



RAPORT FINAL

de investigație privind siguranța aviației civile

CLASIFICARE

Proprietar

Operator

Constructor

Aeronava

Țara de înregistrare

Identificare:

Locație:

Data și ora:

INCIDENT GRAV

PRIVAT

PRIVAT

HALLEY KFT / UNGARIA

APOLLO FOX

ROMÂNIA

YR-5160

Aerodrom Balta-Verde, Craiova

16.06.2016/13:03 LT



NR. : I 17-04

Data: 14.03.2017



RAPORT FINAL

Cedare șuruburi de prindere tren de aterizare principal stâng

Aeronava	APOLLO FOX / YR-5160
Data și ora	16.06.2016/13:03 LT
Operator	PRIVAT
Tipul zborului	Zbor particular
Persoane la bord	Pilotul
Victime	-
Pilot	Licență de Pilot Aeronave Ultrașoare; în termen de valabilitate
Avarii produse	Ușor avariată
Locul evenimentului	Aerodrom Balta-Verde, Craiova Coordonate: Latitudine: 44° 16' 59.94" N Longitudine: 23° 47' 42.70" E

1. ISTORICUL EVENIMENTULUI

În data de 16.06.2016 proprietarul aeronavei tip Apollo Fox, identificată cu numărul YR-5160, a planificat un zbor particular cu această aeronavă de pe Aerodromul Balta-Verde, Craiova, județul Dolj. Acesta a scos aeronava din hangar și a început să facă verificările la sol înainte de zbor. După atingerea performanțelor la sol ale motorului, aeronava a început rulajul către pista îniebată a aerodromului în vederea decolării. După un rulaj de aproximativ 40 m șuruburile de prindere ale trenului principal stâng s-au rupt, iar aeronava s-a înclinat ușor pe partea stângă până când aripa a luat contact cu solul.

După ce a sesizat această situație, pilotul a oprit imediat motorul aeronavei.



Fig. 1 - YR-5160 imediat după producerea incidentului



Aeronava a fost ușor avariată având trenul de aterizare stâng desprins de structura fuzelajului, flaperonul stâng avariât la vârf și sistemul de susținere al aripii stângi deformat.



Fig. 2 – Trenul de aterizare stâng desprins



Fig. 3 – Flaperonul stâng



Fig. 4 – Sistemul de susținere al aripii stângi

2. INFORMAȚII SUPLIMENTARE

Comisia de investigație ajunsă la locul accidentului a luat șurubul și cele două bolțuri de prindere ale trenului de aterizare stâng pentru efectuarea unei expertize metalografice în scopul determinării modului de rupere al acestora.





Fig. 5 – Sistemul de prindere al trenului de aterizare principal stâng

Din figura 5 se observă că trenul de aterizare principal stâng este independent de cel drept. Ca mod de fixare, fiecare tren principal prezintă două puncte de fixare, după cum urmează:

- cel din capătul exterior al brațului este fixat cu un șurub cu piuliță, care străbate fuzelajul aproape de axul acestuia;
- celălalt capăt este fixat prin intermediul unei bride de strângere cu două șuruburi cu cap imbus înfiletate în elementele structurii metalice de sub pânza fuzelajului, fiind asigurate împotriva deșurubării cu o siguranță comună din sârmă.

Din imaginile prezentate în figura 5 se observă că nicio parte a trenului de aterizare nu a fost deformată, observându-se numai smulgerea trenului principal stâng de pe fuzelaj. Brida de prindere a trenului de aterizare principal stâng nu a fost deteriorată în urma desprinderii.

Un lucru foarte important pe care comisia de investigație l-a observat a fost că șuruburile de prindere a bridelor au fost înlocuite iar soluția de siguranțare a acestora a fost schimbată, fiind diferită de soluția tehnică folosită de producător.



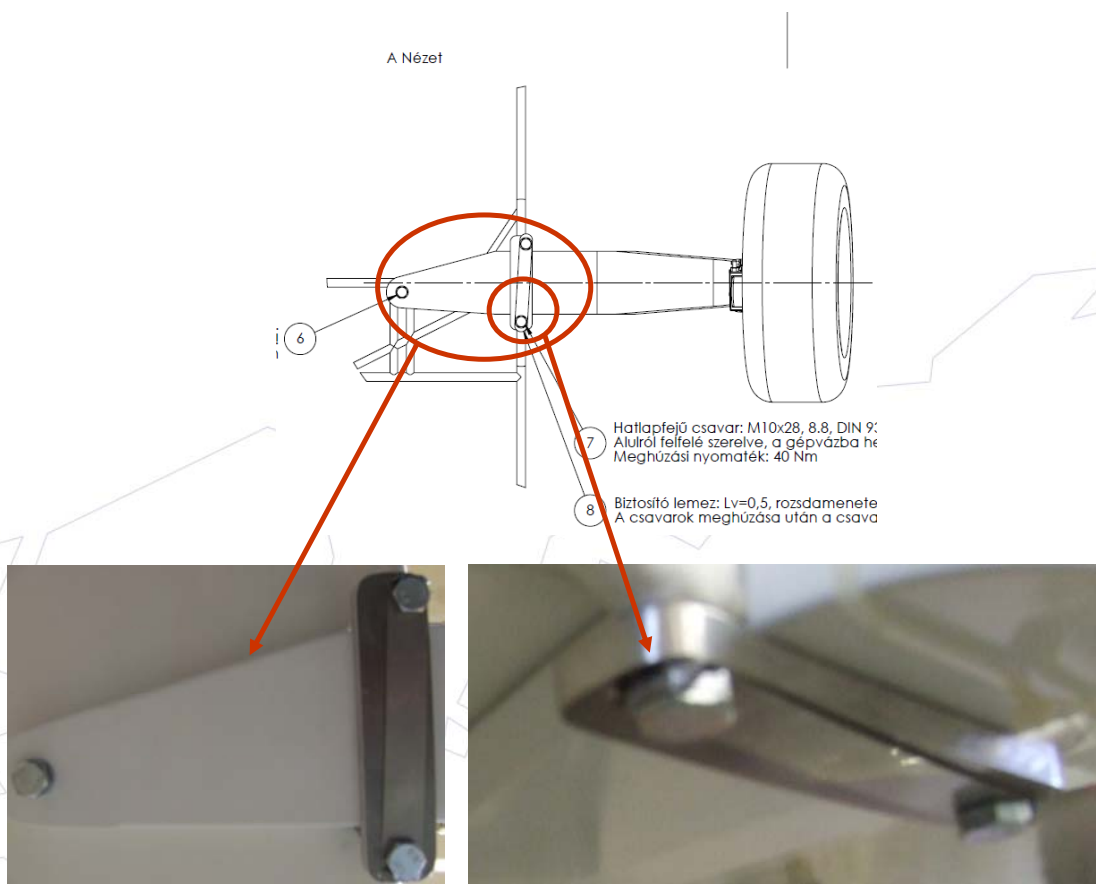


Fig. 6 – modul de prindere al bridei folosit de producător

Pentru determinarea calității șuruburilor comisia de investigație a executat o expertiză metalografică a acestora.

În Fig. 6 este prezentat șurubul cu piuliță rupt.

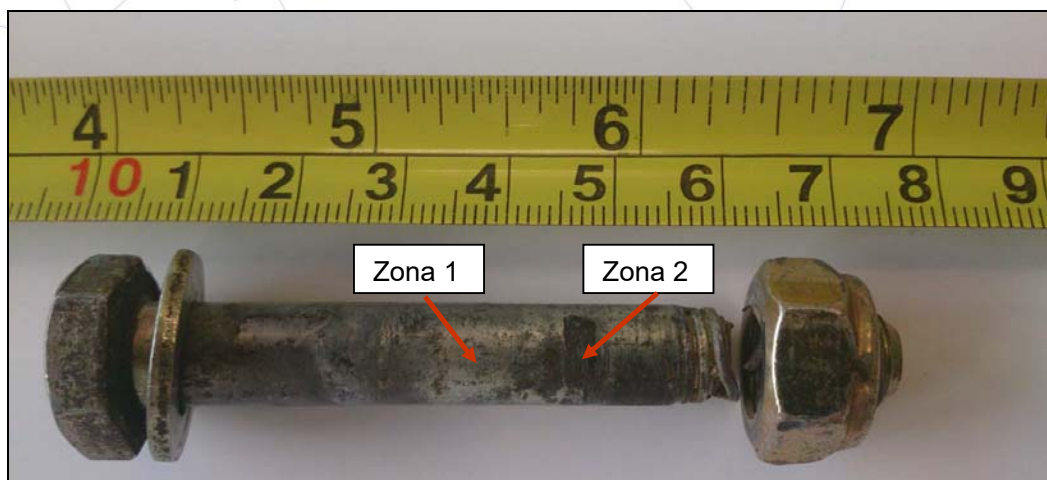


Fig. 6 - a)



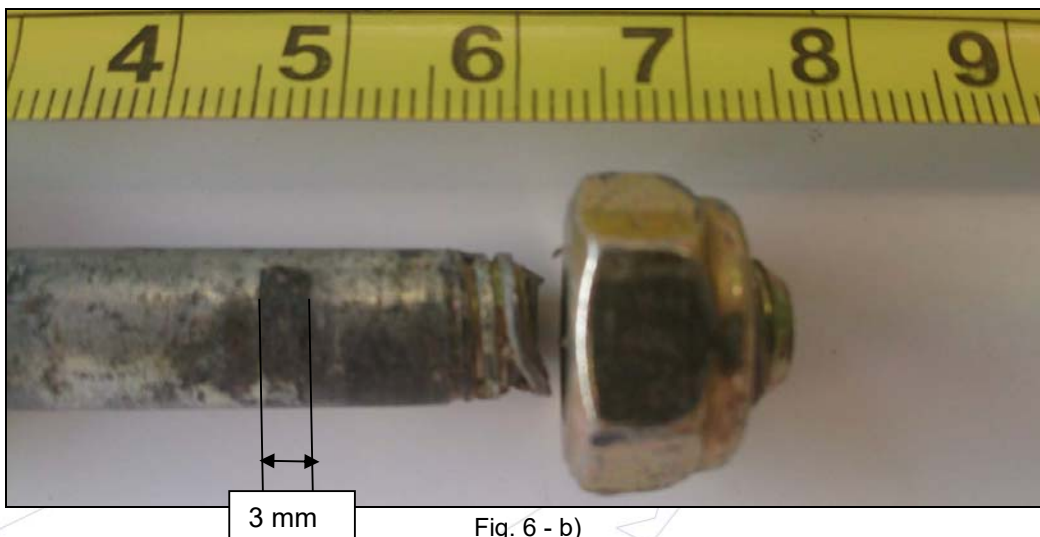


Fig. 6 - b)

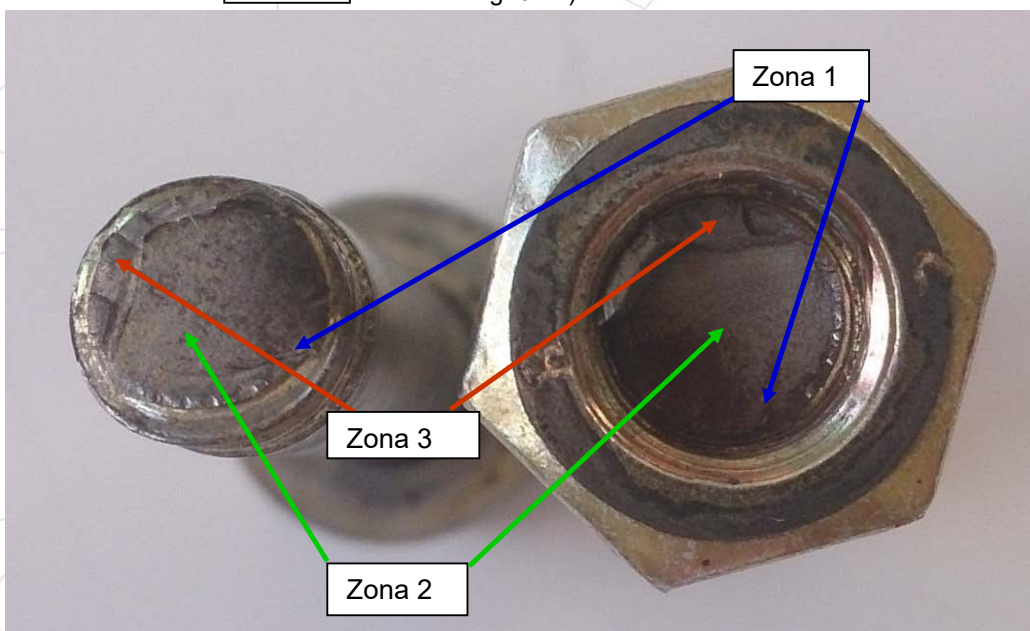


Fig.6 - c)



Fig. 6 - d)

ANALIZĂ PENTRU SIGURANȚA
ILE (CIAS)



Se observă că ruperea s-a produs fără o deformare prealabilă, la începutul zonei filetate, în dreptul primului gang filetat al piuliței (Fig. 6 – a), b)). Pe suprafața șurubului, de-a lungul generatoarei acestuia se observă două zone distincte cu urme de frecare: zona 1 spre capătul șurubului, mai deschisă la culoare și mai lucioasă și zona 2 spre piuliță, mai închisă la culoare și mai mată. Ținând cont că fuzelajul este confecționat din structură metalică acoperită cu pânză, cel mai probabil ambele zone au fost în contact cu un element al structurii metalice.

Imaginile suprafețelor de rupere ale șurubului (Fig. 6 - c)) pun în evidență, chiar și la nivel macro, cele trei zone distincte caracteristice unei ruperi la oboseală: zona 1 (de amorsă a rupei), de la suprafața filetului șurubului la intrarea în piuliță, zona 2 (de propagare lentă a fisurii), cu suprafața cea mai mare, având un aspect rugos fin, cu unele pete de culoare mai închisă, zona 3 (de rupere bruscă), plasată opus față de zona 1, cu aspect neregulat și întrerupt al rupei. Nici în acest caz nu se observă nicio abatere de la forma circulară, la niciuna din componente.

Piulița este una cu autoblocare, neprezentând urme de desfacere. Șaiba (Fig. 6 - d)) prezintă urme evidente de frecare, cu deteriorarea locală a acoperirii acesteia, iar gaura este ușor ovalizată, ceea ce conduce la ideea că șurubul a căpătat în timp un joc relativ față de componentele pe care le-a fixat. Acest joc este confirmat și de urma de culoare mai închisă de pe suprafața șurubului, acesta fiind de aproximativ 3 mm lațime (Fig. 6 - b)).

În Fig. 7 sunt prezentate aspectele stereomicroscopice ale suprafeței de rupere a șurubului.



a) Mărire 1,6x

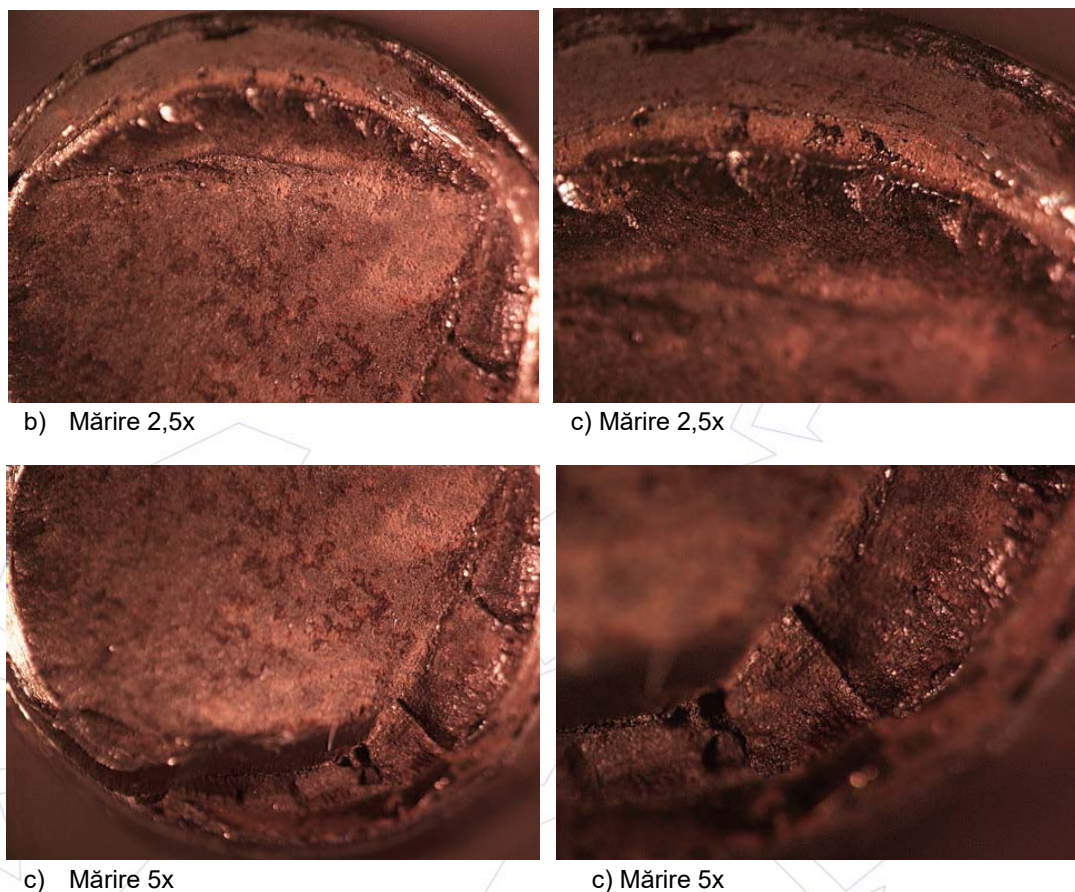


Fig. 7 – Aspecte stereomicroscopice ale suprafeței de rupere a șurubului

Cele trei zone de rupere la oboseală puse în evidență în Fig. 7 – c) apar detaliat, observându-se mai în detaliu petele de culoare gri închis, precum și unele puncte strălucitoare, ca o consecință a frecării locale a celor două suprafețe rezultate în urma propagării ruperii lente. Se observă de asemenea discontinuități în materialul șurubului.

S-au studiat aspectele calitative și cantitative ale microstructurii oțelului din care este fabricat șurubul, atât în secțiune longitudinală, cât și în secțiune transversală. S-a observat că pe secțiunea longitudinală apare o decarburare pe o adâncime de circa 120 micrometri, ceea ce nu este admis.

De asemenea, structura pe toată secțiunea este una defectuoasă, de tip Widmanstätten (cu ferită aciculară în rețea!), rezultată în urma răcirii necorespunzătoare din timpul prelucrării la cald a șurubului. În tot volumul oțelului sunt prezente incluziuni endogene de tipul MnS, de culoare gri închis, de formă alungită, dispuse în unele zone în șiruri, mai mult sau mai puțin continue. Dimensiunea acestora atinge și până la 200 micrometri în secțiune longitudinală și respectiv 16 micrometri în secțiune transversală, ceea ce nu este admis pentru această clasă de oțeluri.



Au fost expertizate și cele două șuruburi de prindere a bridei trenului siguranțate între ele cu sârmă. Suprafața de rupere este relativ uniformă, prezentând o rugozitate direcționată după frontul de propagare a ruperii, după cum materialul a fost solicitat la întindere, respectiv compresie/strivire.

În ceea ce privește aspectele calitative și cantitative ale microstructurii oțelului din care sunt fabricate cele două șuruburi de prindere a bridei, în secțiune longitudinală, s-au observat șiruri de incluziuni endogene de tipul MnS, cu lungimi de peste 1000 microni și secțiuni de 20 microni, ele fiind vizibile și cu ochiul liber. Fisurile de pe fundul filetelor șuruburilor, de acolo de unde s-au rupt, sunt fisuri la rece (nu sunt oxidate), ele având direcția de propagare spre un defect tipic de tratament termic ("pete albe") asociat cu o structură defectuoasă în șiruri rezultată în urma deformării plastice la cald a oțelului. Aceste zone de ferită ("pete albe") au dimensiuni considerabil mai mari decât mărimea de grăunte (145,8 X 104,8 microni!), însăși prezența lor în structură nefiind admisibilă deoarece scade drastic proprietățile mecanice ale oțelului.

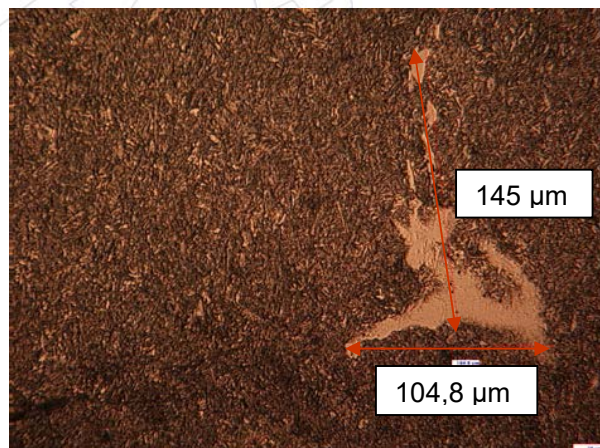


Fig 8 – șurub prindere bridă; Atac: NITAL 2%, Secțiune Longitudinală

Ambele șuruburi de prindere a bridei prezintă aceleași defecte, considerând astfel că ele fac parte din același lot și de la același furnizor.

Comisia de investigație a studiat livretul aeronavei pentru a verifica dacă a fost respectat programul de întreținere recomandat de producător. S-a constatat că în livretul aeronavei este consemnat momentul înlocuirii celor patru șuruburi de prindere a celor două bride ale trenului de aterizare și efectuarea lucrărilor de întreținere a aeronavei la 600 de ore sau 6 ani.

De asemenea, în manualul de întreținere al aeronavei este consemnat faptul că inspecția de 600 de ore de funcționare sau 6 ani, se recomandă a fi efectuată la sediul producătorului.

Producătorul aeronavei – Halley Kft, a declarat că nu a efectuat inspecția de 600 de ore sau 6 ani pentru această aeronavă.



Comisia de investigație a studiat Manualul de Întreținere al aeronavei, verificând partea de lucrări de întreținere programate. Comisia nu a identificat instrucțiuni detaliate de efectuare a verificărilor periodice recomandate și nici modul de interpretare al rezultatelor obținute în urma verificărilor. Având în vedere această constatare, comisia consideră că producătorul aeronavei a lăsat la latitudinea proprietarului / utilizatorului modul de efectuare al acestor lucrări și de interpretare al rezultatelor.

Ținând cont de faptul că persoanele fizice angajate în zborurile cu aeronave ULM dețin întreaga responsabilitate și își asumă toate riscurile legate de construcția, întreținerea și operarea / utilizarea, acestei categorii de aeronave, accesul acestora la informații cât mai detaliate asupra modului de efectuare a lucrărilor de întreținere și asupra modului de interpretare a rezultatelor obținute în urma verificărilor este foarte important. Acest lucru ar oferi un nivel ridicat de calitate în efectuarea lucrărilor de întreținere și implicit ar conduce la un nivel crescut de siguranță al zborului.

3. CONCLUZII

3.1 CONSTATĂRI

Din analizele efectuate rezultă următoarele:

1. Șuruburile de prindere tren de aterizare stâng și drept au fost înlocuite, înlocuirea lor fiind consemnată în livretul aeronavei.
2. Întreg ansamblul trenului de aterizare nu prezintă urme evidente de deteriorare mecanică prin deformare sau lovire;
3. Ruperea șurubului cu piuliță s-a datorat solicitării la oboseală;
4. Oțelul din care a fost fabricat șurubul cu piuliță este necorespunzător atât din punctul de vedere al structurii de exploatare, cât și din punctul de vedere al stării incluzionare;
5. Ruperea celor două șuruburi de fixare a bridei prezintă o rupere la încovoiere, ca urmare a unui solicitari bruște;
6. Oțelul din care au fost fabricate șuruburile de prindere a bridei este necorespunzător atât din punctul de vedere al structurii de exploatare, cât și din punctul de vedere al stării incluzionare.
7. În livretul aeronavei este consemnată efectuarea inspecției de 600 de ore sau 6 ani.
8. Aeronava nu a efectuat inspecția de 600 de ore sau 6 ani la fabricant așa cum este recomandat în Manualul de întreținere al aeronavei.
9. Comisia nu a identificat instrucțiuni detaliate de efectuare a verificărilor periodice recomandate și nici modul de interpretare al rezultatelor obținute în urma verificărilor.



În concluzie, ca un rezultat final al analizei, se poate afirma, în baza celor expuse mai sus, că elementele de prindere ale trenului de aterizare principal stâng (un șurub cu piuliță și două șuruburi prindere bridă) recuperate în urma producerii incidentului grav s-au rupt după cum urmează:

- Șurubul cu piuliță s-a rupt lent, ca urmare a solicitării la oboseală, pe fondul unui oțel și a unei tehnologii necorespunzătoare, momentul ruperii fiind acela când s-a ajuns la secțiunea critică de cedare bruscă;
- Șuruburile de prindere a bridei s-au rupt brusc, ca urmare a unei solicitări la încovoiere, momentul ruperii fiind acela când s-a produs ruperea finală a șurubului cu piuliță.

3.2 CAUZE

Incidentul grav s-a produs din cauza ruperii șurubului cu piuliță din capătul exterior al trenului de aterizare stâng ca urmare a solicitării la oboseală, pe fondul unui oțel și a unei tehnologii necorespunzătoare folosite la producția acestuia și a unei întrețineri necorespunzătoare a sistemului de prindere a trenului de aterizare.

3.3 RECOMANDĂRI DE SIGURANȚĂ

1. Se recomandă Aeroclubului României ca în procesul reînnoirii Certificatului de Identificare al unei aeronave din clasa ULM să se verifice respectarea programului de întreținere al aeronavei recomandat de producător.
2. Se recomandă producătorului aeronavei HALLEY KFT completarea *Manualului de Întreținere* al aeronavei Apollo Fox cu proceduri detaliate de efectuare a lucrărilor de întreținere recomandate, precum și modul de interpretare a rezultatelor inspecțiilor/verificărilor.
3. Se recomandă Aeroclubului României să aibe în vedere, în momentul în care un proprietar de ULM depune Dosarul Tehnic în vederea identificării unei aeronave, ca Manualul de Întreținere al respectivei aeronave să conțină instrucțiuni detaliate de efectuare a lucrărilor programate.

Notă: Ca urmare a unor elemente noi puse la dispoziția comisiei de investigație, a fost redeschisă investigația privind siguranța și modificat Raportul Final. Modificările aduse raportului final nu au schimbat cauza producerii evenimentului și nici recomandările de siguranță emise.

Observație: Documentele și obiectele de analiză folosite pentru întocmirea Raportului de investigație privind siguranța zborului sunt confidențiale și sunt arhivate la Centrul de Investigație și Analiză pentru Aviația Civilă, conform prevederilor legale.

