



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM

KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
SZERVEZET

ZÁRÓJELENTÉS

2015-104-4P
repülőesemény

Dunakeszi Repülőtér (LHDK)
2015. április 26.

R-26SU Góbé
HA-5528

A szakmai vizsgálat célja a légiközlekedési baleset, illetve repülőesemény okának, körülményeinek feltárása, és a hasonló esetek megelőzése érdekében szükséges szakmai intézkedések kezdeményezése, javaslatok megtétele. A szakmai vizsgálatnak semmilyen formában nem célja a vétkesség vagy a felelősség vizsgálata és megállapítása.

Általános információk

Jelen vizsgálatot

- a polgári légiközlekedési balesetek és repülőesemények vizsgálatáról és megelőzéséről és a 94/56/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló 2010. október 20-i 996/2010/EU európai parlamenti és a tanácsi rendeletben,
- a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvényben,
- a nemzetközi polgári repülésről Chicagóban, az 1944. évi december hó 7. napján aláírt Egyezmény Függelékeinek kihirdetéséről szóló 2007. évi XLVI. törvény mellékletében megjelölt 13. Annexben,
- a légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvényben (a továbbiakban: Kbv.),
- a légiközlekedési balesetek, a repülőesemények és a légiközlekedési rendellenességek szakmai vizsgálatának szabályairól szóló 123/2005. (XII. 29.) GKM rendeletben,
- a légiközlekedési balesetek és a repülőesemények szakmai vizsgálatának, valamint az üzemeltetői vizsgálat részletes szabályairól szóló 70/2015. (XII. 1.) NFM rendeletben,
- illetve a Kbv. eltérő rendelkezéseinek hiányában a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL. törvényben

foglalt rendelkezések megfelelő alkalmazásával folytatta le a Közlekedésbiztonsági Szervezet.

A Közlekedésbiztonsági Szervezet illetékessége a 278/2006. (XII. 23.) Kormány- rendeleten, valamint 2016. szeptember 01-től a közlekedésbiztonsági szerv kijelöléséről, valamint a Közlekedésbiztonsági Szervezet jogutódlással való megszűnéséről szóló 230/2016. (VII.29.) Kormányrendeleten alapul.

A fenti jogszabályok szerint

- A Közlekedésbiztonsági Szervezetnek a légiközlekedési balesetet és a súlyos repülőeseményt ki kell vizsgálnia.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet mérlegelési jogkörében eljárva kivizsgálhatja azokat a repülőeseményeket, amelyek megítélése szerint más körülmények között légiközlekedési balesethez vezethettek volna.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet független minden olyan személytől és szervezettől, akinek, vagy amelynek érdekei a kivizsgáló szervezet feladataival ütköznek.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet a szakmai vizsgálat során a hivatkozott jogszabályokon túlmenően az ICAO Doc 9756, illetve a Doc 6920 Légijármű balesetek Kivizsgálási Kézikönyvben foglaltakat alkalmazza.
- Jelen jelentés kötelező erővel nem bír, ellene jogorvoslati eljárás nem kezdeményezhető.
- Jelen jelentés eredeti változata magyar nyelven készült.

A Vizsgálóbizottság tagjaival szemben összeférhetetlenség nem merült fel. A szakmai vizsgálatban résztvevő személyek az adott ügyben indított más eljárásban szakértőként nem járhatnak el.

A Vb köteles megőrizni és más hatóság számára nem köteles hozzáférhetővé tenni a szakmai vizsgálat során tudomására jutott adatot, amely tekintetében az adat birtokosa az adatközlést jogszabály alapján megtagadhatta volna.

Jelen zárójelentés

alapjául a Vb által készített és az észrevételek megtétele céljából – rendeletben meghatározott – érintettek számára megküldött zárójelentés-tervezet szolgált.

Szerzői jogok

A zárójelentést kiadta:

Innovációs és Technológiai Minisztérium, Közlekedésbiztonsági Szervezet

1103 Budapest, Kőér u. 2/A.

www.kbsz.hu

kbszrepules@itm.gov.hu

A zárójelentés vagy annak részei bármely formában jogszabályban meghatározott kivételek figyelembevételével felhasználhatók, ha a részletek a tartalmi összefüggéseiket megtartják és a forrást pontosan megjelölik.

Tartalomjegyzék

ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK	2
JELEN VIZSGÁLATOT	2
A FENTI JOGSZABÁLYOK SZERINT.....	2
TARTALOMJEGYZÉK	4
MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	5
BEVEZETÉS.....	6
BEJELENTÉSEK ÉS ÉRTESÍTÉSEK	6
VIZSGÁLÓBIZOTTSÁG	6
ESEMÉNYVIZSGÁLAT ÁTTEKINTÉSE	7
AZ ESEMÉNY RÖVID ISMERTETÉSE.....	7
1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK.....	8
1.1. A REPÜLÉS LEFOLYÁSA.....	8
1.2. SZEMÉLYI SÉRÜLÉSEK.....	8
1.3. LÉGIJÁRMŰ SÉRÜLÉSE.....	8
1.4. EGYÉB KÁR	8
1.5. SZEMÉLYZET ADATAI.....	8
1.6. LÉGIJÁRMŰ ADATAI	9
1.7. METEOROLÓGIAI ADATOK	12
1.8. NAVIGÁCIÓS BERENDEZÉSEK.....	12
1.9. ÖSSZEKÖTTETÉS	12
1.10. REPÜLŐTÉR ADATAI.....	12
1.11. ADATRÖGZÍTŐK	13
1.12. RONCSRA ÉS BECSAPÓDÁSRA VONATKOZÓ ADATOK	13
1.13. ORVOSI VIZSGÁLAT ADATAI	13
1.14. TŰZ.....	13
1.15. TŰLÉLÉS LEHETŐSÉGE	13
1.16. PRÓBÁK ÉS VIZSGÁLATOK	13
1.17. SZERVEZETI ÉS VEZETÉSI INFORMÁCIÓK	17
1.18. KIEGÉSZÍTŐ INFORMÁCIÓK	17
1.19. HASZNOS VAGY HATÉKONY KIVIZSGÁLÁSI MÓDSZEREK	17
2. ELEMZÉS	18
3. KÖVETKEZTETÉSEK.....	19
3.1. TÉNYMEGÁLLAPÍTÁSOK.....	19
3.2. ESEMÉNY OKAI.....	20
4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁSOK.....	20

Meghatározások és rövidítések jegyzéke

ARP	<i>Airport Reference Point / Repülőtér vonatkozási pontja</i>
Cloud flying	<i>Felhőrepülési jogosítás</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency / Európai Repülésbiztonsági Ügynökség</i>
FI(G)	<i>Flight Instructor (Glider) rating / Vitorlázórepülő oktatói jogosítás (32/2009. (VI. 30.) KHEM rendelet, amely 2017. március 16-ig volt hatályban)</i>
GKM	<i>Gazdasági és Közlekedési Minisztérium</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization / Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet</i>
KBSZ	<i>Közlekedésbiztonsági Szervezet</i>
Kbvt.	<i>A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény</i>
LAPL(S)	<i>Light Aircraft Pilot Licence (Sailplane) / Könnyű légi járműre pilóta szakszolgálati engedély</i>
LT	<i>Local Time / Helyi idő</i>
nem nyilvános repülőtér	<i>Olyan repülőtér, amely a tulajdonos, illetve az üzemben tartó engedélye alapján vehető igénybe.</i>
MRSZ REBISZ	<i>Magyar Repülő Szövetség Repülésbiztonsági Szolgálata</i>
NFM	<i>Nemzeti Fejlesztési Minisztérium</i>
NKH LH	<i>Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal (2016. december 31-ig)</i>
UTC	<i>Coordinated Universal Time / egyezményes koordinált világidő</i>
Redukált feszültség	<i>Olyan feszültség, amely a pontbeli feszültségi állapotot tönkremenetel szempontjából egyértelműen jellemzi.</i>
SPL	<i>Sailplane Pilot Licence / Vitorlázórepülőgép pilóta szakszolgálati engedély</i>
Vb	<i>Vizsgálóbizottság</i>
VEM	<i>Végeselemes módszer: numerikus módszer parciális differenciálegyenletek közelítő megoldására.</i>
VFR	<i>Visual flight rules / Látva repülési szabályok</i>
vitorlázó repülőgép	<i>levegőnél nehezebb légi jármű, melynek repülését a rögzített emelőfelületeire ható aerodinamikai erő biztosítja, és melynek szabad repülése nem függ hajtóműtől</i>
IV. osztályú repülőtér	<i>Olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről a légi jármű szabadidős alkalmazása és légi járművel folytatott munkavégzés végezhető, és amely motor, vagy hajtómű nélküli légi járműveket mozgásszám korlátozás nélkül, motoros légi járműveket a zajgátló védőövezet kijelöléséről rendelkező határozatban meghatározott maximális műveletszámig jogosult kiszolgálni.</i>

Bevezetés

Esemény minősítése	repülőesemény	
Légijármű	gyártója	XII. Sz. Autójavító Vállalat
	típusa	R-26SU Góbé
	lajstromjele	HA-5528
	üzembentartója	Magyar Repülő Szövetség
Esemény	időpontja	2015. 04. 26., 17:25
	helye	Dunakeszi repülőtér (LHDK) (1. ábra és 7. ábra)
Az esemény kapcsán elhunytak / súlyosan sérültek száma:	0 / 0	
Az eseményben érintett légijármű sérülésének mértéke:	kismértékben megrongálódott	

A jelentésben minden időpont helyi időben (LT) értendő. Az eset időpontjában LT= UTC+ 2 óra.



1. ábra: az esemény helye Magyarország területén

Bejelentések és értesítések

A KBSZ ügyeletére az eseményt 2015. április 28-án 09 óra 46 perckor az MRSZ REBISZ ügyeletese jelentette be.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ vezetője az eset vizsgálatára az alábbi vizsgálóbizottságot (továbbiakban: Vb) jelölte ki:

vezetője	dr. Nacsa Zsuzsanna	balesetvizsgáló
tagja	Torvajai Gábor	balesetvizsgáló

Eseményvizsgálat áttekintése

A szemle során a Vb:

- fényképeket készített, és megvizsgálta a légi jármű okmányait,
- megvizsgálta az oldalkormány kitérítettségét, fényképeket készített az oldalkormány mozgató mechanizmusáról, valamint tanúkat hallgatott meg.

A vizsgálat során a Vb:

- beszerezte és megvizsgálta a légi jármű karbantartási okmányait, és az utolsó oldalkormány kitérést és holtjátékot ellenőrző mérési jegyzőkönyvet,
- műszaki rajzokat és tervdokumentációt szerzett be, és elemezte azokat,
- megalkotta a meghibásodott alkatrész 3D modelljét, feszültség analízist és kifáradás elemzést végzett azon, kiértékelte az adatokat,
- méréseket végzett a végkitérésig ütköztetett oldalkormányon,
- elemezte a meghibásodott alkatrész terheléseit különböző üzemelési körülmények között,
- elemezte a véghelyzetbe kitérített és ütköztetett oldalkormány igénybevételét.

Az esemény rövid ismertetése

2015. április 26.-án Dunakeszi repülőtéren (7. ábra) az oktató és növendéke a HA-5528 lajstromjelű, R-26SU Góbé típusú vitorlázó repülőgéppel (2. ábra) képzési feladat végrehajtása céljából szállt fel. Az eseményhez vezető felszállás előtt, és alatt műszaki meghibásodást vagy arra utaló jelet a személyzet nem észlelt. A leszállás befejezésekként végrehajtott kigurulás közben a személyzet azt tapasztalta, hogy a légi jármű lábpedálját jobbra csak akadozva lehet kitéríteni, majd az csak az egyik irányba mozgatható.

A helyszíni szemle során a Vb megállapította, hogy a meghibásodást egy megrepedt himbatartó lemez alkatrész (6. ábra) okozta.

A Vb a vizsgálat során elvégzett próbák, számítások alapján arra a következtetésre jutott, hogy fáradásos törés következtében az oldalkormány himbatartó lemezben repedés alakult ki, és a repedés miatt az oldalkormány himbatartó lemezbe illesztett csapágypersely és az ehhez kapcsolódó himbatengely a forgássíkból kifordult, és a fordító himba megakadt a himbatartó lemezben.

Az esetleg kialakult repedések feltárására és ellenőrzésére időszakos felülvizsgálati, mérési technológiát dolgozott ki a légi jármű gyártója. A Vb álláspontja szerint a technológiának megfelelő kellő alaposággal megvizsgált szerkezeten a repedés időben észrevehető, és a hiba javításával a hasonló esetek elkerülhetőek.

A KBSZ Vizsgálóbizottsága nem talált olyan körülményt, ami biztonsági ajánlás kiadását indokolná.



2. ábra A repülőeseményben érintett légi jármű

(Forrás: <http://www.airliners.net/photo/Opitz-Nandor-Repueloklub/Rubik-R-26-Gobe/2693744/L>)

1. Ténybeli információk

1.1. A repülés lefolyása

A HA-5528 lajstromjelű, R-26SU Góbé típusú vitorlázó repülőgép (2. ábra) éves ápolása 2015. március 15-20 között került végrehajtásra a feljogosított szakműhelyben, majd az eset napjáig 19 óra 03 percet repült 211 felszállásból. A légi járművel 2015. április 26-án Dunakeszi repülőtérén (7. ábra) az oktató és növendéke képzési feladat végrehajtása céljából szállt fel. Az eseményhez vezető felszállás előtt, és alatt műszaki meghibásodást vagy arra utaló jelet a személyzet nem észlelt. A légi járműnek a nap folyamán (az eseményhez vezető repülésig) ez volt a huszadik fel-, illetve leszállása. A szél 270°-ról 1-3 csomós sebességgel fújt, ezért a leszállást a 29-es futópályára hajtották végre. 17 óra 25 perckor a leszállás utolsó mozzanataként végzett kigurulás közben a személyzet azt tapasztalta, hogy a légi jármű lábpedálját – és így a lábpedállal vezérelt oldalkormányt – jobbra csak akadozva lehet kitéríteni, majd az csak az egyik irányba mozgatható.

A tapasztalt meghibásodás a repülési üzemnaplóba, és a légi jármű gépnaplójába bejegyzésre került.

1.2. Személyi sérülések

Sérülések	Személyzet		Utások	Egyéb személyek
	Hajózó	Utaskísérő		
Halálos				
Súlyos				
Könnyű				
Nem sérült	2			

1.3. Légi jármű sérülése

Az érintett légi jármű az eset során kissé megrongálódott.

1.4. Egyéb kár

Egyéb kár a vizsgálat befejezéséig a Vb-nek nem jutott tudomására.

1.5. Személyzet adatai

1.5.1. Légi jármű parancsnok adatai

Kora, állampolgársága, neme	63 éves, magyar, férfi	
Szakszolgálati engedélyének	típusa	H/FCL/SPL/083522
	szakmai érvényessége	2017.09.30.
	jogosításai	LAPL(S), SPL, Cloud flying, FI
Szakmai képesítései	FI(S)	
Orvosi minősítés érvényessége	2017.04.28.	
Repült ideje / felszállások száma	megelőző 24 órában	0 óra 15 perc / 3 felszállás
	megelőző 7 napban	1 óra 10 perc / 16 felszállás
	megelőző 90 napban	3 óra 08 perc / 34 felszállás
	összesen:	450 óra

1.6. Légitársadatok

1.6.1. Általános adatok

Osztálya	Merevszárnyú, hajtómű nélküli vitorlázórepülőgép
Gyártója	XII.Sz. Autójavító Vállalat
Típusa / altípusa (típuszáma)	R-26SU Góbé
Gyártási ideje	1985
Gyártási száma	AA 800044
Felség és lajstromjele	HA-5528
Lajstromozó állam	Magyarország
Lajstromozás időpontja	2003.04.14.
Tulajdonosa	Opitz Nándor Repülőklub
Üzembentartója	Magyar Repülő Szövetség

	repült idő	felszállások száma
Gyártás óta	2344 óra 15 perc	21 016
Utolsó nagyjavítás óta	202 óra 18 perc	1 926
Utolsó időszakos karbantartás óta	19 óra 03 perc	211

1.6.2. Légitársadatokkal kapcsolatos megállapítások

Légitársadati bizonyítványának	száma	FD/LD/NS/A/1614/1/2014
	kiadásának ideje	2014.05.14.
	érvényességének lejárata	2015.05.14.
	bejegyzett korlátozások	nincs

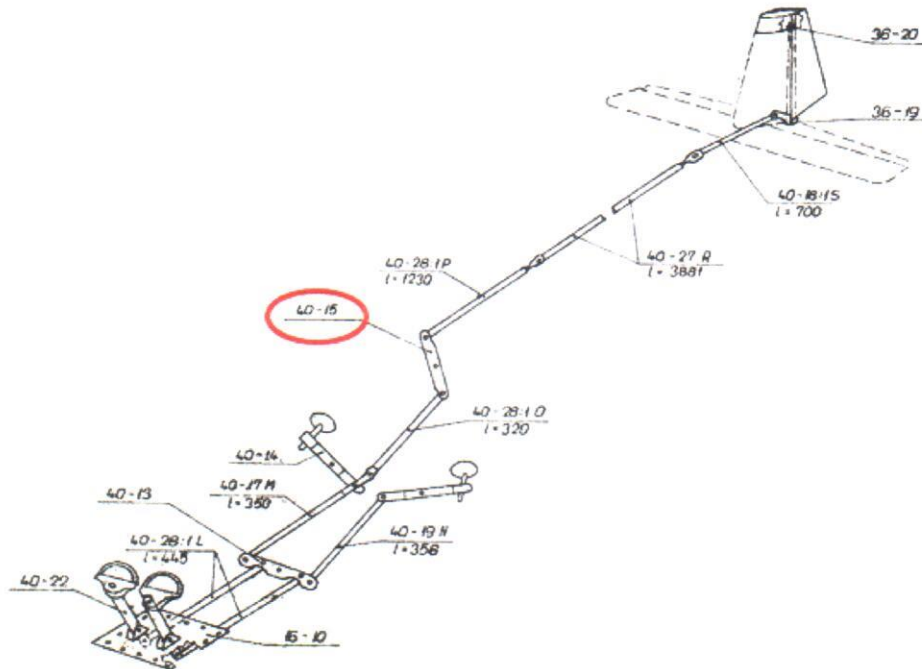
Légitársadati felülvizsgálati bizonyítványának	száma	FD/LD/NS/A/1614/1/2014
	kiadásának ideje	2014.05.14.
	érvényességének lejárata	2015.05.14.
	legutóbbi felülvizsgálat ideje	2015.03.20.

1.6.3. Légitársadatok terhelési adatai

Üres tömeg	229 kg
Első ülés max. terhelése	110 kg
Hátsó ülés max. terhelése	110 kg
Első+hátsó ülés megengedett max. terhelése	200 kg
Maximálisan megengedett felszálló tömeg	429 kg
Első ülés minimális megengedett terhelése	
1 személy esetén	70 kg
2 személy esetén	50 kg

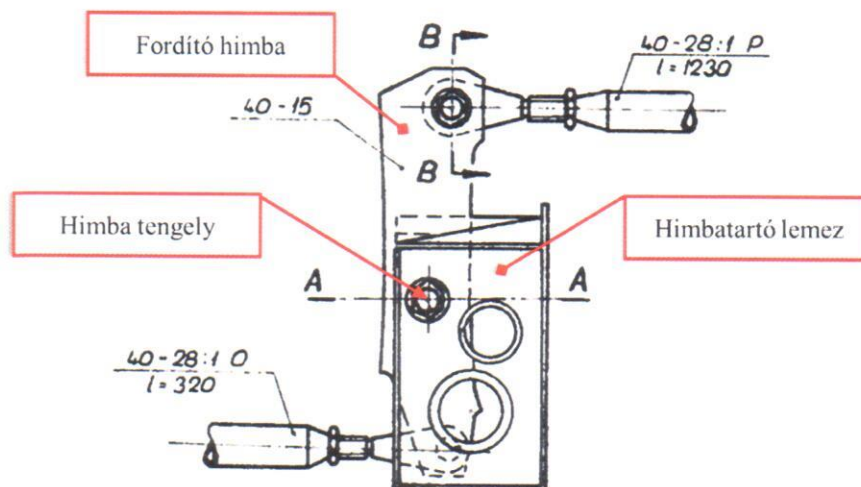
1.6.4. Meghibásodott rendszer leírása, berendezés adatai

Az oldalkormányt mozgó mechanizmus (3. ábra) része a meghibásodott oldalkormány fordító himba és himba tartó lemez (4. ábra és 6. ábra).



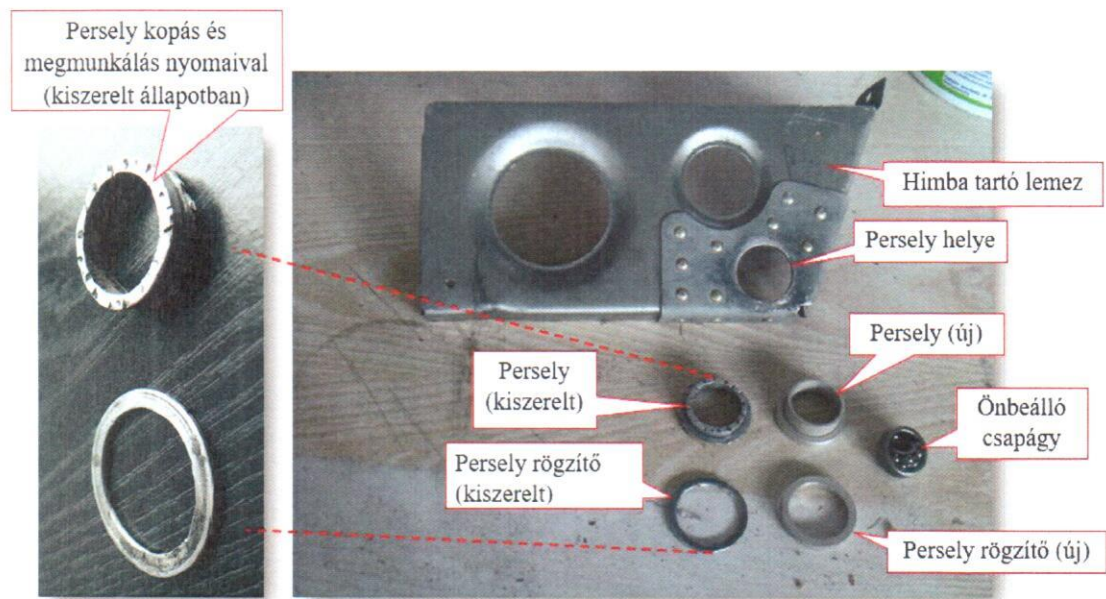
3. ábra Az oldalkormányt mozgó mechanizmus összeállítási rajza (Forrás: R-26SU Gőbé tervdokumentáció)

Az oldalkormány kitérítése a lábpedálok mozgásával valósul meg (3. ábra). Az első lábpedálok (40-22) belépésével az első botkormány előtt, a padlólemez alatti himba (40-19) téríthető ki. A hátsó ülés lábpedáljai (40-14) is tolórúddal (40-17M, 40-19N) kapcsolódnak ehhez a himbához. Amikor a lábpedálok elmozdulnak velük együtt a himba is mozdul. Hátrafelé, már csak az egyik pedáltól vezet tolórúd (40-28:1 O), ami egy fordító himbához (40-15)(4. ábra) csatlakozik, majd görgők közt vezetve fut végig egy tolórúd (40-28:1 P) a törzsben és az oldalkormányra erősített karon keresztül csatlakoznak egymáshoz. A tolórúd mozdítás hatására az oldalkormány kitéríthető így elfordítható a légi jármű a függőleges tengelye körül.



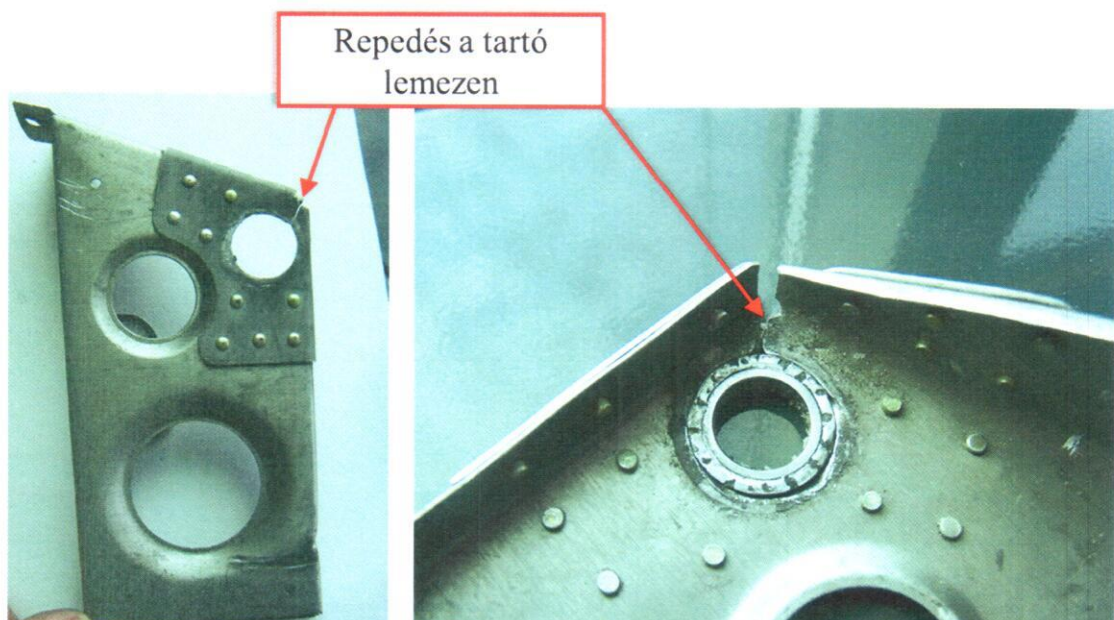
4. ábra Az oldalkormány fordító himba (40-15) és himbatartó lemez összeállítási rajza

A fordító himba (40-15) tengelyén a csapágyak önbeállóak. A csapágyak egy-egy perselyben helyezkednek el. Ezek a perselyek csatlakoznak a himba tartó lemezekhez (5. ábra).



5. ábra A himba tartó lemez és csapágyak, csapágyperselyek

A himba tartó lemezen fellelhető repedés a perselyt befoglaló furat és a himbatartó lemez sarka között alakult ki (6. ábra). A megnyílt lemezen a furat geometriája is megváltozott az elméleti kör alakhoz képest. Ebben a furatban helyezkedett el a himbatartó csapágy perselye. A persely rögzített helyzetét a lemez és a persely külső palástja közt a szoros illesztés biztosította. A persely kicsúszott az eredeti pozícióból és nem tartotta meg a himba a forgástengelyét. A megváltozott forgás síkú himba beleért a tartó lemezbe, azon karcolás és benyomódási nyomokat hagyott.



6. ábra A meghibásodott lemez alkatrész

A vizsgálat során a Vb megállapította, hogy a kiszert persely (5. ábra) és persely rögzítő nagymértékben elhasználódott. A persely oldalfelületén mély kopásnyomok, és peremezésre utaló utólagos megmunkálási nyomok (5. ábra) voltak láthatóak.

1.7. Meteorológiai adatok

Az időjárási körülmények az eset lefolyására nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.

1.8. Navigációs berendezések

A navigációs berendezések az eset lefolyására nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.

1.9. Összeköttetés

A kommunikációs berendezések az eset lefolyására nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.

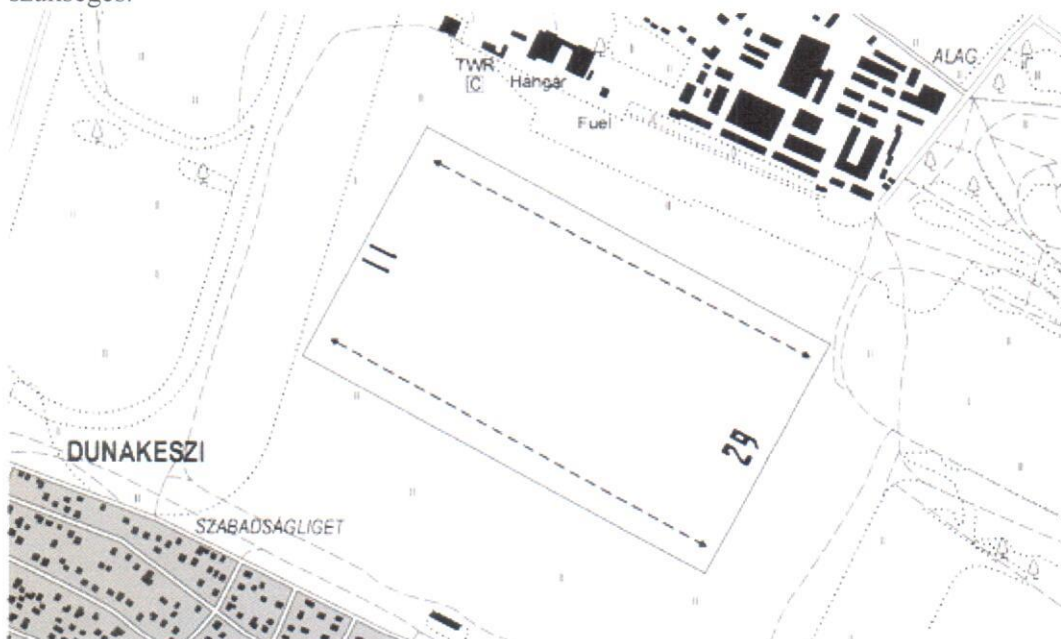
1.10. Repülőtér adatai

A fel- és a leszállás Dunakeszi (LHDK) repülőtéren történt 2015. április 26-án 17 óra 22, illetve 17 óra 25 perckor történt.

Az esetben érintett repülőtérnek érvényes működési engedélye volt.

Repülőtér elnevezése	Dunakeszi Repülőtér
Repülőtér ICAO kódja	LHDK
Repülőtér üzemeltetője	Malév Repülőklub
Repülőtér koordinátái (ARP)	47°37'04"N 19°08'36"E
Tengerszint feletti magassága	126m (413')
Futópálya iránya	11-29
Futópálya mérete	800x400 m
Futópálya felülete	fű
Futópályák állapota az esemény idején	száraz, karbantartott
Repülőtér osztálya	IV. osztályú, nem nyilvános repülőtér

A repülőtér paraméterei az eset bekövetkezésére nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.



7. ábra Dunakeszi repülőtér térképe (LHDK)

1.11. Adatrögzítők

A légi járművön adatrögzítő nem volt, az érintett légi jármű típusra nincs előírva.

1.12. Roncsra és becsapódásra vonatkozó adatok

Az esettel összefüggésben roncs nem keletkezett.

1.13. Orvosi vizsgálat adatai

Nem volt arra utaló információ, hogy fiziológiai tényezők, vagy egyéb akadályoztatás befolyásolta volna a hajózárszemélyzet cselekvőképességét.

1.14. Tűz

Az eset kapcsán tűz nem keletkezett.

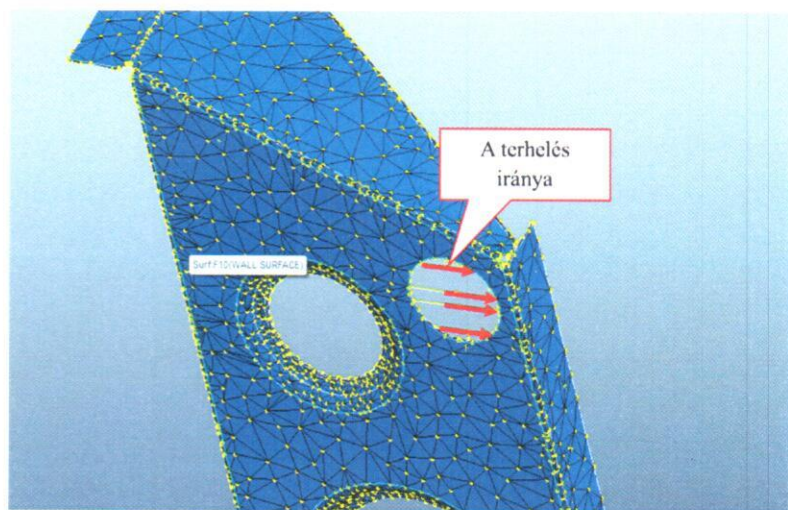
1.15. Túlélés lehetősége

Személyi sérülés nem történt.

1.16. Próbák és vizsgálatok

1.16.1. Az oldalkormány himbatartó lemez szerkezetanalízise

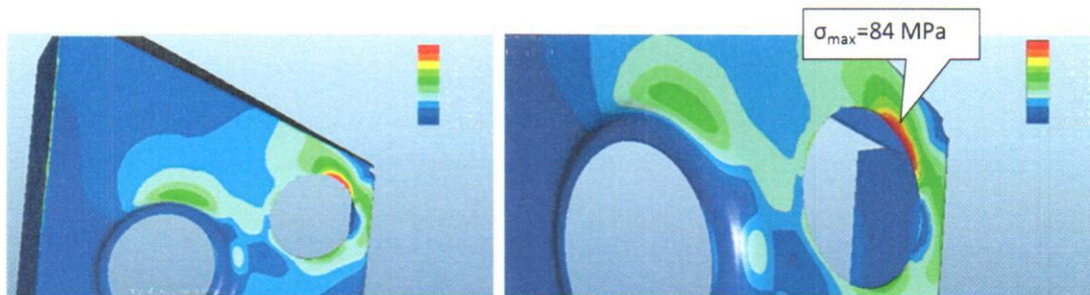
A vizsgálat során a Vb analizálta az oldalkormány himba tartó lemezt a feszültség eloszlása szempontjából. A Vb elkészítette az alkatrész 3 dimenziós modelljét és a légi jármű tervező számításai alapján feszültséganalízist végzett. Az első lépésben a tartón vége-selemes hálót generált. Ez a modell elemi részekre való felosztását jelenti (VEM) (8. ábra). Az elemi részekre felosztott modellen virtuális terhelést imitálva meghatározható volt a himbatartó lemezben fellépő legnagyobb feszültség helye és mértéke.



8. ábra A himbatartó lemez vége-selem modellje

A terhelés a himba csapágy radiális irányú, a légi jármű hossz tengelyével párhuzamos. Nagysága $1210/2 N=605 N$. A modell megalkotásakor a megfogó kényszerek a tartó, a

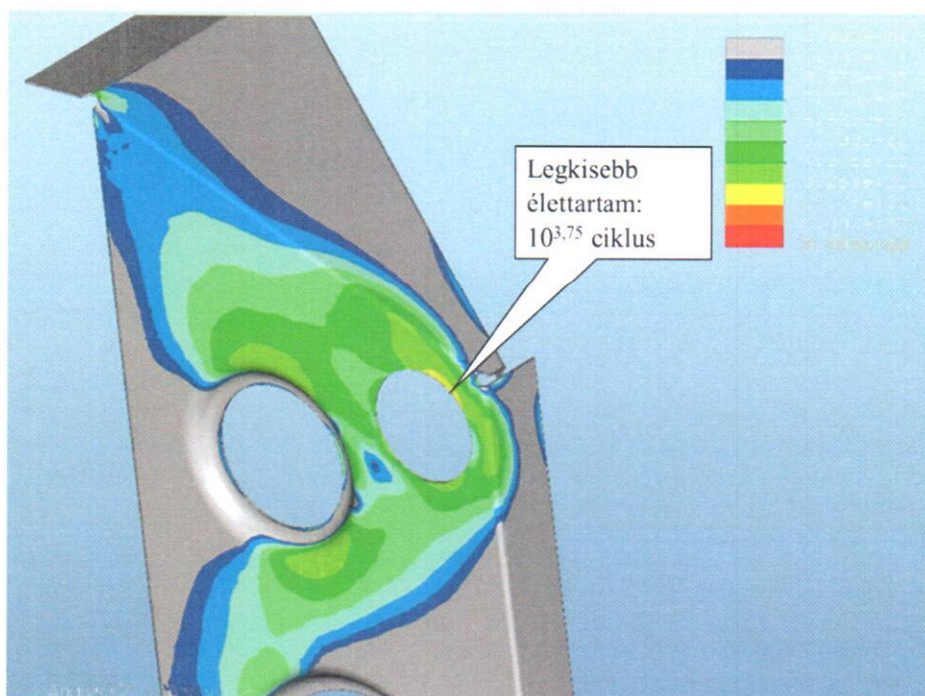
légijármű sárkányhoz rögzített elemeit alkották, így modellezve a valóságban működő szerkezeti elemet. A szerkezeti analízis eredménye a 9. ábrán látható.



9. ábra A himbatartó redukált feszültség eloszlása

A himbatartó lemezben fellépő legnagyobb feszültség az adott terhelés hatására 84 MPa. Ez a feszültség redukált (Von Mises számítási eljárásai szerint kalkulált). Az alumínium lemez megengedhető feszültsége 150MPa. Az ábrázolt feszültség eloszlás jól szemlélteti a himbatartó lemezben kialakult maximális feszültség helyét. Ez a csapágy persely és a himbatartó lemez közötti legrövidebb távolság felé irányul.

A Vb további vizsgálatokat folytatott a himba tartó lemezén, annak tekintetében, hogy az ismétlődő terhelések milyen módon befolyásolják a lemeztartó élettartamát. Kifáradásos terhelés esetén az anyagra jellemző maximális megengedhető feszültségnél kisebb feszültségen tönkremehet a tartó. Az igénybevétel bizonyos számú ismétlődése után egy, esetleg több feszültséggyűjtő helyről is hajszálrepedés indulhat el. Az elméleti anyagfáradásos vizsgálat számításai szerint megállapítható, hogy a himbatartó lemez kritikus részén a névleges terhelés hatására $10^{3,75}$ (kb.:5600) terhelési ciklus után repedés jelenik meg (10. ábra).

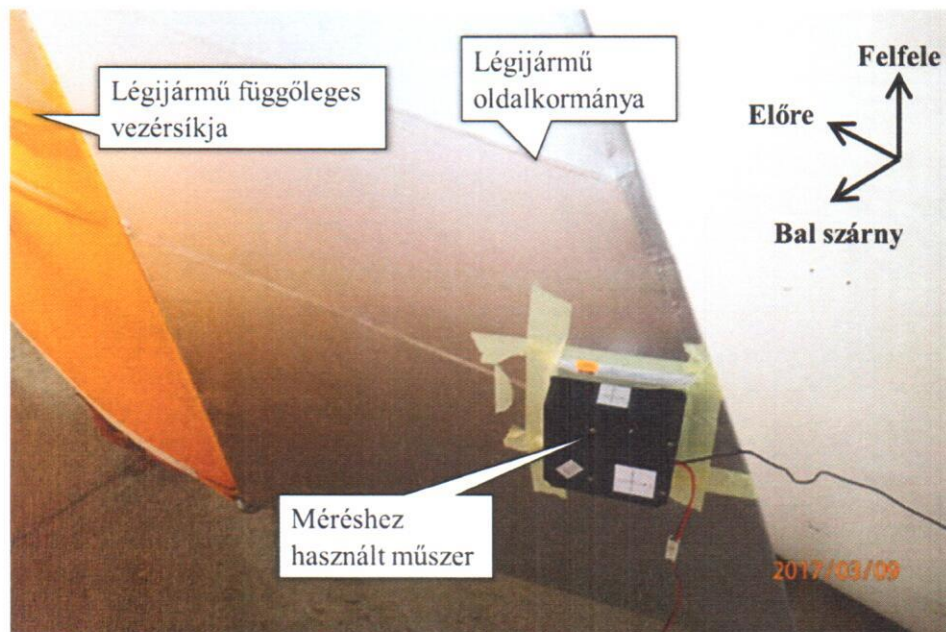


10. ábra A himbatartó lemez fáradásos vizsgálati eredménye

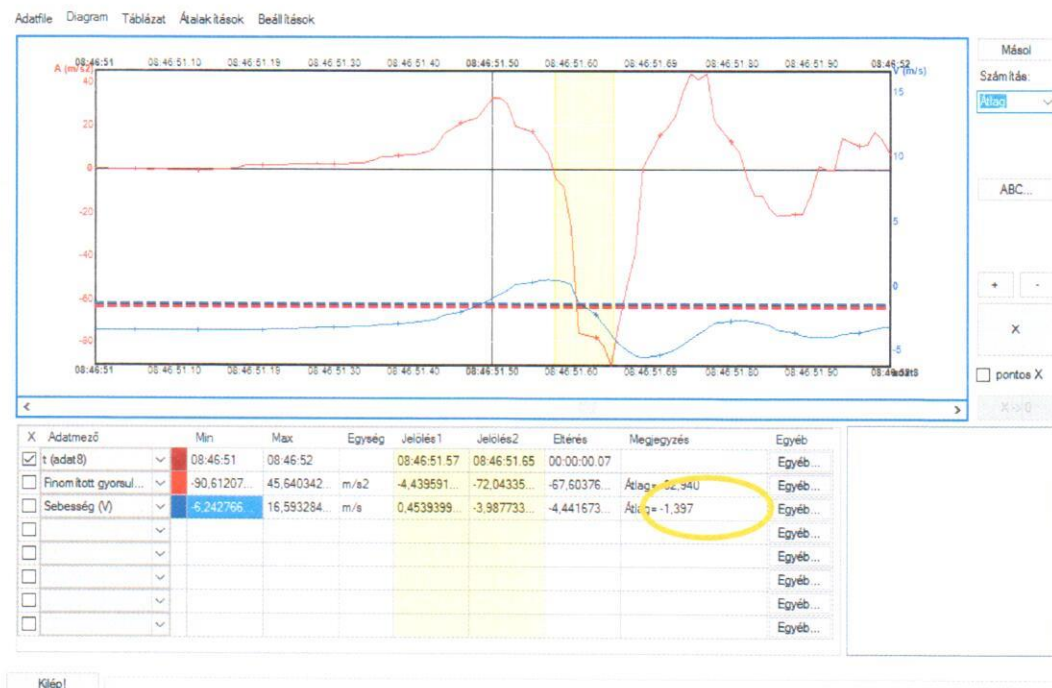
1.16.2. Az oldalkormány véghelyzetbe ütköztetéséből származó rúderő vizsgálata

A Vb célszerűnek látta további más terhelési esetek kapcsán is megvizsgálni a tartó igénybevételét. Az egyik ilyen terhelési eset, amikor a pilóta kormány ellenőrzést hajt végre

és végállásig kitéríti az oldalkormányt vagy a szél hatására az oldalkormány átcsapódik egyik véghelyzetből a másikba. Ezekben az esetekben a pedáloknál elhelyezett ütközőn végkitérésnél a pedálok felütköznek és a mozgásban levő rendszer hirtelen lelassul. Ezt a mozgásállapotot egy az oldalkormány felületére rögzített gyorsulásmérő segítségével mérte meg a V_b (11. ábra).



11. ábra Az oldalkormányra rögzített gyorsulásmérő



12. ábra A gyorsulásmérő mért adatai (sebesség, gyorsulás, idő)

A mért és számított értékek a következők szerint alakultak (12. ábra):

A forgásponttól 720 mm-re elhelyezett el a gyorsulásmérőn, a sebesség 0,07 másodperc alatt csökkent le a maximális sebességről nullára. Ezen idő alatt a gyorsulás átlagos értéke: -62 m/s^2 és az oldalkormány elfordulása: $11,7^\circ$ volt. További számítások eredménye, hogy az oldalkormány mozgató rúdon a rúderő átlagos értéke: $171,5 \text{ N}$. Ez az érték a 0,07 másodperc alatt lelassuló oldalkormány tehetetlenségéből számított átlagos rúderő.

1.16.3. A fordítóhimba és az azt takaró lemez vizsgálata

A hátsó ülés padlólemeze alatt elhelyezkedő himbát egy takaró lemez (13. ábra) védi. Ennek feladata egyrészt a fordító himba szennyeződésektől történő védelme, másrészt biztosítja a fordító himba szabad mozgását, megvédi az esetleges leeső tárgyaktól a fordító himba beakadását.

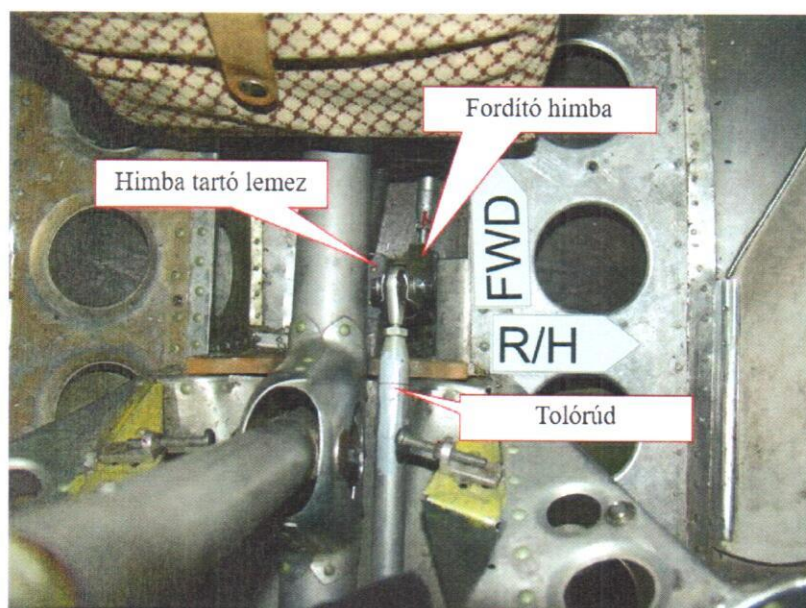


13. ábra A fordító himba takaró lemez (illusztráció)

A takaró lemez és a fordító himba felső éle között kicsi a hézag. Normál állapotban ezek nem is érintkeznek. Ha ez a takaró lemez ráhajlik a fordítóhimbára (pl.:ki- beszállás során rálépnek erre a lemezre) annak mozgását a következők szerint módosítja: a fordítóhimba felső része és a lemez között súrlódás alakul ki. Az anyag párosítása alumínium-alumínium. A köztük levő súrlódási tényező $\mu_0=1,04-1,05$. Az esetleg meghajlott lemez által a himbára ható erő maximuma, és a kialakult súrlódó erő 10,5 N.

A tervező által a fordítóhimba ezen karján számításba vett névleges terhelés 605 N, a súrlódás miatt ehhez hozzáadódik 10,5N, így a fordítóhimbára ható maximális erő 615,5 N. Ez 1,017-szeres terhelés növekedés a fordítóhimba karon.

A Vb megvizsgálta még a takarólemez eltávolítása után a himba tartó lemez szemrevételezési lehetőségeit. A kibontás után (14. ábra) a meghibásodott alkatrész (himba tartó lemez) ellenőrzése különösen nagy figyelmet és körültekintést igényel.



14. ábra: A padlólemez alatti oldalkormány vezérlés

1.17. Szervezeti és vezetési információk

A karbantartó szervezet a repülőeseményben érintett légi járművön 2015 március 15-én kezdte meg az időszakos éves karbantartást, amit 2015 március 20-án fejezett be a dokumentáció szerint. Az Időszakos Felülvizsgálati Utasítás szerint az éves időszakos és az 50 órás felülvizsgálat során is a padlólemezeket lebontva alapos szemrevételezéssel ellenőrizni kell a mechanizmusok épségét, sértetlenségét, és többek között az alábbiak szerint ellenőrizni kell az oldalkormány mozgatót is:

„Oldalkormány mozgató ellenőrzése:

Végezze el az oldalkormány és a pedálütőközök ellenőrzését (nem ütközhet hátul a kormánylap a felerősítő fül betétbe).

A mozgatót végigkövetve ellenőrizni kell a tolórudak, pedálok, himbák, görgők, kontraanyák, állítóvégek, bakok, valamint a környezetük állapotát. A csapágyazásokat meg kell tisztítani és ellenőrizni kell azok állapotát (max. tengelyirányú holtjáték: 0,6 mm. Az oldalirányú holtjáték alátéttel, távtartóval javítható) – végezze el a nem megfelelő csapágyak cseréjét és zsírozza meg a jó csapágyakat.

Egyes kritikus csapágyak ellenőrzéséhez – szükség esetén – a vásznat fel kell vágni a törzs oldalán.”

Továbbá kormánykitérés mérést kell végezni és annak eredményéről jegyzőkönyvet kell készíteni.

Az oldalkormány és annak mozgató mechanizmusára készült ellenőrző eljárás a Magyar Repülő Szövetség Évi Időszakos Felülvizsgálat utasítása alapján:

„Kormányok rugalmasságának és holtjátékának mérése:

...

Lábpedal: Oldalkormány lap rögzítve: A kitérést a pedáltalp magasságában kell mérni 1 kp terhelésnél.

- Lábpedal előre-hátra mozgatója: 15 mm, holtjáték: 2,0 mm”

Az üzemeltető szervezet által a Vb rendelkezésére bocsájtott vonatkozó mérési jegyzőkönyv alapján az üzemeltető a kormánykitéréseket megmérte és azokat dokumentálta. A mérések alapján kiállított mérési lap szerint a mért értékek a megengedett tűréshatáron belül voltak.

1.18. Kiegészítő információk

A Vb a fenti tényadatokon kívül következtetések levonása és biztonsági ajánlások megtétele szempontjából egyéb körülményt nem tart lényegesnek, ezért további adatokat nem kíván ismertetni.

1.19. Hasznos vagy hatékony kivizsgálási módszerek

A Vb számítógépes modellezést hajtott végre. Különböző terhelési állapotokra véges elemes feszültség analízist és deformációt számított (VEM) az oldalkormány himbatartó lemezén.

A Vb az oldalkormányt véghelyzetbe ütköztetve méréseket végzett. A méréseket az oldalkormány felületére szerelt gyorsulásmérő segítségével valósította meg. Az így megmért gyorsulás értékekből a láb kormányra ható rúderöket számolt.

2. Elemzés

A Vb az első helyszíni vizsgálat során megállapította és dokumentálta, hogy a légijármű oldalkormány megszorulásának az oka a fordító himba hibás működése. A fordító himba a forgási síkjából kibillent, és a fordító himba tartó lemez falához súrlódott, majd a peremében megakadt. A forgási sík megváltozása a csapágy tartó persely elmozdulása miatt történt. A persely azért tudott kimozdulni a tartó lemezből, mert a lemezben kialakított furat alakja a lemezben bekövetkezett repedés hatására megváltozott. A kiindulási kör alakú geometria a repedés hatására oválissá vált. A persely megtartotta az eredeti kör alakú formát, azonban az összeállításban a szoros illesztés megváltozott a megváltozott alakú lemez nem volt képes továbbra is szorosan, pozícióban tartani a perselyt.

A Vb megvizsgálta a légijármű tervezése során, 1962-ben elvégzett szilárdsági számításokat. A számításba vett gépelemek szilárdsága (csapterhelés, csapágyterhelés) megfelel a terhelés elviselésére. Az akkori követelmények szerint elvégzett tervezési munka nem terjedt ki a lemezalkatrészek szerkezet analízisére.

A megtervezett alkatrészben a perselyt tartó furat és a lemez legközelebbi sarokpontja közti távolság 8 mm. A Vb megvizsgálta a tartóban kialakulható feszültségeket (lásd: 1.16.1. pont). A számításba vett csapterhelés, ami a fordítóhimba tengelyére hat 1210N. A fordítóhimba tartólemezben kialakult csúcsfeszültség $\sigma_{red}=84\text{MPa}$. Figyelembe véve az alumínium lemez folyáshatárát a szerkezetben maradó alakváltozás ekkora terhelés hatására nem lép fel. Viszont fáradásos vizsgálatok eredményei szerint a repedés megjelenhet a himbatartó lemezben közel 5600 terhelési ciklus után a névleges terhelés hatására (lásd: 1.16.1. pont).

A Vb megvizsgálta azt a terhelési állapotot, amikor a fordítóhimba takaró lemez rágórbül a fordító himbára. Ez jelenség akkor alakulhat ki, ha a hátsó ülésben helyet foglaló személy rálép a fordítóhimba takaró lemezre, például ki-, vagy beszállás esetén. A számítások során a súrlódás miatt kialakult terhelés növekmény a fordító himbán maximum 1,017-szeres erőnövekedést okoz. Ez a növekedés elhanyagolható a tervezéskor figyelembe vett rüderőkhöz képest.

A Vb számításokat végzett arra a terhelési állapotra, amikor a pilóta véghelyzetbe téríti ki az oldalkormányt. A kitérített véghelyzetében fellépő oldalkormány rüderő kisebb, mint a tervezés során figyelembe vett névleges terhelés. Így egy esetleges erősebb láb kitérítés sem okoz a szerkezetben olyan károsodást, ami maradandó alakváltozással jár az alkatrészek tekintetében.

A lábpedálok kitérítés száma és így a himbatartó lemez életciklusa nem nyomon követhető adat, az alkatrészek várható életciklusa csak becsülhető. A gyártó Üzemeltetési Kézikönyve és az Üzemeltető szervezet karbantartási technológiája szerint is az 50 órás vagy az éves ápolások során ezeket az alkatrészeket alaposan megtisztítva és ellenőrizve hibamentes állapotban lehet csak üzemeltetni.

A vizsgálat során a Vb megállapította, hogy a kiszertelt persely (5. ábra) és persely rögzítő nagymértékben elhasználódott. A persely oldalfelületén látott mély kopásnyomok arra utalnak, hogy a persely a himbatartó lemezben már az utolsó felülvizsgálat előtt megforgott, megszűnt a szoros illesztés a persely és a himbatartó lemez között. A persely oldalfelületén látott peremezésre utaló utólagos megmunkálási nyomokból (5. ábra) pedig a Vb arra a következtetésre jutott, hogy ezt a hibát korábban már felismerték, és peremezéssel igyekeztek kijavítani.

A Vb álláspontja szerint a kellő alaposítással megvizsgált szerkezeten a nem megfelelő (peremezéssel) végrehajtott javítás, illetve a repedés időben észrevehető, és a hiba javításával a hasonló esetek elkerülhetőek.

Az esemény kockázatának értékelése során a Vb arra a megállapításra jutott, hogy amennyiben a kormány működési rendellenessége a repülés során lépett volna fel, akkor az eset lényegesen súlyosabb következményekkel is járhatott volna.

3. Következtetések

3.1. Ténymegállapítások

Az oktató az eset idején megfelelő jogosultsággal, és képesítéssel, az adott repülési feladatra megfelelő tapasztalattal rendelkezett.

A légi jármű repülésre alkalmas volt a repülőesemény előtt. Rendelkezett érvényes légi alkalmassági bizonyítvánnyal. Az okmányai alapján az érvényben lévő előírásoknak, és az elfogadott eljárásoknak megfelelően felszerelték.

A légi jármű karbantartása során, pontosan nem meghatározható időpontban, a persely meglazulását felismerték, de nem megfelelő módon, peremezéssel javították. Ezt az állapotot az utolsó felülvizsgálat nem tárta fel.

Az üzemeltető szervezet által a Vb rendelkezésére bocsájtott vonatkozó mérési jegyzőkönyv alapján az üzemeltető a kormánykitéréseket megmérte és azokat dokumentálta. A mérések alapján kiállított mérési lap szerint a mért értékek a megengedett tűréshatáron belül voltak.

Leszállás után kigurulás közben az oldalkormány megszorult.

Az oldalkormányt mozgató fordító himba kifordult az eredeti forgási síkjából és megakadt a fordító himba tartó lemezén.

A szakmai vizsgálat során a Vb megállapította, hogy a tervezéskor figyelembe vett kormányerők hatására a himbatartó lemezben a kialakult feszültség legnagyobb értéke nem haladja meg az anyagára jellemző maximális megengedhető feszültség határértékét. Azonban a himba tartó lemez a ciklikusan változó névleges terhelés hatására megrepedhet. Az üzemelés során a terhelési ciklus szám pontosan nem nyomon követhető.

A fordító himbára esetleg ráfeszülő takarólemez nem okoz akkora terhelés növekményt, ami a himbatartó lemez törését okozná.

Az oldalkormány végkitérítése esetén fellépő rúderők nem nagyobbak, mint a tervezés során figyelembe vett névleges terhelés. A teljesen kitérített és felütközött oldalkormány nem hoz létre akkora terhelést, ami károsíthatná az oldalkormány himba tartó lemezét.

Az éves és 50 órás ápolások során végrehajtott ellenőrzésekkor a repedések keresése a kritikus alkatrészekeken fokozott figyelmet igényel. A megrepedt alkatrészek holtjáték méréssel egyértelműen nem kimutathatóak. Vizuális ellenőrzés szükséges, melyet a felülvizsgálati technológia is előír.

A repülőtér jellemzőire vonatkozóan nem merült fel olyan információ, ami az eset bekövetkezésével kapcsolatba hozható lenne.

3.2. Esemény okai

A Vb a szakmai vizsgálata során arra a következtetésre jutott, hogy az eset bekövetkezésének okai azok voltak, hogy

- a felülvizsgálatok során a himba tartó lemez nem kellő alaposággal került átvizsgálásra,
- fáradásos igénybevétel következtében az oldalkormány himbatartó lemezben repedés alakult ki, és a repedés miatt az oldalkormány himbatartó lemezbe illesztett csapágypersely és az ehhez kapcsolódó himbatengely a forgássíkból kifordult, és a fordító himba megakadt a himbatartó lemezben.

A fentiekén túl a Vb a szakmai vizsgálat során arra következtetésre jutott, hogy:

- az eset bekövetkezésének kockázata csökkenthető lett volna az oldalkormány himbatartó lemezbe illesztett csapágypersely kicserélésével.

4. Biztonsági ajánlások

A KBSZ Vizsgálóbizottsága nem talált olyan körülményt, ami biztonsági ajánlás kiadását indokolná.

5. Tanulságok

A repülésbiztonság javítása érdekében a Vb felhívja a karbantartást, javítást végző szervezetek, személyek figyelmét arra, hogy az R-26SU Góbé típusú repülőgépek felülvizsgálatai során az oldalkormány himbatartó lemez, és az abba illesztett csapágy (csapágypersely) állapotának részletes (szükség esetén, a törzs oldalán a vászon felvágásával történő) ellenőrzése, és meghibásodás esetén azok szakszerű javítása nem elkerülhető. A meghibásodott csapágyakat, és csapágyperselyeket ki kell cserélni, azok peremezéssel vagy egyéb módon nem javíthatóak.

Budapest, 2018. június „19.”



dr. Nacs Zsuzsanna
Vb vezetője



Torvaji Gábor
Vb tagja