



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin letecké nehody
letounu Tecnam P 92 Echo poznávací značky OK-FUU 22
v místě 1 km NW od LKKA
dne 6. 6. 2014**

Praha
duben 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

| | |
|----------|--|
| AGL | Nad úrovní země |
| AMSL | Nad střední hladinou moře |
| ARP | Vztažný bod letiště |
| CU | Comulus |
| °C | Teplota ve stupních Celsia |
| ČHMÚ | Český hydrometeorologický ústav |
| E | Východ |
| ELEV | Výška nad mořem (odvozena z WGS84 souřadnicového systému) |
| FAI | Mezinárodní letecká federace |
| FEW | Skoro jasno |
| FI(G) | Letový instruktor kluzáků |
| ft | Stopa (měrová jednotka - 0,3048 m) |
| g | Místní tíhové zrychlení (9,81 m·s ⁻²) |
| GLD | Kluzák |
| GNSS FR | Schválený letový zapisovač |
| GO | Generální oprava |
| GPS | Globální polohovací systém |
| h | Hodina |
| hPa | Hectopascal (jednotka atmosférického tlaku) |
| HZS | Hasičský záchranný sbor |
| IGC | Mezinárodní plachtařská komise |
| kg | Kilogram (jednotka hmotnosti) |
| km | Kilometr |
| KML | Aplikace určená pro publikaci a distribuci geografických dat |
| kN | Kilonewton (jednotka síly) |
| kt | Uzel (jednotka rychlosti - 1,852 km·h ⁻¹) |
| l | Litr |
| LAA ČR | Letecká amatérská asociace ČR |
| LKKA | Veřejné vnitrostátní letiště Křižanov |
| LZS | Letecká záchranná služba |
| m | Metr |
| MHz | Megahertz |
| min | Minuta |
| mm | Milimetr |
| MTOW | Maximální vzletová hmotnost |
| N | Sever |
| NW | Severozápad |
| NIL | Žádný |
| RPM | Otáčky za minutu |
| RWY | Dráha |
| RLP | Rychlá lékařská pomoc |
| ŘL VFR | Řízené lety podle pravidel pro let za viditelnosti |
| QNH | Atmosférický tlak (redukovaný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry, používaný pro nastavení tlakové stupnice výškoměru k zobrazení nadmořské výšky) |
| S | Jih |
| SD | Paměťová karta (Secure Digital) |
| SCT | Polojasno |
| SE | Jihovýchod |
| SEP land | Jednomotorový pístový (kvalifikace) |
| SLZ | Sportovní létající zařízení |

| | |
|-------|---|
| SSL | Kód provozního omezení (zvláštní omezení jak stanoveno) |
| THR | Práh dráhy |
| TST | Zkušební lety |
| ULL | Ultralehký letoun |
| USB | Univerzální sériová sběrnice |
| UTC | Světový koordinovaný čas |
| ÚZPLN | Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod |
| VNL | Kód provozního omezení (korekce poruchy vidění do blízka) |
| VOP | Vodorovná ocasní plocha |
| VRB | Proměnlivý |
| VÚSL | Vojenský ústav soudního lékařství |
| WGS84 | Globální geocentrický geodetický systém 1984 (pevně spojený se zemským tělesem) |

A) Úvod

Majitel: Aeroklub Křižanov, spol. s r.o.
Výrobce a model letadla: TECNAM s.r.l. P 92 Echo
Poznávací značka: OK-FUU 22
Místo: 1 km NW ARP LKKA
Datum a čas: 6. 6. 2014, 08:30 (časy jsou UTC)

B) Informační přehled

Dne 6. 6. 2014 ÚZPLN obdržel oznámení o letecké nehodě ultralehkého letounu P 92 Echo, která se stala při provádění aerovleku kluzáku LS 3 z RWY 32 LKKA. Pilot vlečného letounu po odpoutání stoupal v přímém směru osy dráhy. Podle výpovědi pilota kluzáku vlečný letoun po cca 1 min letu, ve výšce cca 30 – 40 m nad zemí, náhle začal klopit před k zemi. Klopení do strmého střemhlavého letu mělo za následek, že se kluzák dostal do polohy nad vlečný letoun. Než se pilot kluzáku stačil vypnout, vlečné lano se přetrhlo. Pilot vlečného letounu před nárazem do země neaktivoval záchranný systém. Letoun narazil do země na obilném poli a vzňal se. Nárazem a požárem byl zcela zničen. Pilot zahynul.

Pilot kluzáku provedl zatáčku a přistál zpět na LKKA na RWY 14. Na místo letecké nehody se téhož dne dostavila komise ÚZPLN a zahájila odborné zjišťování příčin.

Příčinu události zjišťovala komise ÚZPLN ve složení:

Předseda komise: Ing. Stanislav Suchý
Členové komise: Ing. Zdeněk Formánek
MUDr. Václav Horák VÚSL

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 99
dne 7. dubna 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

Popis okolností dne 6. 6. 2014, předcházejících kritickému letu, byl proveden na základě záznamů zapisovačů¹⁾, vysvětlení zúčastněných osob a výpovědí svědků.

Kritickému letu vlečného letounu P 92 Echo předcházela příprava pilota letounu k letu. V 07:32:34 spustil motor a provedl ohřev až do 07:36:24, kdy motor vypnul. V 07:53:18 pilot znovu spustil motor a od 07:55:50 vyčkával na místě vzletu.

V 07:59:51 pilot letounu provedl první vzlet z RWY 32 k aerovleku kluzáku T-59D Kestrel, jehož MTOW je 472 kg. V 08:05:43, po odpojení kluzáku cca 6 km severovýchodně od LKKA ve výšce cca 620 m AGL, snížil výkon motoru a zahájil plynulé klesání levou zatáčkou do kurzu cca 134° na přiblížení a přistání na RWY 04. Přistál v 08:09:04, tj. po cca 9 min 13 s letu a pojížděl k místu u THR 32, kde byl připraven v pořadí druhý kluzák k aerovleku. Zde se v 08:09:48 otočil a vyčkal na připojení vlečného lana k dalšímu kluzáku.

V 08:11:29 pilot letounu zahájil v pořadí druhý vzlet z RWY 32 k aerovleku kluzáku DG-200, jehož MTOW je 450 kg. Po vzletu nejprve stoupal pravou zatáčkou v prostoru severozápadně od LKKA, pak pokračoval do prostoru jihovýchodně LKKA. V 08:16:56, po vypnutí kluzáku cca 3,2 km SE od LKKA, ve výšce cca 560 m AGL, začal plynule klesat na zařazení do 2. zatáčky levého okruhu RWY 04. V 08:19:22 přistál po cca 7 min 53 s letu. Pojížděl znovu do prostoru, kde byl připraven u THR 32 další kluzák k aerovleku. Pojížděl až k levé prahové značce, kde se v 08:20:09 otočil a zastavil. V době od 08:27:32 do 08:21:05 vyčkával v letounu na vyčkávacím místě při levém okraji THR 32.

1.1.2 Kritický let

Popis kritického letu vlečného letounu, při kterém vlekl kluzák LS 3 za účelem vzletu a následného stoupaní je proveden na základě měřených a vypočítaných hodnot získaných ze záznamů zapisovačů z vlečného letounu a kluzáku a výpovědi pilota kluzáku.

V 08:21:05 pilot letounu nejprve vjel na RWY 32 a popojel cca 41 m ve směru vzletu. Z tohoto místa v 08:22:26 zahájil rozjezd ke vzletu s kluzákem LS 3, který probíhal při levém okraji RWY 32, při RPM 5760 – 5820 ot·min⁻¹, tj. při maximálním vzletovém výkonu. Letoun se odpoutal v cca 08:22:54, tj. ve 28 s rozjezdu v místě cca 250 m před koncem dráhy RWY 32. Nad jejím koncem letoun proletěl v 08:23:02. Podle záznamu dat měl výšku cca 12 m AGL²⁾ a rychlost 120 km·h⁻¹. Pokračoval při maximálním vzletovém výkonu motoru (RPM 5820 ot·min⁻¹) ve stoupaní ustálenou rychlostí 111 km·h⁻¹.

Podle záznamu parametrů motoru došlo v 08:23:06 k mírnému poklesu RPM na 5760 ot·min⁻¹ na dobu cca 5 s a potom na 5580 ot·min⁻¹, tj. na trvalý (nominální) režim. V 08:23:10 byl letoun ve vzdálenosti cca 250 m za koncem RWY 32, dosáhl výšky cca 21 m AGL a letěl rychlostí 122 km·h⁻¹.

¹⁾ Údaje o režimu letu jsou odečteny v souboru KML zobrazeném v daném fixu v mapové aplikaci Google Earth.

²⁾ Výška nad zemí (AGL) a hodnota indikované vzdušné rychlosti (IAS) jsou v popisu letu uvedeny z údajů souborů IGC s použitím softwaru SeeYou.

V 08:23:13, ve vzdálenosti cca 350 m za koncem RWY 32 letoun dosáhl výšky cca 30 m AGL a letěl rychlostí 123 km·h⁻¹. Další stoupání bylo pozvolné. V 08:23:16 letoun dosáhl výšky cca 37 m AGL a letěl rychlostí 125 km·h⁻¹. V 08:23:18, když byl ve vzdálenosti cca 530 m za koncem RWY 32, začala význačná změna vertikální složky rychlosti do záporné hodnoty -5,1 m·s⁻¹.

Současně s tím v 08:23:18 došlo podle záznamu letu letounu ke změnám dalších měřených veličin. Během doby cca 3 s došlo k významné změně násobků zatížení letounu v ose z a v ose x . Kolmý násobek zatížení v ose z poklesl z 1,07 g na 0,76 g a vzápětí až na -0,57 g. Podélný násobek zatížení v ose x se z hodnoty změnil z 0,0 g na -0,19 g a následně až na -0,50 g.

V 08:23:20 byla trajektorie letu v kurzu cca 311°, letoun byl ve výšce cca 31 m AGL, rychlost byla 125 km·h⁻¹ a RPM byly 5520 ot·min⁻¹.

V 08:23:21 zapisovač letounu zaznamenal poslední měřené a vypočítané parametry letu. To odpovídá době cca 50 s po zahájení vzletu a poloze letounu cca 48 m před místem nárazu do země (ve směru cca 310°) a ve vzdálenosti cca 632 m od THR RWY 14. Poslední zaznamenaná hodnota RPM byla 3120 ot·min⁻¹, násobek v ose z poklesl na -0,69 g, násobek v ose x se změnil na 0,88 g. Parametr rychlosti letu měl v záznamu nulovou hodnotu.

Letoun pod velkým úhlem podélného sklonu narazil do země na obilném poli. V důsledku nárazu do země a destrukce palivové instalace letounu ihned vznikl požár, který zasáhl centrální část. Pilot letounu zahynul.

Kritický let z pohledu pilota kluzáku

Pilot kluzáku ve své výpovědi k průběhu letu sdělil, že se jednalo o jeho první let dne 6. 6. 2014. Předpokládal, že s kluzákem LS 3 vykoná let do termiky a chtěl uskutečnit přelet. Uvedl, že pilot letounu po přistání z předcházejícího vleku pojížděl přímo před kluzák, nevystoupil a čekal na připojení lana.

K následujícímu průběhu letu pilot kluzáku uvedl, že byl s pilotem letounu na spojení palubní radiostanicí, které kontrolovali před startem. Počátek rozjezdu popsal slovy: *„Já jsem mu říkal, že máme napnuté lano. On ještě pořád jako chvilku popojížděl, což bylo takové divné. Měl jsem dojem, že táhnul mě, odhaduji 20 m. Pak se znovu zeptal, jestli máme už natažené lano. Já jsem mu potvrdil, že už jsem mu dával, že máme lano napnuté, že můžeme startovat a pak už probíhal ten let běžně“*.

Pilot kluzáku dále uvedl, že při vzletu z RWY 32, po rozjezdu aerovleku následovalo normální odpoutání. U země nebyla žádná termika a vítr byl proměnlivý nebo téměř bez větru. Rychlost letu byla podle pilota kluzáku bezproblémová, cca 120 km·h⁻¹, kluzák letěl v normální poloze za letounem bez vybočování a v přímém směru. Výšku, které aerovlek dosáhl v okamžiku vzniku kritické situace, odhadnul na 30 – 40 m AGL.

Pilot kluzáku popsal kritickou situaci slovy: *„Najednou jsem zaregistroval, že vlečný aeroplán se prudce sklopil dolů. Já jsem ho vlastně přeletěl a chytal jsem, že vypnu lano a než jsem našel vypínač, protože to šlo hrozně rychle, tak se lano zřejmě přetrhlo, protože kus toho lana tak jsem přitáhnul až sem, takže jsem ještě ani nevypnul a to lano už se utrhlo“*.

K průběhu sestupné trajektorie letu letounu pilot kluzáku doplnil, že to bylo sklopení mírně doprava, jako prudké potlačení, přímo dolů bez jediného slova na radiovém spojení nebo signálu. Viděl letoun pod větším úhlem. Odhadnul, že do polohy cca 30° pod sebou. Nebylo to s náklonem, ale přímo. Nedomníval se, že to bylo jako vynechání motoru. Rychlost měli dostatečnou. Ke své reakci na vznik nouzové situace dodal, že když se

dostal nad vlečný letoun a předlétnul ho, začal sahat po vypínači a než ho pod nohou uchopil, tak už cítil cuknutí.

Pilot kluzáku ke své činnosti dále uvedl, že v nastalé situaci, když byl kluzák volný, levotočivou zatáčkou přes chatový tábor dokázal ještě s minimální rezervou zatočit a doklouzal zpátky na letiště Křižanov, kde přistál proti směru vzletu a zastavil cca na úrovni hangáru. Dodal, že při zatáčení na zemi viděl letoun a již se objevily plameny. Zároveň uvedl, že si nedokáže vysvětlit, proč letoun náhle zamířil k zemi, pilot letounu byl velmi zkušený v létání a pracoval i jako letecký instruktor a start proběhl bez problémů.

1.1.3 Výpovědi svědků

Událost sledovalo několik svědků z prostoru chatového rekreačního střediska u Křižanova, z míst vzdálených cca 400 m od trajektorie letu aerovleku po vzletu z RWY 32. Následující informace uvedlo ve výpovědích 6 svědků:

Svědék (1) k události sdělil, že slyšel motor motorového letadla. Na oblohu se přitom nedíval. Za nějakou chvíli motor neslyšel a po pár sekundách uslyšel ránu. Viděl, jak lidé z chatového střediska běželi ven, tak běžel také tím směrem. Na poli uviděl letadlo, které začalo hořet.

Svědék (2) uvedl, že slyšel motor motorového letadla a podíval se na oblohu. Viděl motorové letadlo, jak táhne za sebou na laně větroň. V jednu chvíli začalo motorové letadlo letět prudce k zemi. Větroň se dostal skoro nad něj. Potom už nic neviděl přes stromy. Po pár sekundách neslyšel už ani motor letadla a pak asi za dvě sekundy uslyšel tupou ránu. Ihned se běžel podívat, co se stalo. Viděl, že letadlo spadlo na zem a začalo hořet.

Svědék (3) uvedl, že slyšel motorové letadlo a podíval se směrem k letišti, kde nad stromy viděl motorové letadlo a za ním větroně na laně. V jednu chvíli motorové letadlo začalo z ničeho nic klesat přídí přímo k zemi. Větroň byl skoro nad ním a potom se odpoutal. Motor motorového letadla asi 2 sekundy neslyšel. Poté byla slyšet tupá rána. Běžel se podívat, co se stalo. Od začátku obilného pole viděl, že motorové letadlo spadlo na zem a začalo hořet. Běžel ihned k letadlu. Když doběhl k němu, kabina byla v plamenech.

Svědék (4) k události sdělil, že viděl ve směru k letišti motorové letadlo, které za sebou vleklo větroň. Toto letadlo s větroněm prolétalo dosti nízko nad stromy. Letadlo, které vleklo tohoto větroně, bylo nakloněno jako by vrtulí k zemi a větroň byl současně nad ním. Poté přestal slyšet motor letadla a asi za 1 - 2 vteřiny slyšel tupou ránu. Jakmile viděl, že někteří lidé z tábora běží k poli poblíž tábora, tak se tam běžel také podívat. Když přiběhl k poli, tak viděl, jak je uprostřed pole havarované letadlo co táhlo větroň. Bylo z dálky vidět, jak začíná v kabině pilota lehce hořet.

Svědék (5) uvedl ve výpovědi, že viděl, jak motorové letadlo roztahuje na laně větroně. Z ničeho nic motorové letadlo začalo klesat čumákem k zemi. Potom už nic neviděl přes stromy. Slyšel po pár vteřinách jen tupou ránu. Dodal, že viděl, jak k poli běží lidé a běžel se tam také podívat. Uviděl letadlo v plamenech.

Svědék (6) k události sdělil, že viděl nad sebou, jak motorové letadlo vleklo větroň. Za okamžik (do minuty od doby, kdy proletělo toto letadlo) slyšel jak letadlu „zaškytal motor“ za 10 sekund slyšel tupou ránu.

Výše uvedení svědci sdělili, že když přiběhli k hořícímu letounu, kabina již byla celá v plamenech. Snažili se odtrhnout poloviny křídla a dostat pilota ven z kabiny. To se ale nepodařilo. K osobě v kabině se přes plameny nemohli dostat. Asi po půl minutě přijel

k místu traktor. Od traktoristy si půjčili hasicí přístroj a traktorista začal zadní část letounu polévat kapalinou z cisterny na přívěsu. Po chvíli přijeli hasiči a požár uhasili.

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

Letoun byl nárazem do země a následným požárem zničen.



Obr. 1 Trosky letounu P 92 Echo

1.4 Ostatní škody

Únikem blíže nezjištěného množství benzínu a jeho vznícením byla způsobena škoda kontaminací zeminy v místě nárazu. Dále došlo k úniku nezjištěného množství oleje.

1.5 Informace o osobách

1.5.1 Pilot letounu

1.5.1.1 Osobní údaje:

- muž, věk 71 let,
- držitel platného pilotního průkazu vydaného LAA ČR s kvalifikacemi ultralehký letoun (ULL); pilot instruktor (ULL), vlekař, zkušební pilot a instruktor ŘL VFR,
- držitel platného omezeného průkazu radiotelefonisty letecké pohyblivé služby,

- poslední vyšetření pro prodloužení osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy – s omezením SSL absolvoval dne 29. 9. 2013.

1.5.1.2 Letecké zkušenosti:

Celková doba letu podle údajů v zápisníku letů na ultralehkých letounech ke dni 6. 6. 2014:

- na všech typech ULL: 2 054 h 55 min
- za posledních 30 dní: 19 h 33 min
- za posledních 24 hodin: 12 min

Pilot měl dlouholetou praxi jako pilot kluzáků a letounů. Od roku 1990 působil jako provozní inspektor LAA ČR. Pilotní průkaz s kvalifikací pilot ULL získal v roce 1992 a kvalifikaci vlekaře získal v roce 1995. Provozovatel letounu k osobě pilota uvedl, že jej znal jako velmi zkušeného pilota. Podle záznamů v zápisníku letů na ULL létal od roku 1990 a v zápisníku letů měl zapsáno celkem 89 typů ultralehkých letounů, z nichž na části provedl zálet.

Pilot získal kvalifikaci pilota motorových letadel v roce 1971 a oprávnění provádět vleky kluzáků v roce 1973. Kvalifikaci obchodního pilota letounů získal v roce 1975 a do roku 1976 prováděl lety k leteckým pracím v zemědělství s letounem Z-37. V roce 1976 utrpěl vážné zranění při letecké nehodě letounu Z-37.

V posledním období létal převážně jako instruktor. Za posledních 30 dní vykonal kromě kritického letu celkem 5 letů k aerovleku kluzáků, z toho 2 lety na letounu Samba XXL a 3 lety na letounu P 92 Echo, z nichž 2 uskutečnil dne 6. 6. 2014 bezprostředně před kritickým letem.

1.5.1.3 Další kvalifikace a praxe

- držitel platného průkazu způsobilosti pilota kluzáků s platnými kvalifikacemi FI(G) a TST,
- držitel platného pilotního průkazu pilota ultralehkých kluzáků vydaného LAA ČR s platnými kvalifikacemi instruktor a zkušební pilot.

Pilot na kluzácích létal od roku 1961 a od roku 1968 jako instruktor. Podle zápisníku letů na kluzácích získal oprávnění k samostatnému létání na 24 typech kluzáků a ultralehkých kluzáků.

1.5.2 Pilot kluzáku

1.5.2.1 Osobní údaje:

- muž, věk 65 let,
- držitel pilotního průkazu způsobilosti pilota kluzáků s platností do roku 2015,
- platná kvalifikace GLD a FI(G),
- poslední vyšetření pro prodloužení osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy absolvoval dne 29. 9. 2013 se závěrem „Schopen s omezením VNL“.

1.5.2.2 Letecké zkušenosti:

Pilot na kluzácích létá od roku 1964. Podle zápisníku letů na kluzácích získal oprávnění k samostatnému létání na 31 typech kluzáků. Celková doba letu podle údajů v zápisníku letů ke dni 6. 6. 2014:

- na všech typech kluzáků: 3 104 h 03 min

- za posledních 30 dní: 16 h 18 min

Kromě toho nalétal 189 h 52 min na motorových kluzácích. Má dlouholetou praxi jako pilot kluzáků a instruktor. Provozovatel kluzáku k osobě pilota uvedl, že jej zná jako zkušeného pilota a instruktora.

1.6 Informace o letadlech

1.6.1 Letoun

Ultralehký letoun P 92 Echo je jednomotorový, dvoumístný, vzpěrový hornoplošník s tříkolovým předovým podvozkem, s posádkou sedící vedle sebe. Přední část trupu je příhradová s plechovým potahem a laminátovou karoserií, zadní část je poloskořepinová, z hliníkových slitin. Křídlo s hlavním a pomocným nosíkem má v náběžné hraně palivové nádrže a je opatřeno elektricky ovládanými vztlakovými klapkami. Ocasní plochy jsou klasické, vodorovná ocasní plocha je plovoucí s elektricky ovládanou vyvažovací ploškou. Hlavní podvozkové nohy jsou z pružinové oceli. Letadlo je vybaveno kompletním zdvojeným řízením. Číslo typového průkazu: ULL - 08 / 98.

Letoun pozn. zn. OK-FUU 22, byl vybaven vlečným zařízením a záchranným systémem GRS Galaxy. V registračním listu měl zapsanu prázdnou hmotnost 289,5 kg a MTOW 472,5 kg.

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Typ: | P 92 Echo |
| Poznávací značka: | OK-FUU 22 |
| Výrobce: | TECNAM s.r.l |
| Rok výroby: | 2000 |
| Výrobní číslo: | 463 |
| Technický průkaz: | platný do 30. 5. 2016 |
| Celkový nálet: | 1 486 h 05 min |
| Pojištění odpovědnosti za škodu: | platné |

| | |
|------------------|---------------|
| Pohonná jednotka | |
| Motor - typ: | Rotax 912 ULS |
| Výrobní číslo: | 4426161 |
| Výrobce: | ROTAX |
| Rok výroby: | 2000 |

| | |
|----------------|---------------------|
| Vrtule - typ: | SR 3000 3L Woodcomp |
| Výrobce: | Woodcomp s.r.o. |
| Výrobní číslo: | 28061 |
| Rok výroby: | 2011 |

1.6.2 Provoz letounu

Dne 28. 2. 2012 byla na motoru provedena výměna hlavních ložisek klikového hřídele, výměna pístních kroužků a membrán karburátorů. Poslední kontrola motoru byla vykonána dne 5. 8. 2013 při TSN 1399 h 20 min v rozsahu 200 hodin, v rámci této prohlídky nebyla na žádost provozovatele provedena předepsaná údržba karburátorů u výrobce. Z technické dokumentace výrobce vrtule vyplynulo, že dne 9. 1. 2013 byla na vrtuli provedena předepsaná prohlídka.

Poslední periodická prohlídka letounu byla provedena dne 4. 5. 2014, při náletu 1468 h 01 min. Letoun byl bez zjevných závad a byl uznán schopným dalšího letového

provozu. Od prohlídky letoun nalétal celkem 18 h 04 min bez závady. Dne 6. 6. 2014 byl letoun na letišti Křižanov doplněn benzínem typu B 95.

Letoun dne 6. 6. 2014 převzal pilot. Podle záznamu o předletové prohlídce byl letoun bez závad, zásoba paliva byla 50 l. Uskutečnil dva vzlety k vleku kluzáků. Po přistání z druhého letu pilot neoznámil žádný problém a pokračoval kritickým letem.

1.6.3 Vlečený kluzák

Kluzák LS 3 je jednomístný soutěžní kluzák 15 m třídy s flaperony a s ocasními plochami tvaru T s pevným stabilizátorem. Kluzák je vybaven zařízením pro kontrolu letu – GNSS FR – zapisovačem, jehož záznam byl využit k rozboru.

| | |
|---|-------------------------------------|
| Typ: | LS 3 |
| Poznávací značka: | OK-1418 |
| Výrobce: | Rolladen Schneider Flugzeugbau GmbH |
| Rok výroby: | 1978 |
| Výrobní číslo: | 3312 |
| Osvědčení kontroly letové způsobilosti: | platné |
| Celkový nálet: | 3 493 h 04 min |
| Nálet od poslední prohlídky: | 25 h 25 min |
| Pojištění odpovědnosti za škodu: | platné |

Poslední roční prohlídka kluzáku byla provedena dne 4. 4. 2014 se závěrem, že kluzák je způsobilý k uvolnění do provozu. Po prohlídce nebyly během provozu zjištěny žádné závady. Kluzák měl MTOW 472 kg a prázdnou váhu cca 250 kg.

Kluzák byl po letecké nehodě prohlédnut policejním orgánem v době, kdy byl po přistání na LKKA odstaven na zpevněné ploše před hangárem pro parkování letadel. Prohlídkou trupu a křídla nebylo shledáno žádné zjevné poškození jeho součástí. Závěs pro vlečné lano byl v poloze „odjištěno“. Vlečné lano ani jeho součásti se v něm nenacházely. V kabině kluzáku, na sedadle pilota, byl policejním orgánem zajištěn utržený konec vlečného lana. Sestával ze smyčky se dvěma uzly, na jednom konci byly dva kovové kroužky, na druhém konci za uzlem byl roztřepený konec lana a druhý konec lana byl omotán stříbrnou lepicí páskou.

1.7 Meteorologická situace

Podle zprávy Letecké meteorologické služby Českého hydrometeorologického ústavu v týlu tlakové výše, která se udržovala nad střední Evropu, začínal do České republiky proudit teplý vzduch od jihozápadu. Podle odborného odhadu zpracovaného ČHMÚ byla meteorologická situace v místě letecké nehody následující:

| | |
|----------------|--|
| Přízemní vítr: | 050°- 120° / 3 – 6 kt |
| Výškový vítr: | 1000 ft AGL VRB / 5 kt |
| Dohlednost: | nad 10 km |
| Stav počasí: | skoro jasno, beze srážek |
| Oblačnost: | FEW SCT CU spodní základna oblačnosti 4000 ft AMSL |
| Turbulence: | NIL |
| Teplota: | v 1000 ft AGL +18°C |

1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

NIL

1.9 Spojovací služba

Oboustranné radiotelefonní spojení mezi pilotem vlečného letounu a pilotem kluzáku bylo na kmitočtu 133,150 MHz Křižanov RADIO.

1.10 Informace o letišti

Letiště Křižanov je veřejné vnitrostátní letiště. Nachází se 2,4 km E od města Křižanov. Nadmořská výška středu travnaté RWY 14/32 o rozměrech 700 x 100 m je 1834 ft / 559 m.

Dráha 32 byla suchá a únosná. Nadmořská výška THR 14 je 1808 ft / 551 m.

1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

1.11.1 Provozní zapisovač

Do letounu byl zastavěn amatérsky vyrobený provozní zapisovač³⁾. Při letecké nehodě toto zařízení bylo poškozeno mechanicky a působením vysoké teploty. Zhotovitel zařízení poskytl nezbytné informace pro expertizu za účelem získání dat o letu. V poškozeném zařízení byla lokalizována dvě datová úložiště - mikro SD karta a USB disk. Data o letu sestávala z následujících parametrů:

| Název pole | Formát | Popis |
|---------------|--------------------------|--|
| datum | dd-mm-rrrr | datum záznamu |
| čas pozice | hh:mm:ss | čas získání pozice |
| pozice | add°mm.mmmm; add°mm.mmmm | pozice GPS |
| status GPS | a | status GPS: A - platná data; V - neplatná data |
| kurz | xxx.x | kurz letu ve [°] |
| rychlost GPS | xxx.x | rychlost letu vůči zemi [kt] |
| čas výška GPS | hh:mm:ss | čas získání GPS výšky |
| výška GPS | xxxx.x | GPS výška [m] |
| satelity | xx | počet používaných satelitů |
| čas běhu | hh:mm:ss | doba běhu od posledního resetu |
| rychlost | x.x | rychlost letu vůči okolnímu vzduchu [km/h] |
| tlaková výška | x.x | výška AMSL [ft] |
| tlak vzduchu | x.x | tlak vzduchu [Pa] |
| zrychlení x | x.xx | zrychlení v ose x [g] |
| zrychlení y | x.xx | zrychlení v ose y [g] |
| zrychlení z | x.xx | zrychlení v ose z [g] |
| napájení | a | zdroj napájení zařízení: M/hlavní síť; B/baterie |
| síť | xx.xx | napětí hlavní sítě napájení [V] |
| baterie | xx.xx | napětí záložní baterie [V] |
| RPM | x | otáčky motoru [rpm] |
| hlava | x | teplota hlav motoru [°] |
| OAT | x.xx | teplota okolního vzduchu [°] |

Provozní zapisovač na letounu nebyl schválený typ⁴⁾ a nepodléhal kalibraci podle sportovního řádu FAI.

Vzdušná rychlost byla snímána napojením na pitot-statický systém letounu pomocí čidla rozdílového tlaku. Pokud byla hodnota rychlosti pod $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, brala se rychlost jako

³⁾ Záznamová jednotka do UL letadla. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013.

⁴⁾ Zařízení povolené Mezinárodní plachtařskou komisí (IGC) k zapisování dat z GNSS a sloužící k záznamu o letu.

nulová. Tlaková výška se měřila napojením na pitot-statický systém letounu pomocí čidla absolutního tlaku. Snímání otáček z motoru ROTAX bylo realizováno pomocí komparátoru. Pro měření teploty hlav válců motoru se používalo odporové čidlo. Teplota okolního vzduchu se měřila vnějším čidlem. Pro měření zrychlení byl použit senzor, který snímal zrychlení ve třech osách.

Provozní zapisovač používal geodetické datum WGS84. GNSS údaje a data o letu byly zaznamenány ve formě pravidelných fixů s intervalem 1 s. Hodnota vertikální přesnosti a horizontální přesnosti GPS závisí na specifických podmínkách.

Policejní orgán zkoumáním datového obsahu záznamových úložišť našel data zaznamenaná dne 6. 6. 2014, která zahrnovala podle GPS času dobu od 07:11:50 do 08:23:21. Srovnáním s dobou letu vlečených kluzáků byly v této souhrnné době vyhodnoceny celkem čtyři úseky provozu letounu, z toho tři lety. V popisu události v části 1.1 *Průběh letu* jsou časy vztaženy k GPS času vlečného letounu. Příslušná letová data získaná z původních souborů z datových úložišť byla přenesena do počítače a konvertována do souborů IGC a KML. Soubor KML byl analyzován v mapové aplikaci Google Earth. Soubor IGC byl analyzován s použitím SeeYou Flight Data (Naviter) pro synchronní porovnání letových dat letounu a letových dat vlečeného kluzáku. Parametry z doby kritického letu jsou v příloze č. 2.

1.11.2 Letový zapisovač

Na palubě kluzáku bylo zařízením pro kontrolu letu, GNSS FR zapisovač Colibri IGC FAI, S/N 11903, jehož záznam byl využit k rozboru. Pilotovo jméno a údaje o kluzáku, uložené do souboru s letovými údaji, neodpovídaly konkrétnímu letu. Zapisovač měl zaznamenáno jméno jiné osoby a jiný typ kluzáku, protože tento přístroj používalo více pilotů. Důkazy o typu kluzáku a informace o pilotovi komise ověřila na místě při přenosu dat ze zapisovače na přenosný USB disk. Zapisovač měl základní nastavení - dva intervaly záznamu fixů. Rychlejší záznam fixů v intervalu 1 s v blízkosti pozorovacích sektorů a LKKA a dále interval 5 s, který se používá v letu mezi traťovými body. Parametry z úseku letu odpovídající době kritického letu jsou v příloze č. 3.

1.11.3 Problematika přesnosti porovnávaných dat

Určení hodnoty vertikální přesnosti (GPS výšky), stupně shody mezi měřenou hodnotou a hodnotou skutečnou, závisí na specifických podmínkách. V určení GPS výšky je dosahováno menší přesnosti než v určení horizontální polohy. Je to proto, že pro získání správných dat pro určení GPS výšky je nutno získat poziční čáry od satelitů, které jsou nízko k místnímu horizontu. V daném případě se vlečný letoun i kluzák pohybovaly v odkrytém terénu – rovině s minimálním sklonem a po vzájemně velmi blízké trajektorii. Zkoušky se systémem GPS v šířkách okolo 50° ukázaly, že standardní odchylka (statistický termín odkazující na 68% pravděpodobnost) pro výškovou chybu je asi 1,75 násobkem chyby v přesnosti polohy.

Přesnost dat získaných z tlakových čidel, zejména barometrické výšky vlečného letounu (Tlakové výšky) odvozené z tlaku podle vzorce ICAO pro výpočet barometrické výšky nemohla být ověřena. Komise nezískala žádný důkaz o kalibraci provozního zapisovače z vlečného letounu. Dle zprávy zhotovitele tlaková výška a rychlost byly pouze otestovány pomocí připojení klasických přístrojů a zapisovače na jeden tlakový okruh a porovnáním hodnot na přístroji a hodnot zapisovače.

1.11.4 Záznam videokamery

Vzlet aerovleku z RWY 32 zaznamenala videokamera umístěná na budově vzdálené cca 478 m od ARP LKKA. Videozáznam, o délce cca 30 s, byl v rozlišení formátu 1280x1040 (1,3 megapixelu) a snímáný rychlostí 50 snímků/minutu.

V čase 08:22:49 je zřetelně vidět vlečný letoun a kluzák ve vleku již ve fázi po zahájení rozjezdu. V čase 08:22:56 je rozlišitelné odpoutání vlečného letounu a kluzáku v 08:22:57. Od 08:23:59 do 08:22:03 je dobře zřetelná vzájemná poloha během rozletu až do okamžiku, kdy aerovlek v 08:23:05, pravděpodobně v poloze nad koncem RWY 32, vlétl do zákrytu s korunou stromů v popředí.

Aerovlek je znovu vidět po vylétnutí mimo obrys koruny stromů od 08:23:12 do 08:23:15. Vzájemná poloha letounu a kluzáku je, vzhledem k rozlišovací schopnosti videozáznamu, již málo zřetelná. Proto z této části videozáznamu nelze jednoznačně popsat chování obou letadel.

V 08:23:19 zaniká barevné rozlišení obrazu letounu na pozadí zobrazení stromů. Následující obrazová stopa charakterem a časem odpovídá zobrazení letu kluzáku v levé zatáčce do směru přistání na LKKA.

1.12 Popis místa nehody a troskek

1.12.1 Všeobecně

Letecká nehoda se stala v prostoru mírně svažitého pole v blízkosti pozemní komunikace z Křižanova do chatového tábora, cca 1,6 km jižně od středu městyse Křižanov a cca 1,04 km od ARP LKKA, viz obrázek č. 2. V místě letecké nehody je ELEV 542 m. Zeměpisné souřadnice místa nárazu letounu do země byly 49° 22' 27,9" N a 016° 06' 18,8" E.



Obr. 2 Místo letecké nehody.

Prohlídku provedla komise ÚZPLN a uskutečnila se souběžně s vyproštěním těla pilota. Trosky letounu se nacházely na obilném poli osou zadní části trupu otočené do směru cca 350°. Konstrukce pilotní kabiny ležela skloněná podélnou osou pod úhlem cca 30° k zemi. V prostoru pilotní kabiny se nacházelo zaklíněné tělo pilota.

1.12.2 Trup

Přídě s motorem a vrtulí byla vrtulovým kuželem částečně zabořená do země a vyvrácená z ohořelé konstrukce trupu mírně vpravo. Motorové kryty se oddělily a byly ohořelé a zdeformované. Potah horní části pilotní kabiny, boční stěny a podlaha byly téměř celé zničeny požárem. Pravé dveře se oddělily od trupu, ležely vpravo a zasklení bylo zčásti rozbité a ohořelé. Páčka uzavření dveří byla v přední poloze. Levé dveře se oddělily, zasklení bylo rozbité a ležely vlevo od trupu pod levou polovinou křídla. Páčka uzavření dveří byla v přední poloze. Prostor části trupu za kabinou byl poškozen působením vysoké teploty až do vzdálenosti cca 3,3 m od přídě. Podvozkové nohy hlavního podvozku měly pásnici i s koly vyvrácenou mírně vzad z místa upevnění na trupu. Přední podvozková noha byla vyvrácená.

Zadní část trupu v délce cca 2,7 m a ocasní plochy nebyly požárem zasaženy. Táhlo k výškovému řízení bylo přerušené a volně procházelo k rameni na VOP. Lana směrového řízení byla poškozena působením vysoké teploty v prostoru podlahy kabiny. Vedla volně do místa připojení k směrovému kormidlu. Spoje byly řádně zajištěny.

1.12.3 Vlečný závěs a lano

Ke spodní části konce trupu bylo uchyceno vlečné zařízení nezjištěného typu⁵⁾. Hák vlečného zařízení byl otevřený, viz obrázek č. 3, pojistka háku byla stranově deformovaná. Přes levou polovinu VOP ležela volně část textilního lana \varnothing 10 mm s opláštěným jádrem, které procházelo přes náběžnou hranu směrem pod VOP a za vrakem letounu do obilného porostu, kde se nacházel konec lana se dvěma spojovacími ocelovými kroužky. Na druhém konci bylo lano přetržené.



Obr. 3 Fotografie vlečného závěsu a části lana na VOP.

Před přetrženým koncem (cca 1,25 m) byl na laně volný uzel, kterým procházely dvě smyčky. Celková délka vlečného lana nalezeného na místě letecké nehody byla 23,22 m. Na přetrženém konci lana byly 50 mm před koncem fragmenty stříbrné lepicí pásky. Na LKKA byl policejním orgánem zajištěn kus lana \varnothing 10 mm s opláštěným jádrem. Podle sdělení pilota kluzáku zajištěný kus lana zůstal zachycen ve vlečném zařízení kluzáku a uvolnil se při přistání. Tento kus lana měl délku 0,79 m, na jednom konci byl opatřen dvěma ocelovými spojovacími kroužky, druhý konec byl roztržený. Podle způsobu uvázání uzlu na přetrženém konci lana a stavu povrchu opláštění, se místo přetržení lana nacházelo v místě smyčky uzlu. Celková délka obou kusů přetrženého

⁵⁾ Příloha III předpisu UL 2, část I. – ULLa, Doplnkové požadavky pro vlekání kluzáků ultralehkými letouny (SLZ)

vlečného lana byla 24,015 m. Lano nebylo ani na jednom svém konci opatřeno mechanickou pojistkou.



Obr. 4 Fotografie obou kusů přetrženého vlečného lana.

1.12.4 Křídlo

Pravá polovina křídla byla v kořeni oddělená od konstrukce trupu a zůstala s ní spojená jen vzpěrou. Prostor palivové nádrže byl od kořene směrem šikmo k plnicímu víčku palivové nádrže v šíři cca 0,8 m na náběžné hraně zničen působením vysoké teploty. Potah na horní straně byl v prostoru palivové nádrže a ve střední části až do vzdálenosti cca 2,7 m od kořene ohořelý. Víčko palivové nádrže bylo uzavřené. Náběžná hrana byla na celém rozpětí deformována zpředu, pod úhlem cca 70°. Spodní strana potahu byla z části ohořelá. Vztlková klapka byla v závěsech vyvrácená nahoru, závěsy byly funkční. Táhlo k ovládání klapky bylo přerušené a spoj u klapky byl zajištěný. Potah křídélka shořel, ale závěsy byly funkční a křídélko bylo volně pohyblivé v celém rozsahu výchylek táhla, které vyčnívalo z kořenové části. Okrajový oblouk byl prasklý.

Levá polovina křídla zůstala připojená ke konstrukci trupu, včetně vzpěry. Prostor palivové nádrže byl zničený působením vysoké teploty u kořene do hloubky k hlavnímu nosníku a až do vzdálenosti cca 2,1 m od kořene. Z palivové nádrže se zachovalo silně poškozené torzo palivoměru. Zbývající zachovalá část potahu náběžné hrany byla až k okrajovému oblouku a do hloubky k hlavnímu nosníku deformována zpředu, pod úhlem cca 70°. Potah horní i spodní strany byl ohořelý a deformovaný. Vztlková klapka byla pohyblivá, potah ohořelý a závěsy byly funkční. Táhlo k ovládání klapky bylo celistvé a spoje zajištěné. Potah křídélka shořel, ale závěsy byly funkční a křídélko bylo pohyblivé v celém rozsahu výchylek táhla, které vyčnívalo z kořenové části. Laminátový okrajový oblouk prohořel.

1.12.5 Ocasní plochy

Kýlová plocha měla na levé straně, v místě hmotového vyvážení směrového kormidla, proražený otvor v krytce. Směrové kormidlo bylo vychýleno vpravo, bylo volně pohyblivé a lana k ovládání směrového řízení vedla do kabiny k ohořelým kladkám. Na svislé ocasní ploše a směrovém kormidlu byly stopy zhmoždění. Odtoková hrana směrového kormidla z obou stran promáčknutá nárazem zezadu a z pravé strany, viz obrázek č. 5. Hloubka a tvar stop odpovídají nárazu tupého předmětu. Laminátové zakončení svislé ocasní plochy bylo promáčklé zleva a na vrcholu popraskané. Krytka na boku byla proražená hmotovým vyvážením.



Obr. 5 Fotografie stopy na směrovém kormidle.

Plovoucí VOP měla obě poloviny bez deformací a byla volně pohyblivá v rozsahu cca 16°. Spoje byly řádně zajištěné. Táhlo bylo mechanicky přerušené v prostoru kabiny. Spoje kinematiky vychylování vyvažovací plošky byly zajištěné a bez známek poškození. Vyvažovací ploška měla ve střední části mírně ohnutou odtokovou hranu dolů.

1.12.6 Pilotní kabina

Trubková konstrukce pilotního prostoru byla ohořelá a silně deformovaná působením vysoké teploty a mechanického namáhání. Plexisklo zasklení kabiny se rozbilo a z velké části shořelo. Podlaha kabiny byla prohořelá a rámy sedaček deformované. Prvky nožního řízení byly silně poškozené působením vysoké teploty a deformované. Kvůli deformacím nebylo možné určit nastavení pedálů nožního řízení. Řídicí páky a prvky podélného a příčného řízení v prostoru pilotní kabiny byly silně poškozené působením vysoké teploty a deformované.

Palubní deska, přístroje, spínače a ovladače na ní umístěné byly silně poškozené působením vysoké teploty a deformací přídě. Stav přístrojů neumožnil určit žádné údaje. Skříňka radiostanice byla ohořelá a vytržená z místa uložení. Stav ovladače příjmu neumožnil určit nastavení při nárazu. V prostoru kabiny se nacházel záchranný raketový padákový systém, poškozený působením vysoké teploty. Při požáru došlo k zažehnutí rakety a k jejímu utržení po přehoření tlumiče. Část raketnice včetně pojistky proti odpálení uhořela. Aktivační rukojeť systému upevněná na torzu rámu pilotní kabiny byla v poloze „nevytaženo“.

Po prohlídce na místě letecké nehody byly trosky kvůli manipulaci v nezbytném rozsahu děleny a přemístěny do uzavřeného prostoru ÚZPLN, pro potřebu podrobné prohlídky. Stav trosk letounu je na fotografiích v příloze 1.

1.12.7 Podrobná prohlídka pohonné jednotky

Podrobné prohlídky motoru Rotax 912 ULS a vrtule byly provedeny pod dozorem komise ÚZPLN na pracovištích organizací schválených k údržbě a opravám podle PART 145. Podle záznamů v dokumentaci byl motor udržován v souladu s technickými podmínkami pro provoz a jeho údržbu.

Skříň motoru nebyla tvarově poškozena nárazem, povrch byl očázen zplodinami požáru. Po demontáži reduktoru byla zjištěna trhlina na skříni reduktoru. Na přiléhající

straně skříně motoru, na nálitku ložiska byly zjištěny otlaky zubů ozubení na cca 180° obvodu. Zajišťovací polokroužky nebyly vypadlé.

Povrch ozubení reduktoru a ložisek nebyl zasažen povrchovou korozí. Pryžové těsnící kroužky byly degradovány žárem. Nátrubky výfukového potrubí byly zdeformovány nárazem zepředu a zespodu, sváry nátrubků byly poškozeny nárazem, potrubí bylo demontováno. Kabeláž zapalování byla zcela zničena působením vysoké teploty, kovové zbytky vodičů vedly do svorkovnice zapalování a k zapalovacím svíčkám. Pryžové hadice palivové instalace motoru byly shořelé, na kovových nátrubcích a spojkách se nacházely kovové sponky. Pryžové hadice olejového a chladicího systému byly zcela shořelé a jejich části chyběly.

Po demontáži zapalovacích svíček a krytů vahadel ventilového rozvodu šlo motorem ručně protočit s přiměřeným použitím síly. Stav ventilového rozvodu byl posouzen vizuální prohlídkou jednotlivých částí vačkové hřídele, zdvihátek, vahadel, pružin a dříků ventilů. Sací ventil druhého válce zůstal po protočení v otevřené poloze. Na povrchu dna pístu tohoto válce ale nebyl zjištěn otlak nebo vzájemný dotek talíře ventilu a pístu. Ventil byl vyjmut, byl proměřen jeho tvar a rozměr. Ventil odpovídal předepsaným rozměrům. Na dříku byl slabý nános karbonu, po jeho očištění ventil bez odporů dosedal do sedla. Ostatní ventily byly bez defektního nálezu. Časování rozvodu odpovídalo poloze klikového hřídele. Víka ventilů skupiny všech válců byly vyhráté, ale pryžové těsnění nebylo poškozeno.

Žádný z mechanických pohonů mechanického palivového a olejového čerpadla náhonů nebyl přerušen. Pracovní část palivového čerpadla, membrána a plastové ventily, byly poškozeny působením vysoké teploty. Pohon olejového čerpadla nebyl poškozen, náhonem čerpadla šlo otáčet bez zadrhávání a odporů. V dutině olejového čerpadla se nacházel olej.

Vnitřní povrch jednotlivých válců pod písty byl pokryt olejovým filmem. Kliková hřídel nebyla deformována, házivost byla $O_h = 0,04$ mm. Ostatní uložení byla provozně opotřebená, kluzné výstelky ložisek klikové hřídele a ojnic nebyly tepelně degradovány.

Zapalovací svíčky byly otestovány na přístroji SPCT 100, svíčky byly typu NGK DCPR 8E. Testem zapalovacích svíček nebyl indikován jejich poruchový stav. Vzdálenost mezi elektrodami byla naměřena 0,6 - 0,7 mm. Obě řídicí jednotky zapalování byly poškozeny požárem, byly spečené a zuhelnatělé. Rotační část zapalování byla zasažena požárem, pólové nástavce zapalování byly kompletní.

Těleso vložky olejového čističe bylo deformované nárazem po celém obvodu. Pro kontrolu stavu papírové vložky bylo kovové pouzdro rozříznuto. Papírová vložka nebyla zuhelnatělá. Výplachem vložky nebyly zjištěny kovové částice zachycené na vložce.

Motor byl osazen stejnotlakými karburátory typu Bing 63-3. Oba karburátory byly vyvléknuty z pryžového uchycení. Jeden čistič vzduchu byl ohořelý, druhý pravděpodobně shořel celý. Osazení obou karburátorů bylo tryskami: hlavní 155, volnoběžná 35. Byla provedena vizuální kontrola pryžových membrán, membrány byly zuhelnatělé. Ovládací prvky škrticích klapek a sytiče byly ve svých funkčních polohách a byly zajištěny předepsaným způsobem vázacím drátem. Na kovových nátrubcích karburátorů byly navlečeny kovové spony pryžových hadic, hadice byly vyhořelé. Materiál plastových částí plovákových komor byl tepelně degradován. Kovový nízkotlaký čistič paliva byl zasažen požárem. Filtrační vložka byla shořelá, dutina tělesa čističe byla pokryta bílou vrstvou a popelem.

Opotřebenění motoru zjištěné při prohlídce odpovídalo počtu odpracovaných hodin. Poškození byla způsobena nárazem přední části letounu na pevnou překážku a následně působením vysoké teploty.

Deformovaný vrtulový kužel, náboj a kořeny listů byly znečištěny zeminou. Dva vrtulové listy byly ulomeny v kořeni. Na náboji byl upevněn typový štítek žluté barvy s označením vrtule SR3000/3/1/1700/R/T/CS/CM-28061. Kužel byl tvarově poškozen nárazem zepředu, s trhlinami ve sklolaminátu. List (C) byl upevněn v náboji, listy (A) a (B) byly ulomeny v kořeni. Měřením byl zjištěn úhel nastavení listu (C) $+16,3^\circ$, tj. minimální úhel nastavení, které bylo podle záznamu v dokumentaci z 9. 1. 2013 v rozsahu úhlů $+17^\circ$ až $+30^\circ$. Po odstranění kuželu bylo zjištěno, že kabeláž je celistvá. Všechny šroubové spoje byly řádně dotaženy s předepsaným utahovacím momentem a bylo možné je demontovat s přiměřeným použitím síly. Ozubená kola pohonu mechanismu stavění vrtulových listů a vymežovací šrouby stavění polohy listů nebyly poškozeny. Vymežovací kužel listů byl po vyjmutí bez stop poškození. Šnekové ozubené převody ve vrtulovém náboji byly namazány předepsaným způsobem a bez známky poškození. Povrch kořenů listů v náboji a vnitřní povrch dráhy jejich uložení byly bez defektního nálezu. Listy vrtule byly v kořenech ze zadní strany opatřeny číslem 28061 (A, B, C). Jednalo se o listy s kovovou náběžnou hranou. List (C) byl bez známek rozsáhlejšího poškození, na obou ulomených listech byly stopy nárazu, jeden měl konec roztržený, na ploše vrtule se stopami požáru. Elektrický servomotor byl po demontáži připojen ke zdroji napájení. Bylo zjištěno, že nepracuje. Poškození vrtule byla způsobena jako následek nárazu přední části letounu do země. Následně byl jeden list poškozen tepelně požárem. Z technické dokumentace vyplynulo, že dne 9. 1. 2013 byla na vrtuli provedena předepsaná prohlídka.

1.13 Lékařské a patologické nálezy

Podle závěrů soudně lékařské expertízy zdravotní stav pilota před leteckou nehodou odpovídal letecké zdravotní klasifikaci. Poslední lékařskou prohlídku podstoupil dne 29. 9. 2013 u určeného leteckého lékaře. Ze zprávy o této prohlídce vyplývá, že pilot trpěl hypertenzí, která byla dobře kompenzovaná a cukrovkou II. typu, se kterou se řádně léčil a byl dlouhodobě dobře kompenzován. Pilot měl po amputaci po úrazu část pravé dolní končetiny nahrazenou funkční protézou.

Bezprostřední příčinou smrti bylo polytrauma. Pilot zemřel prakticky ihned po nárazu. Ze soudně lékařského a letecko-lékařského hlediska na postavu pilota sedícího v pilotní sedačce působilo tupé násilí velké intenzity na větší ploše zepředu a zespodu. Vznik zranění lze dobře vysvětlit mechanismem letecké nehody – nárazem letounu pod velkým úhlem do země. Nebyly zjištěny úrazové změny, které by nebylo možné vysvětlit mechanismem předmětné nehody. Nebyly zjištěny chorobné změny, které by se mohly podílet na vzniku havarijní situace, nebo by je bylo možné klást do příčinné souvislosti s úmrtím pilota.

Toxikologickým vyšetřením nebyl v krvi zjištěn etanol (alkohol). Byla zjištěna léčebná látka amlodipin (antihypertenzivum). Tato látka je obsažena v přípravku Orcal Neo, který byl jmenovanému dle zprávy o výše uvedené lékařské prohlídce ze dne 29. 9. 2013 předepisován a který užíval. V krvi byla zjištěna zcela minimální hodnota COHb (0,9%), z čehož vyplývá, že při letu nedošlo k požáru v kabině letounu a že pilot v době vzniku požáru po nárazu do země již nedýchal, tedy nežil. U pilota nebylo provedeno biochemické vyšetření somato-psychoického stavu (z technických důvodů).

1.14 Požár

K požáru trosek letounu došlo bezprostředně po nárazu do země. Svědci zahájili hašení trosek s pomocí ručních hasicích přístrojů. K požáru vyjela zásahová jednotka sboru dobrovolných hasičů Křižanov, která požár uhasila.

1.15 Pátrání a záchrana

Pátrání nebylo organizováno. Svědci z chatového střediska se při hašení požáru snažili dostat pilota ven z kabiny. To se ale nepodařilo. Po ohlášení na tísňovou linku do prostoru ihned vyjela RLP. Lékařka na místě zjistila, že pilot utrpěl smrtelné zranění.

1.16 Testy a výzkum

1.16.1 Test vlečného lana

Test vlečného lana byl proveden pod dozorem inspektora ÚZPLN v akreditované zkušební laboratoři. Textilní lano \varnothing 10 mm s opláštěným jádrem, použité na letounu P 92 Echo, OK-FUU 22, k vlečení kluzáku bylo podrobena zkoušce s cílem stanovení statického prodloužení a statické pevnosti.

- a) Statické prodloužení. Na napřímeném nezatíženém laně byly provedeny dvě značky, vzdálené od sebe 1000 mm. Následovalo postupné zatěžování lana na 200 kg, 300 kg, 400 kg, 500 kg a 600 kg a změření vzdáleností mezi značkami při stále působícím zatížení:

| | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Zatížení lana [kg] | 0 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| Vzdálenost mezi značkami [m] | 1,00 | 1,20 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,31 |

- b) Stanovení statické pevnosti. Dva vzorky z celkové délky lana byly podrobny statickému zkušebnímu zatížení do destrukce:
1. zkouška: 16,3 kN,
 2. zkouška: 14,3 kN.

1.17 Informace o provozních organizacích

Provozovatelem letounu bylo občanské sdružení, které se zabývá základním, pokračovacím a sportovním výcvikem na bezmotorových kluzácích a zprostředkovává lety pro veřejnost v motorových letadlech, motorových a bezmotorových kluzácích.

1.18 Doplnkové informace

1.18.1 Předpisové požadavky

Všeobecná pravidla pro vlečení stanoví předpis L 2, DOPLNĚK Q – PRAVIDLA PRO VLEČENÍ, v ust. 2 Aerovleky – obecně:

2.1 Pro aerovleky musí být použito pouze k tomuto účelu schválené letadlo vybavené schváleným vlečným zařízením, zpětným zrcátkem a musí být použito vlečné lano stanovené délky dle ust. 2.5, s nejméně jednou mechanickou pojistkou o stanovené pevnosti. Pro aerovleky může být využit i k tomuto účelu schválený ULL. Velitel letadla musí aerovleky provádět v souladu s postupy a omezeními uvedenými v letové příručce použitého letadla a při dodržení následujících ustanovení tohoto doplňku.

Poznámka: Při schvalování ULL používaných k aerovlekům se postupuje v souladu se schválenými postupy pověřené osoby.

V ust. 2.5 tabulka stanovuje délky vlečných lan:

| | |
|--|------|
| Minimální délka jednoduchého lana pro vleky z letišť | 40 m |
|--|------|

V ust. 3.6 stanoví odpovědnost velitele vlečného letadla a velitele kluzáku takto:

Po celou dobu od okamžiku rozjezdu za účelem vzletu až do okamžiku vypnutí kluzáku je velitel vlečného letadla odpovědný za bezpečné provedení celého aerovleku a za dodržování pravidel létání, a to i za velitele kluzáku. Velitel kluzáku je odpovědný za bezpečné řízení kluzáku ve vleku.

V ust. 3.8 stanoví další povinnosti velitele vlečného letadla a velitele kluzáku takto:

Velitel vlečného letadla musí provádět všechny manévry během letu (manipulace s přípustí motoru, změny směru nebo výšky letu) plynule tak, aby na ně pilot kluzáku mohl včas a bezpečně reagovat. Vlek se provádí do prostoru a výšky, stanovených pilotem kluzáku nebo v případě pilotního žaka jeho instruktorem.

Pokud se týká nouzových případů při vlečení kluzáků, platí ust. 3.17:

3.17.4 Dojde-li ke ztrátě tahu pohonné jednotky nebo k jiné závadě bránící pokračování v letu až ve fázi po nadzvednutí vlečného letadla od země, vypne velitel vlečného letadla ihned vlečné lano a s ohledem na povahu závady provede vynucené přistání. Je-li to možné (nejde-li o úplnou ztrátu tahu pohonné jednotky a letadlo je ovladatelné) a vzhledem k situaci vhodné, nasměruje letadlo před vypnutím kluzáku k letišti. Pilot kluzáku řeší situaci dle výšky a prostoru, ve kterém k vypnutí došlo.

Předpis stanoví také povinnost pilota kluzáku, když není schopen bezpečně udržet polohu kluzáku za vlečným letadlem:

3.17.9 V případě, že se pilotovi kluzáku nepodaří v průběhu horizontálního nebo klesavého letu ve vleku, např. při letu v turbulenci, zabránit výraznému prověšení vlečného lana ani použitím vzdušných brzd nebo mírným vybočením s následným návratem do původní polohy po jeho napnutí a hrozí-li nebezpečné sblížení nebo dokonce předlétnutí vlečného letadla, musí vypnout vlečné lano. Vypnout vlečné lano musí i v případě, že není schopen bezpečně udržet polohu kluzáku za vlečným letadlem (např. při ustředování ve stoupavém proudu). Následně pilot kluzáku postupuje dle konkrétních podmínek, a to buď využitím stoupavých proudů nebo nouzovým přistáním na nejbližším letišti nebo na vhodné ploše v terénu.

Předpis rovněž stanoví povinnost při jakékoli neřešitelné havarijní situaci:

3.17.10 V případě vzniku jakékoli neřešitelné havarijní situace při vleku jsou posádky vlečného letadla i kluzáku včetně cestujících oprávněni použít záchranný padák, jestliže výška letu umožňuje jeho použití. Před opuštěním kabiny musí velitel vlečného letadla i kluzáku, pokud je to možné, vypnout vlečné lano a nasměrovat letadlo do prostoru, kde jeho pád nezpůsobí ohrožení osob ani majetku na zemi.

Předpis L 2 v ust. 5. Aerovleky prováděné pomocí ULL stanoví:

5.1 Pro aerovleky kluzáků prováděné pomocí ULL platí všechna ustanovení tohoto doplňku, pokud v ust. 5 není stanoveno jinak.

V ust. 5.2 Omezení stanoví:

5.2.8 V případě, že se pilotovi kluzáku nedaří udržet správnou trajektorii letu za vlečným ULL, musí včas vypnout vlečné lano.

5.2.11 Při každém letu ve vleku za ULL musí být kluzák vybaven štítkem umístěným na místě viditelném pro každou osobu na palubě kluzáku s jasně čitelným textem: „Provedení aerovleku za SLZ je na vlastní nebezpečí osob na palubě tohoto kluzáku. SLZ nepodléhá schválení ÚCL.“

1.18.2 Předpisové požadavky pověřené osoby

Příloha III. Předpisu UL-2, část 1⁶⁾ Doplňkové požadavky pro vlečení kluzáků ultralehkými letouny (SLZ) a navazující Doplňek č. 1 k příloze III. předpisu UL-2 stanoví pro SLZ, které mohou být používány pro vlečení kluzáků, a pro vlastní aerovlek následující doplňkové požadavky:

⁶⁾ Doplňeno změnou předpisu od 30. 3. 2005

IV. Vlečné lano a pojistka

1. Mohou být použita pouze nekovová lana (např. polyamidová, polyesterová atd.). Protahání vlečného lana při dovoleném zatížení smí být nejvíce 30%. Spojky lan mají být chráněny proti opotřebení (otěru) vhodným převlekem (povlakem). Skutečná pevnost vlečného lana nemá být vyšší než zatížení lana udané výrobcem ultralehkého letounu. Pokud je použito lano s vyšší pevností, musí mít pojistku s maximální odpovídající pevností tak, aby byla zajištěna ochrana ultralehkého letounu i kluzáku. Lano má mít délku 40 až 60 m.

V. Vlečný závěs

1. Vlečný závěs musí přenést zatížení stanovené v Kapitole E. Musí být zabudován tak, aby nemohlo dojít k žádné kolizi vlečného lana s řídicími plochami UL-letounu při směrech zatížení stanovených v Kapitole E./1. Vypnutí musí být možné při maximálním povoleném zatížení v celém rozsahu kužele s vrcholovým úhlem 60°.

2. Vlečný závěs musí být dostatečně chráněn před znečištěním.

1.18.3 Letová příručka P 92 Echo

Letová příručka letounu P 92 Echo poznávací značky OK-FUU 22 obsahovala jako přílohu oddíl 9 Dodatky, ve kterém výhradní dovozce letadel a letecké techniky italské letecké továrny TECNAM pro ČR v letové příručce stanoví údaje pro provádění vleků kluzáků a doplňuje jednotlivé kapitoly letové příručky následovně:

VŠEOBECNĚ

S letadlem P92 Echo je možno provádět vleky kluzáků. Vypínací páka vlečného zařízení je umístěna vlevo od středního tunelu mezi sedadly.

PROVOZNÍ OMEZENÍ

Vleky kluzáků jsou povoleny při splnění následujících podmínek:

1. Maximální povolená vzletová hmotnost kluzáku 400 kg
2. Maximální povolená vzletová hmotnost letadla P92 Echo 450 kg
3. Maximální přípustné zatížení vlečného lana je 4900 N
4. Letadlo P92 Echo je vybaveno:
 - vlečným zařízením schváleného typu,
 - zpětným zrcátkem.

UPOZORNĚNÍ

1. Při provádění vleků kluzáků musí být dodržována omezení dle oddílu 2, Provozní omezení.
2. Je-li pevnost vlečného lana v tahu větší než 4900 N, musí být na vlečném laně pojistka, dimenzovaná na pevnost 4900 N.

NORMÁLNÍ POSTUPY

1. DÚ před vzletem dle oddílu 4, Normální postupy
2. Provedení vzletu:
 - vyvážení v neutrální poloze
 - řídicí páka v neutrální poloze, nastavit plnou přípust' motoru
 - zvednutí předového kola při rychlosti 50 km/h
 - výdrž provádět do rychlosti 80 až 110 km/h (dle omezení vlečeného kluzáku)
 - při rychlosti 80 až 110 km/h převést letadlo do stoupání
 - rychlost stoupání s klapkami v poloze pro vzlet (15°), 80 až 110 km/h
 - klapky zasunout ve výšce 50 – 100 m a upravit otáčky motoru na 5000 – 5200 / min
 - stoupání se zasunutými klapkami při rychlosti 100 - 120 km/h
3. Cestovní rychlost ve vleku:
 - dodržovat v souladu s omezením rychlosti pro kluzák (maximálně 170 km/h)

1.19 Způsoby odborného zjišťování příčin

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

2 Rozbory

2.1 Všeobecně

Pilot vlečného letounu měl odpovídající kvalifikace, pilotní dovednosti, dlouholeté zkušenosti a rozlétanost včetně provádění aerovleků. Měl platné osvědčení zdravotní způsobilosti. Dne 6. 6. 2014 provedl aerovleky kluzáků, jejichž MTOW byla vyšší než v letové příručce pro letoun P 92 Echo uvedená maximální povolená vzletová hmotnost kluzáku 400 kg. K aerovlekům použil vlečné lano, které svojí délkou cca 24 m, pevností cca 14,3 kN a tím, že nebylo vybaveno mechanickou pojistkou, nevyhovělo předpisu.

Pilot kluzáku měl odpovídající kvalifikaci, pilotní dovednosti a platné osvědčení zdravotní způsobilosti.

Vlečný letoun měl platný technický průkaz a předchozí dva lety vykonal bez problémů. Kluzák byl způsobilý letu a při jeho prohlídce nebylo zjištěno zjevné poškození.

Pokud jde o meteorologickou situaci, nemohla mít negativní vliv na bezpečnost vlečení kluzáků. Pilot vlečného letounu znal podmínky v prostoru letu z předcházejících dvou aerovleků kluzáků. Pilot kluzáku neuvedl výskyt významné turbulence.

2.2 Rozbor kritické fáze letu

Analýza k objasnění změn vzájemné polohy obou letadel byla provedena při synchronizaci obou souborů IGC s použitím softwaru SeeYou⁷⁾. Oba soubory byly ve stejném souřadnicovém systému. Naměřené a vypočtené hodnoty výšky obou letadel nad zemí komise použila k hodnocení vývoje vzájemné polohy a složek rychlosti letu.

Z porovnání záznamů letu vlečného letounu a kluzáku vyplývá, že během rozjezdu až do odpoutání obou letadel od země vzlet probíhal normálně. V 08:23:03, při průletu aerovleku nad THR 14, parametry výšky nad zemí odpovídaly poloze kluzáku s mírným převýšením vůči vlečnému letounu. V 08:23:05 došlo u vlečného letounu k mírnému snížení RPM na 5760 ot·min⁻¹. Podle výsledků porovnání výšky nad zemí pak kluzák letěl v poloze mírně pod vlečným letounem. Průběh trajektorie byl podobný jako v případě předchozích dvou aerovleků kluzáků T-59D Kestrel a DG-200.

Na dalším úseku trajektorie aerovleku, od 08:23:06 do 08:23:09, kdy pilot snížil RPM na 5580 ot·min⁻¹, z analýzy vyplývá malý rozdíl změny výšky nad zemí a vertikální složky rychlosti letu obou letadel.

Komise dále analyzovala vývoj vzájemné polohy v aerovleku v době od 08:23:10 do cca 08:23:16, protože v následující fázi letu se obě letadla začala význačně odchylovat od původní společné trajektorie. Od 08:23:17 vlečný letoun rychle změnil sklon dráhy klopením směrem k zemi, kdy vertikální složka rychlosti letu byla -5 m·s⁻¹. Během cca 2 s vertikální složka rychlosti letu dosáhla cca -40 m·s⁻¹. Z výpovědí a důkazů na místě vyplývá, že vlečný letoun narazil do země pod velkým úhlem. Z toho je možné odvodit, že se vlečný letoun před nárazem pohyboval po dráze blízké střemhlavému letu.

Tato situace vznikla ve velmi krátké době cca 5 s. a klopení letounu mohlo být důsledkem:

- účinku vektoru síly působící od vlečného zařízení letounu,
- zdravotní příčiny
- reakce pilota například při ztrátě tahu pohonné jednotky.

⁷⁾ V obou souborech liniových prvků (*.igc) jsou uchovávány souřadnice jednotlivých lomových bodů linie v systému WGS 84.

2.2.1 Klopení v důsledku síly od vlečného zařízení

Klopivý moment mohl být vyvolán změnou vektoru síly působící na vlečné zařízení, pokud kluzák stoupal do příliš velkého převýšení nad vlečný letoun.

Tento jev je označován jako tzv. „vyvážení vlečné“, kdy kluzák vyvozuje v laně sílu, jejíž složka táhne ocas nekontrolovaně vzhůru. Pokud oba piloti nebezpečí nerozpoznají, příspěvek síly působící na vlečné zařízení převyšuje účinek řízení klopení VOP a uvede letoun do krajně nebezpečného střemhlavého letu. V krajním případě síla, která působí na lano, je tak velká, že ani jeden z pilotů nemůže lano vypnout. Při dostatečné výšce musí pilot kluzáku energicky potlačit do strmého letu, při kterém se uvolní tah v lanu a vypnout se. Pokud výška nad zemí neumožňuje vybrat střemhlavý let, vznikne neřešitelná havarijní situace. Podle zkušeností zveřejněných v poradním materiálu publikovaném BGA⁸⁾ se vlečný letoun může dostat do kritické situace během 2 s, viz obrázek v příloze č. 4.

Pilot kluzáku uvedl, že nebyla turbulence, kvůli které by nebyl schopný kopírovat dráhu vlečného letounu. Svoji reakci k odvrácení náhlé nebezpečné situace ve výpovědi popsal tak, že na náhlé klopení vlečného letounu kolem podélné osy reagoval pokusem o vypnutí. Než ale stačil nahmatat rukojeť vypínače vlečného lana, došlo k přetržení lana.

Při rekonstrukci skutečného průběhu kritického děje bylo použito hodnocení vzájemné vertikální polohy podle GPS výšky nad zemí a GPS výšky.

Porovnání vzájemné polohy podle GPS výšky nad zemí (parametr AGL [m]) v intervalu od průletu nad THR 14 do polohy cca 200 m za THR 14 (doby letu cca 11 s):

| Čas | 08:23:00 | 08:23:01 | 08:23:02 | 08:23:03 | 08:23:04 | 08:23:05 | 08:23:06 | 08:23:07 | 08:23:08 | 08:23:09 | 08:23:10 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vlečný letoun | 8 | 8 | 10 | 14 | 15 | 21 | 18 | 18 | 18 | 20 | 21 |
| Kluzák | 9 | 10 | 13 | 15 | 17 | 18 | 20 | 24 | 24 | 24 | 25 |
| ΔH_{AGL} | +1 | +2 | +3 | +1 | +2 | -3 | +2 | +6 | +6 | +4 | +4 |

Porovnání vzájemné polohy podle GPS výšky nad zemí (parametr AGL [m]) v intervalu od polohy cca 200 m za THR 14 do polohy bezprostředně před nárazem letounu do země (doby letu cca 11 s):

| Čas | 08:23:11 | 08:23:12 | 08:23:13 | 08:23:14 | 08:23:15 | 08:23:16 | 08:23:17 | 08:23:18 | 08:23:19 | 08:23:20 | 08:23:21 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vlečný letoun | 23 | 27 | 30 | 30 | 35 | 37 | 36 | 33 | 32 | 31 | 18 |
| Kluzák | 27 | 28 | 29 | 31 | 33 | 36 | 41 | 45 | 48 | 52 | 54 |
| ΔH_{AGL} | +4 | +1 | -1 | +1 | -2 | -1 | +5 | +12 | +16 | +21 | +33 |

Porovnání vzájemné polohy podle GPS výšky (parametr GPS_{ALT} [m]):

| Čas | 08:23:00 | 08:23:01 | 08:23:02 | 08:23:03 | 08:23:04 | 08:23:05 | 08:23:06 | 08:23:07 | 08:23:08 | 08:23:09 | 08:23:10 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vlečný letoun | 559 | 561 | 562 | 564 | 566 | 568 | 570 | 571 | 571 | 572 | 574 |
| Kluzák | 565 | 565 | 565 | 565 | 567 | 567 | 569 | 569 | 571 | 571 | 573 |
| ΔH | +6 | +4 | +3 | +1 | +1 | -1 | -1 | -2 | 0 | -1 | -1 |

| Čas | 08:23:11 | 08:23:12 | 08:23:13 | 08:23:14 | 08:23:15 | 08:23:16 | 08:23:17 | 08:23:18 | 08:23:19 | 08:23:20 | 08:23:21 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vlečný letoun | 575 | 577 | 580 | 582 | 584 | 586 | 586 | 586 | 584 | 583 | 583 |
| Kluzák | 573 | 575 | 575 | 577 | 577 | 579 | 581 | 581 | 583 | 585 | 587 |
| ΔH | -2 | -2 | -5 | -5 | -7 | -7 | -5 | -5 | -1 | +2 | +4 |

⁸⁾ Aerotowing guidance notes, The British Gliding Association, Kimberley House, 2nd edition June 2008

Porovnání vertikální složky rychlosti letu (parametr V_y [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]) v intervalu od polohy cca 200 m za THR 14 do polohy bezprostředně před nárazem letounu do země (doby letu cca 10 s):

| Čas | 08:23:10 | 08:23:11 | 08:23:12 | 08:23:13 | 08:23:14 | 08:23:15 | 08:23:16 | 08:23:17 | 08:23:18 | 08:23:19 | 08:23:20 | 08:23:21 |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vlečný letoun | 4 | 3,5 | 5,1 | 2,6 | 1 | 2,1 | -1 | -3,5 | -5,1 | -0,9 | -40 | - |
| Kluzák | 2 | 2,5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Rozdíl (ΔV_y) | 2 | 1 | 4,1 | 1,6 | 1 | 0,1 | 3 | 5,5 | 7,1 | 2,9 | 42 | - |

Po průletu aerovleku nad THR 14 se během stoupání vlečného letounu od 08:23:03 do 08:23:12 vertikální složka rychlosti letu měnila v rozmezí od $-1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ až do $5,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Důvody se nepodařilo zjistit. Nelze vyloučit, že věrohodnost parametru ovlivňuje nepřesnost měření. Ve stejné době vlečný letoun zvýšil rychlost letu IAS z $113 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na $121 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Z analýzy změn násobku zatížení v ose z (veličiny nezávislé na GPS měření) vyplývá v 08:23:05 nárůst z $0,88 \text{ g}$ až na $1,13 \text{ g}$ v 08:23:07 a následný pokles na $0,95 \text{ g}$ v 08:23:09. Změny mohly vyvolat zásahy do řízení nebo poryv.

Při hodnocení vertikální polohy dle GPS výšky nad zemí měl kluzák po dobu cca 2 s (08:23:07 – 08:23:08) převýšení cca 6 m nad vlečným letounem. V této poloze by vlečné lano bylo pod úhlem cca 12° vzhůru vůči vlečnému letounu. Během následujících 4 s se převýšení kluzáku vůči vlečnému letounu zmenšilo na $\pm 1 \text{ m}$. Pokud je pravděpodobná shoda GPS výšky nad zemí s hodnotou skutečnou, pak nedošlo k rychlé význačné změně pohybu kluzáku nad vlečný letoun. Vertikální složka rychlosti letu kluzáku byla v rozmezí od $0,5$ do $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a jeho rychlost letu IAS se zvýšila o cca $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Při hodnocení vertikální polohy dle GPS_{ALT} měl kluzák nad THR 14 převýšení cca 6 m nad vlečným letounem a z této polohy sklesal do úrovně vlečného letounu. Během následujících 10 s (08:23:03 – 08:23:12) kluzák letěl vůči vlečnému letounu v přenížení do -2 m . Pokud je pravděpodobná shoda GPS_{ALT} s hodnotou skutečnou, pak následující cca 3 s (08:23:13 – 08:23:16) kluzák letěl v přenížení od -5 m do -7 m vůči vlečnému letounu, který již ale nestoupal.

Kritická změna vertikální složky rychlosti letu vlečného letounu na záporné hodnoty začala v cca 08:23:16. Přitom měl rychlost letu cca IAS $125 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Vertikální složka rychlosti letu kluzáku byla od 08:23:14 stále cca $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ze záznamu je patrné zvýšení jeho rychlosti IAS cca $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ pravděpodobně již účinkem tahové síly v laně.

V cca 08:23:18, tedy během doby 2 s dosáhl výsledný rozdíl vertikálních složek rychlostí obou letadel hodnoty $7,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Z provedené analýzy vzájemné vertikální polohy nelze jednoznačně dovodit, co v této fázi letu mohlo vyvolat klopení nebo vedlo pilota vlečného letounu k potlačení do klesání. Je pravděpodobné, že průběh změny byl náhlý. Vlečný letoun se rychle dostal do strmé polohy s vertikální složkou rychlosti letu cca $-40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ve výšce nad zemí, která nepostačovala pro vybrání střemhlavého letu. Kluzák pravděpodobně pokračoval po původní vzestupné trajektorii až do přetržení vlečného lana.

Použité vlečné lano bez mechanické pojistky mohlo být faktorem, který významně přispěl k vzniku nebezpečné situace. Celková délka použitého vlečného lana byla po přetržení $24,015 \text{ m}$. Podle testu použitého lana lze při zatížení cca $400 - 500 \text{ kg}$ uvažovat statické prodloužení až $28,5\%$ délky a vyhovovalo by předpisu LAA ČR (nejvíce 30%). Celková délka zatíženého vlečného lana by v takovém případě byla cca $30,86 \text{ m}$.

Předpisem stanovená minimální délka vlečného lana je 40 m. Vlečné lano svojí délkou, pevností vyšší než 4 900 N a tím, že nebylo vybaveno mechanickou pojistkou, nevyhovělo předpisu. Důvod, proč pilot vlečného letounu použil k aerovleku kratší lano bez mechanické pojistky, se komisi nepodařilo zjistit.

Jak pilot vlečného letounu, tak pilot kluzáku nestačili vypnout lano do takového nárůstu tahové síly, která způsobila jeho přetržení v místě uzlu. Podle stavu vlečného zařízení a polohy vlečného lana na místě nehody, je pravděpodobné, že došlo k vypnutí přetrženého lana ještě před nárazem do země. Pohyb lana vlivem smrštění po přetržení pravděpodobně směřoval proti ocasním plochám letounu. Mohlo tak způsobit stopy nárazu na svislé ocasní ploše.

2.2.2 Zdravotní příčina

Pilot měl osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy ze dne 29. 9. 2013 s platností do 29. 9. 2014 a byl schopen bezpečně plnit své povinnosti s omezením uvedeným v osvědčení.

Podle závěrů soudně lékařské expertízy zdravotní stav pilota před leteckou nehodou odpovídal letecké zdravotní klasifikaci.

Při komplexní expertíze nebyly zjištěny žádné skutečnosti, které by svědčily pro zdravotní příčinu letecké nehody. Komise nezjistila, co by mohlo vést pilota k potlačení řízení do klesání. Pravděpodobnost, že k uvedení letounu do klopení došlo zásahem pilota nelze vyloučit.

2.2.3 Technická příčina

Letoun měl platný technický průkaz a před kritickým letem vykonal dva lety bez problémů. Kluzák byl způsobilý letu a při jeho prohlídce nebylo zjištěno zjevné poškození.

Při prohlídce draku bylo zjištěno, že se žádná část během letu neoddělila. Na pohonné jednotce nebyly na těch částech, které nebyly zničeny působením vysoké teploty, zjištěny žádné důkazy o poruše před nárazem do země. Opotřebením motoru odpovídalo počtu odpracovaných hodin a poškození byla způsobena jako následek nárazu přední části letounu na pevnou překážku a následně působení vysoké teploty. Z analýzy záznamu zapisovače vyplývá, že podobně jako při předcházejícím aerovleku, pilot při stoupání upravil režim na blízký trvalému (nominálnímu) s $\text{RPM } 5\,580 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. V okamžiku posledních zaznamenaných dat byla hodnota $\text{RPM } 3\,120 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Podle stavu mechanických částí motoru a otisku ozubení na vnitřní části skříně reduktoru hřídele reduktoru motor byl těsně před nárazem v chodu a po nárazu do země se zastavil. Podle posouzení stavu mechanických částí vrtule a jejího stavění lze konstatovat, že byla těsně před nárazem v chodu a nastavena na minimálním úhlu.

Ohledáním letounu při technické prohlídce nebyly na prvcích řízení, které nebyly poškozené vlivem působení vysoké teploty, nalezeny důkazy o mechanické poruše. Kvůli značnému poškození působením vysoké teploty nebylo možné stanovit stav prvků podélného, příčného a směrového řízení v prostoru pilotní kabiny před nárazem do země.

Jako možná příčina ohnutí odtokové hrany vyvažovací plošky byla posuzována možnost zachycení uzlu vlečného lana ve středové mezeře. Takový stav byl pravděpodobný jen v situaci, kdy konec lana od vlečného závěsu směřoval pod úhlem cca 90° vzhůru vůči podélné ose letounu a vyvozením velké síly v podélném řízení směrem na přitaženo. Kdy vznikla deformace pojistky háku vlečného zařízení, se nepodařilo jednoznačně určit.

Kluzák byl způsobilý letu a při jeho prohlídce nebylo zjištěno zjevné poškození. Na nebezpečnou situaci se pokusil reagovat vypnutím, jak ale uvedl ve výpovědi, k přetržení

lana došlo ještě dříve, než stačil nahmatat rukojeť vypínače vlečného lana. Podle pilota kluzáku vzniklá situace vlečného letounu nebyla projevem vynechání motoru nebo ztráty tahu pohonné jednotky ani let neprobíhal s malou rezervou rychlosti.

3 Závěry

3.1 Komise dospěla k následujícím závěrům

3.1.1 Letoun

- měl platný Technický průkaz,
- v době vzletu hmotnost nepřekročila MTOW,
- nebyl nalezen žádný důkaz o poruše na letounu, která mohla způsobit nebo přispět ke ztrátě podélné říditelnosti před tím, než narazil do země,
- záchranný systém nebyl aktivován.

3.1.2 Kluzák

- měl platné osvědčení kontroly letové způsobilosti a byl normálně říditelný,
- na kluzáku nebylo zjištěno žádné poškození,
- na vlečném zařízení a jeho ovládání nebyl zjištěn žádný důkaz poruchy,
- konec přetrženého vlečného lana zůstal zavěšen ve vlečném zařízení až do přistání.

3.1.3 Pilot vlečného letounu

- byl způsobilý letu a z hlediska dovednosti měl dlouholeté pilotní zkušenosti,
- neuváděl žádné zdravotní obtíže před kritickým letem,
- nic nenasvědčuje, že podmínky během aerovleku mohly snížit situační povědomí pilota.

3.1.4 Pilot kluzáku

- pilot byl způsobilý letu,
- měl z hlediska dovednosti dlouholeté pilotní zkušenosti.

3.1.5 Provedení letu

- pilot vlečného letounu prováděl aerovlek kluzáku, jehož MTOW byla vyšší než připouštěla letová příručka letounu P 92 Echo a s použitím vlečného lana, které délkou, pevností a tím, že nebylo vybaveno mechanickou pojistkou, nevyhovělo předpisu,
- rozjezd, nadzvednutí obou letadel od země a přechod do stoupání s velkou pravděpodobností probíhal při normální poloze a optimální rychlosti obou letadel při aerovleku,
- když po ustálení stoupání ve výšce 20 m pilot vlečného letounu snížil výkon motoru, následoval krátký úsek, kdy kluzák byl v malém převýšení nad vlečným letounem, pak se kluzák během dalšího stoupání s velkou pravděpodobností znovu nacházel v poloze blízké normální výšce vůči vlečnému letounu,

- vlečný letoun měl při stoupání optimální rychlost pro aerovlek kluzáku a jeho trajektorie se do vzniku kritické situace významně neodlišovala od dvou předchozích aerovleků,
- z analýzy dostupných dat o letu obou letadel se nepodařilo jednoznačně určit, co mohlo být příčinou klopení nebo vést pilota vlečného letounu k potlačení do klesání,
- je pravděpodobné, že průběh změny byl v počáteční fázi náhlý a piloti nestačili úspěšně odvrátit vznik nebezpečné situace,
- v době, kdy vlečný letoun náhle přešel do klopení, kluzák pokračoval v původní vzestupné trajektorii,
- v počátku kritické situace, před přetržením vlečného lana účinkem tahové síly, ani jeden z pilotů nedokázal vypnout lano,
- při přetržení vlečného lana se vlečný letoun nacházel ve strmé poloze přídí dolů a ve výšce nad zemí, která byla příliš malá pro úspěšné vybrání,
- z letounu se před nárazem do země neoddělila žádná část,
- ze stavu vlečného zařízení a polohy vlečného lana na místě nehody, je pravděpodobné, že došlo k jeho vypnutí před nárazem do země,
- kvůli destrukci letounu a poškození vysokou teplotou nebylo možné určit, zda se pilot pokusil o vybrání i přes nedostatek výšky,
- smrtelné zranění pilota a celková destrukce vlečného letounu byly důsledkem nárazu do země pod velkým úhlem podélného sklonu a následného požáru.

3.2 Příčiny

Jednoznačnou příčinu se komisi nepodařilo zjistit.

Ke vzniku neřešitelné havarijní situace pravděpodobné přispěly tyto faktory:

1. Náhlé klopení vlečného letounu do strmého sestupného letu.
2. Použití krátkého vlečného lana s vysokou pevností, bez mechanické pojistky.
3. Nedostatek času na úspěšné odvrácení nebezpečí.
4. Když došlo k přetržení lana, sklon letounu již byl tak velký, že výška nad zemí nepostačovala k vybrání.
5. Pilot v ohrožení života nepoužil záchranný systém bez ohledu na výšku.

4 Bezpečnostní doporučení

Vzhledem k okolnostem letecké nehody ÚZPLN vydává následující bezpečnostní doporučení.

4.1. ÚZPLN doporučuje, aby Úřad pro civilní letectví zvážil vydání poradního materiálu zdůrazňujícího pilotům faktory spojené se vznikem „vyvěšení vlečné“ a havarijní situace při aerovleku zejména prováděném lehkým letounem.

4.1. ÚZPLN doporučuje, aby Letecká amatérská asociace ČR zvažila revizi doplňkových požadavků na vlečné zařízení a lano při provádění aerovleku ultralehkými letouny – SLZ, které mohou být používány pro vlečení kluzáků.

5 Přílohy

| Poř.č. | Název přílohy | Počet listů |
|--------|---|-------------|
| 1. | Fotodokumentace stavu trosek | 2 |
| 2. | Parametry z doby kritického letu vlečného letounu | 2 |
| 3. | Parametry z doby kritického letu kluzáku | 1 |
| 4. | Příklad typického sledu tzv. „vyvěšení vlečné“ | 1 |

Fotodokumentace



Pohled na torzo pilotní kabiny



Celkový pohled na trosky letounu



Levá polovina křídla – prohořelá nádrž



Deformace náběžné hrany levé poloviny křídla



Pravá polovina křídla – částečně prohořelá nádrž



Deformace náběžné hrany pravé poloviny křídla



Stav pohonné jednotky a kabiny



Stav palubní desky a kabiny



Záchranný systém poškozený vysokou teplotou



Rukojeť aktivace záchranného systému

Data ze záznamu letu vlečného letounu P 92 Echo, OK-FUU 22
Konverze do IGC souboru

| Čas (UTC) | Tlaková výška [m] | GPS _{ALT} [m] | STD _{Alt} [m] | AGL [m] | Vertikální rychlost [m.s ⁻¹] | IAS [km.h ⁻¹] | Kurz [°] |
|-----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------|--|------------------------------|----------|
| 08:21:59 | 553 | 558 | 536 | -1 | 3,5 | 13,4 | 307 |
| 08:22:11 | 553 | 558 | 536 | -2 | -2,5 | 4,6 | 270 |
| 08:22:23 | 551 | 557 | 534 | -4 | 1,0 | 4,3 | 000 |
| 08:22:35 | 551 | 553 | 534 | -4 | -0,3 | 37,8 | 322 |
| 08:22:45 | 546 | 549 | 529 | -10 | 1,5 | 76,3 | 319 |
| 46 | 548 | 550 | 531 | -7 | 1,6 | 78,2 | 313 |
| 47 | 546 | 550 | 529 | -9 | 2,0 | 79,3 | 317 |
| 48 | 546 | 550 | 529 | -9 | 4,5 | 81,6 | 317 |
| 49 | 548 | 550 | 531 | -6 | 3,7 | 84,9 | 313 |
| 50 | 546 | 551 | 529 | -8 | 3,9 | 90,0 | 316 |
| 51 | 548 | 550 | 531 | -6 | 7,5 | 92,2 | 316 |
| 52 | 551 | 550 | 534 | -2 | 5,4 | 96,0 | 317 |
| 53 | 551 | 550 | 534 | -2 | -0,2 | 99,8 | 317 |
| 54 | 548 | 551 | 531 | -4 | 2,2 | 101,4 | 315 |
| 55 | 548 | 551 | 531 | -4 | 4,8 | 104,5 | 313 |
| 56 | 551 | 553 | 534 | -1 | 2,5 | 106,0 | 313 |
| 57 | 553 | 555 | 536 | 1 | -0,4 | 108,1 | 316 |
| 58 | 553 | 557 | 536 | 2 | 1,0 | 110,4 | 316 |
| 59 | 555 | 558 | 538 | 5 | 5,4 | 112,0 | 314 |
| 08:23:00 | 558 | 559 | 541 | 8 | 3,0 | 111,8 | 316 |
| 01 | 558 | 561 | 541 | 8 | 1,0 | 109,9 | 312 |
| 02 | 560 | 562 | 543 | 10 | 2,5 | 111,2 | 314 |
| 03 | 563 | 564 | 546 | 14 | -1,4 | 113,4 | 314 |
| 04 | 563 | 566 | 546 | 15 | 2,0 | 113,1 | 310 |
| 05 | 568 | 568 | 551 | 21 | 3,4 | 114,4 | 313 |
| 06 | 565 | 570 | 548 | 18 | -1,0 | 118,2 | 311 |
| 07 | 565 | 571 | 548 | 18 | 0,5 | 118,1 | 313 |
| 08 | 565 | 571 | 548 | 18 | 1,5 | 116,3 | 309 |
| 09 | 568 | 572 | 551 | 20 | 3,0 | 117,7 | 311 |
| 10 | 570 | 574 | 553 | 21 | 4,0 | 121,5 | 310 |
| 11 | 572 | 575 | 555 | 23 | 3,5 | 121,4 | 311 |
| 12 | 575 | 577 | 558 | 27 | 5,1 | 121,4 | 306 |
| 13 | 577 | 580 | 560 | 30 | 2,6 | 122,7 | 310 |
| 14 | 577 | 582 | 560 | 30 | 1,0 | 123,0 | 306 |
| 15 | 579 | 584 | 562 | 35 | 2,1 | 124,4 | 309 |
| 16 | 579 | 586 | 562 | 37 | -1,0 | 124,7 | 310 |
| 17 | 577 | 586 | 560 | 36 | -3,5 | 124,8 | 309 |
| 18 | 572 | 586 | 555 | 33 | -5,1 | 126,7 | 312 |
| 19 | 570 | 884 | 553 | 32 | -0,9 | 126,9 | 309 |
| 20 | 568 | 583 | 551 | 31 | -40,0 | 125,0 | 313 |
| 21 | 555 | 583 | 538 | 18 | ---- | 000,1 | 313 |

Konverze do KLM souboru

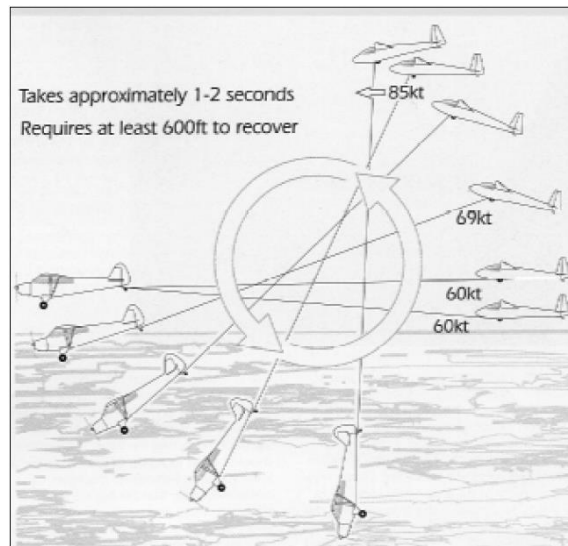
| ČAS UTC | GPS Pozice | KURZ [°] | Speed GPS [kt] | Time GPSalt | GPSalt [ft] | Air Speed [kt] | Press Alt [ft] | Gx | Gy | Gz | RPM [ot.min ⁻¹] | HeadT [m] |
|----------|--------------------------|----------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------|
| 08:22:23 | E016°07.1304 N49°21.9738 | 209.3 | 000.0 | 08:22:23 | 557.4 | 0 | 1750 | 0.13 | -0.44 | 0.95 | 3120 | 83 |
| 08:22:24 | E016°07.1305 N49°21.9740 | 209.3 | 000.0 | 08:22:24 | 558.0 | 0 | 1757 | -0.13 | 0.32 | 1.39 | 3180 | 83 |
| 08:22:25 | E016°07.1307 N49°21.9742 | 310.5 | 000.8 | 08:22:25 | 557.8 | 40 | 1750 | 0.06 | -0.25 | 0.95 | 3420 | 83 |
| 08:22:26 | E016°07.1306 N49°21.9744 | 310.5 | 000.0 | 08:22:26 | 557.6 | 40 | 1750 | 0.00 | 0.06 | 0.88 | 4560 | 83 |
| 08:22:27 | E016°07.1306 N49°21.9744 | 310.5 | 000.0 | 08:22:27 | 557.4 | 41 | 1757 | 0.13 | 0.00 | 1.07 | 5640 | 83 |
| 08:22:28 | E016°07.1306 N49°21.9744 | 310.5 | 000.0 | 08:22:28 | 557.3 | 44 | 1765 | 0.00 | 0.19 | 1.07 | 5880 | 83 |
| 08:22:29 | E016°07.1306 N49°21.9744 | 318.7 | 000.9 | 08:22:29 | 557.2 | 42 | 1757 | 0.50 | -0.32 | 0.95 | 5820 | 83 |
| 08:22:30 | E016°07.1306 N49°21.9744 | 320.0 | 003.7 | 08:22:30 | 557.2 | 46 | 1750 | 0.38 | -1.26 | 0.76 | 5880 | 83 |
| 08:22:31 | E016°07.1306 N49°21.9745 | 319.5 | 004.7 | 08:22:31 | 556.2 | 48 | 1757 | 0.50 | 0.88 | 1.45 | 5820 | 82 |
| 08:22:32 | E016°07.1279 N49°21.9762 | 313.8 | 008.5 | 08:22:32 | 555.8 | 52 | 1757 | -0.06 | 0.38 | 1.20 | 5880 | 83 |
| 08:22:33 | E016°07.1240 N49°21.9789 | 315.5 | 012.2 | 08:22:33 | 554.8 | 53 | 1750 | 0.19 | 0.25 | 0.95 | 5820 | 83 |
| 08:22:34 | E016°07.1194 N49°21.9824 | 314.7 | 013.8 | 08:22:34 | 554.5 | 53 | 1750 | 0.00 | -0.25 | 0.88 | 5820 | 83 |
| 08:22:35 | E016°07.1139 N49°21.9858 | 312.1 | 015.9 | 08:22:35 | 552.7 | 56 | 1750 | 0.19 | 0.06 | 1.01 | 5820 | 83 |
| 08:22:36 | E016°07.1076 N49°21.9901 | 311.8 | 019.1 | 08:22:36 | 552.4 | 58 | 1742 | 0.50 | -0.32 | 0.88 | 5820 | 83 |
| 08:22:37 | E016°07.1000 N49°21.9946 | 310.0 | 021.8 | 08:22:37 | 550.6 | 61 | 1750 | 0.32 | -0.13 | 0.82 | 5760 | 83 |
| 08:22:38 | E016°07.0923 N49°21.9996 | 311.8 | 023.6 | 08:22:38 | 550.1 | 60 | 1742 | 0.25 | 0.19 | 0.88 | 5820 | 83 |
| 08:22:39 | E016°07.0844 N49°22.0046 | 312.7 | 024.4 | 08:22:39 | 548.5 | 62 | 1750 | 0.06 | -0.25 | 1.20 | 5820 | 84 |
| 08:22:40 | E016°07.0754 N49°22.0107 | 312.5 | 026.2 | 08:22:40 | 548.3 | 64 | 1750 | 0.32 | -0.19 | 1.26 | 5760 | 84 |
| 08:22:41 | E016°07.0660 N49°22.0166 | 312.0 | 028.3 | 08:22:41 | 547.0 | 68 | 1742 | 0.13 | 0.32 | 0.88 | 5820 | 84 |
| 08:22:42 | E016°07.0558 N49°22.0234 | 313.3 | 030.5 | 08:22:42 | 547.5 | 68 | 1742 | -0.06 | -0.57 | 0.95 | 5760 | 84 |
| 08:22:43 | E016°07.0452 N49°22.0301 | 313.6 | 032.2 | 08:22:43 | 547.4 | 69 | 1742 | 0.19 | 0.13 | 0.95 | 5820 | 84 |
| 08:22:44 | E016°07.0341 N49°22.0375 | 314.7 | 034.5 | 08:22:44 | 547.8 | 71 | 1742 | 0.13 | 0.13 | 1.13 | 5760 | 85 |
| 08:22:45 | E016°07.0226 N49°22.0455 | 315.3 | 036.6 | 08:22:45 | 548.9 | 74 | 1734 | 0.38 | -0.19 | 1.51 | 5820 | 85 |
| 08:22:46 | E016°07.0104 N49°22.0540 | 315.5 | 038.7 | 08:22:46 | 549.5 | 76 | 1742 | 0.57 | -0.32 | 1.13 | 5820 | 85 |
| 08:22:47 | E016°06.9978 N49°22.0626 | 315.1 | 040.8 | 08:22:47 | 550.1 | 79 | 1734 | 0.57 | -0.06 | 1.07 | 5760 | 85 |
| 08:22:48 | E016°06.9846 N49°22.0712 | 314.4 | 042.4 | 08:22:48 | 550.2 | 85 | 1734 | 0.19 | 0.13 | 0.76 | 5820 | 85 |
| 08:22:49 | E016°06.9712 N49°22.0802 | 314.9 | 043.8 | 08:22:49 | 549.9 | 89 | 1742 | 0.13 | -0.13 | 1.01 | 5820 | 85 |
| 08:22:50 | E016°06.9566 N49°22.0897 | 315.1 | 046.1 | 08:22:50 | 550.6 | 95 | 1734 | 0.13 | -0.13 | 0.82 | 5820 | 86 |
| 08:22:51 | E016°06.9419 N49°22.0994 | 315.6 | 048.1 | 08:22:51 | 550.0 | 99 | 1742 | 0.06 | 0.00 | 1.01 | 5820 | 86 |
| 08:22:52 | E016°06.9268 N49°22.1097 | 316.2 | 049.8 | 08:22:52 | 550.1 | 107 | 1750 | 0.06 | -0.13 | 0.82 | 5820 | 86 |
| 08:22:53 | E016°06.9107 N49°22.1203 | 315.6 | 051.6 | 08:22:53 | 550.4 | 108 | 1750 | 0.06 | -0.13 | 0.82 | 5820 | 86 |
| 08:22:54 | E016°06.8943 N49°22.1311 | 315.0 | 053.4 | 08:22:54 | 551.0 | 110 | 1742 | -0.06 | -0.13 | 1.07 | 5820 | 91 |
| 08:22:55 | E016°06.8771 N49°22.1422 | 314.8 | 055.6 | 08:22:55 | 551.1 | 116 | 1742 | 0.19 | -0.13 | 0.95 | 5820 | 92 |
| 08:22:56 | E016°06.8593 N49°22.1533 | 314.4 | 057.2 | 08:22:56 | 552.5 | 117 | 1750 | 0.13 | -0.19 | 1.07 | 5820 | 87 |
| 08:22:57 | E016°06.8414 N49°22.1649 | 314.9 | 058.4 | 08:22:57 | 554.8 | 116 | 1757 | 0.06 | -0.13 | 0.95 | 5760 | 87 |
| 08:22:58 | E016°06.8234 N49°22.1767 | 315.0 | 058.8 | 08:22:58 | 556.9 | 114 | 1757 | -0.06 | -0.13 | 1.01 | 5820 | 88 |
| 08:22:59 | E016°06.8053 N49°22.1885 | 314.9 | 059.4 | 08:22:59 | 558.1 | 116 | 1765 | 0.19 | -0.06 | 1.13 | 5760 | 88 |
| 08:23:00 | E016°06.7869 N49°22.2004 | 314.5 | 059.7 | 08:23:00 | 559.1 | 120 | 1773 | 0.00 | -0.19 | 0.95 | 5820 | 88 |
| 08:23:01 | E016°06.7685 N49°22.2122 | 314.1 | 060.3 | 08:23:01 | 560.6 | 119 | 1773 | 0.06 | -0.06 | 1.01 | 5760 | 88 |
| 08:23:02 | E016°06.7497 N49°22.2239 | 313.3 | 060.9 | 08:23:02 | 562.1 | 120 | 1781 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 5820 | 88 |
| 08:23:03 | E016°06.7306 N49°22.2357 | 312.8 | 061.1 | 08:23:03 | 564.4 | 119 | 1789 | 0.00 | 0.00 | 0.88 | 5760 | 89 |
| 08:23:04 | E016°06.7110 N49°22.2474 | 312.0 | 061.8 | 08:23:04 | 566.4 | 114 | 1789 | 0.06 | 0.00 | 1.01 | 5820 | 89 |
| 08:23:05 | E016°06.6911 N49°22.2589 | 311.4 | 061.9 | 08:23:05 | 567.7 | 118 | 1805 | 0.13 | 0.06 | 0.88 | 5760 | 89 |
| 08:23:06 | E016°06.6710 N49°22.2706 | 311.7 | 062.4 | 08:23:06 | 569.5 | 119 | 1797 | -0.06 | -0.13 | 1.01 | 5760 | 89 |
| 08:23:07 | E016°06.6507 N49°22.2824 | 311.4 | 063.1 | 08:23:07 | 570.7 | 119 | 1797 | 0.00 | 0.00 | 1.13 | 5760 | 89 |
| 08:23:08 | E016°06.6302 N49°22.2940 | 310.8 | 063.7 | 08:23:08 | 571.2 | 120 | 1797 | 0.00 | -0.06 | 1.07 | 5760 | 90 |
| 08:23:09 | E016°06.6091 N49°22.3057 | 310.4 | 064.6 | 08:23:09 | 572.4 | 119 | 1805 | 0.06 | -0.19 | 0.95 | 5580 | 90 |
| 08:23:10 | E016°06.5882 N49°22.3176 | 310.8 | 065.2 | 08:23:10 | 574.0 | 121 | 1813 | 0.13 | -0.13 | 0.95 | 5520 | 90 |
| 08:23:11 | E016°06.5669 N49°22.3293 | 310.0 | 065.4 | 08:23:11 | 575.4 | 123 | 1821 | 0.00 | -0.13 | 1.07 | 5580 | 91 |
| 08:23:12 | E016°06.5450 N49°22.3410 | 309.0 | 066.1 | 08:23:12 | 577.4 | 123 | 1829 | 0.06 | -0.13 | 0.95 | 5580 | 91 |
| 08:23:13 | E016°06.5226 N49°22.3527 | 308.5 | 067.0 | 08:23:13 | 579.8 | 128 | 1836 | 0.25 | -0.06 | 0.95 | 5580 | 90 |
| 08:23:14 | E016°06.5003 N49°22.3643 | 308.5 | 067.2 | 08:23:14 | 582.2 | 126 | 1836 | 0.06 | -0.06 | 0.88 | 5580 | 91 |
| 08:23:15 | E016°06.4776 N49°22.3759 | 307.9 | 068.4 | 08:23:15 | 584.1 | 128 | 1844 | 0.00 | -0.13 | 1.01 | 5580 | 91 |
| 08:23:16 | E016°06.4547 N49°22.3875 | 307.9 | 069.7 | 08:23:16 | 585.5 | 128 | 1844 | -0.06 | -0.06 | 1.13 | 5580 | 91 |
| 08:23:17 | E016°06.4322 N49°22.3994 | 308.5 | 069.1 | 08:23:17 | 586.4 | 128 | 1836 | -0.13 | 0.00 | 0.82 | 5580 | 92 |
| 08:23:18 | E016°06.4095 N49°22.4117 | 309.8 | 069.5 | 08:23:18 | 585.7 | 128 | 1821 | 0.00 | -0.13 | 1.07 | 5580 | 92 |
| 08:23:19 | E016°06.3872 N49°22.4243 | 310.8 | 069.4 | 08:23:19 | 584.3 | 125 | 1813 | -0.19 | -0.19 | 0.76 | 5580 | 92 |
| 08:23:20 | E016°06.3648 N49°22.4368 | 311.1 | 070.0 | 08:23:20 | 583.2 | 130 | 1805 | -0.50 | -0.06 | -0.57 | 5520 | 92 |

Data ze záznamu letu kluzáku LS 3, OK-1418

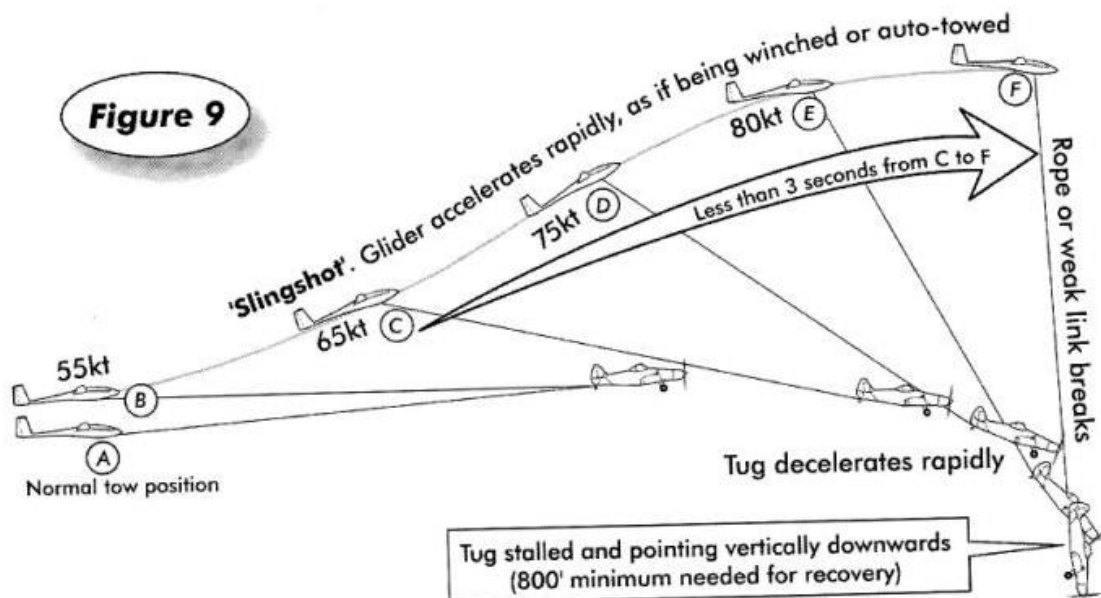
| Čas (UTC) | Tlaková výška [m] | GPS _{ALT} [m] | STD _{Alt} [m] | AGL [m] | Klesací rychlost [m.s ⁻¹] | IAS [km.h ⁻¹] | Kurz [°] |
|-----------------|-------------------|------------------------|------------------------|---------|---------------------------------------|---------------------------|----------|
| 08:21:59 | 555 | 565 | 494 | 2 | 0 | 4,6 | 270 |
| 08:22:11 | 555 | 565 | 494 | 2 | 0 | 4,6 | 270 |
| 08:22:23 | 555 | 565 | 494 | 2 | 0 | 4,6 | 316 |
| 08:22:35 | 556 | 565 | 495 | 1 | 0 | 4,6 | 318 |
| 08:22:45 | 556 | 565 | 495 | -1 | 0 | 57,7 | 324 |
| 46 | 556 | 565 | 495 | -1 | 0 | 60,7 | 330 |
| 47 | 556 | 565 | 495 | 0 | 0 | 65,8 | 306 |
| 48 | 556 | 565 | 495 | 0 | 0 | 71,2 | 270 |
| 49 | 556 | 565 | 495 | 1 | 0 | 70,9 | 327 |
| 50 | 556 | 565 | 495 | 1 | 0 | 75,8 | 308 |
| 51 | 556 | 565 | 495 | 1 | 0 | 78 | 324 |
| 52 | 556 | 565 | 495 | 1 | 0,5 | 80,8 | 330 |
| 53 | 557 | 565 | 496 | 1 | 0,5 | 85,7 | 308 |
| 54 | 557 | 565 | 496 | 3 | 0 | 89,0 | 308 |
| 55 | 557 | 565 | 496 | 4 | 0,5 | 90,6 | 327 |
| 56 | 558 | 565 | 497 | 5 | 0,5 | 95,4 | 306 |
| 57 | 558 | 565 | 497 | 5 | 0 | 98,4 | 309 |
| 58 | 558 | 565 | 497 | 5 | 0,5 | 100,1 | 327 |
| 59 | 559 | 565 | 498 | 7 | 1,5 | 102,7 | 326 |
| 08:23:00 | 561 | 565 | 500 | 9 | 1,0 | 105,6 | 309 |
| 01 | 561 | 565 | 500 | 10 | 1,0 | 107,2 | 308 |
| 02 | 563 | 565 | 502 | 13 | 2,0 | 108,6 | 308 |
| 03 | 565 | 565 | 504 | 15 | 2,0 | 108,2 | 327 |
| 04 | 567 | 567 | 506 | 17 | 1,5 | 109,2 | 327 |
| 05 | 568 | 567 | 507 | 18 | 1,0 | 111,8 | 308 |
| 06 | 569 | 569 | 508 | 20 | 1,5 | 112,4 | 306 |
| 07 | 571 | 569 | 510 | 24 | 1,5 | 112,9 | 309 |
| 08 | 572 | 571 | 511 | 24 | 0,5 | 113,7 | 308 |
| 09 | 572 | 571 | 511 | 24 | 0,5 | 114,5 | 308 |
| 10 | 573 | 573 | 512 | 25 | 2,0 | 116,4 | 297 |
| 11 | 576 | 573 | 515 | 27 | 2,5 | 115,6 | 326 |
| 12 | 578 | 575 | 517 | 28 | 1,0 | 117,9 | 309 |
| 13 | 578 | 575 | 517 | 29 | 1,0 | 119,3 | 308 |
| 14 | 580 | 577 | 519 | 31 | 2,0 | 120,4 | 308 |
| 15 | 582 | 577 | 521 | 33 | 2,0 | 120,4 | 308 |
| 16 | 584 | 579 | 523 | 36 | 2,0 | 121,4 | 316 |
| 17 | 586 | 581 | 525 | 41 | 2,0 | 122,8 | 306 |
| 18 | 588 | 581 | 527 | 45 | 2,0 | 123,6 | 309 |
| 19 | 590 | 583 | 529 | 48 | 2,0 | 125,7 | 296 |
| 20 | 592 | 585 | 531 | 52 | 2,0 | 127,5 | 296 |
| 21 | 594 | 587 | 533 | 54 | 2,0 | 126,3 | 313 |
| 22 | 596 | 589 | 535 | 59 | 1,5 | 131,4 | 308 |
| 23 | 597 | 589 | 536 | 59 | 1,4 | 135,3 | 311 |
| 29 | 621 | 599 | 560 | 75 | 2,1 | 142,7 | 263 |
| 35 | 622 | 611 | 561 | 66 | -1,8 | 94,8 | 151 |

Příklad typického sledu „Vyvěšení vlečné“

Aerotowing Guidance Notes - The British Gliding Association
2nd edition June 2008



Typical sequence of glider 'winch launching' behind the tug.
Glider speeds are based on a constant tug speed of 60 kts.



BGA - www.gliding.co.uk/safeaerotowing