

ISSN 1400-5719

Slutrapport RL 2013:01

**Tillbud med helikopter SE-JNE
i Gällstad, Västra Götalands län,
den 6 februari 2012**

Diariernr L-12/12
2013-01-11

För SHK:s del står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering
eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

Rapporten finns även på vår webbplats: www.havkom.se



1. EASA
2. Transportstyrelsen

Slutrapport RL 2013:01

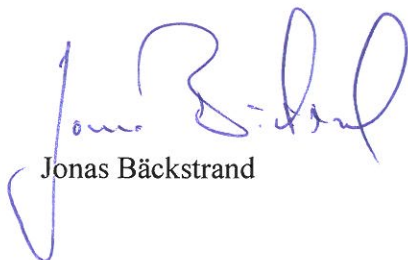
Statens haverikommission har undersökt ett tillbud som inträffade den 6 februari i Gällstad, Västra Götalands län, med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-JNE.

Haverikommissionen överlämnar härmed enligt förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart slutrapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser besked senast den 15 april 2013 om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de i rapporten intagna rekommendationerna.

En översättning av rapporten till engelska bifogas/insänds senare.

På Haverikommissionens vägnar



Jonas Bäckstrand



Staffan Jönsson

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att undersöka olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksundersökningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En undersökning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar igen eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska undersökningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s olycksundersökningar syftar till att ge svar på tre frågor: Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en undersökning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av undersökningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredning av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart. Utredningen genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

Utredningen

SHK underrättades den 6 februari 2012 om att ett tillbud med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-JNE inträffat i Gällstad, Västra Götalands län, samma dag kl. 15.34.

Tillbudet har undersökts av SHK som företräts av Jonas Bäckstrand, ordförande, Staffan Jönsson, utredningsledare och teknisk utredare, Agne Widholm och Ulrika Svensson t.o.m. 16 mars 2012, operativa utredare och Patrik Dahlberg, utredare räddningstjänst.

Undersökningen har följts av Transportstyrelsen genom Thore Brandt.

Slutrapport RL 2013:01

Helikopter; registrering, modell	SE-JNE, Guimbal Cabri G2
Klass - Luftvärdighet	Normal - Luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC)
Ägare - Operatör	AG Finans AS Norge, Sverige filial - Northern Helicopters AB
Tidpunkt för händelsen	2012-02-06, kl. 15.34 i dagsljus Anm.: All tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC ¹ + 1 timme)
Plats	Gällstad, Västra Götalands län, (pos. N 57°39,3 E 013°23,9; 174 m över havet)
Typ av flygning	Skolflygning
Väder	Enligt SMHI:s analys: vind syd 5 knop, sikt >10 km, 5-8/8 med bas 7000 till 8000 fot, temp./daggpunkt -9/-13° C, QNH 1038 hPa
Antal ombord; besättning	1
passagerare	0
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Lätta
Andra skador	Inga
Föraren:	
Ålder, certifikat	22 år, PPL
Total flygtid	69,1 timmar, varav 11,9 timmar modellen
Flygtid senaste 90 dagarna	11,9 timmar, varav alla på modellen
Antal landningar senaste 90 dagarna	38, alla på modellen
Luftfartyget	
Typcertifikatinnehavare	Hélicoptères Guimbal
Modell	Cabri G2
Serienummer	1013
Tillverkningsår	2010
Flygmassa	Max tillåten start/landningsmassa 700 kg, aktuell 538 kg
Tyngdpunktsläge	Inom tillåtet intervall
Total gångtid	811,3 timmar
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn som var 100 timmars tillsyn	2,4 timmar
Antal cykler	Ingen uppgift
Bränsle som tankats före händelsen	Avgas 100LL
Kvarstående anmärkningar	
MEL	Inga
HIL	Inga

¹ Universal Time Co-ordinate (UTC) är en referens för angivelse av tid världen över.

Händelseförlopp m.m.

Flygningen avsåg en navigeringsflygning med start på Jönköping-Axamo flygplats (ESGJ) kl. 15.08 och var en del i förarens utbildning till kommersiell helikopterpilot vid flygskolan Northern Helicopters som är belägen på flygplatsen.

Flygningen var planerad till orterna Ulricehamn, Tranemo och Mulseryd på 1500 fot QNH² samt därefter slutlig landning vid Axamo. Föraren var ensam ombord och strax före passage av Ulricehamn svängde han söderut för att undvika att passera över samhället. Han hade då även ökat flyghöjden till 2000 fot QNH för att ha rimlig hinderfrihet. När han kommit halvvägs mot Tranemo och efter mindre än 30 minuters flygning upplevde han en ljudlig bang från utrymmet bakom ryggen där motor och transmission är belägna. Ljudet övergick till ett smattrande åtföljt av vibrationer. Båda tilltog mycket snabbt i amplitud.

Han sänkte då farten från 80 till 70 knop och etablerade sedan en autorotation med 50 knops fart. Föraren anropade flygtrafikledningen vid Axamo och deklarerade nöd genom att ropa ”Mayday” tre gånger och ange ”Engine problem” samt ”Forced landing”. Han blev strax därefter anropad av flygtrafikledningen som frågade om hans position men han kunde då på grund av vibrationer och det kritiska flygläget, bara ange läget som ”South”.

Huvudrotorvarvtalet var ungefär 500 rpm strax under grönt varvtal (tillåtet varvtal), men sjönk aldrig under 466 rpm, vilket är det varvtal då varningen för lågt rotorvarvtal aktiveras. Föraren hade svårt att hålla kursen, även med fullt pedalutslag, varför han beslutade att öka farten till 70 knop för att få en bättre kraft av fenans stabiliserande verkan.

Under autorotationen ramlade förarens headset och solglasögon av på grund av de kraftiga vibrationerna. Helikopterns varningstablå presenterade inte någon varning, men föraren upplevde initialt i autorotationen att rotorvarvtalet var lågt. Vibrationsnivån var fortsatt hög och det var inte möjligt för honom att avläsa instrumenten. Han valde att dra ned motorns varvtal men lyckades inte helt med detta. Föraren har uppgivit att han slog ifrån motorregleringen (governorfunktionen)³.

² QNH – Barometrisk referensyta för höjdmätarinställning som utgår från havsytans medelnivå.

³ Governor – Motorns effektuttag är kopplat till stigspakens läge, högt stigspaksläge ger stor effekt.



Figur 1 - Helikoptern med förare och delar av räddningsstyrkan, vid den röda pilens spets syns den nödlandade helikoptern (Foto Polisflyget)

Föraren hade valt ut två fält i flygriktningen som möjliga för en nödlandning och han manövrerade mot det större av de två fälten. Då han kom närmare upptäckte han att flera kraftledningar begränsade hinderfriheten, se figur 1, och valde då det något mindre fältet längre fram i flygriktningen. När han höjde nosen för att minska farten framåt och samtidigt höjde stigspaken för att minska sjunkhastigheten ökade vibrationerna markant. Helikoptern girade åt höger och han var tvungen att återgå med stigspaken till autorotationsläget. Fullt utslag på vänster pedal hävde inte girstörningen. I detta fall låg varvtalet ungefär 10 % under nominellt värde.

Vid sättningen hade helikoptern fart framåt och tog mjukt mark med gardjärnet⁴ först, stjärtens kontakt med marken minskade giren. Därefter tog höger landställsmed och sedan vänster landställsmed i marken och den sista sträckan gled helikoptern framåt på båda medarna. Föraren uppskattade farten vid sättningen till ungefär 20 knop.

Tiden från det att föraren deklarerade "Mayday" till dess att han landade på det valda fältet var 26 sekunder (enligt ljudinspelning från Axamo tornet). Väl på marken bekräftade han efter fråga från trafikledaren att han befann sig "Down on the ground".

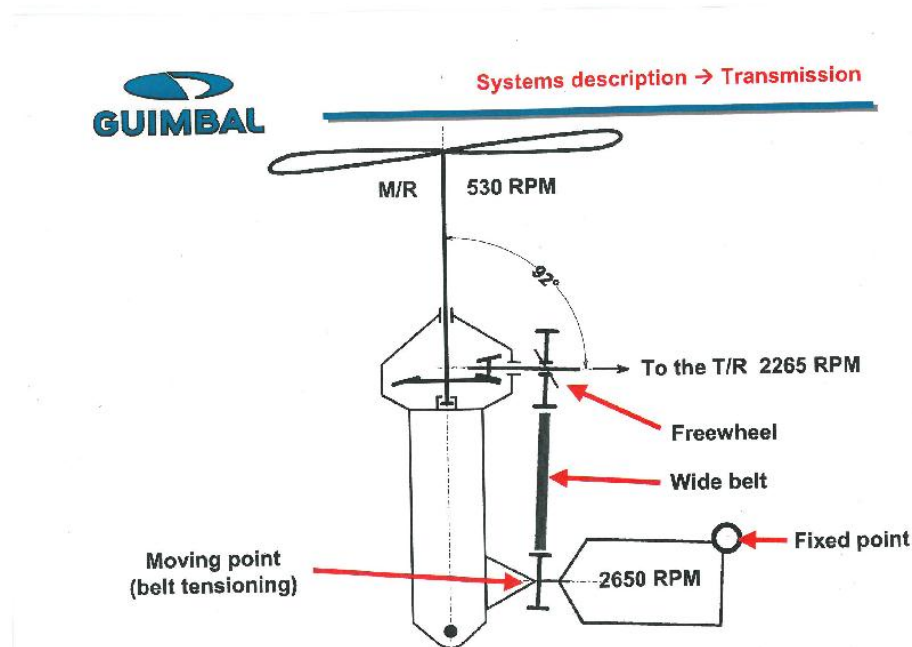
Efter sättningen slog föraren ifrån huvudströmbrytaren med tanke på brandrisken och han kände tydligt lukten av bränt gummi.

Nödsändaren aktiverades inte vid landningen.

⁴ Gardjärn – Skydd eller stöd långt bak på undersidan av bommen eller fenan

Beskrivning av helikopterns transmission och motorupphängning

Motorn är statiskt bestämt upphängd i tre punkter, där den främre punkten utgörs av ett enkelradigt spårkullager som är monterat i motorns remskiva (Fixed and moving points, se figur 2). Lagret är samtidigt motorns rörliga lagringspunkt för den excenter som spänner drivremmen mellan motor och transmission. Den andra punkten av excentern är fixt lagrad i helikopterns brandskott – struktur (enhet 30 i figur 3).

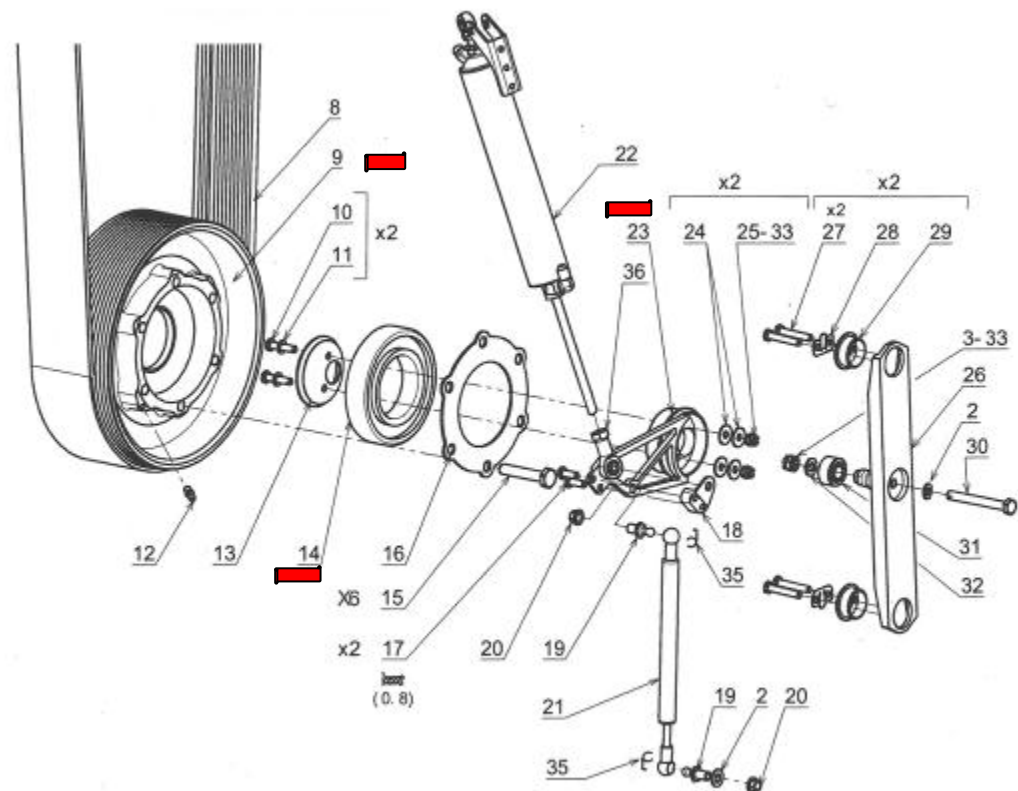


Figur 2 - Schematisk beskrivning på transmission och motor (Hélicoptères Guimbal)

Vid uppstart inför flygning, startas motorn och när motorparametrarna stabiliserats kopplas motorn samman med rotorsystemet. Sammankopplingen sker genom att en hydraulcylinder (enhet 22 i figur 3) trycksätts med tryck från motorns oljesystem. Hydraulcylindern är med den övre änden fastsatt i kroppsstrukturen och den nedre änden i excentern (enhet 23 i figur 3).

Hela främre delen av motorn flyttas då nedåt och något åt vänster varigenom drivremmen sträcks och motorns moment överförs till växellådan. Skulle motorn stanna eller av annan anledning minska varvtalet (så att varvtalet är lägre än varvtalet på transmissionens ingående axel), frikopplar frihjulet (Free wheel) som är monterat i den övre remskivan på växellådans ingående drivaxel, se figur 2. Rotorn bromsas då inte upp, utan kan fortsätta att rotera pga. av dess kinetiska energi. Helikoptern saknar utrustning för avläsning och registrering av vibrationer vid operation.

Åtkomsten vid smörjning av det lager som orsakat skadan sker via en smörjnippel monterad på motorremskivan och denna nås mellan brandskottet och rempaketet, se figur 6.



Figur 3 - Skiss från reservdelskatalog av remspännare (Hélicoptères Guimbal)

Underhåll av kullager

Smörjningen av lagret skedde ursprungligen i samband med inspektion benämnd B5 var 500 flygtimme eller var 60 månad (vilket som först inträffar). Enligt då gällande instruktioner i AMM 51-A-03, issue 4⁵ skulle fettsprutan vägas före och efter smörjning och en normal injicerad fettmängd var 10 till 20 gram. Det finns inget visuellt sätt att kontrollera att fettet verkligen har fyllt upp disponibel volym i lagret. Tätningen täcker lagret och fungerar som dammskydd, se enhet 16 i figur 3.

Det enda sättet att visuellt inspektera området runt smörjnippeln är med hjälp av en spegel.

Hélicoptères Guimbal reagerade snabbt på Haverikommissionens undersökning som visade bl.a. att kullagret skurit och gav ut en Mandatory Service Bulletin med nummer BS 12-004 A den 16 februari där intervallet mellan smörjtillfällena förkortades. Smörjning ska, efter revision av intervallet, ske första gången senast vid nästkommande 50 timmars inspektion och därefter var 100:e flygtimme.

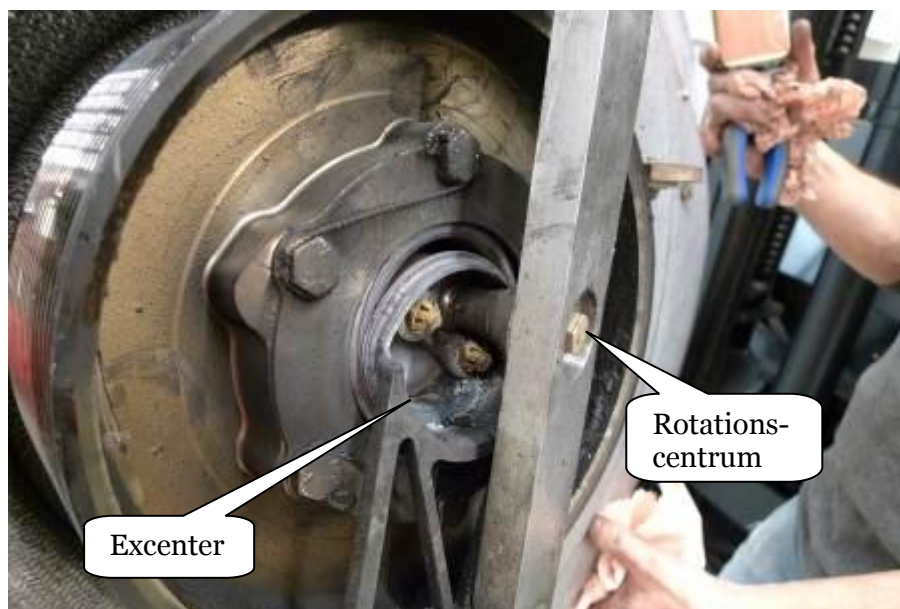
Enligt typcertifikatinnehavaren säkerställer MSB BS 12-004A att tillräcklig smörjning sker samt att mängden fett inte överskrider en sådan mängd att det kan läcka på drivremmen. Överflödigt fett skulle också kunna överhettas lagret.

⁵ AMM – Aircraft maintenance manual, underhållsföreskrift

Skador på luftfartyget

Gardjärnet på undre delen av fenan uppvisade den enda yttre synliga skadan. Garden var bockad uppåt och avståndet till den undre fenan var reducerat till 11 cm. Nominellt skall avståndet vara ungefär 13 cm,

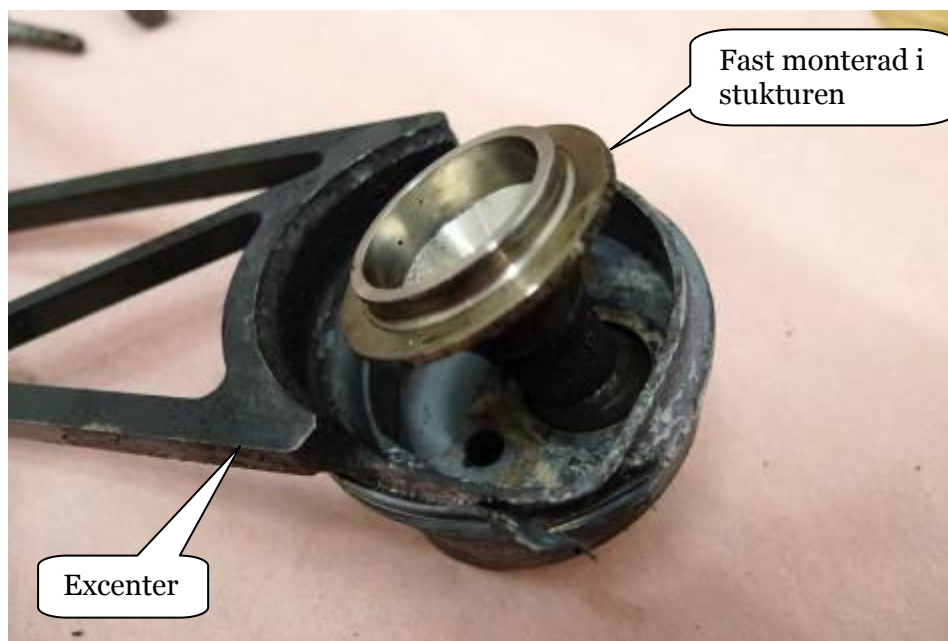
En noggrannare undersökning av helikopterns drivlina visade att den avantgardistiska främre motorupphängningspunkten hade allvarliga skador. Det enkelradiga spårkullager som utgör motorns främre upphängning hade skurit. Kulhållaren hade komprimerats, se figur 6.



Figur 4 - Motorns remmskiva med främre motorfäste och excenter för anläggning av drivremmen. Den vertikala balken är fäst i strukturen, när remmen läggs an roterar hela motorn runt en punkt i linje med den sexkantiga bultskallen.

När lagret skurit kom den yttre lagerbanan att rotera i den nedre (motor) remmskivan. Samtidigt började excenterns fäste i den inre lagerbanan rotera. Kraften ökade och nådde en nivå så stor att hydraulcylindern inte klarade att hålla kvar drivremmen i sträckt läge. Drivremmen slackade och började glida på drivhjulen.

Vibrationerna härrörde dels från det skurna kullagret men även från den slirande drivremmen.



Figur 5 - Kraftigt värmepåverkad excenter, materialet har uppnått flytgränsen. Den svarta nedre delen skall vara cirkulär och ligga an mot kullagrets inre lagerbana.



Figur 6 - Remskivan monterad på motorn, observera att kullagrets inre lagerbana är elliptisk. Lagrets tio kulor har komprimerats i en del av lagret. Kulhållaren har skadats och möjliggjort att kulorna kan flyttas så att avståndet mellan kulorna inte är jämt fördelat.

Kullagret hade upphört att fungera som lager. Temperaturökningen var kraftig på grund av den väsentligt ökade friktionen, samt att stabiliteten i främre motorupphängningen var åsidosatt. Motorns och remdrivningens integritet är i en förlängning av händelsen enligt CS 27X602⁶ att klassa som "hazardous". För denna klass av kritiska delar upprättas en "Critical parts plan". De tre delar Haverikommissionen undersökt, nedre remskiva, kullager och kopplingsarm (excenter) är alla listade som kritiska detaljer, i figur 3 är de markerade med röd färg. I certifieringsarbetet genomförs ett antal tester för att säkerställa att redundanta lastvägar finns vid brott på dessa primära enheter.

⁶ CS-27 – Certification standard for small rotorcraft, byggbestämmelser för mindre helikoptrar. X – indikerar att paragraf 602 inte finns i FAA Part-27.

Fraktografisk undersökning av remskiva, kullager och excenter

Ett oberoende laboratorium (Exova) har undersökt remskivan pos 9, kullager pos 14 och excenter pos 23, referenserna till respektive del hänför sig till figur 3. Undersökningen hade till uppgift att om möjligt fastställa skadornas uppkomst. Inledningsvis misstänktes att kullagret varit utsatt för axiella krafter av en storlek som inte var beaktad vid konstruktionen av remspänningsmekanismen. Undersökningen har inte kunnat visa detta.

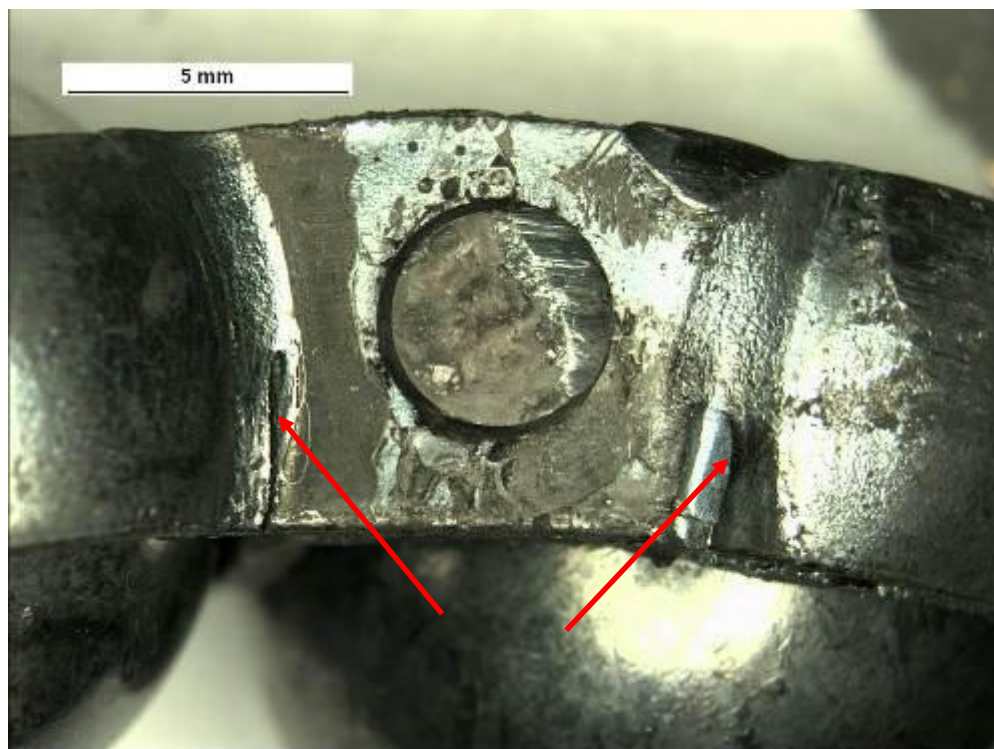
Lagrets inre lagerbana har börjat glida mot excenterns excenter. Friktionsvärmens har lett till en temperatur på över 800° C och materialets mikrostruktur har lösts upp och fasomvandling ägt rum. Materialet var så mjukt att det plasticerades och pressades radiellt ut mot kulorna i lagret. Temperaturen har även sänkt hårdheten på den inre lagerbanan från ungefär 700 HV till 320 – 370 HV⁷.



Figur 7 – Referenskula och kula med glidskador (Foto Exova)

Ett komplett lager skall innehålla tio kulor. Alla dessa fanns kvar, men en kula uppvisade mer omfattande skador, se figur 7. Denna kula har låsts mellan den inre och yttre lagerbanan och börjat glida mot den yttre banan (normalt rullar kulorna). Med ökande friktion har denna kula så småningom tryckt sönder kullållaren och möjliggjort att kulorna samlats i en hop längs något mer än ungefär halva lagrets omkrets.

⁷ HV- hårdhet enligt Vickers.



Figur 8 – Sprickor i kullållaren på baksidan av nit (röda pilar), skadorna är sekundära. Notera att det fanns primära utmattningssprickor i delar av kullållaren (Foto Exova).

Den låsta kulan har också fått den yttre lagerbanan att rotera i remskivan. Skadorna på den yttre lagerbanan är emellertid mindre uttalade än för den inre banan och lagerbanans hårdhet och mikrostruktur har inte påverkats i lika stor omfattning som för den inre lagerbanan. Förutom de nämnda skadorna finns det endast utmattningssprickor/brott på kullållaren, se figur 8. Typiska lager-skador som ”Spalling⁸” i lagerbanorna kunde inte dokumenteras, inte heller axialbelastning.

Kvarstående primära skador:

- lagret har överhettats på grund av bristande smörjning
- kullållaren har havererat på grund av utmattningsbrott förorsakat av vibrationer
- lagret har överhettats på grund av för stort spel mellan lagrets inre bana och kopplingsarmens excenter som fått lagerbanan att glida och generera värme, den senare sekvensen är dock mindre sannolik

Undersökning av fettets smörjegenskaper

Ett oberoende materiallaboratorium har undersökt den batch (tillverkningsomgång) av fett som användes senast lagret smordes före haveriet. Undersökningen visar att det använda fettet uppfyllde de specifikationer som tillverkaren av fettet uppger enligt gällande standarder.

⁸ Spalling – Små metallflagor slits loss av lagerbanan

Räddningstjänstens agerande

Ett nödanrop från helikoptern inkom till flygtrafikledningen på Axamo flygplats på tornfrekvens 118.250 MHz klockan 15.34. Helikopterpiloten hann endast deklarerat nöd innan sändningen bröts. Efter några fruktlösa försök att ropa upp piloten via radio larmade flygledaren flygräddningscentralen JRCC⁹ i Göteborg och genomförde ett trepartssamtal med SOS Alarm. Samtidigt larmades flygplatsens räddningstjänst.

Information lämnades av flygledaren på Axamo till JRCC om att en trolig position där helikoptern skulle finnas var väster om flygplatsen mellan Gällstad och Dalstorp och att det var två personer i helikoptern. Från JRCC larmades en räddningshelikopter vid baseringen i Göteborg. Uppgiften för räddningshelikoptern var att pejla in platsen för nödlandningen och undsätta den nödställda.

Via SOS-centralen i Jönköping larmades räddningstjänst, ambulans och polis. När troligt område för nödlandningen ringats in av flygräddningsledaren på JRCC larmades Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund med närmaste brandstation i Ulricehamn istället för Jönköpings Räddningstjänst som initialt hade larmats. Enheterna dirigerades mot Gällstad.

Flygplatsens räddningstjänst som också åkt mot Gällstad återkallades av JRCC när det framgick att aktuellt område låg längre bort än i den direkta närheten av flygplatsen. Därmed kunde flygverksamheten på Axamo flygplats upprätthållas.

Klockan 15.51 förmedlades uppgiften från flygtrafikledningen att det eventuellt endast rörde sig om en person i helikoptern. Detta konfirmerades kl. 16.00 av JRCC som överhört en konversation mellan piloten och en privat helikopter från flygplatsen.

Piloten i den nödlandade helikoptern hade ringt till skolan på flygplatsen och skickat sin position via ett positionsverktyg i telefonen. Med den informationen fann en annan av flygskolans helikoptrar platsen för nödlandningen och meddelade JRCC positionen. Klockan 16.08 var räddningsenheterna framme på platsen för nödlandningen.

Personal från räddningstjänsten och sjukvården gjorde en första bedömning av pilotens status och fann piloten oskadd.

Räddningstjänsten avslutades kl. 16.30.

Utlåtande

Flygningen var helt normal fram till dess att den ljudliga bängen hördes. Förarens snabba reaktion och förmågan att anpassa flygningen till den uppkomna situationen, möjliggjorde en lyckad autorotationslandning. Den låga flyghöjden

⁹ JRCC – Joint Rescue Coordination Centre, ledningen av räddningsinsatser sker från den gemensamma ledningscentralen i Göteborg

gjorde att tiden från det att skadorna uppstod till dess att en autorotationslandning utförts resulterade i att en mycket allvarlig händelse kunde undvikas.

På grund av lågt rotorvarvtal utfördes landningen som en s.k. glidlandning med förhållandevis hög framåtfart vid sättningen på en snötäckt odlad yta.

Materialundersökningen visar att händelsen förorsakades av haveri på det enkelradiga spårkullagret till den excenter som spänner drivremmen och samtidigt är främre motorfäste. Lagret havererade till följd av bristande smörjning eller så har rullhållaren havererat på grund av utmattningsbrott förorsakat av vibrationer. Bidragande till detta kan vara utformningen och svårigheten att komma åt smörjpunkten på kullagret och verifiera att fett trängt in i lagret.

Helikoptern saknar system för övervakning av vibrationsnivåerna (accelerometrar). Det är därför svårt att avgöra om belastningen på kullhållaren uppkommit genom en längre tids drift vid en ogynnsam belastning på lagret. Det går baserat på de omfattande lagerskadorna inte heller att visa vilken av haverisekvenserna som är den primära.

Motorn är fäst till de bakre motorfästena, med fri rörlighet framåt, på så sätt förhindras axiella krafter på det främre lagret till motorfästet. Det misstänktes att det enkla spårkullagret varit utsatt för axiella krafter på grund av inspänningskrafter från motorn. Materialundersökningen visade att lagret inte varit utsatt för axiella krafter.

Lagerinbyggnaden saknar visuell möjlighet att verifiera att fett trängt in i lagret och fettflödet vid smörjning blir därmed osäkert. Underhållsprogrammetts krav på vägning av fettsprutan före och efter smörjning av lagret, för att fastställa en injicerad fettmängd på 10 – 20 gram ger stor osäkerhet. En vanlig fettspruta väger 2-4 kg beroende på storlek och mängd kvarvarande fett, i bästa fall ska då en skillnad på 10 promille avläsas. Sannolikheten är låg för att rätt mängd fett injicerats och risken för bristande smörjning föreligger. Den föreslagna metoden att kontrollera mängden injicerat fett med tillräcklig noggrannhet med en våg är otillfredsställande.

Typcertifikatinnehavaren har utgett en tvingande service bulletin för att förkorta tiden mellan smörjtidspunkterna från 500 till 100 flygtimmar. Denna lösning måste dock ses som tillfällig. Ytterligare arbete pågår för att förbättra smörjningen av lagret och tätningen runt lagret. Långsiktigt arbetas även med förändringar av kullhållaren som minskar effekterna av otillräcklig smörjning. Revision av instruktionen för smörjning av lagret är en annan viktig förbättring.

Utredningen avseende räddningstjänstens insatser visar att det inte fanns några problem i fråga om ledningen eller samordning av insatsen. Detaljerna med positionering och den sent säkerställda informationen om hur många som var drabbade, anser SHK ligga inom de rekommendationerna till Transportstyrelsen som redovisats i rapport RL 2011:17 och vars svar anses omhändertagna dessa.

Olyckan orsakades av att:

- Spårkullagret i motorremskivan havererade. Den bakomliggande orsaken var att det inte med säkerhet går att kontrollera om fett trängt in i lagret vid smörjning.

Rekommendationer

EASA rekommenderas att ombesörja så att Hélicoptères Guimbal förändrar processen vid smörjning av lager med reservdelsnummer HG61-0790 så att det vid tillsyn visuellt kan fastställas med säkerhet att fett i tillräcklig mängd injicerats i kullagret (och på rätt plats). *(RL 2013:01 R1)*.