



STATENS HAVERIKOMMISSION (SHK)
BOARD OF ACCIDENT INVESTIGATION

SHK
BIBLIOTEKET

Rapport om
luftfartshändelse 1986-12-17
vid Finnerödja, T län
SHK ärende SE-HFC 57/86

+Tlg, se förre s. 3.

1988-01-25

SE-HFC 57/86

Till Luftfartsverket

Tillägg till

Rapport om luftfartshändelse 1986-12-17 vid Finnerödja, T län

Statens haverikommission (SHK) har 1987-07-07 avgett slutrapport i ärende SE-HFC 57/86. I rapporten fastställde SHK, på grundval av gjorda laboratorieundersökningar, som sannolik haveriorsak motorstopp på grund av utmattningsbrott initierat av nötningskorrosion på vevstake, vilket i sin tur kan ha förorsakats av upprepade flygningar med hög motorbelastning.

Sedan motorn sänts till tillverkaren Lycoming för närmare undersökning av orsaken till uppkommen "galling", har motortillverkaren i en rapport 1987-11-11 redovisat hos denne utförda undersökningar. Dessa överensstämmer med de resultat som låg till grund för SHK:s bedömning i slutrapporten.

Sammanfattningsvis framgår sålunda att för hög belastning och övervarv ligger bakom ifrågavarande motorhaveri.



Hans Gullberg



Lennart Ringqvist

SAMMANFATTNING AV UTREDNINGSRAPPORT SE-HFC 57/86

Luftfartyg typ:	Helikopter Hughes 269 C
Tidpunkt för händelsen:	1986-12-17 kl 14.00 SNT
Plats:	Finnerödja, T län
Typ av flygning:	Kraftledningsinspektion
Antal ombord:	Besättning: 1 Passagerare: 1
Väder:	Mulet med ca 1 000 fots moln- bas. Sikt > 10 km. Vind N ca 5 knop. QNH 1 002 hPa. Temp ca -7°C.
Personskador:	Inga
Skador på luftfartyget:	Omfattande
Förarens ålder, certifikat:	44 år, BH-certifikat
Förarens totala flygtid:	3 500 timmar helikopter

Under kraftledningsinspektion med en helikopter av typ Hughes 269 C i trakten av Finnerödja fick helikoptern motorstopp på grund av utmattningsbrott initierat av nötningskorrosion i en vevstake. Vid den efterföljande nödlandningen kolliderade helikoptern med en kraftledning.

Bidragande faktorer kan ha varit:

- Upprepade flygningar med höga motorbelastningar.
- Avsaknad av gångtidsuppföljning för särskilda motordelar.

Luftfartsverket har 1987-03-10 utfärdat ett luftvärdighetsdirektiv, LVD nr 2127, som föreskriver livstidsbegränsning av vevstakar och utbyte av avgasventiler.

Motorn har jämte motorn till helikoptern SE-HIV (se SHK ärende SE-HIV 17/86) sänts till Lycoming för närmare undersökning av orsaken till uppkommen "galling". Till Lycoming har också överlämnats en sammanställning av undersökningsrapporter rörande motorhaverier av samma typ som det här aktuella. SHK avser att i en tillägsrapport redovisa undersökningsresultat av betydelse.

I avvaktan på ytterligare information bör stor uppmärksamhet ägnas åt att undvika övervarv/överbelastning.

INLEDNING

Händelsen har utretts av statens haverikommission (SHK) som företräts av Hans Gullberg, ordförande, och Åge Röed, utredningschef.

SHK har biträts av Hans Haglund, Luftfartsinspektionen, samt Nils Grimskog, Helmer Larsson och Nils Sundin som experter.

SHK har sammanträtt

Närvarande

87-02-16 SHKs kansli

Gullberg, Röed, Haglund,
Grimskog, Larsson, Stefan
Andersson, Skandia, Lars Käll-
man, SAAB-Scania, Per-Olov
Brink, Nyge-Aero, Lars Bran-
dell, AB Nordflyg, Göran Wal-
tert, HFR

87-06-25 SHKs kansli

Gullberg, Röed, Grimskog och
Sundin

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

Flyguppdraget avsåg krafledningsinspektion. Helikoptern SE-HFCs besättning bestod av förare och inspektör. Speciellt skulle förekomsten av träd som lutade mot ledningsgatan kontrolleras. Flyghöjden kan, vid denna typ av kontroll, hållas något högre än vid normal linjeinspektion.

Efter tankning på Laxå flygplats 1986-12-17 startades eftermiddagens flygpass kl 13.10. Flygningen följde en 10 kV stamledning på nordlig kurs. Föraren svängde med låg fart in på en avgrening åt höger, se skiss bilaga 2. Han skulle just öka farten, som var i det närmaste noll, när han hörde en kraftig smäll från helikoptern. Motorn stoppade omedelbart. Höjden var ca 25 m över marken. Terrängen i området utgjordes av tät blandskog med ca 8-12 m höga träd. Föraren svängde omgående helikoptern mot en öppen yta till vänster bortom ledningen och gick samtidigt i autorotation. Han sökte öka farten, men höjd och rotorvarv räckte ej till att nå den öppna ytan. Strax före stamledningen var rotorvarvet i det närmaste slut. Föraren använde stigspak i ett sista försök att komma över stamledningen, men helikoptern hamnade på den strömförande ledningen i riktning tvärs linjen. Av ledningens fyra linor slogs två av när rotorbladen träffade linorna och en brast genom helikopterns tyngd. Den fjärde linan spändes under helikoptern men brast ej. Linorna dämpade delvis fallet.

Haveriet inträffade ca kl 14.00.

1.2 Personskador

Besättning Passagerare Övriga

Omkomna

Allvarligt skadade

Lindrigt skadade

Inga skador

1.3 Skador på luftfartyget

Omfattande.

1.4 Andra skador

Samtliga fyra linor på kraftledningen skadade.

1.5 Besättningen

Föraren var vid haveritillfället 44 år och hade gällande BH-certifikat. Grundutbildning 1979 på Roslagens Helikopterflyg i Norrtälje på helikoptertyp Enstrom, ca 60 tim. Typinflygning på Hughes 269 C, BH-utbildning vid SAAB 1980, ca 90 tim.

<u>Flygtid (timmar)</u>	<u>24 timmar</u>	<u>90 dagar</u>	<u>Totalt</u>
Alla typer	3.3	215.3	2 932
Denna typ	3.3	215.3	2 862

Senaste PFT (periodisk flygträning) genomfördes 1986-08-15 på Hughes 269 C.

Tjänstgöringstid senaste 7 dygnen - 24 tim.

Linjeinspektören var 54 år. Han hade genomgått Vattenfalls kurs för linjeinspektörer 1980 och hade ca 7 års erfarenhet av linjeinspektion.

1.6 Luftfartyget

Ägare: Nordflyg AB, Flygplatsen, 635 90 ESKILSTUNA.

Helikoptertyp Hughes 269 C. Tillverkare Hughes Helicopter Co, Culver City, Cal. USA. Tillverkningsår 1970, serienr 300011. Total gångtid 8 916.0. Efter senaste 100-tim tillsyn 67 tim. Motor typ Lycoming H10 360 D1A, serienr RL 15867-51A. Tillverkningsår okänt. Total gångtid efter grundöversyn 930 tim. Efter senaste 100-tim tillsyn 69 tim. Helikoptern hade gällande luftvärdighetsbevis. Helikopterns tyngdpunkt låg inom föreskrivna gränser.

Inga anmärkningar om övervarv eller tekniska problem fanns noterade vid starten som slutade med haveri.

Lastplan

Tomvikt	541.1
Bränsle. Olja	67 kg
Pilot	75
Inspektör	75
Extra	10
	<hr/>
	768.1 kg
Tillåten maxvikt	860.0 kg

Operatören har enligt uppgift sökt gardera sig mot motorhaveri av det slag som nu inträffade genom att dels införskaffa egna reservmotorer för att ha bättre kontroll av tidigare driftförhållanden, dels tilldela varje förare en bestämd maskin att alltid själv flyga.

1.7 Meteorologisk information

Vädret i området var mulet med molnbas på ca 1 000 fot. Sikt > 10 km och vinden nordlig ca 5 knop. QNH 1 002 hPa. Temp ca -7°C.

1.8 Navigationshjälpmedel

Ej aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Ej upprättade. Säkerhetsuppföljning via kunden med användning av mobiltelefon och bestämd kontakttid.

1.10 Flygfältsdata

Ej aktuellt.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Ej erforderligt.

1.12 Haveriplats och helikoptervrak

1.12.1 Haveriplatsen

Position 58° 50' N 14° 30' E

Höjd över havet 170 meter.

Haveriplatsen är belägen i ett skogsbevuxet område, Fallet, 5 km sydost Finnerödja. Sättningsplatsen utgjordes av en kraftledningsgata där helikoptern sattes rakt ned på strömförande ledningar.

1.12.2 Helikoptervraket

Vid sättningen deformerades samtliga huvudrotorblad och bladstagen brast. Inget blad separerade från navet. Landningsstället deformerades vid anslaget mot underlaget. Stjärtbommen fick en intryckningsskada. Stjärtrotorn intakt men stjärtrotorbladen skadade. Kabinens bottenlucka, integrerad med motorns luftintag, deformerad. Plåtskador på kabinens högra sida. Frontrutan och dörrutan på höger sida spräckta. Skador på motorns vevhus. Vevstaksbrott undersöktes vid SAAB-SCANIAS materiallaboratorium i Linköping, se 1.16.

1.13 Medicinsk information

Föraren var vid haveritillfället i god kondition.

1.14 Brand

Uppstod ej.

1.15 Överlevnadsmöjligheter

På grund av att sättningen skedde på strömförande ledning var risken för brand och för personskador stor. Helikoptern kunde utrymmas utan svårighet. Den låg efter haveriet på sidan i 45 graders lutning.

Föraren använde ej hjälm, inspektören använde hjälm.

ELT

ELT aktiverades ej automatiskt vid haveriet. Provad u a efter haveriet.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

Skadade motordelar skickades till SAAB-SCANIA för undersökning av brottytor etc. I SAAB-SCANIAS undersökningsrapport TKFB-374 anføres bl a: Den primära orsaken till haveriet är ett utmattningsbrott i vevstaken för cylinder nr 4. Utmattningsbrottet hade sin startpunkt på den yta som låg an mot lagerskålen. Startpunkten sammanföll med ett område som varit utsatt för nötningskorrosion (galling) från lagerskålen. Nötningskorrosionen har initierat utmattningsbrottet. Orsaken och förloppet har stora likheter med SHK--ärende SE-HIV 17/86.

Undersökning, utförd hos Nyge Aero, av de andra ej skadade vevstakarna i motorn visade att också dessa hade gallingskador.

1.17 Övrigt

1.17.1 Kolvmotorproblem vid övervarv/överbelastning

SHK har i tre utredningar av haverier med helikoptertyp Hughes 269 behandlat Lycoming H10 360 motorproblem vad gäller övervarvning och överbelastning. Jfr SHK-ärenden SE-HIV 38/83, SE-HIV 80/83 samt SE-HIS 1/84.

Nötning mellan vevstake och lager kan ge skador där en (eller flera) hårda förhöjningar eller fördjupningar fås på vevstaksytan. Förändringarna ger lokal belastningsökning och stresskoncentration. Som resultat bildas så småningom utmattningsprickor, jfr

- ././ SAAB-rapport TKFB-374, bilaga 2, Lycoming SB 369F, bilaga 3 och
- ././ SB 439, bilaga 4.

Undersökningar som gjorts av kolvmotorer, både av Lycoming och i Sverige, visar att svängningsfrekvenserna och amplituderna i motorerna ökar snabbt vid övervarv. Detta kan leda till utmattningsbrott i motorn, t ex vevstaksbrott eller vevaxelbrott.

Övervarv/överbelastning kan enligt ovannämnda undersökningar förutom "galling" och ökade vevaxelsvängningar även ge följande skador.

1. Ingasventiler kan få deformationsskador som ger ventiltallriken s k "tulipanform". Därmed fås störningar i ingassystemet som kan resultera i motorstopp.
2. Avgasventilernas oljefilm bränns sönder av den ökade motortemperaturen. Koksning erhålls. Ventilerna kärvar och bryts sönder.
3. Överbelastning av motorn kan ge så stora töjningar i bultarna i motorns delningsplan att ramlagret lossnar och roterar. Därmed stryps oljetillförseln till lagret och skärning mellan lager och vevaxel erhålls.

Motortillverkaren har infört flera modifieringar för att minska riskerna för motorskador. Dessa är bl a.

- o Kraftigare vevstakar.
- o Nya lagerhalvor med större ytterdiameter som ger högre presspassning mellan vevstake och lager.

- o Förstärkta vevstaxsbultar med bättre draghållfasthet. Bättre kontroll av bultarnas monteringsspänning.
- o Större ytterdiameter för ramlagren för att minska risken att de lossnar.
- o Ventilförbättringar med bl a nya ventiler typ "Nimonic" och nya styrningar för att minska risken för skåldeformation ("tulipform") samt ökad fjäderspänning för bättre tätning och följsamhet till kamsystemet.

1.17.2 Gångtid hos motordelar

Gångtidsjournaler har tidigare inte förts över delar i en motor. Vid köp av översedda motorer, t ex fabriksrenoverade, kan man därför inte veta om viktiga delar som t ex vevstakar bytts vid renoveringen eller om de har mycket långa gångtider.

1.17.3 Risker för onormalt motorslitage

Tillverkaren föreskriver att varvtalet vid motorstart ej får överskrida 1 600 rpm. Skador som kan leda till utmattningsbrott kan uppkomma även vid kortvariga övervarvstoppar.

Tillverkaren föreskriver också att varmkörning skall ske med inkopplad rotor. Detta förkortar varmkörningstiden och minskar risken för vibrationer och svängningar som kan bidra till uppkomst av utmattningsprickor.

1.17.4 Haverier med helikoptrar i Sverige

SHK har sedan 1980 utrett ett 50-tal helikopterhaverier. Andra haverier har hänt men de har inte varit så allvarliga att de utretts av SHK.

Av de SHK-utredda haverierna har mänskliga faktorer av typen förarfel, lastarefel och teknikerfel haft avgörande betydelse för haveriet i en mycket stor del av fallen. I samtliga av dessa fall skulle bättre utbildning av operatörens personal, eller bättre information från tillverkare till operatör, ha kunnat förhindra eller väsentligt minska risken för haveri.

2 ANALYS

Haveriet förorsakades av motorstopp som inträffade när helikoptern befann sig på låg höjd med låg fart över skogsterräng. Föraren valde autorotation och svängde mot en öppen sättningsplats men rotorvarvet sjönk och tvingade honom sätta helikoptern på en strömförande kraftledning.

Motorhaveriet berodde på vevstaksbrott. Undersökning av den skadade vevstaken visade att nötningskorrosion (galling) mellan lagerskål och vevstake hade initierat en utmattningsspricka som vuxit till brott.

Galling är ett resultat av nötning mellan vevstake och vevstakslager. Glapp mellan lager och vevstake gör att dessa två delar nöter mot varandra. Detta kan ske när töjningen i vevstaken överskrider en viss gräns eller om lagret inte passar perfekt i vevstaken. För att galling-skador skall undvikas krävs således både att motorn inte överbelastas och att den är väl underhållen.

I det aktuella fallet hade företaget tilldelat varje förare en bestämd helikopter för att minska riskerna för övervarv. Därmed hade de givit föraren möjligheten att lära känna sin maskin mycket väl samtidigt som de delegerat honom personligt ansvar för denna. Risken för övervarv (medvetet eller omedvetet) bör under sådana förhållanden ha varit liten.

Företaget hade också köpt in en fabriksrenoverad motor för att kunna följa motorns gångtider. Detta är en flygsäkerhetsfrämjande åtgärd. Motorn hade vid haveriet efter anskaffningen använts en gångtidsperiod. Efter översyn hade den därefter använts ytterligare 930 timmar. Problemet är dock att eftersom gångtiderna för olika motordelar som t ex vevstakarna inte var kända, kan den brustna vevstaken haft flera tusen timmars gångtid. Detta ökar risken för utmattningsgalling i vevstaken eftersom slitaget ökar risken för gallning.

Problemet med utmattningsgalling är också att mycket små skador, som är svåra att upptäcka, kan initiera utmattningsgalling som snabbt accelererar till brott vid hård belastning.

Kraftledningsinspektion, rendrivning och älgräkning kräver ofta flygning med låga farter på låga höjder över marken. Under sådana förhållanden kan frekvensen av höga effektuttag bli stor. Flygningen kräver skärpt övervakning av kollisionsrisker vilket medför minskade möjligheter till instrumentövervakning. Samtidigt ökar risken för korta, ofrivilliga övervarv som inte observeras av föraren. Karaktäristiskt för de haverier med kolvmotorfel som SHK har utrett är att helikoptrarna haft hög frekvens av användning för kraftledningsinspektion, rendrivning och älgräkning. Under annan typ av flygning är frekvensen av motorhaverier låg.

Det är inte möjligt för SHK att fastslå varför en gallningsskada uppstått i det aktuella fallet och varför utmattningsgallingen kunnat växa till brott innan den upptäcktes. Operatören hade vidtagit två goda åtgärder för att förhindra motorfel och det finns inga misstankar om medveten överbelastning under flygning.

En helikopter som får motorstopp skall kunna autoroteras till säker sättningsområde om den flygs med korrekta fart/höjd-kombinationer. Vid kraftledningsinspektion är detta oftast praktiskt genomförbart eftersom inspektioner kan kräva flygning både på låg höjd och

med låg fart över terräng utan landningsmöjligheter inom helikopterns glidavstånd. Att föraren misslyckades med autorotationen bör ses mot denna bakgrund.

Autorotationsproblemen skärper kraven på noggrant motorunderhåll eftersom motorstopp ofta får svåra följder. Detta visar på behovet av gångtidsuppföljning av viktiga motordelar och byte av dessa vid minsta tecken på överbelastning, jfr avsnitt 5.1.

3 SLUTSATSER

3.1 Undersökningsresultat

- a) Föraren var behörig att utföra flygningen.
- b) Helikoptern var luftvärdig och underhållen enligt gällande föreskrifter.
- c) Vikt och tyngdpunkt låg inom tillåtna gränser.
- d) Motorbortfall har inträffat p g a utmattningsbrott i en vevstake i cylinder nr 4 förorsakat av gallring.
- e) På grund av låg höjd med nära noll i fart när motorstoppet inträffade tvingades föraren nödlanda i skogsterräng.
- f) Sättningen skedde på en strömförande ledning.

3.2 Sannolik haveriorsak

Motorstopp p g a utmattningsbrott initierat av nötningskorrosion på vevstake tvingade föraren att nödlanda på en kraftledning med haveriet som följd.

Bidragande orsaker till haveriet kan ha varit

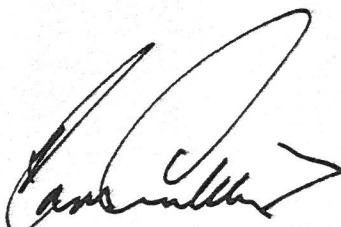
- o Upprepade flygningar med hög motorbelastning.
- o Avsaknad av gångtidsuppföljning för särskilda motordelar.

4 REKOMMENDATIONER

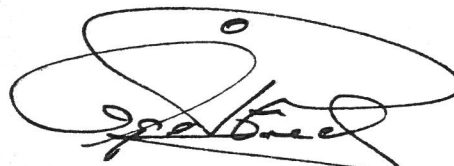
Inga, jfr avsnitt 5.

5 ÖVRIGT

- 5.1 Luftfartsverket har 1987-03-10 utfärdat ett luftvärdighetsdirektiv, LVD nr 2127, som föreskriver livstidsbegränsning av vevstakar och utbyte av avgasventiler.
- 5.2 Motorn har jämt motorn till SE-HIV (se SHK ärende SE-HIV 17/86) sänts till Lycoming för närmare undersökning av orsaken till uppkommen "galling". Till Lycoming har också överlämnats en sammanställning av undersökningsrapporter rörande motorhaverier av samma typ som det här aktuella. SHK avser att i en tilläggsrapport redovisa undersökningsresultat av betydelse.
- 5.3 I avvaktan på ytterligare information bör stor uppmärksamhet ägnas åt att undvika övervarv/överbelastning.



Hans Gullberg



Åge Röed

Datum för rapportens undertecknande: 1987-07-07