rotorové hlavě byla lomem poškozená posuvná vložka, ve které bylo ve hřídeli uloženo vahadlo s táhly. Lom nastal v místě minimálního průřezu součásti, lomové plochy byly kolmé k ose hřídele a odpovídaly struktuře materiálu. Na lomových plochách nebyly patrné vnitřní vady. Uvnitř hlavy byly poškozeny obě pryžové vrstvené podložky, které chrání hřídel před otlaky. Hřídel byl vyroben z ocelové trubky o vnějším  $\varnothing$  cca 56,6 mm, tloušťce stěny cca 4,2 mm a délce cca 1400 mm, která byla umístěna v pouzdře o vnějším

Ø cca 89,3 mm a délce cca 810 mm. Hřídel byl deformován směrem dozadu v místě maximálního působení ohybového momentu a všechny kotevní šrouby dolní příruby pouzdra byly ulomeny. Lomové plochy šroubů byly skloněny vzhledem k jejich podélným osám.

Hřídelem procházela dvě táhla spojující vahadlo v hlavě rotoru s výkyvným prstencem. Táhla byla vyrobena z ocelových trubek o vnějším Ø cca 14 mm a zakončených otočnými šrouby s okem. Obě táhla byla ve vzdálenosti cca 240 mm od spodního konce viditelně deformována – ohnuta. Velikost deformace, výchylky od podélné osy jednoho z táhel byla cca 65 mm.

Na hřídeli byl pod reduktorem nasazen výkyvný prsteneček řízení, ke kterému byla z boku šrouby připojena táhla systému řízení. Všechna táhla byla zlomená a jejich lomové plochy byly znehodnoceny působením vysoké teploty. Uvnitř prstence byl uložen v ložiskách kotouč s třmenem, ve kterém byla zakotvena spojovací táhla vedoucí hřídelem. Na obou dílech kotouče bylo vyraženo označení 998. Kotouč byl zablokovaný a nebylo možné jím v prstenci manuálně otáčet.

Detailní zkoumání prstence řízení provedl KÚP. Po demontáži kotouče na jednotlivé součásti bylo zjištěno, že kotouč je uložen ve dvou jednořadých kuličkových ložiskách o vnitřním Ø 105 mm, vnějším Ø 130 mm a šířce 13 mm, s 29 kuličkami Ø 7 mm. Na vnějším kroužku ložisek bylo uvedeno označení SKF-FRANCE A, 61821 – 2RS1. V obou ložiskách se nacházelo teplem znehodnocené mazivo. Na povrchu vnějších kroužků byla přítomna fialová vrstva oxidů, která lokálně přecházela do modré. Spodní ložisko bylo zablokováno, manuálně s ním nešlo volně otáčet. Při vynaložení zvýšeného úsilí kroužky vzájemně přeskakovaly o úsek, jehož délka byla zhruba rovna rozteči kuliček.

Po rozříznutí vnějšího kroužku bylo při mikroskopické prohlídce funkčních ploch zjištěno, že na obou kroužcích se vyskytují rýhy kolmé k oběžným drahám kuliček, jejichž délka dosahuje cca 3 mm a šířka cca 0,3 mm. Rovněž horní ložisko vykazovalo nepravidelnosti v chodu. Výskyt rýh byl zjištěn na obou jeho kroužcích, poloha rýh se však liší vzhledem k ose plochy. Při vzájemném porovnání ložisek nebyly rýhy umístěny nad sebou, ale byly posunuty zhruba o polovinu rozteče kuliček. Stopy kuliček jsou tvořeny souběžnými rýhami a vytvářejí na funkčních plochách drážky, které neleží v ose funkčních ploch a na protilehlých místech kroužku se liší svojí šířkou - max. cca 0,9 mm v „modré oblasti“.

Proti unikání maziva byla ložiska v kotouči na vnějších stranách opatřena těsnicími pryžovými kroužky vyztuženými kovovou vložkou. Pryžová vrstva kroužků nebyla viditelně poškozena působením vysoké teploty. Mezi vnitřními kroužky ložisek byl vložen rozpěrný kroužek, který byl vyroben z tenkého ocelového pásu tloušťky cca 0,25 mm. Nebyly stopy ručního opracování ve formě různě orientovaných rýh a nerovností na vnitřním průměru.

Uvnitř kotouče byly na kontaktních plochách patrné stopy po obrábění, které bylo provedeno dodatečně po dokončení povrchové úpravy součástí.

Čepy třmenu byly uloženy v jednořadých kuličkových ložiskách o vnitřním průměru 12 mm, vnějším průměru 28 mm a šířce 8 mm, s 8 kuličkami Ø cca 5 mm. Na vnějším kroužku s označením SKF ITALY 23 063 K 6001 RSH. Jedno z ložisek vykazovalo značné nepravidelnosti ve svém chodu. Při mikroskopické prohlídce bylo na hraně vnějšího kroužku nalezeno šest zhmožděných stop a vtisků. Na funkčních plochách vnějšího kroužku byly zjištěny mělké rýhy způsobené kuličkami. Rýhy byly kolmé na jejich oběžnou dráhu.



### C. Reduktor

V reduktoru se nacházely zbytky olejové náplně. Na zubech převodového soukolí se nevyskytovaly zjevné deformace. Funkční plocha kuželíkového ložiska byla čistá, bez výskytu rýh nebo pettingů, pod ním uložené ložisko ve víku skříně mělo plynulý chod, bez nepravidelností.

Příruby transmisního hřídele byly poškozeny lomy. Charakter lomových ploch neodpovídal výskytu některé z typických vnitřních vad materiálu.

### D. Ocasní nosník s kýlovou plochou

Ocasní nosník byl tvořen trubkou o  $\varnothing$  128,5 mm a tloušťce stěny cca 1,6 mm, vyrobenou z lehké slitiny. Přední část trubkové konstrukce ocasního nosníku nesla do vzdálenosti cca 760 mm stopy působení vysoké teploty - opálení a vyčníval z ní transmisní hřídel, jehož příruba byla poškozená lomem v důsledku vysokého mechanického namáhání. Přední příruba s torsní konzolou byly vcelku, šroubové spoje byly zajištěny předepsaným způsobem. Torsní konzola byla deformovaná směrem dopředu o cca 15°. Ve vzdálenosti 0,85 m byla na nosníku ohybová deformace (zlomení) směřující vlevo vzhůru o cca 25°. K nosníku byla připojena objímka pro uchycení vzpěr ocasního nosníku. Objímka nebyla polohově posunuta vůči nosníku, šroubové spoje byly zajištěny předepsaným způsobem. Ve vzdálenosti cca 1,98 m od čela, na objímce pro připojení vzpěr nosníku, se nacházel začátek šikmé stopy, která svírala s osou nosníku úhel cca 23° - 30° a pokračovala do vzdálenosti cca 2,15 m od upevňovacího místa v trupu. V šikmé stopě se nacházely červené otěry, které měly stejný barevný odstín jako konec listu nosného rotoru. V ocasním nosníku se nacházel přetržený transmisní hřídel a část táhla ovládání ocasního rotoru. Lomové plochy v místě přerušení první a druhé části ocasního nosníku a náhonu byly tvarově podobné.

Druhá, oddělená část ocasního nosníku končila ve vzdálenosti cca 730 mm od místa přerušení okrajem s vytrženými otvory pro šroubové spoje zadní příruby převodovky ocasního rotoru. V místě přerušení se pod úhlem cca 23° vzhledem k podélné ose ocasního nosníku nacházela rovněž rozsáhlá stopa, v níž byly přítomny fragmenty červeného nátěru. Fragmenty nátěru, které byly odebrány ze stopy, byly analyzovány metodou IR-spektrometrie na FTIR mikroskopu iN10 s modulem iZ firmy Nicolet. Bylo zjištěno, že se jedná o syntetickou NH barvu na bázi polyuretanu, odstínu červená 8122, která byla druhově shodná s barvou na konci listu nosného rotoru. Ze stop uvnitř ocasního nosníku bylo zřejmé, že po střetu se transmisní hřídel již neotáčel.

Uvnitř oddělené části ocasního nosníku se nacházela část trubky transmisního hřídele ocasního rotoru zakončená unášečem. Ke konci ocasního nosníku byla připojena objímka s konzolou pro uchycení kýlové plochy.

Kýlová laminátová plocha byla připojena k objímce ocasního nosníku. Horní část kýlové plochy byla poškozena v místě spoje s vodorovnou stabilizační plochou. Poškození mělo charakter stranového vylomení konce kýlové plochy. V délce cca 0,4 m od horního konce byla delaminovaná odtoková hrana.

Vodorovná stabilizační plocha byla vyrobena z laminátu. Byla červené barvy. Na koncích byla opatřena svíslými okrajovými oblouky modré barvy. Plocha nebyla viditelně poškozena. Ve středu rozpětí, v místě spoje s kýlovou plochou se nacházel pahýl horního konce kýlové plochy. Pahýl byl na pravé straně odlomen těsně u spoje s vodorovnou stabilizační plochou a na levé straně byl vysoký 40-50 mm. Poškození neneslo stopy působení vysoké teploty. Z horní strany spoje byly zašroubovány dva šrouby, hlavy šroubů byly zajištěny drátem.

## E. Ocasní rotor

Ocasní rotor měl v důsledku vysokého mechanického namáhání deformovaná táhla řízení listů. Ovládací pákový mechanismus byl také deformován a jeho táhla byla ulomena. Ve skříni byla olejová náplň, na magnetickém lapači nečistoty nebyly zachyceny žádné úlomky feromagnetického materiálu. Na obou poškozených listech ocasního rotoru byly otěry z modrého nátěru, který byl podobného odstínu jako nátěr na kýlové ploše.

## F. Motor

Pohonná jednotka, čtyřválec EPA Power SA 914-1400. Na štítku červené barvy bylo vyznačeno typové označení motoru Rotax 914F-4 a výrobní číslo 4 420514. Firma BRP Rotax takto označuje tzv. certifikované motory.

Skříň reduktoru motoru byla nahoře poškozena trhlinou od dělicí roviny směrem dopředu. Ozubená kola byla celistvá. Povrch reduktoru byl očazen zplodinami požáru. Reduktor byl zablokován z důvodu tepelně poškozeného pryžového těsnícího kroužku na výstupní hřídeli směrem k řemenici. Řemenice pohonu hlavního rotoru byla správně nasazena a zajištěna. Na hnací řemenici byly zaklíněny zbytky pryžového řemene pohonu reduktoru hlavního rotoru. Po demontáži reduktoru nebyl zjištěn vypadlý zajišťovací polokroužek hřídele reduktoru. Na přiléhající straně skříně motoru, na nálitku ložiska nebyly zjištěny otlaky zubů ozubení. Vnitřní povrch ozubení kol a stěn reduktoru a ložisek byl pokryt olejovým filmem. Nátrubky výfukového potrubí byly zdeformovány nárazem zespodu, sváry nátrubků byly poškozeny. Plastové hadice palivové instalace motoru byly shořelé, na kovových nátrubcích a spojkách se nacházely kovové sponky. Pryžové hadice olejového a chladícího systému byly částečně ohořelé a jejich části chyběly. Po demontáži zapalovacích svíček a krytů vahadel ventilového rozvodu šlo zvýšeným použitím síly motorem ručně protočit. Stav ventilového rozvodu byl posouzen vizuální prohlídkou jednotlivých částí vačkové hřídele, zdvihátek, vahadel, pružin a dřívků ventilů. Byly bez defektního nálezu. Trubky tyček rozvodu byly deformované. Časování rozvodu odpovídalo poloze klikového hřídele. Víka ventilů skupiny válců a sací potrubí 2 a 4 byly vyhřáté, pryžové těsnění poškozeno.

Žádný z náhonů (olejového čerpadla a náhonu vačkové hřídele) nebyl přerušen. Membránové palivové čerpadlo nebylo na motoru namontováno. Pohon olejového čerpadla nebyl poškozen, náhonem čerpadla šlo otáčet bez zadrhávání a odporů. Na částech, které se vzájemně třou (písty, kroužky, stěny válců) nebyly zjištěny nadměrné otěry nebo barevné změny povrchů. Karbonové úsady ve spalovacích prostorech jednotlivých válců byly minimální.

Šroubové spoje s předepsaným utahovacím momentem byly uvolněné z předpětí v důsledku působení vysoké teploty. Povrch jednotlivých válců pod písty byl pokryt olejovým filmem. Klikový hřídel nebyl deformován. Po částečném uvolnění stahovacích svorníků skříně motoru došlo k uvolnění pnutí a motorem šlo protáčet s použitím přiměřené síly. Byla změřena házivost klikového hřídele vpředu  $O_h = 0,14$  mm, ve středu  $O_h = 0,02$  mm a vzadu  $O_h = 0,08$  mm (pozn. max. předepsaná házivost je 0,06 mm). Ostatní uložení byla provozně opotřebena, kluzné výstelky ložisek klikového hřídele a ojnic měly proměnlivou barvu od světle šedé po tmavou. Ložiskové pánve byly zafixované v zámcích.

Vyjmuté zapalovací svíčky byly typu DENSO X27EPR-U9. Některé svíčky měly mechanicky poškozený izolant. Testem nepoškozených zapalovacích svíček na přístroji SPCT 100 nebyl indikován poruchový stav. Vzdálenost mezi elektrodami byla naměřena 0,6 - 0,7 mm. Kabeláž zapalování byla zcela degradována požárem, kovové zbytky vodičů vedly do svorkovnice zapalování a k zapalovacím svíčkám. Řídící jednotky a cívky

zapalování byly poškozeny působením vysoké teploty. Nebylo možné proměřit vodivost a ohmický odpor vodičů. Rotační část zapalování byla kontaminována zeminou. Nebyly zde nalezeny stopy po otáčení rotoru zapalování. Připevňovací šrouby byly celistvé a dotažené. Všechny snímače otáček byly tvarově deformované, ale byly kompletní. Na vnější část rotoru byl připevněn rotor přídatného alternátoru. Vyhotovení odpovídalo podle konstrukčního a montážního manuálu CH-77 Ranabot Kit.

Nádrž motorového oleje je součástí mimo motor. S motorem byla spojena pryžovými hadicemi. Nádrž byla proražena nárazem, množství oleje nebylo možné objektivně stanovit. Těleso vložky olejového čističe bylo deformované nárazem zepředu.

Motor byl osazen stejnotlakovými karburátory typu Bing. Oba karburátory byly vyvléknuty z pryžového uchycení a byly poškozeny působením vysoké teploty. Pracovní membrána šoupátka levého karburátoru byla zuhelnatělá. Na pravém karburátoru byla komora mechanicky proražena nad membránou, ale membrána nebyla poškozena. Na straně sání byly karburátory vsazeny do společné komory (Airboxu), která byla propojena s výstupem turbodmychadla. Levý karburátor byl osazen hlavní tryskou označenou symbolem I8, pravý karburátor byl osazen tryskou s číslem 166. Na obou hlavních tryskách byl shora napříč vyhotoven zářez tvaru „V“. Oba karburátory byly shodně osazeny standardními volnoběžnými tryskami Rotax velikosti 35. Plastové plováky levého karburátoru by zuhelnatělé, stěna plovákové komory byla zborcená vlivem vysoké teploty. Plováky pravého karburátoru a komora nebyly zasaženy požárem. Ovládací prvky škrticích klapek byly ve svých funkčních polohách a byly zajištěny předepsaným způsobem, nastavení škrticích klapek bylo „plný plyn“. Přívody paliva do karburátorů byly spojeny kovovým potrubím s Airboxem.

Turbodmychadlo byl tvarově poškozené, uprostřed bylo jeho těleso zlomené. Ovládací mechanismus klapky byl celistvý a propojený k regulátoru.

Opotřebení motoru odpovídalo malému počtu odpracovaných hodin a poškození byla způsobena jako následek nárazu na pevnou překážku a působení vysoké teploty. Podle stavu rotujících částí zapalování lze konstatovat, že motor byl těsně před nárazem v klidu.

### **1.13 Lékařské a patologické nálezy**

Ze závěrů soudně lékařské expertízy vyplývá, že příčinou smrti pilota bylo polytrauma – těžké sdužené poranění více orgánových systémů. Pilot zemřel krátce po pádu vrtulníku na místě letecké nehody. Na postavu pilota sedícího v kabině vrtulníku působilo mohutné tupé násilí na velké ploše, s vektorem působících sil převážně zepředu, zespodu, více zprava. Dále bylo tělo pilota krátce vystaveno požáru, který vznikl po dopadu vrtulníku na zem, kdy pilot byl krátce po pádu vyproštěn z kabiny mimo dosah požáru. Vznik všech zranění lze dobře vysvětlit mechanismem letecké nehody – pádem a následným vzplanutím ultralehkého vrtulníku. Charakter zranění pravé ruky by mohl svědčit o jejím umístění na prvcích řízení v době nehody.

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

Na trupu pilota nebyla zjištěna poranění, která by dovolovala hodnotit případné použití bezpečnostních pásů, jejich použití tedy nelze ze soudnělékařského hlediska potvrdit ani vyvrátit.

Nebyly zjištěny chorobné změny, které by mohly negativně ovlivnit průběh letu nebo se spolupodílet na smrti pilota.

Toxikologickým vyšetřením byla stanovena hladina etanolu (alkoholu) 0,00 g/kg. V krvi byla stanovena koncentrace karboxyhemoglobinu 10% COHb. Z toxikologického hlediska jde o nevýznamnou koncentraci, ze soudnělékařského hlediska tato koncentrace prokazuje zcela krátkodobé přežívání pilota v době vzniku požáru.

Poslední lékařskou prohlídku podstoupil dne 10. 4. 2013 v ÚLZ Praha se závěrem „Schopen pro třídu 2“. Hmotnost pilota byla 115 kg.

#### **1.14 Požár**

Po dopadu vrtulníku došlo k požáru trosek. Požár byl uhašen zásahem jednotky HZS.

#### **1.15 Pátrání a záchrana**

Svědék, který viděl pád vrtulníku, oznámil událost na linku tísňového volání v 12:03. Do prostoru ihned vyjely jednotky HZS z Šternberka a ZZS Olomouckého kraje. Dva svědci po pádu vrtulníku doběhli na pole k hořícím troskám. V nich našli tělo pilota v poloze na břiše. Vytáhli jej cca 2 m od trosek, otočili do polohy na záda a kontrolovali, zda dýchá. Svědek pak tělo uhasil bundou. Svědek rovněž vypověděl, že při vytahování těla z trosek nic nekladlo odpor, myšleno, že by vytažení bránily nějaké popruhy, ale bylo možné, že shořely.

Velitel zásahu HZS uvedl, že po příjezdu prováděli dohašení trosek, vedle kterých se nacházelo tělo pilota bez známek života. K pokusu o ožívování ze strany ZZS nedošlo.

#### **1.16 Testy a výzkum**

##### **1.16.1 Zkoušky táhel řízení listů nosného rotoru**

Zkoušky táhel řízení listů nosného rotoru provedl KÚP. Obě táhla řízení listů se skládala z trubky o vnějším  $\varnothing$  12,4 mm a délky cca 73 mm, do které byl z každé strany zašroubován přesný otočný šroub s okem o vnitřním  $\varnothing$  6,2 mm. Na obou táhlech a na rameni porušeného táhla byly provedeny orientační zkoušky tvrdosti podle Brinella. V případě porušeného táhla byla naměřena střední hodnota HB 2,5/31,25/15 = 92,6, na nepoškozeném táhlu HB 2,5/31,25/15 = 146 a na rameni HB 2,5/31,25/15 = 171.

Optickou emisní spektrální analýzou bylo stanoveno střední chemické složení porušeného táhla, neporušeného táhla a ramena. Chemické složení součástí bylo analogické chemickému složení tvářené slitiny hliníku pro všeobecné účely AlZn6Mg2Cu (ČSN 42 4222), která je určena především pro vysoce namáhané konstrukce dopravních prostředků a pro speciální techniku. Pro tyče ve vytvrzeném stavu je v normě uvedena minimální mez pevnosti 530 MPa a pro profily 560 MPa. Doporučené tepelné zpracování je žihání na měkko  $430 \pm 10^\circ\text{C}$ , rozpouštěcí žihání 465 – 475°C. Z obou táhel byl postupně odebírán materiál k mechanickým zkouškám a analýzám. Z materiálu z porušeného táhla byla vyrobena zkušební tělíska, na kterých byla provedena zkouška tahem. Na základě výsledků zkoušky byla stanovena orientační střední mez pevnosti materiálu, ze kterého byla vyrobena trubka porušeného táhla,  $R_m = 317,81$  MPa.

Neporušené táhlo bylo do čelisti stroje pro zkoušky tahem upnuto pomocí přípravků. Tahová zkouška táhla byla přerušena při velikosti zatěžující síly 39,5 kN, v okamžiku, kdy nastala destrukce objímky koule. Z výsledku zkoušky bylo odvozeno, že

mez pevnosti materiálu trubky neporušeného táhla musí být vyšší než 521,2 MPa. Tato hodnota je v souladu s hodnotami uvedeným i v příslušné normě.

Z trubek obou táhel byly připraveny vzorky k metalografickému zkoumání. V případě porušeného táhla je struktura vzorku charakterizována výraznou vláknitou texturou způsobenou tvářením, ve které se vyskytují řádky nerozpuštěných světlých částic intermetalické fáze. Ve struktuře neporušeného táhla lze kromě textury pozorovat také oblasti s částečně rekrystalizovanými zrny<sup>3)</sup>.

#### 1.16.2 Zkoušky ložisek prstence řízení

Zkoušky ložisek prstence řízení provedl KÚP. Optickou emisní spektrální analýzou bylo stanoveno střední chemické složení vnějšího kroužku. Složení je analogické složení oceli na valivá ložiska s jakostním označením 14 109 dle ČSN. Na vnitřním kroužku spodního ložiska byla naměřena střední hodnota tvrdosti podle Vickerse HV50 = 688. Podle porovnávacích tabulek tvrdosti této hodnotě odpovídá tvrdost podle Rockwella HRC = 58,8. Analogicky horní ložisko HRC = 59,9.

#### 1.16.3 Dodatečná kontrola jakosti a pevnosti táhel řízení listů nosného rotoru

Jakost a pevnost táhel řízení listů nosného rotoru byla ověřena kontrolou stability tepelného zpracování v délce táhla přístrojem SIGMATEST 2.069. Přístroj SIGMATEST 2.069 je přenosný vířivoproudý přístroj pro měření elektrické vodivosti všech neželezných kovů. Jako kalibrační etalon byl použit ERGAL 7075 T6. Kontrola byla provedena organizací oprávněnou ke zkouškám letadel<sup>4)</sup>. Kontrola vodivosti se uskutečnila na obou táhlech řízení listů nosného rotoru (porušeném a neporušeném) z havarovaného vrtulníku a na celkem deseti táhlech (č. 1 až 10) z vrtulníků CH-77 Ranabot (OK-SHA 66, OK-THA 72 a stavebnice vrtulníku č. 18 bez poznávací značky) a vrtulníků CH-7 Charlie (OK-QHA 60 a OK-LHA 13). Provozované vrtulníky CH-77 a CH-7 měly celkovou dobu letu v rozmezí 98 – 370 hodin. Měřené dotykové místo bylo na ploše šestihranu. Rozmezí předepsané hodnoty vodivosti (při zkušební frekvenci 60 kHz) je 30,5 – 36% IACS<sup>5)</sup>. Naměřená hodnota vodivosti neporušeného táhla z havarovaného vrtulníku a rovněž táhel č. 1 – 10 byly v povoleném rozpětí. Naměřené hodnoty při třech měřeních (40,6; 40,13 a 40,77 %IACS) vodivosti porušeného táhla z havarovaného vrtulníku, viz příloha č. 5, nebyly v povoleném rozpětí a předepsané hodnotě nevyhověly.

Při posouzení lomové plochy na obou oddělených částech táhla ve VZLÚ, a.s. byla zjištěna přítomnost mechanického poškození v blízkosti lomu. To potvrzuje, že poškozená oblast vznikla před lomem. Pravděpodobně byl lom způsoben nárazem táhla do cizího tělesa při nárazu listu č. 2 do ocasního nosníku.

#### 1.16.4 Poškození oběžných drah ložisek

Ložiska z oscilační desky (2 kusy - 61821-2RS1 SKF France) a (2 kusy 23063K6001RSH SKF Italy) z havarovaného ultralehkého vrtulníku typu CH-77 Ranabot byla zkoumána na pracovišti ZKL Výzkum a vývoj, a.s. Z posudku vyplývá následující:

##### A. Ložiska 61821-2RS1 SKF France

Obě ložiska měla z důvodu dříve prováděných rozborů vnější kroužky rozdělené na poloviny. Z vnitřních kroužků byla odstraněna klec s kuličkami. Na oběžných drahách vnějšího a vnitřního kroužku obou ložisek byla pod binokulárním mikroskopem při různém zvětšení nalezena shodná poškození oběžných drah větším množstvím otlaků. Vzhled

<sup>3)</sup> Znalecký posudek č.j. KUP-110-1/ČJ-2014-2301 CH.

<sup>4)</sup> Číslo oprávnění: CAA-TI-012-n/99, č. L-3-059/6.

<sup>5)</sup> % IACS - International Annealed Copper Standard.

otlaků je patrný z příslušných snímků v příloze č. 4. Počet otlaků u obou ložisek přesně souhlasí s počtem kuliček v ložisku a vzdálenost otlaků odpovídá rozteči kuliček v kleci. Poloha otlaků v oběžných drahách je axiálně posunutá, u vnitřního kroužku ložiska č. 1 směrem k neznačenému čelu a u vnitřního kroužku ložiska č. 2 směrem ke značenému čelu. Otlak od kuličky je vždy jeden, nebyly nalezeny vedlejší otlaky způsobené vzájemným pohybem součástí ve valivém styku během působení deformaci způsobující síly. Na valech otlaků nejsou vyhlazeny brusné rysky a nejsou zde žádné stopy iniciace povrchového kontaktního únavového poškození. Povrch oběžných drah je tepelně oxidačně zabarven mimo místa s otlaky po styku s kuličkami.

Pro důkaz poškození oběžných drah otlaky a zjištění hloubky poškození bylo provedeno měření vlnitosti oběžných drah vnitřních kroužků. Vnější kroužky byly rozděleny a nebylo možné u nich vlnitost proměřit, proto byl proměřen profil oběžné dráhy ve směru rovnoběžném se směrem valení. Záznamy dokazují místní deformaci oběžných drah v oblasti otlaků hloubky 2 až 3  $\mu\text{m}$ , deformaci kuliček přibližně shodné hloubky, axiální posunutí otlaků a jejich počet odpovídající počtu kuliček v ložisku. Ze záznamů profilů oběžných drah vnějších kroužků je také patrná existence otlaků přibližně shodné hloubky a jejich axiální posunutí.

#### B. Ložiska 23063K6001RSH SKF Italy

Pro rozbor příčiny poškození oběžných drah bylo vybráno ložisko strany A s již dříve rozříznutým vnějším kroužkem. V oběžných drahách vnějšího a vnitřního kroužku byla zjištěna poškození větším množstvím otlaků. Vzhled otlaků je patrný z příslušných snímků v příloze č. 4. Tepelně oxidační zabarvení oběžné dráhy vnějšího kroužku je silnější, zabarvení vnitřního kroužku je slabší. Ze záznamů vlnitosti oběžné dráhy vnitřního kroužku je patrná větší hloubka otlaků na jedné polovině obvodu dráhy, síla působila oboustranně různou intenzitou. Jsou zde zaznamenány kromě hlavních i vedlejší otlaky. Během působení síly způsobující deformaci došlo k mírnému pohybu součástí ve valivém styku vůči sobě. Směr působení síly byl převážně radiální. Axiální síla působila směrem ven z oscilační desky.

Z výše uvedených zjištění lze vyvodit následující závěry:

Otlaky v oběžných drahách ložisek 61821-2RS1 SKF France jsou důsledkem axiálně směřované a oboustranně působící síly značně převyšující statickou únosnost. Nevyhlazené brusné rysky na valech otlaků a absence vedlejších otlaků dokazují, že síla působila na neotáčející se ložiska a po ukončení působení síly se plochy valivého styku vůči sobě již nepohybovaly. Zastavení pohybu ložiska po vzniku otlaků dokazují i místa dotyku kuliček s oběžnými dráhami bez tepelně oxidačního zabarvení, která jsou totožná s umístěním otlaků v oběžných drahách.

Poškození oběžné dráhy ložiska 23063K6001RSH SKF Italy otlaky odpovídá oboustranně radiálně působící síle značně převyšující statickou únosnost ložiska. Intenzita působení síly není v obou směrech shodná. Na záznamu vlnitosti oběžné dráhy vnitřního kroužku jsou patrné kolem centrálního otlaku i vedlejší otlaky, plochy ve valivém styku se během působení síly vůči sobě omezeně pohybovaly.

Z umístění otlaků u všech zkoumaných ložisek a z umístění ložisek v konstrukčním uzlu oscilační desky lze určit směr působení poškozující síly. Síla působila oboustranně přes táhla na příčku v oscilační desce a dále přes ložiska A a B na ložiska č. 1 a č. 2. Ložiska č. 1 a č. 2 se v průběhu působení destruktivní síly a později netočila, mírné pootočení ložiska A při působení destruktivní síly je způsobeno pravděpodobně průhybem táhla namáhaného na vzpěr.

## 1.17 Informace o provozních organizacích

Firma MAMBA AIR s.r.o je výhradním dovozcem ultralehkých vrtulníků CH-7 Kompress, Charlie a CH-77 Ranabot italské výroby pro Českou republiku. Ve firmě jsou vrtulníky kompletovány z komponentů dodaných italským výrobcem. Firma vrtulníky vystrojuje vybavením dle požadavků zákazníků. Je registrovaným střediskem pilotního výcviku<sup>6)</sup>.

Dále je firma MAMBA AIR s.r.o organizace k údržbě podle oddílu A přílohy II (část 145) nařízení (ES) č. 2042/2003, oprávněná provádět údržbu výrobků, letadlových částí a zařízení vrtulníků Robinson R22, R44 série.

## 1.18 Doplnkové informace

### 1.18.1 Letecký předpis Pravidla létání L 2 stanoví pro Českou republiku:

V ust. 2.3 „Odpovědnost za dodržování pravidel létání“:

#### 2.3.1 Odpovědnost velitele letadla

Velitel letadla, bez ohledu na to, ať už řídí-li letadlo či nikoli, odpovídá za daný let v souladu s pravidly létání, vyjma případů, kdy velitel letadla se smí odchýlit od těchto pravidel za absolutně nezbytných okolností v zájmu bezpečnosti.

### 1.18.2 Předpis Postupy LAA ČR pro ověřování letové způsobilosti SLZ

Předpis v Hlavě 2 Podmínky pro vydání typového nebo technického průkazu SLZ stanoví:

#### 2.3. Podmínky pro vydání TyP a TP ultralehkých vrtulníků:

- 2.3.1. LAA ČR neprovádí vlastní typovou certifikaci ULH, pouze ověřuje zahraniční certifikace nebo přebírá typové certifikace ULH Úřadu pro civilní letectví. Způsobilost daného typu ULH potvrzuje LAA ČR vydáním Ověření TyP letové způsobilosti ULH.
- 2.3.2. Žadatel o vydání Ověření TyP ULH od LAA ČR musí předložit doklady o zahraniční typové certifikaci získané v zemi, kde jsou dostatečné zkušenosti se schvalováním této kategorie letadel (nebo musí předložit doklad o typové certifikaci od ÚCL).
- 2.3.3. Žadatel dále předloží Žádost o ověření typové certifikace, ke které přiloží příslušné doklady.
- 2.3.4. ULH lze přidělit pouze technický průkaz typu „P“. LAA ČR nepovoluje amatérskou stavbu ULH, registraci ani provoz individuálně dovezených ULH bez ověření způsobilosti v rozsahu TyP.
- 2.3.5. Platnost TP a provoz ULH jsou podmíněny dodržováním režimu údržby stanoveného výrobcem a prováděného prostřednictvím jím autorizovaného servisního střediska.

Předpis v Hlavě 4 Technické průkazy SLZ stanoví:

#### 4.1.3 Technický průkaz „P“

je určen pro SLZ mající TyP, vyráběná za účelem prodeje. Technický průkaz „P“ vydává rejstřík LAA ČR na základě registračního listu a jeho příloh. Platnost průkazu je **dva roky**.

<sup>6)</sup> LA 1 Organizační systém a postupy k zajišťování vymezených činností LAA ČR při správě SLZ, Hlava 9.

### 1.18.3 Vysvětlení projekční a výrobní organizace

Protože letadlové celky jsou dodávány MAMBA AIR s.r.o jako stavebnice, komise vyžádala u projekční a výrobní organizace vysvětlení ke stavu ložisek prstence řízení a táhel řízení listů nosného rotoru a vlivu montáže na způsobilost výrobku. Posouzení se za přítomnosti člena komise uskutečnilo u projekční a výrobní organizace – italského výrobce dne 18. 11. 2014. K posouzení byly předloženy demontované části prstence řízení číslo 998, třmen, vnější a vnitřní kroužky obou jednořadých kuličkových ložisek SKF-FRANCE A, 61821 – 2RS1 a obě jednořadá kuličková ložiska s onačením SKF ITALY 23 063 K 6001 RSH. Zároveň byla předložena ke zkoumání obě táhla a hřídel s vahadlem.

#### Vysvětlení týkající se ložisek:

- tento typ ložiska byl poprvé uveden do praxe v roce 1995. Po více než 70 000 hodinách používání v leteckém parku (asi 300 exemplářů ložisek), po zprávách obsahujících výsledky z více než 200 prohlídek a po periodické údržbě každých 300 hodin je ložisko považováno za absolutně spolehlivé,
- v celé dosavadní historii nebyla zaznamenána žádná podobná poškození,
- letová příručka oddíl 4.2 „Předletová prohlídka (Daily Inspection)“ předepisuje kontrolu maximální dosažené teploty na indikátoru „Telatemp“, umístěného na talíři cyklického řízení,
- je velmi obtížné posoudit, zda uvedené příznaky a poruchy funkce je možné přisuzovat:
  1. výrobní vadě,
  2. provoznímu opotřebením,
  3. následkům nárazu do země a požáru nebo
  4. postupu montáže.
- na základě přítomnosti maziva lze vyloučit zadření, a to i z toho důvodu, že eventuální přehřátí by vedlo k úbytku maziva a tento stav by byl signalizován indikátorem kontrolujícím maximum dosažené teploty,
- z prohlídky nejsou zjistitelné žádné známky obvodového tření či přehřívání, které by naznačovalo počátek zadření,
- výměna ložiska je předepsaná po uplynutí každých 600 hodin,
- ovládací táhla řízení přímo přenesla náraz, jenž působil na nosný rotor na ložiska prstence řízení,
- při nehodě a dopadu na zem na prstenech řízení působil silný náraz.

#### Vysvětlení k táhlům řízení listů:

- analogicky jako ložisko, které je předmětem šetření, jsou v leteckém parku, který nalétal celkem více než 70 000 letových hodin, používána i táhla řízení listů nosného rotoru a výpočtové zatížení táhla odpovídá předpisu,
- zkoušku tahem u materiálu, která byla provedena u obou táhel, nepovažuje za spolehlivou vzhledem k tomu, že jedno z těchto táhel je při vizuálním posouzení netknuté, zatímco druhé táhlo, prasklé a ve větší míře poškozené požárem, bylo vystaveno tepelným a mechanickým účinkům, které zcela jistě pozměnily vlastnosti spojené s jeho odolností,
- táhla pocházejí ze stejné výrobní šarže a byla vyrobena z materiálu Ergal 7075 T6 (standard pro letecké výrobky),



- neporušené táhlo dokazuje, že základní materiál pro výrobu odpovídá technické specifikaci, zatímco u poškozeného táhla došlo ke zhoršení kvality zaviněnému únavou materiálu a/nebo požárem.

Vysvětlení k montáži prstence řízení číslo 998:

- komponenty prstence řízení jsou vyrobeny ze standardní letecké slitiny hliníku 7075T6 přesným obráběním na CNC strojích,
- před montáží v Heli-Sport s.r.l. jsou rozměry všech komponentů zkontrolovány, zda nevykazují vady, mají správný tvar a tolerance,
- vnější kroužek prstence řízení se zahřeje v peci s kontrolovaným ohřevem na teplotu 60° / 70°C,
- dvojice hlavních kuličkových ložisek je pomocí hydraulického lisu a zatížení vnějšího kroužku ložiska zatlačena do ohřátého podkladu, přičemž se mezi vnitřní kroužky ložisek vloží pouze 0,25 mm kruhová vložka,
- dvě malá kuličková ložiska a třmen spojené s dolními čepy vertikálních táhel řízení probíhajících hřídelí hlavního rotoru jsou usazeny na svá místa ve vnitřním kroužku prstence řízení,
- třmen je vertikálně zatížen a kryty prstence řízení jsou následně pomocí momentového klíče a křížové šablony přišroubovány na kroužky prstence řízení,
- sestava prstence řízení se nyní podruhé zahřeje na cca 60 °C, tj. normální pracovní teplotu, a za těchto podmínek je vnitřní kroužek zatížen přes třmen, což představuje simulaci zátěže táhel řízení,
- hlavní ložiska jsou následně zkontrolována, zda nemají vůli nebo nadměrný rotační tah, zda pracují hladce a nevykazují žádné odchylky,
- pokud výsledek nesplňuje očekávání, jsou kryty prstence řízení demontovány a vyrovnání vložkami je podle potřeby upraveno, aby bylo v přijatelném rozmezí,
- k dispozici jsou vložky o tloušťce odstupňované po 0,05 mm,
- celou montáž prstence řízení provádí stále stejný pracovník (cca 14 let), přičemž je tím, kdo provádí pravidelné generální opravy použitých dílů.

#### 1.18.4 Srovnání motorů EPA Power SA 914-1400 a Rotax řady 900

Motor EPA Power SA 914-1400 podle popisu výrobce vychází typově z motoru Rotax 914. Tento motor má objem 1211 ccm. Všechny motory Rotax řady 900 mají stejný zdvih 61 mm. Vzhledem k tomu, že výrobce motoru EPA Power SA 914-1400 nepublikuje rozdíly od motorů Rotax řady 900, lze ze zjištění získaných při této technické prohlídce dovodit, že firma EPA Power používá základ bloku motoru Rotax řady 900 s nezměněným zdvihem klikového hřídele. Pro motor EPA Power SA 914-1400 používá válce s vrtáním 84 mm, čímž je dosaženo zvětšení objemu na 1400 ccm. Při prohlídce motoru EPA Power SA 914-1400 v.č. 4 420514 bylo zjištěno, že blok motoru byl použitý z typu Rotax 912 ULS, který byl v oblasti uchycení stahovacích svorníků upraven podle současné úpravy Rotax. Vačkový hřídel byl použit ze série z r. 2005. Odličky použitých pístů o vrtání 84 mm se tvarově lišily od pístů pro motory Rotax 912 ULS. Klikový hřídel byl také tvarově odlišný od klikového hřídele motorů Rotax 912 ULS. Hranaté výstupky na ramenech klikového hřídele motoru EPA Power SA 914-1400 byly obroušeny dokulata oproti motoru Rotax 912 ULS. Na rotační část zapalování byl připevněn přídatný alternátor, jehož vyhotovení odpovídalo podle konstrukčního a montážního manuálu CH-77 Ranabot Kit a výrobce motoru EPA Power SportAvio.

### **1.19 Způsoby odborného zjišťování příčin**

Při odborném zjišťování příčin letecké nehody bylo postupováno v souladu s předpisem L13.

## 2 Rozbory

### 2.1 Kvalifikovanost pilota

Z šetření vyplynulo, že pilot absolvoval přeškolovací výcvik na ultralehký vrtulník. Praktickou zkoušku k získání kvalifikace v souladu s osnovou přeškolovacího výcviku pilota ultralehkého vrtulníku vykonal v den, kdy uskutečnil kritický let. Před přeškolovacím výcvikem získal průkaz způsobilosti soukromého pilota vrtulníků a praktické letové zkušenosti na vrtulníku typu R 22, který se blíží svojí hmotností a vlastnostmi ULH. Inspektor ověřil, že jeho dovednosti a znalosti vyžadované pro ovládání ultralehkého vrtulníku byly na předepsané úrovni. Nepodařilo se zjistit, jakým způsobem měl pilot připraven let po předem předpokládané trati z LKBO na LKBE a jaký zvolil navigační postup.

### 2.2 Podmínky letu

Let probíhal za VMC a pilot stav počasí v okolí LKBO znal z letů, které uskutečnil ve stejný den. V době před leteckou nehodou svědci nezaznamenali průlet jiného letadla a je tedy vysoce nepravděpodobné, že pilot provedl náhlý manévr k vyhnutí jinému letadlu. Pravděpodobnost, že se pilot náhlým manévrem vyhýbal srážce s ptákem, nemohla být vyloučena. Přízemní vítr  $190^\circ - 230^\circ / 6 - 10$  kt nebyl významným faktorem. Tvorbu lokální turbulence nad prostorem zástavby v obci Štěpánov nelze vyloučit. Komise nezískala žádný důkaz o tom, že v průběhu kritického letu se vrtulník nacházel mimo schválenou obálku H/V diagramu podle letové příručky. Přímá vzdálenost mezi místem vzletu vrtulníku na LKBO v 11:58 (v areálu MAMBA AIR s.r.o) a místem, kde vrtulník dopadl, je 5,2 km. Reálná vzdálenost trasy však byla pravděpodobně delší vzhledem ke způsobu odletu z LKBO a podle místa pozorování svědky. Pád vrtulníku byl ohlášen 6 min po vzletu. Nejsou známy informace o úseku letu bezprostředně po vzletu. K uletění trasy rychlostí pro maximální dolet (85 KIAS) by byla potřebná doba letu cca 2 min.

### 2.3 Kritická situace

Z výsledků podrobného zkoumání trosek vyplývá, že prokazatelně došlo ke střetu rotujícího listu nosného rotoru č. 2, s výrobním označením SC 1010 ECH7, S/N 0138, s ocasním nosníkem. Vzhledem k rozsahu poškození listu č. 1 působením vysoké teploty nebylo možné určit, zda rovněž došlo k jeho střetu s ocasním nosníkem. Kvůli stavu trosek nebylo možné určit, zda došlo k nárazu některého listu do kabiny.



Obr. 2 Místo střetu konce listu č. 2 nosného rotoru (S/N 0138) s ocasním nosníkem

Z výpovědí těch svědků, kteří viděli přechod vrtulníku do pádu je zřejmé, že zvuk, který svědci zaslechli při pozorování kritického letu, lze ztotožnit s nárazem listu nosného rotoru do ocasního nosníku nebo trupu.

Největší část, která se oddělila od vrtulníku, byla vodorovná stabilizační plocha odtržená od kýlu. Nacházela se cca 134 m od středu trosek. Vymezovací podložka, tlumící člen pohonu zadního reduktoru mezi osazením transmisní tyče a zadním reduktorem se nacházela cca 80,9 m od středu trosek. Ze stop uvnitř ocasního nosníku vyplývá, že po střetu se transmisní hřídel již neotáčel. Z toho lze dovodit, že po nárazu listů nosného rotoru do ocasního nosníku došlo k přerušení náhonu ocasní vrtulky a vrtulník nebyl říditelný. Stopy na obou poškozených listech ocasní vrtulky prokazují, že došlo ke střetu listů se svislou stabilizační plochou.

Nalezené části z listu č. 2 (stopy ② a ③) jsou rozměrově malé a z míst, kde byli svědci, nemohli vidět tyto části padat do prostoru, kde byly nalezeny. Nalezená mapa spodního vzdušného prostoru z kabiny vrtulníku a úlomek z průhledné části kabiny, stopa ④ svědčí o tom, že přibližně ve stejném místě trajektorie letu vrtulníku, kde došlo k nárazu listu nosného rotoru, byla pravděpodobně porušena celistvost průhledné části dveří nebo kabiny. Jen tak mohlo dojít k vypadnutí demontovaných pedálů nožního řízení, volně umístěných v prostoru levého sedadla.

Při střetu listů nosného rotoru s ocasním nosníkem došlo současně k náhlému zatížení soustavy pohonu, což mohlo způsobit prokluz hnacích řemenů a její zastavení provázené dýmem, který popsali svědci.

Další poškození nalezená na konstrukci vrtulníku vznikla již v důsledku nárazu do země a jeho požáru. Výška, ve které došlo ke vzniku kritické situace, náhlá a úplná ztráta říditelnosti neumožnily pilotovi odvrátit následky kritické situace.

### 2.3.1 Střet listu nosného rotoru s ocasním nosníkem

U systému dvoulistého výkyvného nosného rotoru s malou setrvačností, jaký je použit u typu CH-77 Ranabot, může dojít k odklonu disku nosného rotoru z normální roviny rotace až do té míry, že vyústí ve střet listu s ocasním nosníkem, z několika důvodů. Výrobce vrtulníku na tyto důvody, obdobně jako výrobce vrtulníků R 22 v souvislosti s různými leteckými nehodami a incidenty lehkých vrtulníků a speciální studii<sup>7)</sup>, upozorňuje v příručce pro pilota v Sekci 8 – Bezpečnostní upozornění.

Odklon může být důsledkem ztráty otáček nosného rotoru při velkém úhlu náběhu listů nosného rotoru, může nastat, když mávání listů překročí meze při nepřiměřeném (agresivním) zásahu do řízení nebo jako důsledek vyvození nízkého násobku. Tyto účinky mohou být zesíleny při průletu silnou turbulencí nebo v důsledku chybné pilotáže vrtulníku, případně kombinace více vlivů:

#### A) Neudržení otáček nosného rotoru

Pokles otáček nosného rotoru<sup>8)</sup> může být důsledkem poruchy systému pohonu způsobené poruchou motoru, případně ztrátou výkonu a snížením otáček jestliže pilot nereaguje včas přidáním plynu a snížením kolektivu. Může rovněž nastat nepřiměřeným přizvednutím kolektivu a nastavením vyššího úhlu listů, které způsobí náhlý nárůst jejich odporu a rychlou ztrátu otáček. Rozdíl rychlosti postupujícího a ustupujícího listu způsobí, že ustupující list ztratí rychlost obtékání a vztlak dřív. Z tohoto důvodu bude klesat při

<sup>7)</sup> The National Transportation Safety Board's special investigation of accidents involving loss of main rotor control.

<sup>8)</sup> Příručka pro pilota Sekce 8 – Bezpečnostní upozornění, 8.17 Ztráta otáček rotoru může být osudná.

pohybu vzad, zatímco postupující list stoupá při pohybu vpřed. Výsledkem bude rychlé naklonění rotorového disku dozadu, při kterém listy narazí do ocasního nosníku.

Pokles otáček nosného rotoru je na vrtulníku signalizován rozsvícením červené LED na ukazateli otáček motoru a rotoru, jestliže poklesnou otáčky nosného rotoru pod 96%.<sup>9)</sup> Zároveň zazní akustické varování „Nízké otáčky“. Pilot musí mít vypěstované reflexy, že v případě nebezpečí ztráty otáček ihned přidá plyn a sníží kolektiv. Pro ty piloty, kteří mají návyky z pilotáže letounů, je při létání na tomto typu vrtulníku důležité získání správných praktických návyků v použití kolektivu a vypěstování reflexů na pokles otáček rotoru a změny režimu letu.

Při prohlídce motoru komise nezjistila důkazy poruchy, která by nastala během letu. Opotřebením motoru odpovídalo malému počtu odpracovaných hodin a poškození byla způsobena jako následek nárazu na pevnou překážku a požárem. Podle posouzení stavu rotujících částí zapalování lze konstatovat, že motor byl těsně před dopadem na zem v klidu. O zastavení soustavy pohonu svědčí, že oba listy nosného rotoru nebyly poškozeny rotací při střetu se zemí. Při zkoumání stavu reduktoru nebyl zjištěn důkaz poruchy. Příruby transmisního hřídele byly poškozeny lomy. Charakter lomových ploch neodpovídal výskytu některé z typických vnitřních vad materiálu.

Porucha systému pohonu je na základě výše uvedených nálezů nepravděpodobná. Pro posouzení vlivu ovládnutí plynu a kolektivu pilotem nejsou vzhledem k poškození celé soustavy působením nárazových deformací a vysoké teploty dostatečné důkazy.

#### B) Nepřiměřený zásah - energické potlačení cyklického řízení

Nepřiměřený zásah do cyklického řízení ke změně sklonu nebo náklonu způsobí nepřiměřený odklon nebo vymávnutí listů nosného rotoru. V systému řízení není zpětná síla a k prudké a značně velké výchylce cyklicky v důsledku hrubého zásahu do řízení postačuje malá síla. Příručka pro pilota důrazně upozorňuje na fatální důsledky, pokud pilot, který má návyky v pilotáži letounů, prudce potlačí cyklicky při letu s vrtulníkem<sup>10)</sup>.

Potlačení cyklicky v důsledku chybné pilotáže po předchozím přitažení během rychlého stoupání nebo z horizontálního letu zapříčiňuje stav nízkého násobku zatížení nosného rotoru ( $N_z$ ). Když pilot použije přitažení cyklicky pro zvýšení zatížení rotoru, vrtulník se před zvýšením zatížení stále překlápí dopředu a rovina rotorového disku se může oproti trupu relativně sklánět dozadu. Reakční moment rotoru bude potom kombinován s tahem ocasního rotoru a bude vytvářet klopný moment doprava. Bez vztlaku na rotoru není příčné řízení schopné zastavit rychlé naklání doprava.

Nalezené důkazy na konstrukci vrtulníku jsou typické pro fatální poruchu způsobenou nárazem listu nosného rotoru do ocasního nosníku. Nepostačují ale, vzhledem k poškození soustavy řízení působením vysoké teploty, pro určení zda odklon disku nosného rotoru byl důsledek poklesu otáček nosného rotoru nebo nepřiměřeného zásahu pilota do řízení vrtulníku.

#### C) Rozptýlení nebo náhlá nezpůsobilost pilota

Na nebezpečné důsledky rozptýlení pilota v průběhu letu rovněž upozorňuje bezpečnostní zpráva v příručce pro pilota<sup>11)</sup>. Rozptýlení, například čtením mapy,

<sup>9)</sup> Příručka pro pilota Sekce 3 Nouzové postupy, 3.7.1 Varovná světla otáček motor/rotor.

<sup>10)</sup> Příručka pro pilota Sekce 8 Bezpečnostní upozornění, 8.21 Riziko pro piloty letounů při řízení vrtulníku.

<sup>11)</sup> Příručka pro pilota, Sekce 8 Bezpečnostní upozornění, 8.30 Rozptýlení pilota.

programováním navigačních zařízení, které zabere delší čas, obsluhou některých z elektronických zařízení typu tabletu či telefonu nebo manipulací s předměty, způsobí ztrátu kontroly nad vrtulníkem. Vzhledem k poškození palubního vybavení a GPS působením vysoké teploty nebylo možné určit způsob jejich obsluhy a využití pilotem.

Možnost, že došlo k náhlé nezpůsobilosti, která vedla ke vzniku kritické situace je málo pravděpodobná. Ze závěrů soudně lékařské expertízy nevyplývá žádný důkaz pro takovou příčinu. Vzhledem k pravděpodobnému umístění pravé ruky na prvcích řízení pilot s velkou pravděpodobností zasahoval do řízení vrtulníku.

Data z paměťové karty z EFIS, který umožňuje zaznamenat letové parametry a údaje o motoru, byla nevěrohodná. Nebylo možné je využít za účelem rozboru letu. Zařízení nemá primární účel jako letový zapisovač a stav záznamu není v provozu běžným postupem zjištělný.

### 2.3.2 Systému řízení listů nosného rotoru

Systém řízení listů nosného rotoru byl poškozen silami působícími na listy při střetu s ocasním nosníkem, při dopadu na zem a působením vysoké teploty v důsledku požáru trosek po nárazu na zem. Na základě zkoumání prstence řízení, způsobu přenosu sil působících na listy nosného rotoru prostřednictvím táhel na prstenech řízení a vlivu deformací při nárazu na zem je pravděpodobné, že stopy v oběžných drahách kuliček ložisek prstence řízení vznikly při dopadu vrtulníku na zem.

Tento závěr vyplývá zejména ze zkoumání poškození oběžných drah ložisek 61821-2RS1 SKF France. Poškození jsou důsledkem axiálně směřované a oboustranně působící síly značně převyšující statickou únosnost. Nevyhlazené brusné rysky na valech otlaků a absence vedlejších otlaků dokazují, že síla působila na neotáčející se ložiska a po ukončení působení síly se plochy valivého styku vůči sobě již nepohybovaly.

Poškození oběžné dráhy ložiska 23063K6001RSH SKF Italy otlaky odpovídá oboustranně radiálně působící síle značně převyšující statickou únosnost ložiska. Intenzita působení síly nebyla v obou směrech shodná.

Z umístění otlaků u všech zkoumaných ložisek a z umístění ložisek v konstrukčním uzlu oscilační desky lze určit směr působení poškozující síly. Síla působila oboustranně přes táhla na třmen, ložiska jeho uložení v oscilační desce a dále na ložiska prstence řízení. Ložiska prstence řízení se v průběhu působení destruktivní síly, ani později, netočila.

Táhlo řízení listu s výrobním označením SC 1010 ECH7, S/N 0138 nebylo poškozené, i když tento list narazil do ocasního nosníku. Při zkoumání pevnosti bylo z výsledku tahové zkoušky odvozeno, že pevnost materiálu trubky neporušeného táhla je v souladu s hodnotami uvedenými v příslušné normě.

Táhlo řízení druhého listu nosného rotoru nalezeného v přetočené poloze, bylo poškozeno lomem. Lom táhla vycházel z vnitřního závitu, lomová plocha měla jemnozrný vzhled a z jejího charakteru je zřejmé, že při lomu působilo především smykové napětí. V lomové ploše se nevyskytovaly vnitřní vady materiálu.

Mezi oběma táhly byl zkouškami zjištěn rozdíl v tvrdosti a ze zkoušky tahem bylo odvozeno, že prasklé táhlo vykazuje o cca 40% nižší mez pevnosti vzhledem k neporušenému táhlu. Zda je tento závěr, založený na různém způsobu provedení

zkoušky<sup>12)</sup> správný, bylo ověřeno dodatečnou kontrolou stability tepelného zpracování v délce táhla.

Ověření se uskutečnilo rovněž u dalších deseti táhel z vrtulníků CH-77 Ranabot a vrtulníků CH-7 Charlie. Při kontrole se prokázalo, že pouze prasklé táhlo nevyhovělo předepsané hodnotě vodivosti. Šetřením nebylo možné prokázat, že rozdíl v mechanických vlastnostech a vodivosti lze v daném případě považovat za výrobní vadu profilu ze slitiny hliníku.

Přítomnost mechanického poškození v blízkosti lomu na obou oddělených částech táhla potvrzuje, že poškozená oblast vznikla před lomem. Pravděpodobně byl lom způsoben nárazem táhla do konce otočného čepu hlavy nosného rotoru při nárazu listu č. 2 do ocasního nosníku.

Výrobce ve svém vyjádření uvedl, že obě táhla byla vyrobena ze stejné výrobní šarže a základní materiál pro výrobu odpovídá technické specifikaci ERGAL 7075 T6 a domnívá se, že stav táhla po nehodě nemůže být důsledkem konstrukčního nebo výrobního nedostatku.

### **3 Závěry**

#### **3.1 Komise dospěla k následujícím závěrům**

##### **3.1.1 Pilot**

- byl způsobilý k letu,
- praktický přeškolovací výcvik byl v souladu s požadavky osnovy,
- měl zkušenosti v rozsahu průkazu způsobilosti soukromého pilota s kvalifikacemi pilota letounů a vrtulníků na typu R 22,
- byl odpovědný za seznámení se s bezpečnostními zprávami a dodržování bezpečnostních pokynů uvedených v příručce pro pilota ULH CH-77 Ranabot a obdobně např. v příručce pro pilota vrtulníku R 22,
- dokončil přeškolovací výcvik na ultralehký vrtulník CH-77 Ranabot,
- nelze vyloučit, že na způsob, jakým zasahoval v průběhu letu do řízení vrtulníku, mohly mít vliv návyky získané při létání na letounech,
- měl platné osvědčení zdravotní způsobilosti a ze zdravotního hlediska nebyly zjištěny změny, které by mohly negativně ovlivnit průběh letu,
- za letu použil s velkou pravděpodobností pouze břišní poutací pás.

##### **3.1.2 Vrtulník**

- proces ověření typové certifikace nebyl do dne letecké nehody dokončen,
- vrtulník byl při letové zkoušce inspektorem techniky ULH uznán způsobilým provozu a měl vystaven technický průkaz P,

---

<sup>12)</sup> Znalecký posudek č.j. KUP-110-1/ČJ-2014-2301 CH.

- během provozu vrtulníku v rámci praktického přeškolovacího výcviku inspektor ani pilot nezjistili žádný technický problém,
- vrtulník byl před kritickým letem doplněn palivem,
- na levé straně pilotního prostoru byly demontovány pedály nožního řízení a spolu s manipulačními kolečky byly uloženy do kabiny,
- při vzletu ke kritickému letu byla s velkou pravděpodobností vzletová hmotnost vrtulníku o cca 6 kg vyšší než MTOW a vypočtená boční poloha těžiště vrtulníku byla mimo limit podle letové příručky; let v takovém případě není povolen.

### 3.1.3 Provedení letu

- pilot provedl přípravu ke vzletu, bez problému uskutečnil vzlet z visu z plochy v areálu LKBO a odlet ve směru dráhy,
- v průběhu letu před místem letecké nehody vrtulník vidělo několik svědků v přímém letu, ve výšce, kterou odhadli cca 100 m nad zemí,
- svědci bezprostředně před vznikem kritické situace neuvádějí v popisu průběhu letu žádný neobvyklý manévr vrtulníku,
- výrazný zvukový efekt - ránu, po které se vrtulník začal převracet a padat k zemi, zaslechlo několik svědků, část z nich také viděla dým a oddělení vodorovné stabilizační plochy nebo úlomku průhledné části kabiny,
- nebylo možné přesně stanovit, z jakého důvodu došlo k odklonu disku nosného rotoru z normální roviny rotace,
- i když z charakteristik ultralehkého vrtulníku vyplývá, že se pravděpodobně mohlo jednat o důsledek nesprávné pilotáže - nepřiměřeného zásahu do řízení nebo nesprávné reakce na pokles otáček nosného rotoru, nepodařilo se to šetřením prokázat,
- list nosného rotoru č. 2 narazil do ocasního nosníku, poškodil náhon a řízení ocasního rotoru a ocasní plochy,
- orientační zkoušky tvrdosti a zkoušky tahem, provedené na obou táhlech, indikovaly rozdíl v mechanických vlastnostech, nižší orientační střední mez pevnosti prasklého táhla řízení listu č. 1,
- v průběhu šetření pak při kontrole vodivosti prasklé táhlo nevyhovělo předepsané hodnotě; pravděpodobnost, že odchylka vedla k nebezpečnému stavu, nemohla být zcela vyloučena,
- projekční a výrobní organizace se v provozu vrtulníků CH-7 Kompres a CH-77 Ranabot nesečkala s poruchou způsobenou výrobní vadou základního materiálu pro výrobu táhla,
- časově se vznik iniciace poruchy táhla řízení listu nosného rotoru č. 1 nepodařilo zjistit, lom byl pravděpodobně důsledkem nárazu táhla do konce otočného čepu hlavy nosného rotoru,
- použití metody kontroly vodivosti může pomoci při zjištění odchylky stability tepelného zpracování základního materiálu pro výrobu táhla řízení listu,



- náraz a destrukce ocasního nosníku měly za následek náhlé zatížení soustavy pohonu pravděpodobně provázené dýmem a její zastavení,
- pilot nemohl zabránit neřízenému převrácení vrtulníku, které bylo důsledkem úplné ztráty ovladatelnosti,
- hřídel rotoru se při dopadu vrtulníku na zem pravděpodobně neotáčel a poškození v oběžných drahách kuliček ložisek prstence řízení pravděpodobně vznikla při dopadu vrtulníku na zem,
- vrtulník byl zničen působením sil při nárazu do země a následným požárem.

### 3.2 Příčiny

Pravděpodobnou příčinou letecké nehody byla kritická změna nastavení listů nosného rotoru, která způsobila odklon disku nosného rotoru z normální roviny rotace a náraz listu nebo obou listů nosného rotoru do ocasního nosníku, poškození ocasního rotoru a ocasních ploch a náhlou ztrátu ovladatelnosti vrtulníku.

Šetřením se nepodařilo zcela prokázat, proč ke kritické změně nastavení listů nosného rotoru došlo. Pravděpodobně mohla vzniknout v důsledku:

- nesprávné pilotáže - nepřiměřené zásahu pilota do řízení, jeho nesprávné reakce na pokles otáček nosného rotoru nebo na jinou okolnost za letu,

- ztráty integrity řízení v důsledku poruchy táhla řízení listu č. 1 nosného rotoru při nárazu do konce otočného čepu hlavy nosného rotoru.

## 4 Bezpečnostní doporučení

4.1 V průběhu šetření komise vydala následující bezpečnostní doporučení:

4.1.1 Pověřená osoba – LAA ČR by před uvedením dalších vrtulníků CH-77 Ranabot do provozu v rámci ověřovací série měla vyžádat, aby distributor vrtulníku pro ČR:

1. ověřil mechanické vlastnosti namontovaných táhel řízení listů hlavního rotoru metodou nedestruktivní technologie s využitím zařízení a technické pomoci AI a.s. Kunovice (zkoušky elektrické vodivosti přístrojem SIGMATEST 2.069).
2. zavedl způsob průkazu seřízení vibrací na hlavním rotoru.
3. vybavil pracoviště Mamba s.r.o příslušným HW/SW vybavením pro ověření správné funkce záznamu letů na paměťové médium v zařízení Nesis II.

4.1.2 Pověřená osoba – LAA ČR by měla pro zajištění validity servisu motorů EPA Power SA 914-1400 uložit distributorovi vrtulníku pro ČR, aby co nejdříve získal u firmy EPA Power oprávnění na servis motorů firmou Mamba s.r.o. vyškolením nejméně jednoho technika.

Hlavní inspektor techniky ULH LAA ČR dopisem ze dne 5. 12. 2014 informoval ÚZPLN o opatřeních, jež distributor vrtulníku CH-77 Ranabot pro ČR přijal, zejména o výsledcích získaných při realizaci zkoušky elektrické vodivosti táhel řízení listů nosného rotoru.

Distributor vrtulníku CH-77 Ranabot pro ČR písemně informoval o jednání s dodavatelem za účelem spolupráce při realizaci bodu 3. doporučení a při zajištění školení technického personálu v roce 2015.

#### 4.2 Bezpečnostní doporučení

##### 4.2.1 ÚZPLN doporučuje, aby pověřená osoba – LAA ČR:

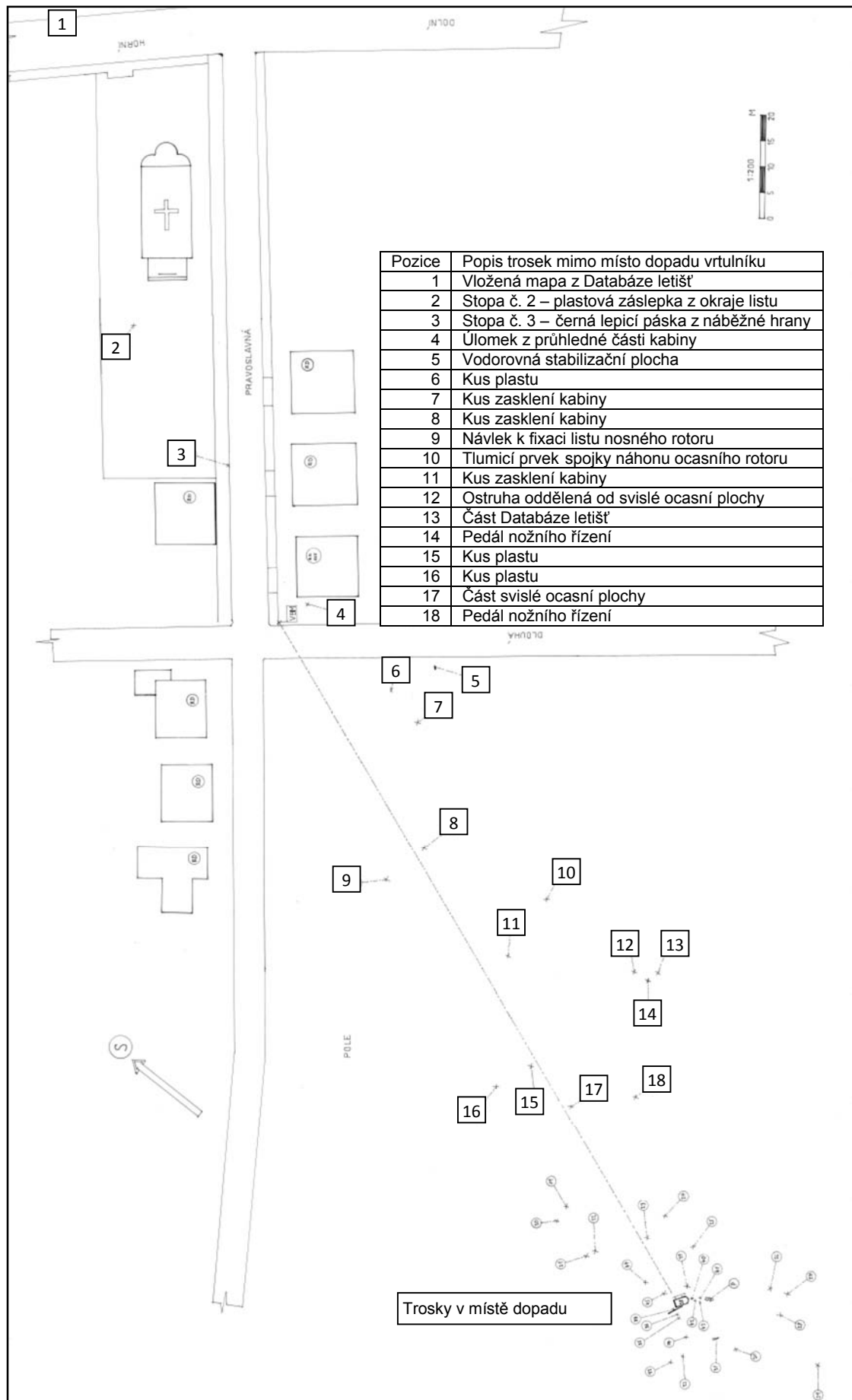
1. K vyloučení potenciálního rizika zvažila přijetí opatření k zavedení kontroly táhel řízení listů nosného rotoru ultralehkých vrtulníků metodou nedestruktivní technologie.
2. Vhodným způsobem upozornila piloty ultralehkých vrtulníků na nebezpečí letu s vrtulníkem, které hrozí při překročení meze vyvážení podle letové příručky.

4.2.2 ÚZPLN doporučuje, aby projekční a výrobní organizace CH-7 Heli-Sport S.r.l. zvažila zavedení vhodné metody kontroly pevnosti a intervalu podrobné prohlídky táhel řízení listů nosného rotoru v autorizovaném servisním středisku.

## 5 Přílohy

Poř. č.	Název přílohy	Počet listů
1.	Zákres polohy trosek na místě letecké nehody	1
2.	Stanoviště svědků letecké nehody	1
3.	Limity těžiště	1
4.	Vyhodnocení vodivosti táhla řízení listu nosného rotoru	1
5.	Fotodokumentace	2

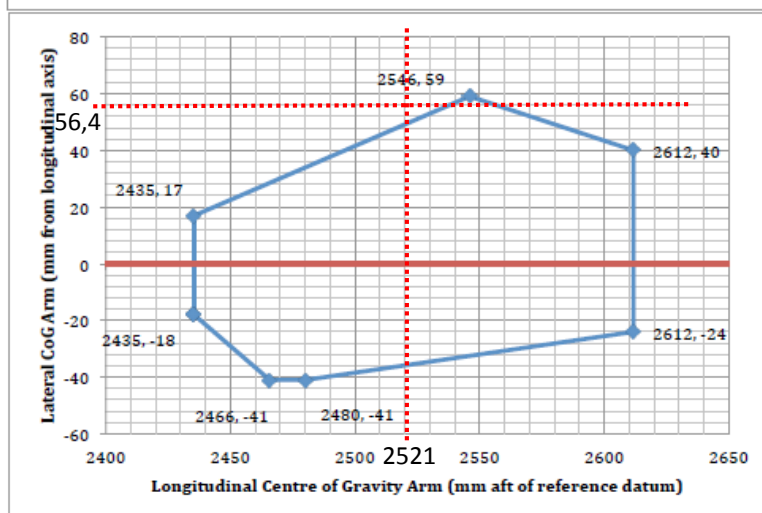
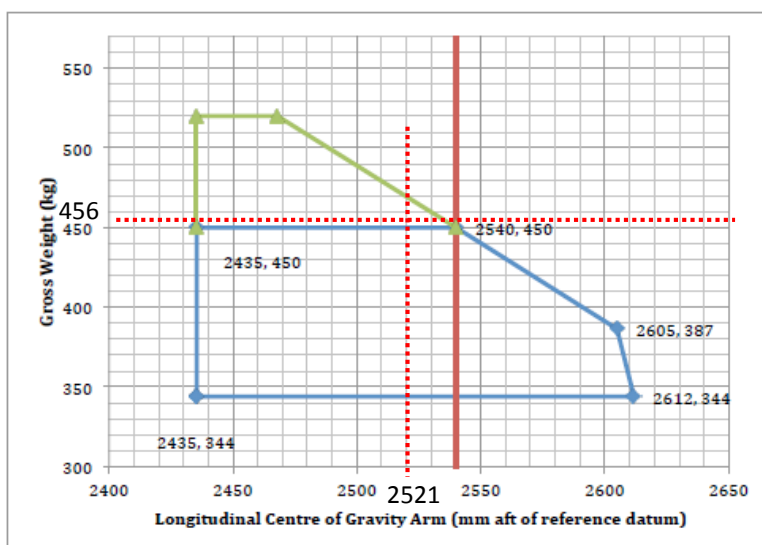
## Zákres polohy troskek na místě letecké nehody



# Stanoviště svědků letecké nehody



## Limity těžiště



Prvek	Váha v kg	Podélné rameno (mm)	Příčné rameno (mm)	Podélný moment (kg*mm)	Příčný moment (kg*mm)
Pravá centráž	144,5	2758	825	398 531	119 212,5
Levá centráž	144,5	2758	-825	398 531	-119 212,5
Pravé dveře odstraněny (-3,5kg)	0	2020	560	0	0
Levé dveře odstraněny (-3,5kg)	0	2020	-560	0	0
Pilot (pravé sedadlo)	115	1985	245	228 275	28 175
Pasažér (levé sedadlo)	10	1985	-245	19 850	-2 450
Přídavná nádrž (pokud je montována 1,56 kg)		2490	340		
Hmotnost a vyvážení bez paliva	414	2524,6	62,1	1045 187	25 725
Palivo v hlavní nádrži	21	2490	-340	52 290	-7 140
Palivo v přídavné nádrži	21	2490	340	52 290	7 140
Hmotnost a vyvážení s palivem	456	2521,1	56,4	1 149 767	25 725

Hmotnost pilota – 115 kg. Manipulační kolečka a osobní zavazadlo – 7,1 + 2,9 = 10 kg

Palivo: při naplnění 30 l do hlavní (levé) nádrže - 21 kg, při naplnění 30 l do přídavné (pravé) nádrže – 21 kg.

## Vyhodnocení vodivosti táhla řízení listu nosného rotoru

Kontrola stability tepelného zpracování v délce táhla

Táhlo	Předepsaná hodnota % IACS	Naměřené hodnoty % IACS			Výsledek kontroly	Typ vrtulníku	Přiřazení k ULH Číslo kitu	Nálet hodin
		I.	II.	III.				
1	30,5 – 36,6	34,9	34,5	33,12	OK	CH-7 Charlie	OK-QHA-60; č. 0227	98
2	30,5 – 36,6	33,9	32,16	34,3	OK	CH-77	OK-THA-72; č. 010	0
3	30,5 – 36,6	34,3	35,7	34,1	OK	CH-77	OK-SHA-66; č. 4	117
4	30,5 – 36,6	33,8	32,7	34,1	OK	CH-77	Bez; č. 18	0
5	30,5 – 36,6	32,6	33,2	32,7	OK	CH-7 Charlie	OK-LHA-13; č. 124	370
6	30,5 – 36,6	34,4	34,6	33,9	OK	CH-7 Charlie	OK-QHA-60; č. 0227	98
7	30,5 – 36,6	34,9	32,5	33,4	OK	CH-77	Bez; č. 18	0
8	30,5 – 36,6	35,5	35,2	35,5	OK	CH-77	OK-THA-72; č. 010	0
9	30,5 – 36,6	35,15	35,2	34,2	OK	CH-77	OK-SHA-66; č. 4	117
10	30,5 – 36,6	34,9	34,8	35,4	OK	CH-7 Charlie	OK-LHA-13; č. 124	370
11	30,5 – 36,6	35,3	34,12	35,44	OK	CH-77	OK-SHA-68; č. 009	6
12	30,5 – 36,6	40,6	40,13	40,77	NEVYHOVĚLO	CH-77	OK-SHA-68; č. 009	6

Měření bylo provedeno přístrojem Sigmatest 2.069. Jako kalibrační etalon byl použit ERGAL 7075 T6 a zkušební frekvence 60 kHz.

Táhlo č. 11 – neporušené táhlo řízení listu č. 2.

Táhlo č. 12 – porušené táhlo řízení listu č. 1, část připojená k listu.



# Fotodokumentace



Pohled na místo letecké nehody



Oddělený konec ocasního nosníku a svislá ocasní plocha



Ocasní nosník – přední část



Oddělený ocasní rotor a převodovka



Oddělená vodorovná ocasní plocha



Rotorová hlava, rameno a táhlo řízení listu č. 2



Pohled na rotorovou hlavu na místě letecké nehody



Ohořelý vrak pilotní kabiny



Hřídel nosného rotoru a reduktor s oscilační deskou



Oddělené části listu nosného rotoru č. 2 (stopa č. 2 a č. 3)



Tlumič člen spoje náhonu ocasního rotoru



Pedály nožního řízení z levé strany kabiny



Část zasklení pilotní kabiny



Oddělená ostruha