



ZÁRÓJELENTÉS

2009-192-4P

LÉGIKÖZLEKEDÉSI RENDELLENESSÉG

Balatonfüred

2009. augusztus 19.

ECUREUIL, AS 350B

HA-BDC

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

Jelen vizsgálatot

- a légi közlekedésről 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. Törvényben, valamint a 20/1997. (X. 21.) KHVM rendelet 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: Kbvt.),
- a légiközlekedési balesetek, a repülőesemények és a légiközlekedési rendellenességek szakmai vizsgálatának szabályairól szóló 123/2005. (XII. 29.) GKM rendeletben foglaltak alapján,
- illetve a Kbvt. eltérő rendelkezéseinek hiányában a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL. törvény rendelkezéseinek megfelelő alkalmazásával folytatta le a Közlekedésbiztonsági Szervezet.

A Kbvt. és a 123/2005. (XII. 29) GKM rendelet együttesen a következő uniós jogi aktusoknak való megfelelést szolgálják:

- a) a Tanács 94/56/EK irányelve (1994. november 21.) a polgári légiközlekedési balesetek és repülőesemények vizsgálatának alapvető elveiről,
- b) az Európai Parlament és a Tanács 2003/42/EK irányelve (2003. június 13.) a polgári repülésben előforduló események jelentéséről.

A Közlekedésbiztonsági Szervezet illetékessége a 278/2006. (XII. 23.) Korm. rendeleten alapul.

Fenti szabályok szerint

- A Közlekedésbiztonsági Szervezetnek a légiközlekedési balesetet és a súlyos repülőeseményt ki kell vizsgálnia.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet mérlegelési jogkörében eljárva kivizsgálhatja azokat a repülőeseményeket, illetve légiközlekedési rendellenességeket, amelyek megítélése szerint más körülmények között közlekedési balesethez vezethettek volna.
- A szakmai vizsgálat független a közlekedési baleset, illetve az egyéb közlekedési esemény kapcsán indult más közigazgatási hatósági, szabálysértési, illetve büntetőeljárástól.
- A szakmai vizsgálat során a hivatkozott jogszabályokon túlmenően az ICAO Doc 6920/9756 Légijármű balesetek Kivizsgálási Kézikönyvben foglaltakat kell alkalmazni.
- Jelen Zárójelentés kötelező erővel nem bír, ellene jogorvoslati eljárás nem kezdeményezhető.

A Vizsgálóbizottság tagjaival szemben összeférhetlenség 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, a KBSZ főigazgatója által elfogadott és az észrevételek megtétele céljából – rendeletben meghatározott – érintettek számára megküldött Zárójelentés-tervezet szolgált.

A Zárójelentés-tervezet megküldésével egyidejűleg a KBSZ főigazgatója értesítette az érintetteket a záró megbeszélés időpontjáról, és arra meghívta az érintett személyeket, szervezeteket.

A 2010. május 25-én megtartott záró megbeszélésen az üzemeltető szervezet műszaki vezetője és tervező és dokumentációs mérnöke vett részt.

Az észrevételek és a megküldött írásos anyag a Zárójelentésbe bedolgozásra kerültek a Vb által.

MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

| | |
|---------|---|
| GKM | Gazdasági és Közlekedési Minisztérium |
| ICAO | International Civil Aviation Organization Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet |
| KBSZ | Közlekedésbiztonsági Szervezet |
| Kbvt. | A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény |
| KHVM | Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium |
| NKH LI | Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatósága |
| NKH PLI | Nemzeti Közlekedési Hatóság Polgári Légiközlekedési Igazgatósága (2007. június 30-ig) |
| OMSZ | Országos Mentőszolgálat |
| Vb | Vizsgálóbizottság |

AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| Eset kategóriája | | légiközlekedési rendellenesség ¹ |
| Légijármű | gyártója | Aerospatiale S.N.I. |
| | típusa | ECUREUIL AS 350B |
| | felség- és lajstromjele | HA-BDC |
| | gyári száma | 1715 |
| | tulajdonosa | Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. |
| | üzembentartója | Magyar Légimentő Nonprofit Kft. |
| | bérlője | Országos Mentő Szolgálat |
| Eset | napja és időpontja | 2009. augusztus 19. |
| | helye | Balatonfüred |
| Eset kapcsán | elhunytak száma | 0 |
| | súlyos sérültek száma | 0 |
| Légijármű rongálódásának mértéke | | Jelentős |
| Lajstromozó állam | | Magyar Köztársaság |
| Lajstromozó hatóság | | NKH LI |
| Gyártást felügyelő hatóság | | DGAC (Franciaország) |
| Eset helyszíne alapján illetékes kivizsgáló szervezet | | KBSZ |

Bejelentés, értesítések

A KBSZ ügyeletére az esetet 2009. augusztus 19-én 08 óra 33 perckor az illetékes üzemeltető főmérnök jelentette be.

A KBSZ ügyeletese

- 2009. augusztus 19-én 08 óra 49 perckor jelentette a KBSZ ügyeletes vezetőjének, majd
- 2009. augusztus 19-én 08 óra 58 perckor tájékoztatta az NKH LI ügyeletesét.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ főigazgatója a "légi közlekedési rendellenesség" vizsgálatára 2009. augusztus 19-én az alábbi Vizsgálóbizottságot (továbbiakban Vb) jelölte ki:

| | | |
|-------------|---------------|----------------------|
| Vb vezetője | Papp István | balesetvizsgáló |
| Vb tagja | Eszes János | balesetvizsgáló |
| Vb tagja | Lesták Mihály | baleseti helyszínelő |

Az eseményszűrés áttekintése

A Vb 10 óra 30 perckor érkezett a vizsgálat helyszínre. A helyszíni vizsgálatot az azonosítás után a KBSZ Vb tagjai a rendőrséggel párhuzamosan végezték. A vizsgálat rögzítette a légijármű kabin kezelőszerveinek helyzetét, a kapcsolók állását, a jelzőműszerek leolvasható értékeit, a sérült légijármű helyzetét és a sérülés mértékét.

A Vb a helyszínen meghallgatta a légijármű vezetőjét.

A tanúk meghallgatása és a szemle után a rendőrség a sérült légijárművet lefoglalta és további vizsgálat céljából a Balatonfüredi OMSZ hangárba szállította.

A Vb a helyszíni vizsgálatot 15 óra 50 perckor befejezte.

A jelen zárójelentés-tervezet a helyszíni szemle alapján készült.

¹ Olyan – nem a repülés tartama alatt bekövetkezett – működési zavar, amely a repülésbiztonságot befolyásolja vagy befolyásolhatta, de amely nem okozott balesetet vagy súlyos repülőeseményt.

Az eset rövid áttekintése

A magyar állami tulajdonú, Magyar Légimentő Nonprofit Kft. által üzemeltetett ECUREUIL AS 350B típusú légimentő helikopteren, az adott napon, időszakos karbantartási műszaki munkák keretében, földi hajtóművezés végzése közben faroklégcsavar vibrációt ellenőriztek. A technológiai munkavégzés közben a helikopter az erők és nyomatékok egyensúlyának felbomlása miatt először elfordult a függőleges tengelye körül balra, majd a hossztengelye körül a jobb oldalára dőlt, és a helikopter ezt követően került nyugalomba a földön.

Személyi sérülés nem történt.

A légiközlekedési rendellenesség helyszínéhez közel parkoló három személygépkocsiban a szétszóródó alkatrészek károkat okoztak.

A helikopter gazdaságosan nem javítható.

1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

1.1 A földi műszaki tevékenység lefolyása

Az adott napon a HA-BDC lajstromjelű légimentő helikopteren a karbantartási munkák befejezése után a szerelők végrehajtották a repülés előtti előkészítést, majd a légijárművezető átvette a helikoptert. Ezt követően 07 óra 30 perckor kezdődött az együttes tevékenység a szerelőkkel. A helikoptert kitolták a hangár előtti betonra, orrával keleti irányba. A két év után esedékes műszaki karbantartási, ápolási munka befejező földi tevékenysége a technológia szerint a faroklégcsavar vibráció mérése volt.

A műszaki személyzet még egyszer ellenőrizte a (bulletin) hivatalos kiadvány alapján végrehajtott munkát és a vezetőfülke bal oldalán, a pilóta mellett felszerelt mérő berendezést mérésre alkalmas állapotba hozta. A légijárművezető eközben a légiüzemeltetési utasítás szerint ellenőrizte a légijárművet földi indítás előtt (elmondása szerint ellenőrizte és rögzítette a kormányserveket). Az indítást rendszerben végrehajtotta, és megkezdték a faroklégcsavar vibráció mérését 270 fordulat/perc forgószárny fordulaton. A műveletet a pilóta az indítókaral vezérelte és semmilyen rendellenes vibrációt nem tapasztalt a kabinban. Közben a külső áramforrást lecsatlakoztatták, és a pilóta a generátorra kapcsolta a fogyasztókat. A légijármű bal oldalán tartózkodó két fő műszaki értékelte a megjelenő információt. A műszer kiírta a technológiának megfelelő értéket, ekkor a pilóta azt az utasítást kapta a mérést végző műszaki személytől, hogy növelje a forgószárny fordulatot 100%-ig, azaz 370 fordulat/perc értékre (repülési helyzetbe). A légijárművezető növelte a hajtómű teljesítményét és a forgószárny fordulataát. A forgószárny fordulata 300 fordulat/perc fölött volt, amikor a pilóta szokatlan rezonancianövekedést és mozgást tapasztalt a helikopteren. Első pillanatokban ezt a betonnak tulajdonította (úgy vélte, hogy nincs megfelelő felfekvése a jobb oldali csúszótalpnak, erre utaló jelek láthatóak voltak a betonon, kb. 100-120 mm. széles csíkban festéknyomok formájában). Ekkor a légijármű kicsit balra fordult és jobbra dőlt és a baloldali talpa felemelkedett a földtől (ezt a szokatlan mozgást érzékelte a két szerelő is, akik a vezetőfülke baloldalán álltak részben a csúszótalpon, részben a kabin padlózatra támaszkodva végezték az ellenőrzést, a váratlan felemelkedésre nem számoltak és egyensúlyukat elveszítve hátraestek, a kialakult helyzetet veszélyesnek érzékelték, ezért gyorsan elhagyták a helikopter közelségét). Ezzel mintegy csökkentették a helikopter súlyerőt a felhajtóerőhöz képest, és tovább növelték az erők egyensúlya megbomlásának lehetőségét. A pilóta azonnal próbált kormányservekkel korrigálni, eredménytelenül, mert a rögzített kormányservek miatt csak durva kormánymozdulatokkal tudott beavatkozni. Ezért haladéktalanul leállította a működő hajtóművet. Amikor a forgószárny elérte a földet, akkor a pilóta már a forgószárnyat fékezte. A sérült légijármű 90⁰-ot balra elfordulva, jobb oldalára dőlve került nyugalomba.

Az esemény bekövetkezése után a légijárművezető kikapcsolta a kapcsolókat és áramtalanította a légijárművet. Kikapcsolta a bekötőhevederét és külső segítséggel kimászott a felborult légijárműből.

A légiközlekedési rendellenesség helye: Balatonfüred N 46⁰ 56' 58" E 017⁰ 52' 40", tengerszint feletti magasság 131 méter, a helyi idő 07 óra 51 perc, nappal, jó látási viszonyok között.

Külső vizsgálat során található sérülések: a forgószárnyak széttörték, a vízszintes vezérsík jobb oldala sérült, a jobb oldali ajtók sérültek, a vezérlőautomata sérült.

1.2 Személyi sérülések

Személyi sérülés nem történt.

1.3 A légi jármű sérülése

A helikopteren látható sérülések: a forgószárnyak deformálódtak és eltörtek, a forgószárny vezérlőautomatán több alkatrészen törés látható (dinamikus rúd az alábbi képen nyíllal jelölve), a reduktor burkolat deformálódott, a jobb oldali vízszintes vezérsík sérült és a jobb oldali ajtó deformálódott.



A helikopter nem javítható gazdaságosan.

1.4 Egyéb kár

A légiközlekedési rendellenesség helyszínéhez közel parkoló három személygépkocsiban a szétszóródó alkatrészek rongálást okoztak.

1.5 A személyzet adatai

1.5.1 A légi jármű parancsnoka

| | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Kora, neme | | 53 éves férfi |
| Szakszolgálati engedélye érvényessége | Szakmai | 2009. 12. 31. |
| | Egészségügyi | 2009. 10. 18. |
| | Képesítései | CPL/H A, B |
| | Jogosításai | Oktató, Berepülő, Teheremelő |
| Repült ideje/felszállások száma | Összesen | 4 533 óra / 17 388 felszállás |
| | Megelőző 30 napban | 7,25 óra |
| | Megelőző 7 napban | 0 |
| | Megelőző 24 órában | 0 |
| Légi jármű kategóriánként összesen | | A: 2 120 óra, B: 2 413 óra |
| Az érintett típuson összesen | | 1 335 óra |

1.6 A légi jármű adatai

1.6.1 Légialkalmassági bizonyítványának érvényessége: 2010. 02. 20.

1.6.2 Általános adatok

| | repült idő | leszállások száma |
|-------------------------|------------|-------------------|
| Gyártás óta | 3239,18 | 9379 |
| Utolsó nagyjavítás óta | 356,03 | 1136 |
| Utolsó karbantartás óta | 0,00 | 0 |

1.6.3 A légi jármű hajtómű adatai

Hajtómű típusa: Arriel 1B

Hajtómű gyári száma: 4342

| | repült idő |
|-------------------------|-------------|
| Gyártás óta | 3239,18 óra |
| Utolsó nagyjavítás óta | 356,03 óra |
| Utolsó karbantartás óta | 0,00 óra |

1.6.4 A főreduktor adatai

| | repült idő |
|-------------------------|-------------|
| Gyártás óta | 3239,18 óra |
| Utolsó nagyjavítás óta | 356,03 óra |
| Utolsó karbantartás óta | 0,00 óra |

1.6.5 A farokrotor típusa: 355-A12-0040-008

Gyári száma: 11855

1.6.6 A légi jármű terhelési adatai

| | | |
|--|-------------------|------------|
| Üres tömeg | 1 228 kg | |
| Tüzelőanyag tömege | 341 kg | |
| Kereskedelmi terhelés tömege | 0 kg | |
| Összesen | 1 569 kg | |
| Megengedett összes tömeg | 1 950kg | |
| Az eset idején a tömeg középponti helyzete | 3,35 | index szám |
| A megengedett súlypont helyzete | 3.15- tól 3,55-ig | index szám |

A tömeg és a tömegközéppont az előírt határokon belül volt.

A használt tüzelőanyag fajtája: JET A1

A légi jármű terhelési adatai az esemény lefolyására nem voltak hatással, ezért további részletezésük nem szükséges.

1.7 Meteorológiai adatok

A légi közlekedési baleset időszakában Balatonfüred térségében a következő időjárási paraméterek voltak mérhetőek:

2009. augusztus 19-én 07 óra 51 perckor (helyi idő szerint) szél nem volt, hőmérséklet 22 C⁰, látástávolság 10 km felett, légnyomás 1024 hPa, felhőzet nem volt, anticiklonális légköri viszonyok voltak az uralkodók.

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

1.8 Navigációs berendezések

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

1.9 Összeköttetés

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

1.10 Repülőtéri adatok

Az esetben érintett nem nyilvános fel-leszállóhely üzemeltetési engedélye érvényes.

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

1.11 Légi jármű adatrögzítők

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

1.12 A roncsra és a becsapódásra vonatkozó adatok

A légi közlekedési rendellenesség helye: N 46⁰ 56' 58" E 017⁰ 52' 40" tengerszint feletti magasság 131 méter, ideje helyi idő 07 óra 51 perc.

A Vb észrevétele a sérült légi járműről:

Külső vizsgálat: a forgószárny lapátok széttörttek, a jobb oldali vízszintes vezérsík sérült, a jobb oldali ajtók sérültek, a vezérlőautomata sérült.

Kabin vizsgálat: a kapcsolók kikapcsolva, a botkormány rögzítve, a kollektív kar középső állásban kirögzítve, a hajózó sisak a padlón, a magasságmérő nyomásértéke 1024 hPa-ra állítva.

A Vb nem talált az eseményt megelőzően keletkezett és kijavíthatatlan hibára utaló nyomokat.

1.13 Az orvosi vizsgálatok adatai

A személyzet esemény előtti és közbeni pszichofizikai állapotáról adatok nem állnak rendelkezésre.

Igazságügyi-orvosszakértői vizsgálatra nem került sor.

1.14 Tűz

Az eset kapcsán tűz nem keletkezett.

1.15 A túlélés lehetősége

A légi járművezető használta a bekötőhevedert (a pilótasisakot nem), a rendellenesség a földön történt és a terheléseket a törzs felvette.

Személyi sérülés nem történt.

A mentőegységek értesítésére nem került sor, mivel az eset egy mentőbázison történt.

A mentés nem szenvedett késedelmet, a kollégák azonnal segítettek a pilótának elhagyni a sérült légi járművet.

1.16 Próbák és kísérletek

Próbákat, kísérleteket a Vb nem végeztetett.

1.17 Érintett szervezetek jellemzése

Az érintett szervezetek jellemzői az eset bekövetkezésére nem voltak hatással, ezért azok részletezése nem szükséges.

1.18 Kiegészítő adatok

A Vb a fenti tényadatokon kívül következtetések levonása szempontjából egyéb körülményt nem tart lényegesnek.

1.19 Hasznos vagy hatékony kivizsgálási módszerek

Az elszakadt dinamikus rúd átadásra került a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar Járműelemek és Hajtások Tanszékére annak megállapítása céljából, hogy a rúd törése az eset oka vagy okozata volt-e.

A szakértői vélemény megérkezett, melyet a Vb tanulmányozott és felhasznált a zárójelentés-tervezet elkészítésében. (2. sz. melléklet)

A talajrezonancia jelenség megállapításának kizárása céljából a Vb vezetőjének kérésére az üzemeltető elvégezte a futómű lengéscsillapítók karakterisztikájának mérését, melynek eredményét az 1. sz. melléklet tartalmazza.

2. ELEMZÉS

A vizsgált helyszín szemrevételezésekor tapasztaltak, a tanúmeghallgatáson elhangzottak, a térfigyelő kamera által rögzítettek az alábbi elemzést teszik lehetővé.

A légiközlekedési rendellenesség létrejöttének lehetséges körülményeit figyelembe véve a Vb a vizsgálatait a következő fő irányokban terjesztette ki:

1. A talajrezonancia jelenség kialakulásának lehetséges körülményei.
2. A vezérlőautomata dinamikus rúd elszakadása okának vizsgálata.
3. A hajtóműindítás szükséges feltételei meglétének vizsgálata.

2.1 A talajrezonancia jelenség kialakulásának lehetséges körülményei

Helikopterek földön történő üzemeltetése során előfordulhat az a veszélyes önlengési fajta, amit **talajrezonanciának** nevezünk. A talajrezonancia esetén kezdetben a helikopter egyik oldaláról a másikra hintázni kezd, anélkül, hogy a futómű elemelkedne a talajtól. A hintázás igen gyorsan eléri azt a nagyságrendet, amelynél a helikopter jobb, illetőleg bal futóművét elemeli a földtől. A rotor által keltett gerjesztés, a törzs tömege és a futómű rugalmassága együttesen egy lengő rendszert alkot. Amennyiben valamely fordulatszám megfelel a lengőrendszer egy sajátfrekvenciájának, rezonancia jöhet létre. Az öngerjesztés eredményeként a helikopter nemcsak a futóművét törheti össze, hanem a forgószárnyak a földre ütődhetnek és a helikopter fel is borulhat.

Mivel talajrezonancia estén a helikopter egész rezgési folyamata, a kezdettől a veszélyes helyzet keletkezéséig igen rövid idejű (kb. 4-6 másodperc), a helikoptervezetőnek gyorsan és pontosan kell tevékenykednie. Ha a helikoptervezető a földön (pl. hajtóműpróba közben) **talajrezonancia jeleit** észleli, **a kollektív kart azonnal alsó helyzetébe kell helyeznie, a hajtóművet alapjáratú üzemmódra állítania, szükség esetén ki is kell kapcsolnia.** A talajrezonancia ellen a lengő rendszer megfelelő kialakításával és a gerjesztés csökkentésével lehet védekezni. Bevált helikoptertípusoknál a jelenség általában műszaki okból vagy üzemeltetési hibából következhet be.

A talajrezonancia nem azonos a forgószárny megforgatásakor fellépő csillapodó amplitúdójú hintázó mozgással. Az utóbbi rendszerint a forgószárny fordulatanak növelésekor kezdődik és az indított hajtómű alapgáz fordulatszámának elérésekor megszűnik.

A Vb a helyszíni szemle során szerzett tapasztalatok és a tanúmeghallgatások alapján a következőket állapította meg:

A szóban forgó helikopteren a karbantartási munkák elvégzése után, Chadwig VXP vibrációmérő berendezés segítségével faroklégcsavar és forgószárny vibráció ellenőrzést szándékoztak végezni. Ennek végrehajtásához indított hajtóművet a helikoptervezető, miközben két mérnök műszeres ellenőrzést végzett a helikopter bal csúszótalpán állva, kézzel a kabin padlójára támaszkodva. A 270 fordulat/perc forgószárny fordulatszám melletti mérés eredményes befejezése után a helikoptervezető – utasításra - tovább növelte a forgószárny fordulátát kb. 310-320 fordulat/perc értékre. Ekkor szokatlan, növekvő intenzitású vibrációt érzékelt. A helikopter szokatlan mozgását észlelte a két mérnök is, akik veszélyesnek értékelték a helyzetet, és gyorsan elhagyták a helikoptert. A helyszíni térfigyelő kamera által készített videofelvételen látható, hogy a helikopter stabilizátora megmozdul. 2 másodperccel később kicsit megemelkedett a helikopter orra és jobbra mozdult kb. 5-8^o-ot. A jobb oldali futó mellső része kb. 30, a baloldali kb. 20

centiméterre emelkedett a talajtól. Ez arra utal, hogy a felhajtóerő hirtelen megnőtt és nagyobb lett, mint a súlyerő. A felhajtóerő növekedését a kollektív kar felemelkedése okozta. Az egyenetlen emelkedés valószínű oka az volt, hogy a két személy súlya a helikopter baloldali szántalpán keresztirányú kiegyensúlyozási elégtelenséget eredményezett, amelyet a botkormány rögzítése miatt a pilóta nem tudott az eredő vonóerő vektor irányával megfelelő irányba korrigálni. Ezt követően a helikopter elfordult balra (valószínűleg a hirtelen útirányú beavatkozás hatására) és bedőlt jobbra, 10-12^o-ra. A helikoptervezető (elmondása szerint) a helikopter emelkedésének pillanatában leállította a hajtóművet (a helikoptervezető a helikopter viselkedéséből arra következtetett, hogy „talajrezonancia jelenség” kezd kialakulni). Ezt az ipari kamera videofelvétele is igazolja. Ekkor a jobb oldali csúszótalp teljes hosszában a guruló úton volt, a bal pedig megközelítőleg 40-50 cm magasságban. A helikopter a jobb oldali csúszótalpon csúszva-bedöntve elfordult kb. 90^o-ot balra. A bemozdulás megkezdésétől számított 4. másodperc végén a helikopter jobbra dőlt kb. 40^o-ra, a forgószárny sík balra döntve (a helikoptervezető a botkormánnyal igyekezett ellensúlyozni az elmozdulást), a forgószárnyak a beállítási szög növekedése miatt még nagyobb mértékben felfelé hajlanak, a még nem felszálló fordulatszám ellenére is. (A Vb a kollektív kart felső helyzetében, kioldott állapotban találta.) Az 5. másodpercben a bedőlés kb. 70^o, a forgószárny sík kiesik a térfigyelő kamera látószögéből, törött forgószárny darabok láthatók a képen. A 6. másodpercben a helikopter teljesen a jobb oldalára borult és nyugalomba került.

A talajrezonancia jelenség megállapításának kizárása céljából a Vb vezetőjének kérésére az üzemeltető elvégezte a futómű lengéscsillapítók karakterisztikájának mérését (1. számú melléklet). A karbantartási és ellenőrzési technológia által előírt adatok és a mért adatok szerint a futómű csúszótalp lengéscsillapítók karakterisztikája a bevizsgálási munkalap alapján **megfelelő volt**.

A tanúk által elmondottak sem igazolják a talajrezonancia mozgás létrejöttét.

Összességében, a futómű lengéscsillapítók mért karakterisztikája, valamint a szemtanúk által elmondott mozgások alapján nagy valószínűséggel ki lehet zárni a talajrezonancia jelenséget a légiközlekedési rendellenesség okai közül.

2.2 A vezérlőautomata dinamikus rúd elszakadásának vizsgálata

A Vb vezetőjének kérésére az üzemeltető az elszakadt dinamikus rudat anyagbevizsgálás céljából átadta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar Járműelemek és Hajtások Tanszéknek. (2. számú melléklet: A vezérlőautomata dinamikus rúd vizsgálati jegyzőkönyve.)

Az alkatrész sérülésének jellege olyan dinamikus hatásra utal, mely egyértelműen az alkatrész jelentős terhelését igazolja. Az önbeálló gömbcsuklós siklócsapágy (GL-szem) tövében az alakváltozás mértéke arra enged következtetni, hogy a földnek ütközés pillanatában az alkatrész még sértetlen volt, felvette az ütközésből adódó terhelést, aminek hatására képlékenyen alakváltozott, a GL-szem befogott rúdként meghajlott, majd statikus teherbírásán túlhaladva eltört.

Tehát összességében a vezérlőautomata dinamikus rúdjának elszakadását a földhöz való ütközés okozta, vagyis következménye és nem előidézője az eseménynek.

2.3 A hajtóműindítás szükséges feltételei meglétének vizsgálata.

Az indításra előkészített légijárművet az indítási helyre állították a szakemberek, a munkaterület tiszta volt és alkalmas a feladat végrehajtására.

A légijárművezető a „Légiüzemeltetési utasítás” 4 fejezetében leírtak szerint végrehajtotta a légijármű indítása előtti teendőket. Az időjárás alkalmas volt, derült ég, szél nem fúj, tehát zavaró tényező nem volt.

A helikopteren a karbantartási munkák elvégzése közben végrehajtásra került a No.67.00.37. számú figyelmeztető szerviz bulletin. Ezzel kapcsolatban a bulletin 1.D. fejezete leírja, hogy a „Forgó forgószárny mellett végzett, felszállás előtti hidraulika ellenőrzéskor előfordulhat, hogy a kollektív kar rögzítője magától kinyílik, és a kollektív kar felfelé elmozdul, a forgószárny beállítási szög növekedése miatt felszállás következhet be, amely a helikopter felborulásához vezethet”.

Az új típusú kollektív karrögzítő **lencse** alakú, mely biztonságosabban rögzíthető, mint a korábbi **lapos alakú alkatrész**. Az indítás előfeltétele, hogy a botkormányt és a kollektív kart rögzíteni kell. A tanú elmondása szerint ez **megettörtént**. Ez valószínűsíthető is, mert a 270 fordulat/perc fordulatot állandó értéken tartotta a mérés időszakában. Ha nem lett volna a kollektív kar ekkor rögzítve, akkor ez a pontos fordulatszám tartás nem lett volna megvalósítható.

A Vb feltételezi, hogy nem volt tökéletes a rögzítés, vagyis a kollektív karon levő rögzítő **fejrészen** lehetett a lemezbiztosító és nem az erre a célra kiképzett **vállazásban**.

Valamilyen ok(ok) miatt gyorsan megváltozott a helikopteren keletkezett erők és nyomatékok egyensúlya, ezzel együtt a helikopter stabilitása is jelentősen csökkent. A függőleges tengelyen való elmozdulás feltétele, hogy a felhajtóerő nagyobb legyen a súlyerőnél. A függőleges tengelyen való balra fordulás feltétele, hogy a forgószárny reakciónyomatéka nagyobb legyen, mint a faroklégcsavar vonóereje által a gépre kifejtett nyomaték, jobbra fordulás esetén pedig kisebb.

Tehát miután a helikoptervezető növelte a forgószárny fordulatszámát, a vibráció növekedésének következtében a rögzítő fej feltételezhetően kiakadhatott a biztosító lemezből. Ezáltal a kollektív kar önállóan felemelkedhetett a létrejött erők hatására, és így a hajtómű teljesítménnyel arányosan nőtt a forgószárnyak fordulata, beállítási szöge, ezzel arányosan pedig a vonóerő is, ami végül felboríthatta a helikoptert.

A helyszínen készített felvételen a kollektív kar kirögzített állapotban látható (lásd az alábbi képet).



A helyszíni fotón a kollektív kar kioldott állapotban látható
(a piros nyíl mutatja a rögzítés helyét).

Tovább bonyolította a kialakult helyzetet az a tény, hogy amikor kialakulóban volt a légijárművön a **szokatlan rezonancia** jelenség, és a helikopter baloldala felemelkedett a szerelők hátraestek. Ezzel kis mértékben ugyan de csökkent a légijármű súlya, és a változatlan vonóerő már elegendőnek bizonyulhatott ahhoz, hogy tovább boruljon a helikopter. Ezt próbálta a pilóta kormánysszervekkel korrigálni, eredménytelenül, mert a rögzített kormánysszervek miatt csak durva kormánymozdulatokkal tudott beavatkozni. Tehát a légijárművezetőnek nem volt módja időben és eredményesen reagálnia a hirtelen kialakult kiegyensúlyozatlansági helyzetre.

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Általános megállapítások

- a légijármű vezetője érvényes szakszolgálati engedéllyel rendelkezett,
- a légijármű érvényes légialkalmassági bizonyítvánnyal rendelkezett,
- a légijárművet repülésre előkészítették, tüzelőanyaggal, olajjal feltöltötték,
- a légijármű tömeg és a tömegközéppont az előírt határokon belül volt,
- az esetben érintett nem nyilvános le-felszállóhelynek érvényes működési engedélye volt.

3.1 Az eset bekövetkezésével közvetlen összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

Az indítás előfeltétele a botkormány és a kollektív kar rögzítése. A tanú elmondása szerint ez megtörtént (de feltételezhetően nem volt tökéletes a rögzítés).

Miután a helikoptervezető növelte a forgószárny fordulatszámát, a vibráció következtében a kollektív kar rögzítő feje kicsúszhatott a biztosító lemezből, ezáltal a kollektív kar önállóan felemelkedhetett, és ezzel megnőtt az erők, nyomatékok, harmonikus kiegyensúlyozottsága, ez okozhatta a légiközlekedési rendellenesség végső kialakulását.

3.2 Az eset bekövetkezésével közvetetten összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

A helikopter kritikus mozgási helyzetének kialakulásakor a szerelők hátraestek, ezzel a légijármű bal oldalát terhelő tömeg értéke csökkent.

A pilóta a rögzített kormánysszervek miatt csak durva kormánymozdulatokkal tudott beavatkozni. Nagy valószínűséggel ezen okok együttesen okozhatták a légiközlekedési rendellenességet.

4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

A vonatkozó szabályok betartásával az ilyen esetek elkerülhetők, ezért biztonsági ajánlás kiadására nincs szükség.

5. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet. A futómű csúszótalp lengéscsillapítók bevizsgálási munkalapja.
2. számú melléklet. A vezérlőautomata dinamikus rúd vizsgálati jegyzőkönyve.

Budapest, 2010. május „ „

Eszes János
Vb tagja

Papp István
Vb vezetője

Lesták Mihály
Vb tagja

1. számú melléklet.

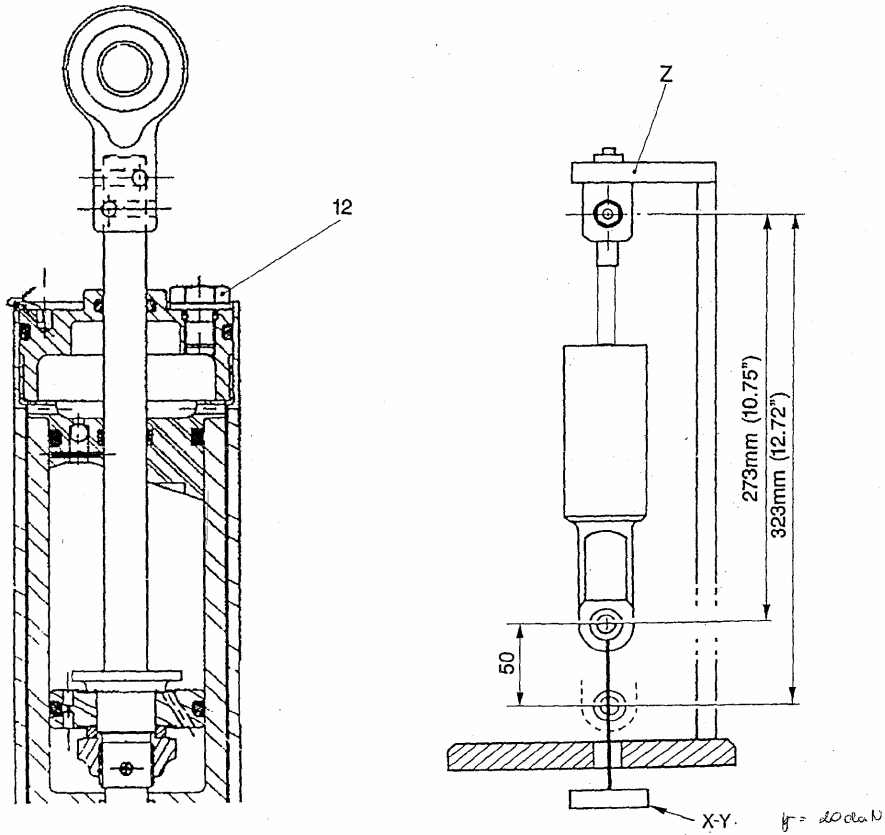
IMPORTANT NOTE:
 Printed from EUROCOPTER DVD "OPEN 350": 035 (2009-10-29) Revision.
 (Information may be updated beyond that date, do not keep this printout).

Mechanical Repair Manual (Figures)

4-BDC.

09.11.12.

MOD. 07.2220



T = 18 °C

Mérs ① 283 mm } 4E
 ② 313 mm }

Felső oldalán AE = 10,07 s ✓
 Bal oldalán 86 = 10,93 s ✓

Középső részén belüli (7,1 s - 12,5 s)

A művelet az engedélyvel egyezően?
 2009.11.25



350

32.10.11.751
 96-16 Page 02.00.

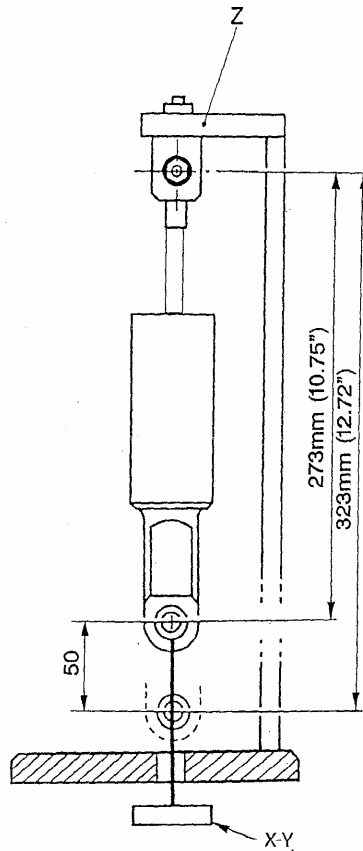
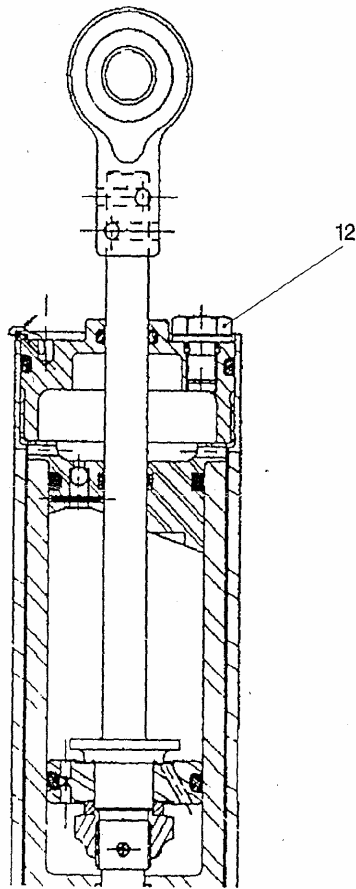
IMPORTANT NOTE:
Information derived from EUROCOPTER DVD "OPEN 350": 035 (2009-10-29) Revision.
Information may be updated beyond that date, do not keep this printout).

Mechanical Repair Manual (Figures)

BDC

08-18

MOD. 07.2220



T = 10°C

folgy arabolok $\delta t = 10,10$ ✓

bol arabolok $\delta t = 10,90$ ✓

OK.

[Handwritten signature]



*I. minőségű az eredetivel
egyenlő.*

2009.11.25
[Handwritten signature]

2 számú melléklet

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki Kar
Járműelemek és Hajtások Tanszék**

**Helikopter főrotor dinamikus rúd törésének és töretfelületének
vizsgálata**

**VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV ÉS
SZAKÉRTŐI VÉLEMÉNY**

A szakértői vélemény készítésének időpontja: 2010. 01.25.

Készítette:

Dr. Eleőd András okl. gépészmérnök, egyetemi tanár
Juhász Gábor okl. gépészmérnök, doktoranduszhallgató

1. A vizsgálatról

A vizsgálat helye: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar Járműelemek és Hajtások Tanszék (Z. ép. 3. em. Laboratórium)

A vizsgálat célja: A 2009 nyarán, Balatonfüreden felborult mentőhelikopter főrotorlapátjainak beállítási szögét változtató dinamikus rúd törésének és törésfelületének vizsgálata. A vizsgálatnak meg kell állapítania a törésből és törésfelület elemzéséből, egy esetleges fáradásos törés lehetőségét, mely közrejátszhatott a baleset kialakulásában és lezajlásában.

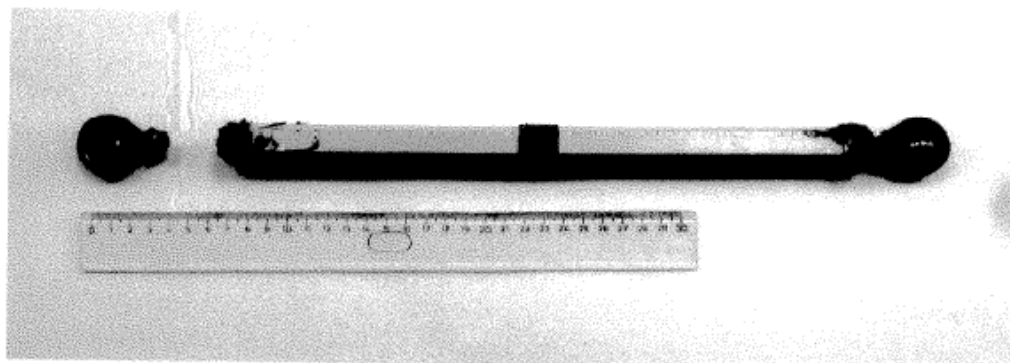
A vizsgálat időpontja: 2009. 12. 21.

2. Az alkatrész beérkezési állapota

A sérült gépalkatrészt csomagolva, védőfóliában kaptuk meg az üzemeltetőtől. Karcolás, illetve más, a baleseti eseménytől eltérő sérülés nem volt rajta azonosítható.

Az alkatrész három főelemből áll. Egy hatszögletű rúdelemből, két menetes orsóval ellátott GL-szemből, mely a rúdelemek anyamenetébe csatlakozik.

A főelemekből kettő egymáshoz voltak rögzítve, a GL-szemek tövét védőpasztával bekenték, elkerülendő a nedvesség, valamint a szennyeződések beszivárgását a menetárkokba. A dinamikus rúd másik végén található GL szem erősen alakváltozott, menetes vége elhajlott és el is tört. Ezt külön, az alkatrészhez csatolva kaptuk meg.



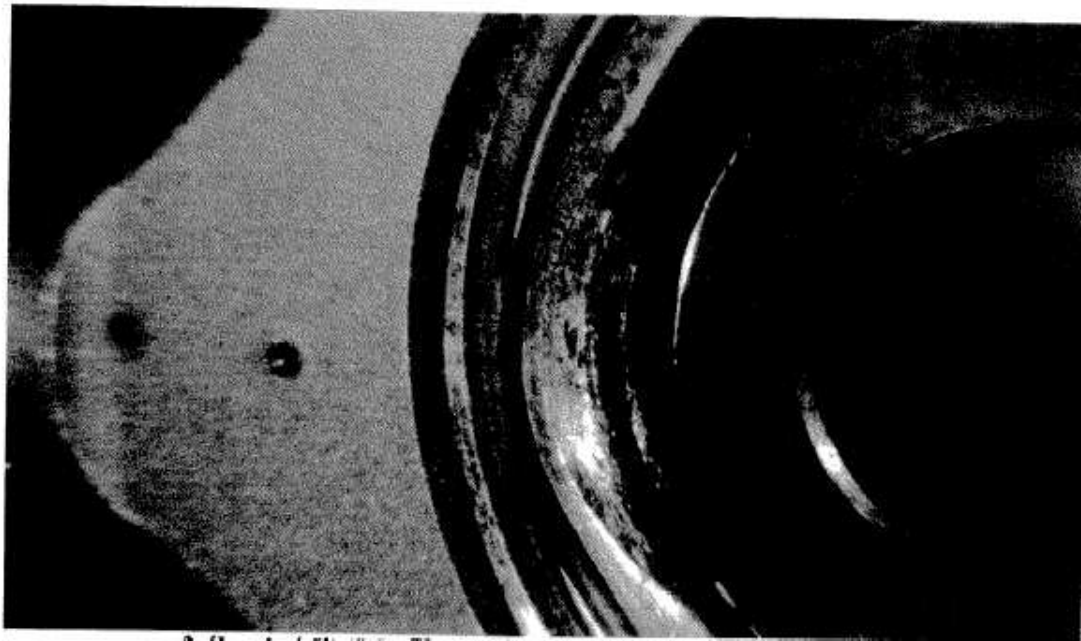
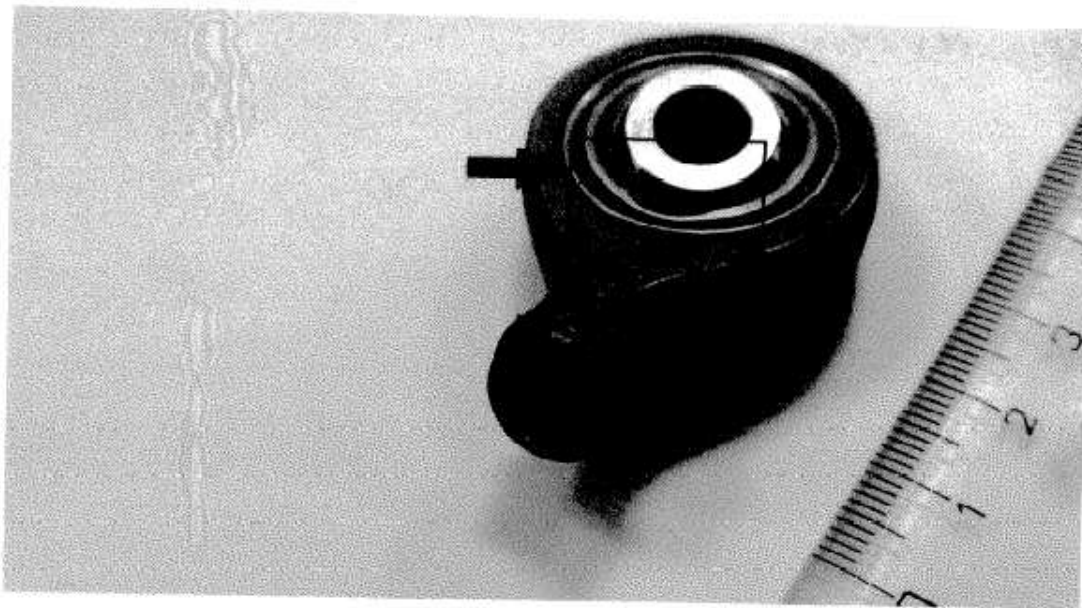
1. ábra A beérkezési állapot

3. Az alkatrész sérülésének körülményei

A helikopter-alkatrész földi járatáskor történt baleset idején sérült meg, feltételezhetően miközben a forgószárny lapátok a talajba ütköztek. Mivel azonban a dinamikus rúd GL-szeme eltört, és ez az alkatrész a felelős a rotorlapátok beállítási szögének vezérléséért, kérdéses, hogy a törés a baleset előtt következett be, vagy a baleset következtében. A baleset előtti törése ugyanis ugyanúgy kiváltó oka lehetett a balesetnek, mint egy emberi mulasztás. Ha a baleset előtt tört el az alkatrész, akkor abban kifáradás, anyaghiba, gyártástechnológiai ok játszhatott közre. Ha az alkatrész a balesetben sérült meg (talajba verődés), akkor az nem lehetett kiváltó oka az eseménynek.

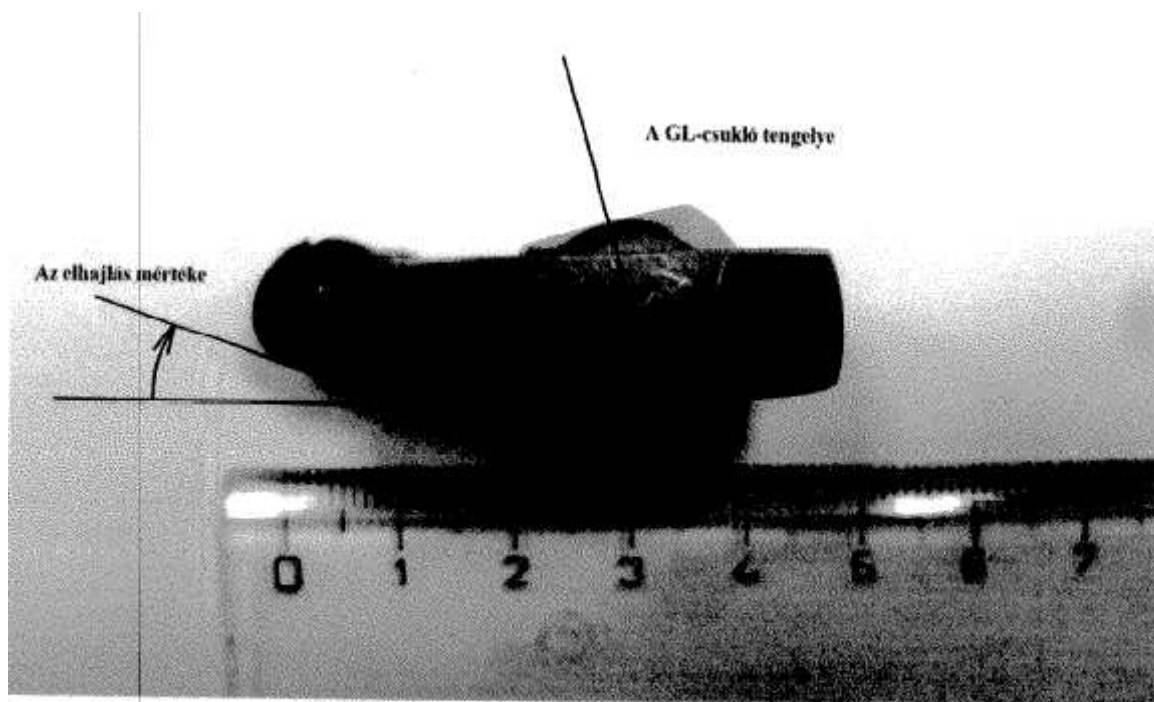
4. A vizsgálat során feltárt sérülések

A megvizsgált dinamikus rúd GL-szemén befcszülés jeleit tapasztaltuk. A csukló gyűrűjén a szem túlfordulását igazoló horpadások találhatóak. A szem kézzel nem forgatható, a túlfordult állapotban rögzült. (2. ábra)



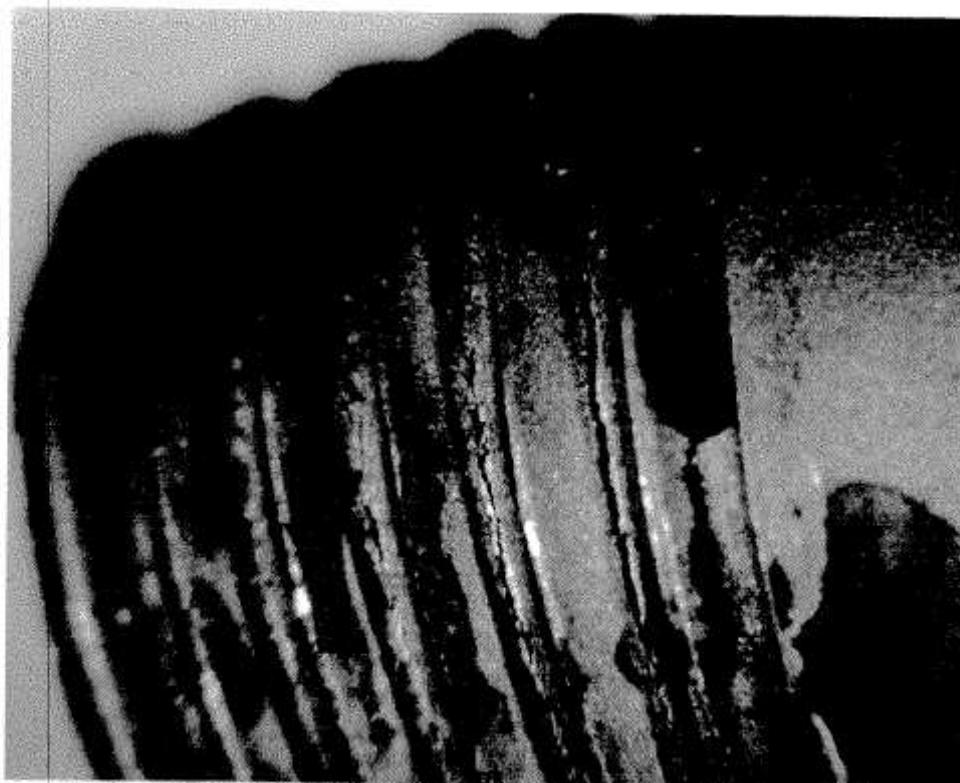
2. ábra A sérült, törött GL-szem és a túlfordulásból származó benyomódás

Az eltört GL-szem szára erősen alakváltozott. Az alakváltozás a sérült alkatrész alakjából adódóan főként hajlító igénybevételből származik. A hajlítás iránya összeegyeztethető a befejezett szem túlfordulásával. (3. ábra)

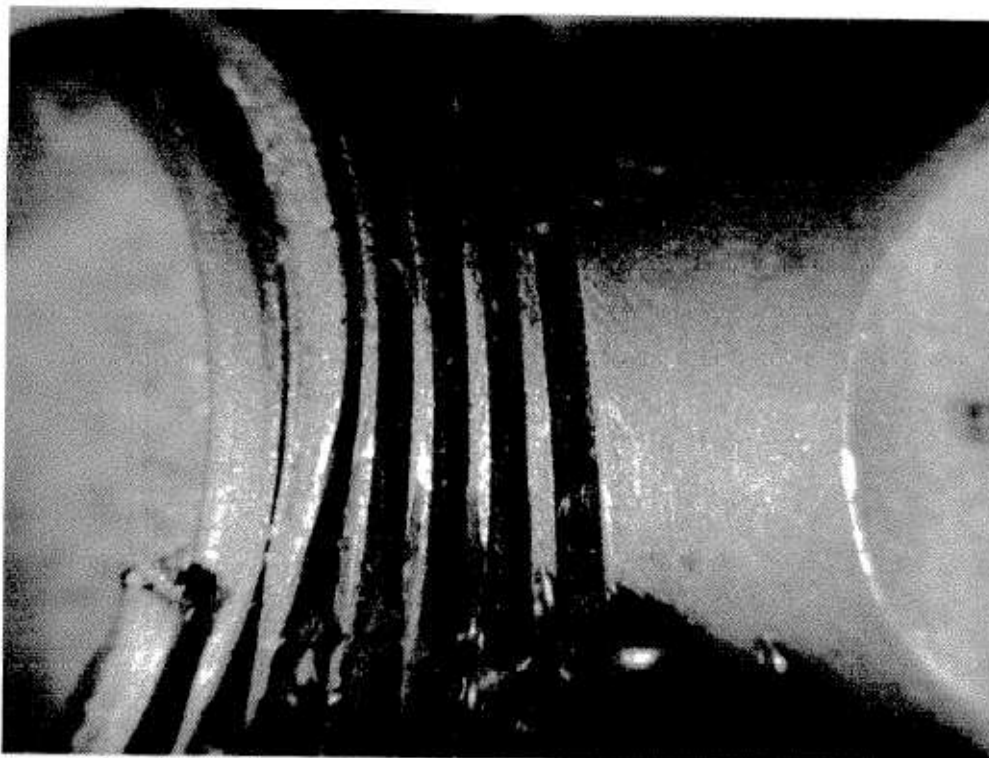


3. ábra A törött GL-szem tengelyiránya és deformációja

A további kiértékelés során fénymikroszkóp alatt vizsgáltuk meg az alkatrészt, melyek során kiderült, hogy a törött GL szem szárán a töréshez vezető kezdődő repedések a menetek húzott oldali tövéből indultak ki.



4. ábra A törött GL-szem menetes orsójának húzott oldali repedései a menettőben

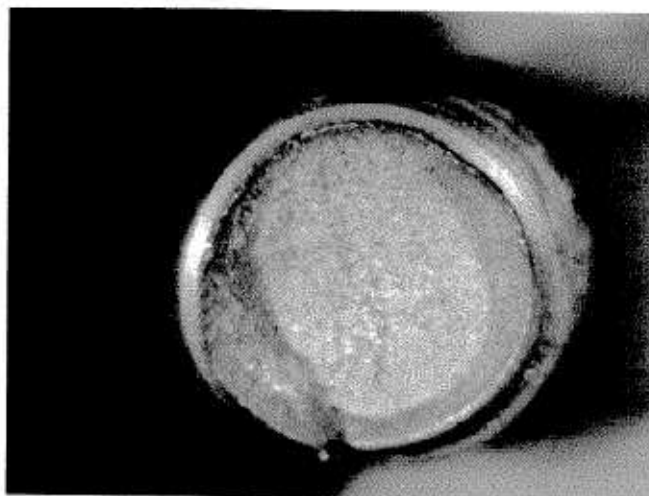


5. ábra A törött GL-szem menetes orsójának nyomott oldalán összcscukódott menetek

A nyomott oldali menetrész harmonikaszerűen összenyomódott. Az alkatrész ebből fakadóan a tiszta hajlító igénybevételt felvette, amíg az anyaga statikusan elviselte azt.

A csúcspont helyén azonban a menettő tovább már nem tudta deformációval felemészteni az ébredő feszültségeket és a húzott oldali menettől, mint feszültséggyűjtő helyből kiinduló repedés tovaterjedése okozta az alkatrész törését. A szomszédos menettől szintén repedések kialakulását tapasztaltuk, melyek a mikroszkópos képeken is jól láthatóak. (4. ábra)

A törött menetes szár töretfelülete szivacsos, azon kagylósodás nem tapasztalható, így a törés mindenképpen egyszeri, az alkatrész jelentős túlterheléséből adódó durva törés, mely igen rövid időn belül, robbanásszerűen zajlott le.



6. ábra A törött GL-szem homogén töretfelülete

5. A feltárt sérülések jellegéből levonható következtetések

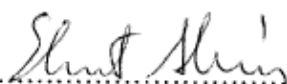
Minden, az alkatrészen látható sérülés a gép balesetéhez kapcsolható. Szállítás során, illetve harmadik fél által okozott sérülés, törés lehetősége teljesen kizárható.

Az alkatrész sérülésének jellege olyan dinamikus hatásra utal, mely egyértelműen az alkatrész jelentős túlterhelését igazolja. Az GL-szem tövében az alakváltozás mértéke arra enged következtetni, hogy a földnek ütközés pillanatában az alkatrész még ép volt, felvette az ütközésből adódó túlterhelést, aminek hatására képlékenyen alakváltozott, a GL-szem befogott rúdként meghajlott, majd statikus teherbírásán túlhaladva eltörött. A nagy forgási mozgási energiával rendelkező alkatrésznek néhány tized másodperc alatt kellett felvennie a tehetetlenségéből és az ütközéséből adódó lassulást, így felemésztenie az ütközés erejét.

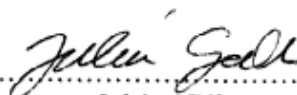
A vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy az alkatrész a földnek ütközés miatt adódó túlterheléstől és deformációtól törött el. Fáradásból vagy anyaghibából adódó törés lehetősége igen nagy valószínűséggel és a jelen vizsgálatokból adódóan kizárható.

A töretfelület jellege szivacsos, kagylós törésnek nyomát nem találtuk a mikroszkópos vizsgálatok során. A töretfelület homogén, elváltozások, elszíneződések nem találhatóak rajta, mely esetleges anyagszerkezeti vagy anyagösztételi hibát mutatna.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki Kar
Járműelemek és Hajtások Tanszék
Budapest, 2010-01-25



Dr. Eleőd András
tanszékvezető, egyetemi tanár



Juhász Gábor
okl. gépészmérnök, doktoranduszhallgató

