



MINISTERSTVO DOPRAVY, VÝSTAVBY
A REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



LETECKÝ A NÁMORNÝ VYŠETROVACÍ ÚTVAR
Námestie slobody 6, P.O.BOX 100
810 05 Bratislava 15

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA

o odbornom vyšetrowaní vážneho incidentu

lietajúceho športového zariadenia – Prototyp AeroMobil 3.0.1

poznávacej značky OM-M929

Ev.č.: SKS2015001

Odborné vyšetovanie leteckej mimoriadnej udalosti bolo vykonané podľa § 18 zákona č. 143/1998 o civilnom letectve (letecký zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v súlade s Nariadením Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 996/2010 o vyšetovaní a prevencii nehôd a incidentov v civilnom letectve, ktorými sa riadi vyšetovanie leteckých nehôd a incidentov v civilnom letectve.

Záverečná správa je vydaná v súlade s predpisom L 13, ktorý je aplikáciou ustanovení ANNEX 13, Vyšetovanie leteckých nehôd a incidentov k Dohovoru o medzinárodnom civilnom letectve.

Výhradným cieľom odborného vyšetovania je zistenie príčin vzniku udalosti a prevencia vzniku takýchto udalostí, nie však poukazovanie akejkoľvek viny alebo zodpovednosti osôb.

Táto záverečná správa, jej jednotlivé časti alebo iné dokumenty, vzťahujúce sa k odbornému vyšetovaniu predmetnej udalosti majú len informatívny charakter a nemôžu byť použité inak, len ako odporúčenie pre realizáciu opatrení, ktoré by zabránili vzniku ďalších leteckých mimoriadnych udalostí s obdobnými príčinami.

A. ÚVOD

Prevádzkovateľ / Vlastník:	AeroMobil s.r.o.
Typ prevádzky:	všeobecné letectvo / testovací let
Typ lietadla:	lietajúce športové zariadenie – Prototyp AeroMobil 3.0.1 (ďalej len „AeroMobil“)



Poznávacia značka:	OM-M929
Miesto vzletu:	letisko Nitra / letisko LZNI
Fáza letu:	let po okruhu
Miesto udalosti:	letisko LZNI
Dátum a čas udalosti:	08.05.2015, 19:06

Poznámka: Všetky časové údaje v tejto správe sú uvádzané v SELČ.

B. INFORMATÍVNY PREHĽAD

Dňa 08.05.2015 počas testovacieho letu došlo v čase 19:06 a výške 313 m nad terénom k pádu AeroMobilu. Pilot aktivoval záchranný padákový systém a AeroMobil dopadol do terénu v blízkosti vzletovej a pristávajúcej trávinatej dráhy (ďalej len „RWY“) letiska LZNI. Po dopade pilot sám vystúpil z AeroMobilu bez zranení, napriek tomu bol prevezený sanitkou na pozorovanie do nemocnice v Nitre.

Prevádzkovateľ AeroMobilu ohlásil leteckú udalosť na Letecký a námorný vyšetrovací útvar a privolať všetky záchranné zložky a políciu.

Na vyšetrenie príčin vzniku predmetnej udalosti bola ustanovená komisia:

- Ing. Igor BENEK – predseda odbornej vyšetrovacej komisie
- Ing. Dominik JANČIK – člen odbornej vyšetrovacej komisie

Správu vydáva:

Letecký a námorný vyšetrovací útvar
Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

C. HLAVNÁ ČASŤ SPRÁVY

1. FAKTICKÉ INFORMÁCIE
2. ANALÝZY
3. ZÁVERY
4. ODPORÚČANIA NA ZAISTENIE BEZPEČNOSTI

1. FAKTICKÉ INFORMÁCIE

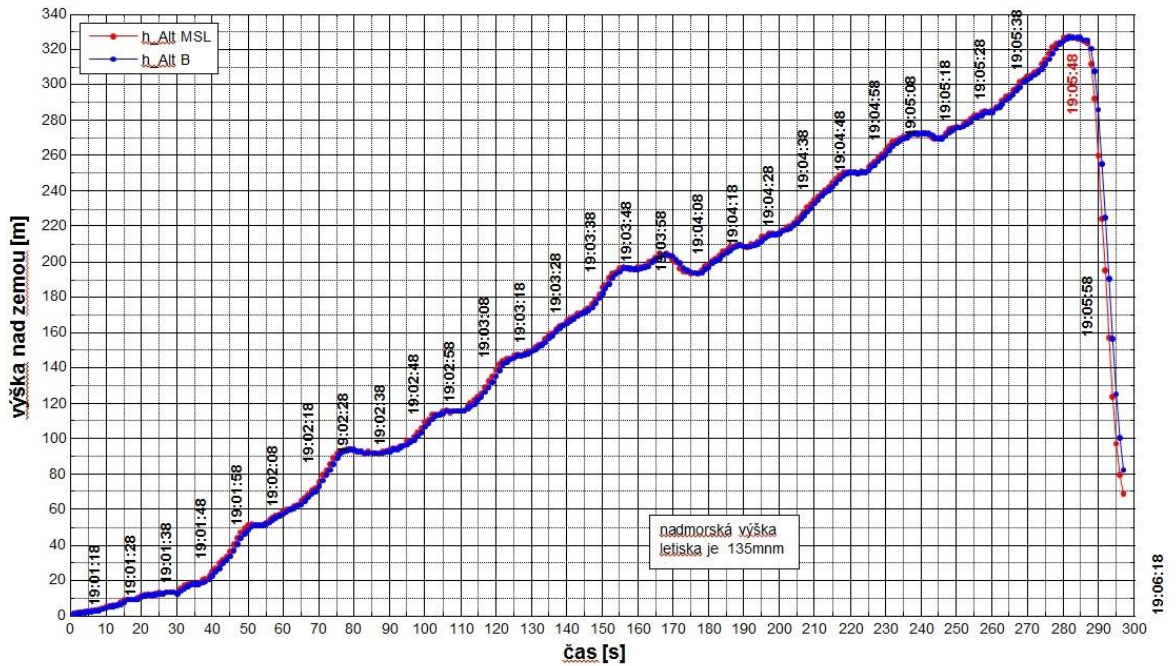
1.1 Priebeh letu

Dňa 08.05.2015 vykonával pilot podľa harmonogramu testovacie lety s AeroMobilom. Pred leteckou udalosťou pilot vykonal 3 krátke lety určené na kontrolu uhla nastavenia listov vrtule pre cestovný režim.

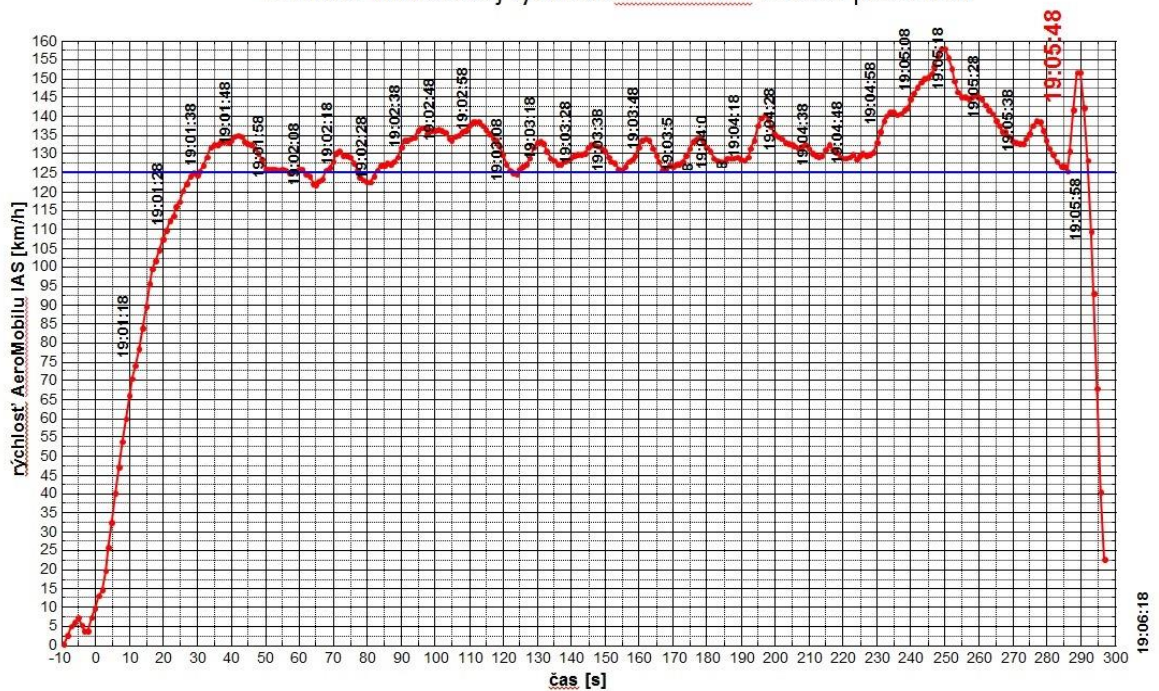
Pred kritickým letom pilot naroloval s AeroMobilom na RWY15 a v čase 19:01:05 vykonal rozjazd a vzlet so stúpaním do výšky cca 90 m. Po odpútaní zasunul vztlakové klapky z polohy 15° na 0° a uhol nábehu ponechal vo vzletovej konfigurácii, nakoľko to vyžadovalo meranie. Po vzlete stúpil pravou zákrutou o 220° do výšky cca 200 m a ďalej pokračoval v lete krátkym priamym stúpavým úsekom a ľavou stúpavou zatáčkou o 180° do výšky cca 250 m, s následným krátkym priamym úsekom a ľavou stúpavou zatáčkou o 180° do výšky cca 327 m. Táto konfigurácia bola zachovaná až do začiatku pádu po ľavom krídle s otočením dráhy o 90° vľavo od začatia vzletu (v 284 s - 19:05:48).



Závislosť výšky AeroMobilu nad zemou od času počas letu



Závislosť indikovanej rýchlosti AeroMobilu od času počas letu



Pilot počas pádu stiahol otáčky motora na voľnobeh a aktivoval záchranný padákový systém (286 s). Vo výške cca 70 m pocítil plné roztvorenie vrchlíka, ktoré spôsobilo radikálne zníženie pádovej vertikálnej rýchlosti. AeroMobil dopadol (v 302 s - 19:06:18) približne 80 m od západného okraja letiska LZNI.

Pilot po dopade odpojil elektrickú sieť a rozopnutím upínacích pásov opustil kabínu AeroMobilu bez cudzej pomoci.

Denná doba:deň
Pravidlá letu:VFR

1.2 Zranenie osôb

Zranenie	Posádka	Cestujúci	Ostatné osoby
Smrteľné	-	-	-
Vážne	-	-	-
Ľahké	-	-	-
Bez zranení	1	-	

1.3 Poškodenie AeroMobilu

Počas pádu AeroMobilu bol úspešne aktivovaný záchranný padákový systém. Počas jeho činnosti prišlo k zamotaniu obalu a padákových šnúr do rotujúcich častí AeroMobilu.

Po dopade na zem bol AeroMobil poškodený vo veľkom rozsahu.

Po prehliadke AeroMobilu bolo zistené:

- poškodenie prednej časti trupu,
- poškodenie koncového oblúka ľaveho krídla,
- poškodenie závesu výškového kormidla (odlepenie závesu od kormidla); pri zafixovaní páky riadenia bolo možné s malou silou vychyľovať výškové kormidlo,
- poškodenie pravého smerového kormidla lanami záchranného systému (vrchná časť smerového kormidla bola prerezaná),
- poškodenie odklápacej časti trupu a prekrytu kabíny,
- poškodenie deformačnej časti trupu tvorenej bočnými tunelmi,
- poškodenie prednej nápravy podvozku,
- poškodenie vrchlíka (roztrhnutie) a pretrhnutie niekoľkých padákových šnúr.





1.4 Ostatné škody

Leteckému a námornému vyšetrovaciemu útvaru neboli oznámené okolnosti s prípadným uplatnením iných náhrad škôd voči tretej osobe.

1.5 Informácie o leteckom personáli

Pilot

Občan Slovenskej republiky, vek 55 rokov,

držiteľ preukazu spôsobilosti súkromného pilota letúnov, vydaného Leteckým úradom Slovenskej republiky dňa 22.08.1997.

Kvalifikácia

SEP(L) s vyznačenou platnosťou do 31.10.2017,

držiteľ preukazu spôsobilosti pilota vetroňov, vydaného Leteckým úradom Slovenskej republiky dňa 25.09.2006, s vyznačenou platnosťou do 31.12.2018.

Kvalifikácia

GLD s vyznačenou platnosťou do 31.12.2016,

držiteľ preukazu spôsobilosti pilota LŠZ, vydaného Slovenskou federáciou ultraľahkého lietania dňa 27.08.2014, s vyznačenou platnosťou do 26.08.2016.

Kvalifikácia

Pilot LŠZ krídla

Letové skúsenosti - AeroMobil

Za posledných 90 dní: 5 hod 12 min 57 letov

Za posledných 30 dní: 0 hod 17 min 7 letov

V deň leteckej udalosti: 0 hod 11 min 4 lety

Osvedčenie zdravotnej spôsobilosti 2. triedy, s vyznačenou platnosťou do 26.08.2016.

1.6 Informácie o AeroMobile

Typ: AeroMobil
Poznávacia značka: OM-M929
Výrobné číslo: 3.0.1
Výrobca: AeroMobil, s.r.o
Motor: ROTAX 912 ULS, bez certifikácie ako letecký motor

Nálet AeroMobilu

Celkový nálet od výroby: 7 hod 27 min 95 letov

V deň leteckej udalosti: 0 hod 11 min 4 lety

Preukaz letovej spôsobilosti LŠZ č. ZRS296, vydané dňa 29.04.2015, Slovenskou federáciou ultraľahkého lietania v zmysle poverenia Leteckého úradu Slovenskej Republiky č.p. P/SLP-009-10831 zo dňa 19.06.2013, s vyznačenou platnosťou do 31.05.2015.

Zákonné poistenie č 411019632, Allianz – Slovenská poisťovňa, a.s., platné od 06.10.2014 do 05.10.2015.

Záznam z letových parametrov naznačuje, že technický stav AeroMobilu počas letu nebol príčinou vzniku leteckej udalosti.

Prevádzková história AeroMobilu

Začiatok prípravy dokumentácie bol v decembri 2013, realizácia prebiehala v roku 2014 a prvý let bol vykonaný 22.10.2014.

	vzlety	min
22.10.2014	3	15
23.10.2014	2	20
17.01.2015	8	30
18.01.2015	7	20
21.01.2015	5	10
22.01.2015	13	40
11.02.2015	15	30
15.02.2015	3	18
18.02.2015	1	15
19.02.2015	1	6
20.02.2015	3	18
21.02.2015	7	14
08.03.2015	9	24
16.03.2015	1	20
18.03.2015	4	48
19.03.2015	2	30

20.03.2015	1	12
23.03.2015	2	40
24.03.2015	1	20
06.05.2015	3	6
08.05.2015	3	6
08.05.2015	1	5

Výpočet hmotnosti AeroMobilu v čase vzniku leteckej udalosti

		Hmotnosť [kg]
Prázdna hmotnosť (AeroMobil vrátane prevádzkových kvapalín motora, ale bez využiteľného paliva)		494,5 kg
Pilot		85,0 kg
Hmotnosť paliva (1 l = 0,72 kg)	13,8 L	10,0 kg
Objem palivových nádrží	80,0 L	57,6 kg
Batožina		0,0 kg
CELKOVO		589,5 kg

Maximálna vzletová hmotnosť 600 kg (uvedená v letovej príručke a v protokole o meraní hmotnosti a polohách ťažiska) nebola počas predmetného testovacieho letu prekročená.

1.7 Meteorologická situácia

Dňa 08.05.2015 sa nad naším územím udržiavala oblasť vyššieho tlaku vzduchu.

V okolí mesta Nitra sa celková oblačnosť nemenila a pokrytie oblohy oblačnosťou bolo prevažne 4/8, pričom prevažovali oblaky typu Stratocumulus so spodnou základňou vo výške 2000 m. Okrem tejto oblačnosti sa v menšej miere vyskytovala stredná oblačnosť typu Altcumulus lenticularis a vysoká oblačnosť typu Cirrus. Tlak vzduchu slabo klesal (za 4 hod o 2 hPa).

Okolo 19:00 bolo v oblasti letiska LZNI prevažne polooblačno, bez zrážok. Teplota vzduchu bola 22 °C a relatívna vlhkosť 40 %. Horizontálna dohľadnosť bola 35 km. V hladine približne 300 m nad zemským povrchom fúkal juhovýchodný až východný vietor s rýchlosťou 8 až 10 m/s. Smerom k nižším výškovým hladinám sa rýchlosť vetra postupne znižovala a smer zostával prevažne východný. Vo výške 10 m nad povrchom fúkal mierny východný vietor s rýchlosťou 4 m/s a nárazy vetra dosahovali rýchlosť maximálne 6 m/s. Smer vetra bol stabilný, bez zreteľných výkyvov.

1.8 Navigačné zariadenia

Na palube AeroMobilu sa nachádzalo navigačné zariadenie Garmin G3X. Prevádzkovateľ AeroMobilu s odbornou vyšetrovacou komisiou vyhodnotil letové dáta zaznamenané počas inkriminovaného letu.

1.9 Spojenie

AeroMobil bol vybavený rádiovým komunikačným zariadením, ktoré umožňovalo obojsmerné rádiové spojenie v každom okamihu letu so všetkými leteckými stanicami a stanicami záchranných služieb.

1.10 Informácie o letisku

Letisko LZNI je verejné medzinárodné letisko s nadmorskou výškou 135 m (443 ft), s RWY 15/33 o rozmeroch 1080 m x 100 m a v čase vzniku leteckej udalosti vyhovovalo na vykonanie predmetného letu.

1.11 Letové zapisovače a ostatné záznamové prostriedky

AeroMobil bol vybavený počas testovacích letov dvoma kamerami snímajúcimi chvostovú časť a interiér AeroMobilu.

1.12 Informácia o dopade a troskách

Miesto leteckej udalosti je určené zemepisnými súradnicami:

N 48°16'49,81''

E 18°07'40,82''



1.13 Lekárske a patologické nálezy

Neuvádza sa.

1.14 Požiar

Nevznikol.

1.15 Aspekty prežitia

Pátranie a záchranu prostriedkami SAR nebolo nutné vykonať.

1.16 Testy a výskum

AeroMobil bol podrobený analýze pomocou 3D neviskóznej panelovej metódy v súlade s referenčnou literatúrou. Hlavným cieľom analýzy bolo určiť polohu aerodynamického stredy AeroMobilu. Analýza výpočtu bola stanovená pre podmienky 0 m ISA a rýchlosť 130 km/h. Stanovený aerodynamický stred AeroMobilu sa nachádzal veľmi blízko pri jeho ťažisku. Pre nulovú výchylku výškového kormidla bol vypočítaný kladný moment klopenia pre celý rozsah uhlov nábehu. Ustálený horizontálny let bolo možné pri analýze dosiahnuť len pri vychýlenom výškovom kormidle smerom dole. Tieto výsledky sa zhodujú s údajmi z dostupných letových video záznamov.

Aeromobil bol podrobený analýze výpočtu rozloženia vztaku na krídle pomocou teórie nelineárnej vztlakovej čiary.

1.17 Informácie o organizáciách a riadení

Testovací let prebiehal podľa požiadaviek Slovenskej federácie ultraľahkého lietania a podľa metodiky pre stanovanie polohy aerodynamického stredu AeroMobilu s pevným riadením z letových meraní.

Cieľom testovacieho letu bolo overiť chovanie AeroMobilu pri nemennom uhle nastavenia koreňovej tetivy krídla 16° voči základnej rovine trupu počas celého letu. Skúmala sa aj výchylka výškového kormidla a pozdĺžne vyváženie pri rôznych rýchlostiach letu.

1.18 Doplnkové informácie

Aktivovaný záchranný padákový systém splnil svoju funkciu aj napriek tomu, že počas jeho činnosti prišlo k zachyteniu vrchlíka a padákových šnúr vrtuľovými listami a AeroMobil následne dopadol v neplánovanej polohe na zem.

Z analýzy záznamov letových skúšok vyplynulo, že pri zvyšovaní rýchlosti AeroMobilu pri pohybe po zemi klesal statický tlak (odoberaný z kabíny pre barometrické prístroje) v kabíne so súčasným nárastom výšky na výškomere. Pri nadmorskej výške letiska LZNI 135 m a pri dosiahnutí rýchlosti na zemi 67,4 km/h, prišlo k nárastu výšky o 3,962 m. Z toho vyplynulo, že ak rýchlomer ukazoval 125 km/h, rozdiel ukazovanej výšky bol 5 m a rozdiel v statickom tlaku bol 60 Pa. Skutočná rýchlosť bola 119,81 km/h a rozdiel v rýchlosti bol 5,19 km/h. Rýchlomer teda ukazoval viac ako bola skutočná rýchlosť.

1.19 Spôsoby odborného vyšetovania

Boli použité bežné spôsoby vyšetovania.

2. ANALÝZA

2.1 Činnosť pilota

Pilot od 250 s do 286 s sústavne znižoval rýchlosť letu zo 158 km/h na 125 km/h, s miernym nárastom v 277 s na 138 km/h. Uhol náklonu (ľavý) sa zmenšoval z 30° na 15° . Uhol pozdĺžneho sklonu zostával na konštantnej hodnote $+4$ až $+5^\circ$ (nad horizontom).

V ľavej ustálenej zatáčke vo výške cca 327 m s doprednou rýchlosťou cca 125 km/h a s ľavým náklonom 15° pilot pozvoľne pritiahol riadiacu páku, následkom čoho došlo k vzrastu uhla pozdĺžneho sklonu AeroMobilu voči horizontu cca o 5° a vzrastu uhlu nábehu.

Pilot po 0,7 s zareagoval miernym potlačením riadiacej páky, ale prakticky súčasne s potlačením došlo k strate vztlaku na konci ľavého krídla v oblasti krídeliek, masívnemu odtrhnutiu prúdu s následným výrazným klonením ľavého krídla smerom dole a poklesom prednej časti AeroMobilu pod horizont.

Pri klonivom pohybe vzrastala uhlová rýchlosť klonenia z hodnoty $0^\circ/s$ na cca $70^\circ/s$ v priebehu 1 s, teda uhlové zrýchlenie klonenia bolo cca $70^\circ/s$ až prišlo (v 284 s (19:05:48) k pádu po ľavom krídle.

Následný prechod do pádu v malej výške nad terénom neumožnilo pilotovi štandardné vybranie AeroMobilu.

2.2 Závery z činnosti záchranného padákového systému

Záchranný padákový systém zapracoval správne ako uvádza výrobca. Raketa postupne vytiahla vrchlík z obalu a šnúry z puzdra, avšak nemala dostatočnú energiu pri vyššej rýchlosti na samostatné energické stiahnutie obalu z vrchlíka a prišlo k stretu vrchlíka

a padákových šnúr do rotujúcich častí AeroMobilu (nesprávne smerovanie záchranného padáka).

To spôsobilo, že prišlo k pretrhnutiu niekoľkých padákových šnúr, k poškodeniu vrchlíka padáka a to malo za následok vyššiu rýchlosť klesania AeroMobilu na padáku (podľa údajov z palubného variometra viac ako 10 m/s). Vo výške cca 70 m pocítil pilot plné roztvorenie vrchlíka, ktoré spôsobilo radikálne zníženie pádovej vertikálnej rýchlosti.

2.3 Závěry zo záznamov letových skúšok

Počas testovacieho letu vyplynulo, že rýchlomer ukazoval viac, ako bola skutočná rýchlosť letu, vplyvom odberu statického tlaku z kabíny AeroMobilu.

Podobná závislosť bola pozorovaná pri všetkých skúšobných rozjazdoch a letoch na rýchlomere. Rýchlomer ukazoval vždy väčšiu rýchlosť ako bola skutočná, čo malo pravdepodobne vplyv na let AeroMobilu na malých/pádových rýchlostiach.

2.4 Meteorologická situácia

Samotný testovací let prebiehal pri rýchlosti vetra medzi 8 až 10 m/s z juhovýchodného až východného smeru, čo mohlo mať pri neštandardnej veľkej ploche prednej časti trupu, nepresnosti rýchlomeru a lete blízko pádovej rýchlosti za následok uvedenie AeroMobilu do nekontrolovateľného pádu po ľavom krídle.

3. Z Á V E R Y / Príčina vzniku leteckej udalosti

3.1 Zistenia

- pilot mal platné kvalifikácie na vykonanie predmetného letu,
- AeroMobil mal platnú dokumentáciu a nevykazoval žiadne poruchy pred leteckou udalosťou,
- AeroMobil pred kritickým letom spĺňal podmienky letovej spôsobilosti,
- nehodné smerovanie vystrelenia záchranného padáka.

3.2 Príčiny vzniku leteckej udalosti

- nesprávny údaj rýchlomeru vplyvom odberu statického tlaku z kabíny AeroMobilu počas letu,
- konfigurácia AeroMobilu so zadným ťažiskom z dôvodu testovacieho letu bola senzitivnejšia na pádové vlastnosti,
- pre let s uhlom vybočenia bol vypočítaný malý stabilizujúci moment klonenia pre celý rozsah uhlov nábehu,
- relatívne malé skrútenie krídla zvýšilo senzitivitu na odtrhnutie prúdu v oblasti krídeliek,
- atmosférické podmienky vo výške približne 300 m nad zemským povrchom pri lete blízkej pádovej rýchlosti a s nesprávnym údajom na rýchlomere, spôsobili uvedenie AeroMobilu do nekontrolovateľného pádu po ľavom krídle.

4. ODPORÚČANIA NA ZAISTENIE BEZPEČNOSTI

Na základe odborného vyšetrovania príčin vzniku leteckej udalosti

lietadla typu **Prototyp AeroMobil 3.0.1**

poznávacej značky **OM-M929**

ku ktorej došlo dňa **08.05.2015**

odporúčame prevádzkovateľovi AerMobil s.r.o.:

- registráciu prototypu AeroMobil vykonať pod Dopravným úradom SR z dôvodu, že poverená organizácia SFUL vykonáva dozor nad stavbou, overovanie spôsobilosti pri individuálnej amatérskej stavbe LŠZ s najvyššou prípustnou vzletovou hmotnosťou, ktorá nepresahuje 600 kg. U predmetného prototypu pri naplnení palivom 80 l a obsadením druhým členom posádky, by okamžite prišlo k prekročeniu maximálnej vzletovej hmotnosti,
- testovacie lety vykonávať za poveternostných podmienok CAVOK,
- zmeniť spôsob snímania statického tlaku pre zvýšenie presnosti rýchlomeru počas letu,
- zmeniť uhol nastavenia záchranného padákového systému aby pri vystrelení nedochádzalo k zachyteniu vrchlíka a šnúr do rotujúcich častí motora,
- zvýšiť výkon motora u prototypu AeroMobil z dôvodu nedostatočného výkonu,
- zabezpečiť, aby pri stlačení tlačidla vystrelenia záchranného padákového systému prišlo k súčasnému vypnutiu magnet.

V Bratislave, 18.02.2016