

RAPPORT

SL 2016/01



RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE 12. AUGUST 2014 PÅ RØRVIK LUFTHAVN MED AIRBUS HELICOPTERS EC 130 B4, LN-ORR, OPERERT AV HELIKOPTER UMLEIE AS

 This report is also available in English

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre flysikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke flysikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

ISSN 1894-583X (trykt utg.)
ISSN 1894-5902 (online)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 11. juni 1993 nr. 101 om luftfart § 12-1 jf. forskrift 22. januar 2002 nr. 61 om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart § 4.

Foto: SHT og Trond Isaksen/OSL

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Personskader	4
1.3 Skader på luftfartøy.....	4
1.4 Andre skader	5
1.5 Personellinformasjon	5
1.6 Luftfartøy	6
1.7 Været.....	8
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	8
1.9 Samband.....	8
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	9
1.11 Flygeregistratorer	9
1.12 Havaristedet og skade på helikopteret	9
1.13 Medisinske og patologiske forhold	10
1.14 Brann.....	10
1.15 Overlevelsesaspekter.....	10
1.16 Spesielle undersøkelser	10
1.17 Organisasjon og ledelse	18
1.18 Andre opplysninger.....	24
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	25
2. ANALYSE.....	26
2.1 Innledning	26
2.2 Flytekniske forhold	26
2.3 Organisatoriske forhold	26
2.4 Airbus Helicopters	28
2.5 Luftfartstilsynets rolle	28
2.6 EASA regelverk	29
2.7 Sikkerhetsansvar	29
3. KONKLUSJON	31
3.1 Generelt.....	31
3.2 Flytekniske aspekter.....	31
3.3 Organisatoriske aspekter	31
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	32
VEDLEGG.....	34

RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE

Luftfartøy:	Airbus Helicopters EC 130 B4
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-ORR
Eier:	ANS Munkedammen
Bruker:	Helikopter Utleie AS
Besetning/fartøysjef:	2, fartøysjef og lastemann, ingen skadet
Passasjerer:	Ingen
Havaristed:	Rullebane 22 Rørvik Lufthavn, Ryum ENRM (64.50.20N 11.08.50E)
Havaritidspunkt:	Tirsdag 12. august 2014 kl. 1800

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid (UTC + 2 timer) hvis ikke annet er angitt.

MELDING OM HAVARIET

Beredskapsvakten ved Statens havarikommisjon for transport (SHT) mottok tirsdag 12. august kl. 1827 varsel fra flygesjef i Helikopter Utleie AS om at LN-ORR, et av selskapets EC 130 B4, hadde mistet halerotor kontrollen under innflyging til Rørvik lufthavn, Ryum. Flygeren klarte å sette helikopteret uskadet ned på rullebanen.

En havariinspektør fra Havarikommisjonen rykket dagen etter ut for å starte undersøkelsesarbeidet. I henhold til ICAO Annex 13, «Aircraft Accident and Incident Investigation» underrettet Havarikommisjonen undersøkelsesmyndigheten i produksjonslandet Frankrike (Bureau d'Enquetes et d'Analyses pour la securité de l'aviation civile – BEA). BEA utnevnte en akkreditert representant som sammen med rådgivere fra Airbus Helicopters bistod ved undersøkelsen. EASA (European Aviation Safety Agency) ble også underrettet.

SAMMENDRAG

Helikopteret skulle lande på Rørvik lufthavn for å fylle drivstoff. Det var to personer om bord, fartøysjef og lastemann. Da helikopteret kom innover rullebanen i en høyde av 5-10 meter begynte det å rotere ukontrollert mot venstre. Fartøysjefen forsto raskt at han ikke hadde retningskontroll, og han valgte å lande helikopteret uten motorkraft. Før det sto på rullebanen hadde helikopteret rotert to ganger rundt vertikalaksen. Det oppstod ingen skade. Etter landing ble det ble konstatert at det ikke var mekanisk forbindelse mellom fenestron (halerotor) og motorens reduksjonsgearboks.

En teknisk undersøkelse viste at det hadde oppstått et akselbrudd på grunn av feilmontering av lager nr. 1 på halerotorakslingen. Denne feilmonteringen påførte halerotorakslingen sykliske belastninger, som til slutt førte til et brudd. Lagrene på halerotorakslingen hadde blitt skiftet i forbindelse med planlagt vedlikehold 98 flytimer før hendelsen.

Siden en feilmontering av lager nr. 1 var årsaken til bruddet, ble videre undersøkelser foretatt i både helikopterselskapets Part M organisasjon og i verkstedorganisasjonen som leverte

vedlikeholdstjenester til helikopterselskapet. Disse undersøkelsene avdekket flere mangler i forbindelse med planlegging av vedlikehold, rutiner for systematisk dobbeltkontroll av kritiske vedlikeholdsaktiviteter samt prosedyrer for ivaretagelse av teknisk personells kompetanse.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

- 1.1.1 Helikopteret skulle fra Bardufoss til selskapets base i Stryn. Det tok av kl. 1515 med fartøysjef og lastemann om bord. Opprinnelig var planen å mellomlande i Brønnøysund for etterfylling, men de hadde nok drivstoff til å fortsette til Rørvik lufthavn.
- 1.1.2 Over rullebane 22 på Rørvik, i 5-10 meters høyde og med en hastighet på ca. 30 kt, begynte helikopteret å rotere mot venstre. Det var ingen ulyder eller andre indikasjoner på teknisk svikt, og fartøysjefen trodde først at det kom et vindkast bakfra. Pedalene hadde ingen effekt, og rotasjonen mot venstre tiltok hurtig.
- 1.1.3 Da helikopteret hadde rotert ca. 180 grader skjønte fartøysjef at halerotorkontrollen hadde feilet. Han rullet av «twist-grip» (motorkontroll) på kollektivstikken og rotasjonen avtok litt i hastighet. I denne fasen konsentrerte fartøysjef seg om å holde helikopterets nesestilling riktig for å sette helikopteret på rullebanen. Da helikopteret nærmet seg bakken trakk fartøysjef kollektivstikke for å dempe gjennomsynkningen. Helikopteret traff bakken noe hardt, og gjorde et par hopp før det ble stående i en retning som avvek 45-90 grader fra den første kontakten med bakken. I følge fartøysjefen roterte helikopteret to runder før landing.
- 1.1.4 Det ble ikke registrert ulyder eller vibrasjon etter at helikopteret hadde landet og sto med motoren i gang. Lastemannen gikk ut av helikopteret for å se om noe var unormalt. Han så at halerotoren hadde stoppet. Fartøysjefen stengte av motoren og stoppet hovedrotoren ved bruk av rotorbrems.
- 1.1.5 Fartøysjefen inspiserte helikopteret etter at rotoren hadde stoppet uten å se synlige skader. Selskapets flygesjef ble varslet, og fartøysjefen fikk beskjed om at helikopteret ikke skulle flyttes før Statens havarikommisjon for transport (SHT) hadde gitt tillatelse.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	2		

1.3 Skader på luftfartøy

Det oppstod ingen andre skader på helikopteret enn brudd på halerotorakselen, se også kapittel 1.12 for detaljer.

1.4 Andre skader

Ingen.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjef

Fartøysjefen, 41 år, hadde sivil helikopterutdannelse fra 1999. Han utdannet seg i USA og fløy der til 2003, da han konverterte til europeisk/norsk CPL(H). I 2008 begynte han som flyger i Helikopter Utleie AS.

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	6,5	6,5
Siste 3 dager	9,5	9,5
Siste 30 dager	59	59
Siste 90 dager	109	100
Totalt	2 753	284

1.5.2 Flytekniker

- 1.5.2.1 Flyteknikeren, 62 år, var innehaver av Part 66 sertifikat gyldig til 2. august 2016. Sertifikatet dokumenterte B1/B2/C rettigheter på enmotors turbindrevne helikoptre (Group rating HSTE – Helicopters Single Turbine Engine). Rettighetene til å utføre vedlikehold på denne gruppen helikoptre var fornyet av arbeidsgiveren SAM Aero (verkstedorganisasjonen/EASA Part 145) den 16. juli 2014 gjennom et internt sertifikat. Grunnlaget for fornyelse var gjennomført trening og individuell vurdering i henhold til prosedyrer beskrevet i selskapets Maintenance Organisation Exposition (MOE). Han hadde også rollen som «Maintenance Senior Engineer» i SAM Aero.
- 1.5.2.2 Vedlikeholdstjenestene som SAM Aero utførte på helikoptre ble kun utført av den aktuelle flyteknikeren. Vedkommende arbeidet alene på Helikopter Utleies base i Stryn og utførte arbeidet i henhold til arbeidsordre utstedt av Helikopter Utleies Continuing Airworthiness (Part M) funksjon.
- 1.5.2.3 Flyteknikeren var med og stiftet selskapet Scandinavian Aircraft Maintenance i 2004. Dette selskapet gikk konkurs i 2010, og SAM Aero ble stiftet samme år med flyteknikeren som hovedaksjonær (se også punkt 1.17.2). Han var i perioden fra 2004 til 2008 utleid fra Scandinavian Aircraft Maintenance som teknisk sjef i Helikopter Utleie AS. I de siste årene var han utleid som flytekniker fra SAM Aero til samme selskap.
- 1.5.2.4 Etter hendelsen med LN-ORR bestilte Helikopter Utleie AS en gjennomgang av tidligere gjennomført vedlikeholdsarbeid på alle sine helikoptre. Kort tid etter foretok Luftfartstilsynet en teknisk inspeksjon av helikoptrene. Det ble ved disse inspeksjonene funnet flere uregelmessigheter ved vedlikeholdet av helikoptrene, og flyteknikerens rettigheter ble suspendert.

1.6 Luftfartøy

1.6.1 Generelt

EC 130 B4 er et lett enmotors helikopter med tre hovedrotorblader og halerotor av typen fenestron¹. Helikopteret er en videreutvikling av helikoptertypen AS 350, og har samme motor og hovedrotorsystem. Betydelige deler av helikopteret er bygget av komposittmaterialer. Kabinen har to dører på hver side. LN-ORR er utstyrt med tre seter foran og fire seter bak. Helikopteret kan flys fra venstre og midtre forsete. Flygekontrollene er hydraulisk operert av to uavhengige hydrauliske systemer. Helikopteret var nytt i 2009, og hadde fløyet 432 timer da hendelsen skjedde. Helikopteret ble tatt i bruk av Helikopter Utleie AS i 2010 og hadde da en total gangtid på 27,3 timer.



Figur 1: EC 130 B4. Foto: Helikopter Utleie AS

1.6.2 Data for helikopteret

Fabrikant:	Airbus Helicopters
Typebetegnelse:	EC 130 B4
Serienummer:	2427
Byggeår:	2009
Luftdyktighetsbevis:	Utstedt 23. april 2010

¹ Fenestron er en innebygd halerotor som er konstruert for å gi redusert støy og økt sikkerhet for personell som beveger seg rundt luftfartøyet på bakken. «Viftehuset» beskytter også rotoren mot fremmedlegemer ved landing og avgang fra trange plasser.

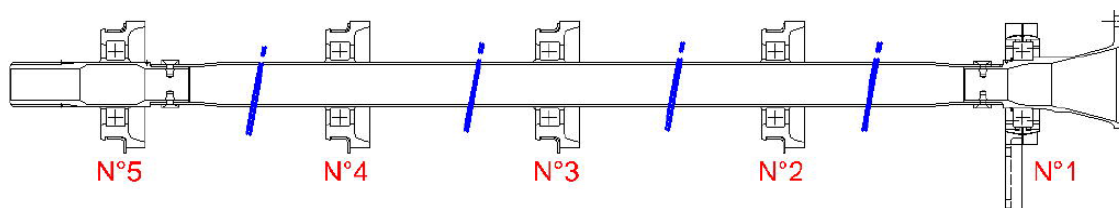
Airworthiness Review Certificate:	Gyldig til 22. april 2015
Akkumulert flytid:	432 timer
Motor:	1 stk Turbomeca Arriel 2B1
Motorytelse max takeoff power:	543 kw/728 shp
Diameter hovedrotor:	10,69 m
Maksimal masse:	2 427 kg
Masse tom (selskapets konfigurasjon):	1 557,73 kg
Drivstoff:	Jet A1

1.6.3 Aktuell masse og tyngdepunktets plassering

	Arm	Masse (kg)	Moment
Helikopterets tom-masse	3,552	1 557,73	5 533,45
Besetning	1,55	173,00	268,15
Utstyr rom høyre side	3,20	20,00	64,00
Utstyr rom venstre side	3,20	20,00	64,00
Utstyr bakre rom	4,60	10,00	46,00
Drivstoff	3,475	426,00	1 480,35
CG og total masse ved havaritidspunkt	3,38	2 206,73	7 455,95

Helikopteret ble operert innenfor begrensningene med hensyn til både masse og tyngdepunktets plassering.

1.6.4 Halerotoraksel

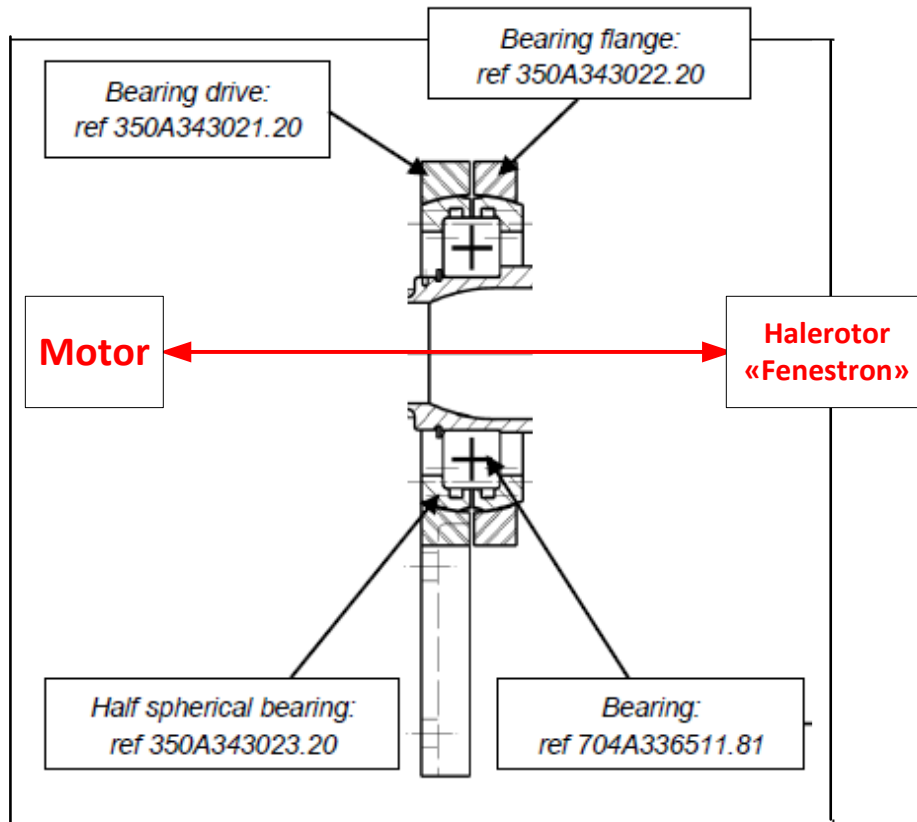


Figur 2: Illustrasjon av mellomseksjonen på halerotorakselen. Kilde: Airbus Helicopters

Fenestron (halerotor) blir drevet av en tredelt aksel. Akselbruddet oppsto i mellomseksjonen. Denne seksjonen er lagret opp med fem lagre (se figur 2). Bakre del av mellomseksjonen er et adapter laget av stål som er festet til akselen med seks nagler. Dette adapteret er den delen av akselen som lager nr. 1 er montert på. Fra lager nr. 1 går en kort aksel (ikke illustrert) bakover til halerotorens gearboks. Denne korte akselen er koplet til mellomseksjonens adapter med en fleksibel kobling som skal ta opp bevegelser mellom halebom og halestruktur med halerotor. Halebommen er laget av aluminium, mens halestrukturen (Fenestron) er laget av komposittmateriale.

1.6.5 Beskrivelse av lager nr. 1

Lager nr. 1 er det bakerste lageret på halerotorakselen. Innfesting av lageret er gjort ved at ytre lagerbane, som består av to «Half Spherical Bearings», klemmes fast mellom «Bearing drive» og «Bearing flange» (se figur 3). Hensikten med denne installasjonen er å ha mulighet til å justere lagerets posisjon slik at skjevbelastninger i halerotorakselen unngås.



Figur 3: Lager nr. 1 arrangement. Kilde: Airbus Helicopters/bearbeidet av SHT

1.7 Været

METAR for Rørvik kl. 1620 den 12. august viser at det var visuelle meteorologiske forhold (VMC), lettskyet i 4 500 fot med sikt over 10 km, vinden var variabel 2 knop. Temperaturen var 21 °C og duggpunkt 8 °C.

Aktuell vind ble av AFIS (Aerodrome Flight Information Service) oppgitt å være ca. 3-5 kts fra sørvestlig retning.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant

1.9 Samband

Ikke relevant

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Rørвик lufthavn, Ryum (ENRM) har en banelengde på 890 meter. Flyplassen har Aerodrome Flight Information Services (AFIS) tjeneste, og AFIS fullmektig var vitne til hendelsen.

1.11 Flygeregistratorer

Helikopteret er utstyrt med Vehicle and Engine Multifunction Display (VEMD) som registrerer overskridelser og systemfeil for de siste 31 registrerte flyvninger. Det var ikke registrert noen overskridelser av grenseverdier med hensyn til dreiemoment eller rotorturtall på disse flyvningene.

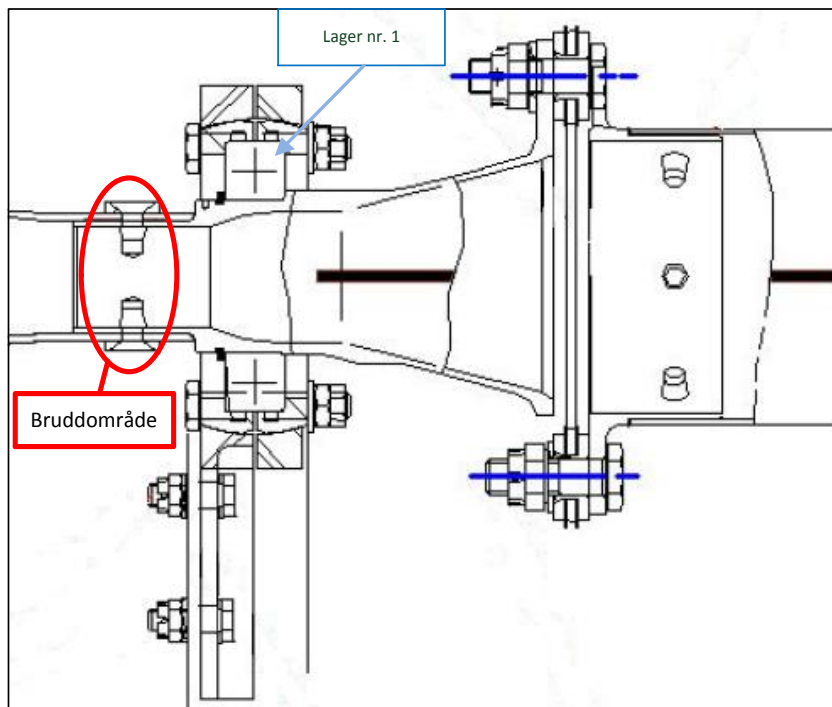
1.12 Havaristedet og skade på helikopteret

Helikopteret landet ca. 100 meter innenfor terskelen på rullebane 22, og ble etter landingen flyttet fra rullebanen inn på oppstillingsplass for nærmere undersøkelser. Det ble raskt konkludert at halerotoren (fenestron) ikke lenger hadde mekanisk forbindelse med motorens reduksjonsgearboks. Da havarikommisjonen kom dagen etter ble dekslene over halerotorakselen åpnet, og det ble funnet brudd på halerotorakselen i forkant av lager nr. 1 (se figur 4).



Figur 4: Brudd i naglesammenføyningen på mellomseksjon av halerotorakselen til LN-ORR.
Foto: SHT

Bruddet hadde skjedd i naglet sammenføyning mellom aksel og adapteret for bakre fleksibel kobling (se figur 5).



Figur 5: Detaljer lager nr. 1. Den fleksible koblingen til høyre. Skadeområde merket med rødt.
Kilde: Airbus Helicopters

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Ikke relevant

1.14 Brann

Ikke relevant

1.15 Overlevelsesaspekter

Ikke relevant

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 Innledende teknisk undersøkelse

1.16.1.1 Helikopteret ble etter undersøkelsen på Rørvik lufthavn fraktet med lastebil til selskapets base i Stryn. Under ledelse av SHT foretok representanter fra BEA og Airbus Helicopters en innledende teknisk undersøkelse. På grunn av akselbruddet og utlesning av VEMD, fokuserte denne undersøkelsen på halerotorakselen og akselens opplagring. Tilstand på akselen, lagre og innfesting av disse, samt halebommens geometri ble kontrollert.

1.16.1.2 Posisjonen² på lagre nr. 2, 3, 4 og 5 ble målt i forhold til akselen, og disse var innenfor tillatte kriterier. Det ble heller ikke observert noe unormalt med selve lagrene.

1.16.1.3 Brakettene som fester lagre nr. 2, 3, 4 og 5 til halebommen var intakte og riktig montert.

² Lagrene skal være montert vinkelrett i forhold til halerotorakselen.

- 1.16.1.4 Halebommen og braketter for lagerinnfestinger ble kontrollert med optisk måleutstyr og ble funnet å være innenfor akseptable kriterier med hensyn til geometri.
- 1.16.1.5 Tilstanden til de fleksible koblingene bak lager nr. 1 og foran lager nr. 5 var normal, bortsett fra en antydning til separasjon mellom de fleksible platene i koblingen bak lager nr. 1 (se figur 6).



Figur 6: Antydning til separasjon i den fleksible koblingen bak lager nr. 1. Foto: BEA

- 1.16.1.6 Lager nr. 1 ble gjenstand for spesiell oppmerksomhet da akselbruddet oppstod i nærheten av dette. Det viste seg at lagerets posisjon i forhold til akselen var utenfor fastsatte kriterier. Målt skjevhet var ca. 1 millimeter mens maksimum tillatt verdi i Aircraft Maintenance Manual (AMM) er 0,1 millimeter (se figur 7).



Figur 7: Lager nr. 1, innfestet mellom Bearing Drive og Bearing Flange. Skjevhet markert med røde linjer. Foto: SHT

1.16.2 Undersøkelse av halerotorakselen

1.16.2.1 Halerotorakselen og alle lagrene ble sendt til Airbus for videre undersøkelser i henhold til retningslinjer gitt av SHT. Resultatene av disse undersøkelsene viste at bruddet i akselen oppstod i sammenføyning mellom adapter og aksel på grunn av sykliske belastninger.

1.16.2.2 Sammenføyningen er gjort ved hjelp av seks nagler (se figur 4). Adapter og aksel ble demontert, og naglehullene i adapteret viste tegn til at naglene hadde beveget seg (se figur 8).

- Extract of Laboratory report :

(1) Failure of the tube
(2) Ovalization of rivet hole and one lost rivet
(3) Flange

Views of the rivet holes of the flange

HOLE 1	HOLE 2	HOLE 3	HOLE 4	HOLE 5	HOLE 6

Ovalization of all the rivet holes:
- Ovalization in the direction of torque transmission from tube to the flange

Several failure of rivet
- Result of wear of the rivet body
- Result of the dismounting of the rivet for investigation

Deformation of rivet :
- Sign of good mounting of rivet

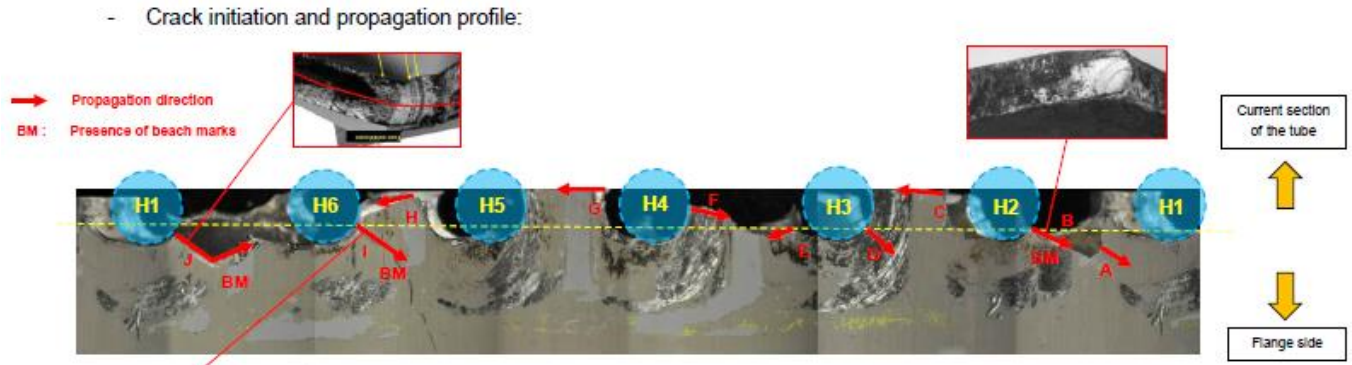
Still assembled rivet → rivet lost in use

Washer
Tube
Flange

Cross section of the rivet assembly of failed tube (splined flange side)

Figur 8: Nagler og naglehull i adapter. Kilde: Airbus Helicopters

- 1.16.2.3 Deformasjonen i hullene og slitasjen på naglene synes å ha foregått over tid. Slitasjemønsteret tyder på at naglene mistet det grepet de fikk ved installasjon. Deretter oppsto bevegelse slik at hullene i adapteret ble deformert og materialet i naglene ble slitt.
- 1.16.2.4 Da naglene gradvis løsnet, økte belastningen til et slikt nivå at utmattingsbrudd oppstod med utgangspunkt i noen av naglehullene på selve akselen. Det er også tegn til overbelastningsbrudd i et av naglehullene (se figur 9).



Figur 9: Brudd og bruddflater i akselen. Kilde: Airbus Helicopters

1.16.3 Undersøkelse av lager nr. 1

1.16.3.1 *Lagerets tilstand*

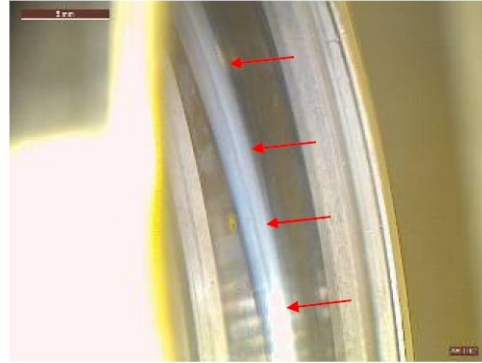
Airbus sendte i samråd med SHT lager nr. 1 til produsenten av lageret, FAG, for analyse. Undersøkelsen viste at lagerkulene hadde laget et unormalt spor i ytre lagerbane (OR «Outer Race» på figur 10).

pic 6



Skewed running track of the OR at 0°

pic 7



Skewed running track by rotating of the OR at 90°

pic 8



Skewed running track by rotating of the OR at 180°

pic 9



Skewed running track by rotating of the OR at 270°

Figur 10: Unormale spor i ytre lagerbane. Kilde: FAG

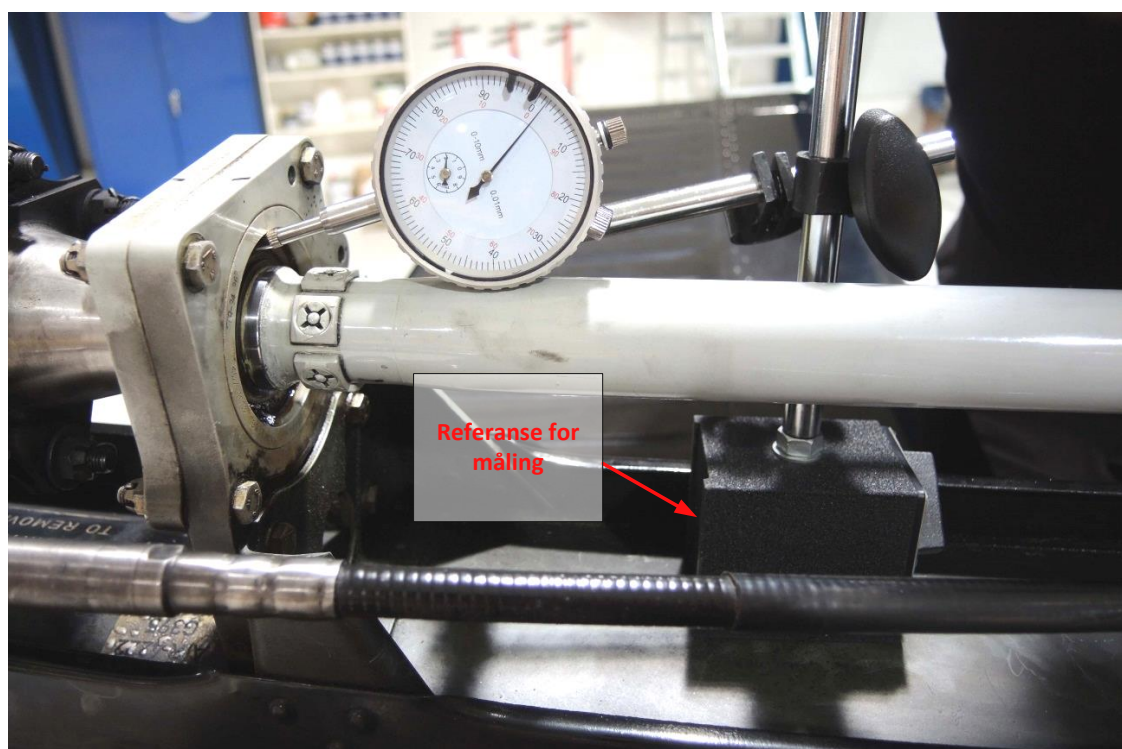
Konklusjonen til FAG er:

This detrimental operation must have occurred for a number of hours before the fracture of the drive shaft in order to cause the distinctively degenerated running tracks. The misalignment of the bearing requires a bending moment induced from / to the shaft and this is the reason for the fretting of the inner ring bore essentially on one side only. Accordingly, the reason for the fracture of the drive shaft could be the incorrect misaligned assembly of the bearing. However, the reason for the misaligned assembly in the spherical bearing housing is not understood.

1.16.3.2 Lagerets posisjon i «Bearing drive/Bearing flange»

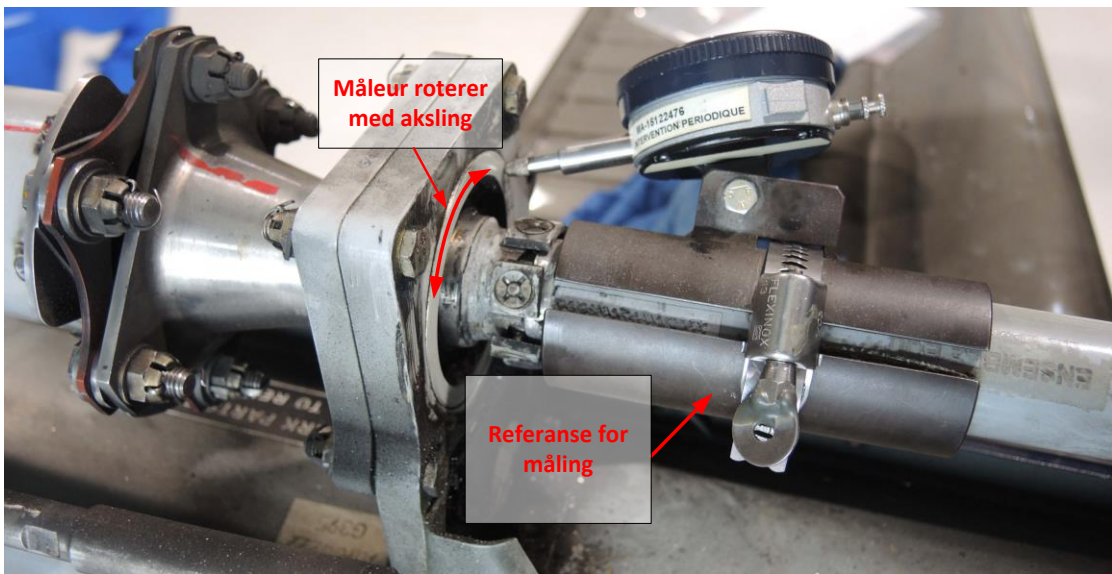
Lager nr. 1 var installert 98 flytimer før bruddet i halerotorakselen. Undersøkelsen viste at lageret hadde en skjev posisjon i forhold til «Bearing drive/Bearing flange» (figur 7). Det var ingen tegn til at det hadde vært bevegelse mellom lager og «Bearing drive/Bearing flange» etter installasjonen. Tre av de fire festboltene hadde noe lav tiltrekkingsverdi. AMM angir en verdi på 7,5-9 Nm, mens disse hadde verdier mellom 5,5 og 6 Nm.

SHT ba teknikeren som hadde installert lageret om å demonstrere målemetode som ble benyttet ved skifte av lager nr. 1 for kontroll av lagerets posisjon i «Bearing drive/Bearing flange». SHT fikk demonstrert en måling som ikke var i overensstemmelse med metoden angitt i helikopterets AMM. Ved demonstrasjonen ble halebommen benyttet som referanse for måling (se figur 11).

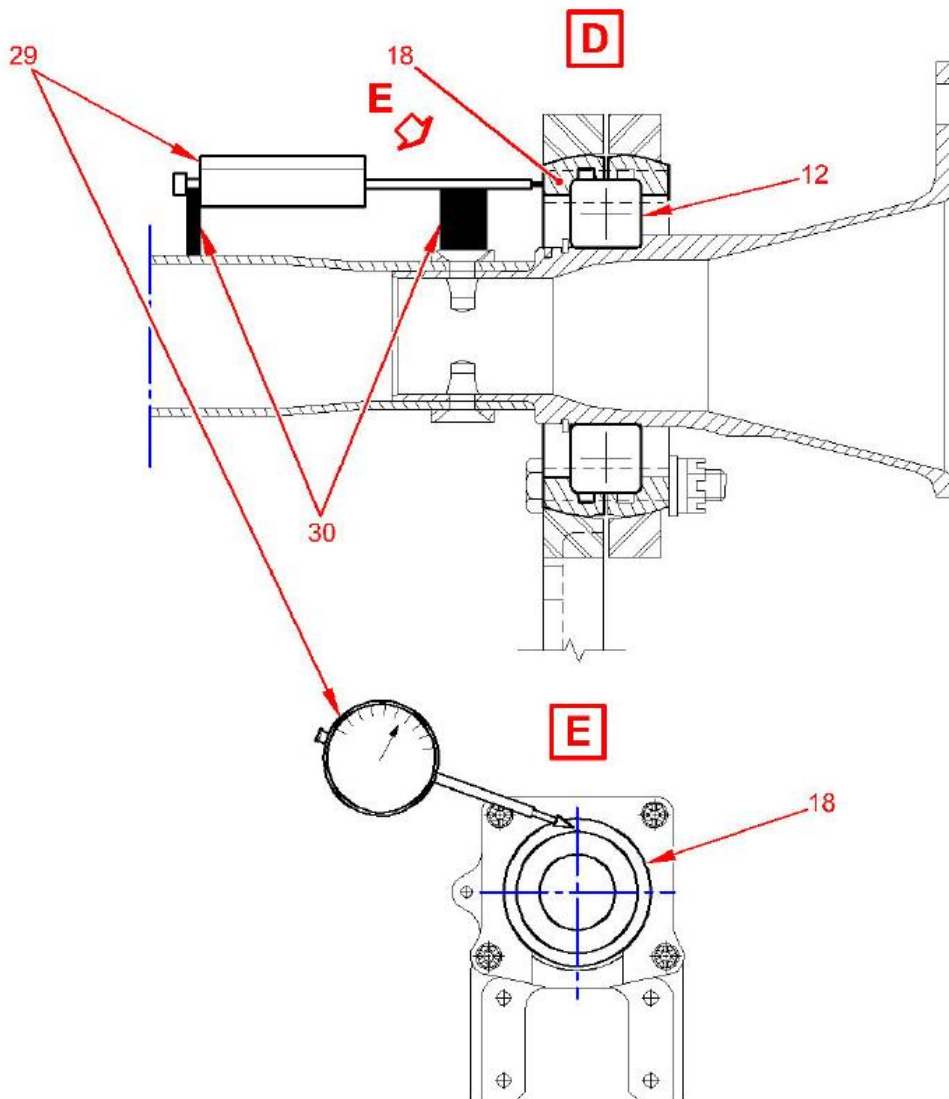


Figur 11: Teknikers demonstrasjon av måling. Halebomstrukturen er referanse for målingen.
Foto: SHT

For å få et resultat som er uttrykk for lagerets posisjon i forhold til halerotorakselen, må halerotorakselen være referanse for målingen slik figur 12 viser. Dette er også illustrert i AMM (se figur 13).



Figur 12: Riktig bruk av måleutstyr. Halerotorakselen er referanse for målingen. Foto: SHT



Figur 13: Målemetode i.h.t. AMM. Kilde: Airbus Helicopters

Det skal benyttes et adapter som festes på halerotorakselen, og måleuret monteres på dette adapteret. Måleuret vil rotere med akselen og gi utslag ved eventuell skjev montering av lageret.

Adapteret for å feste måleuret på halerotorakselen kunne i henhold til AMM tilvirkes lokalt. Slikt adapter ble ikke benyttet av tekniker da målingen ble foretatt.

Airbus Helicopters har i en intern rapport etter denne hendelsen konkludert med at målemetode og adapter for å montere måleuret på halerotorakselen bør presiseres bedre i AMM, slik at det blir en større grad av reproduserbarhet på måleresultatene ved skifte av lager nr. 1.

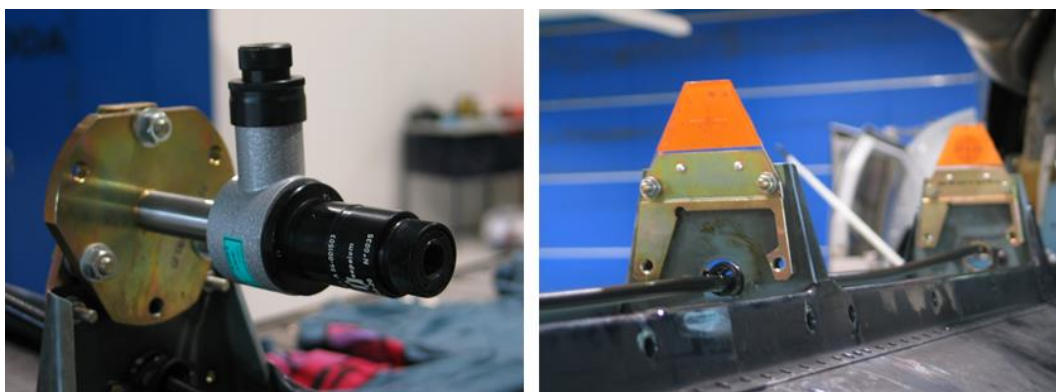
1.16.4 Halestruktur

- 1.16.4.1 Det ble observert skrapemerker på undersiden av bøylene under halen (se figur 14). Hensikten med denne bøylene (tail skid) er å beskytte halestrukturen mot å treffe bakken. Disse merkene tydet på kontakt med bakken, og halebommen ble derfor gjenstand for nærmere undersøkelse.



Figur 14: Bøyle under halestruktur. Foto: BEA

- 1.16.4.2 Unormale belastninger i halerotorakselen kunne ha blitt forårsaket av deformasjoner i halebommen. Slike deformasjoner kunne ha oppstått på grunn av utilsiktet kontakt med bakken, eller ved kontakt med oppstikkende strukturer. For å kontrollere dette ble det utført oppmåling av halebommens geometri med optisk utstyr som vist i figur 15. Det ble montert siktekikkert og optiske målskiver på brakettene som halerotorlagrene monteres på. Det viste seg at halebommens geometri var innenfor akseptable kriterier.



Figur 15: Utstyr for måling av halestrukturens geometriske form. Foto: BEA

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Helikopter Utleie AS

1.17.1.1 *Innledning*

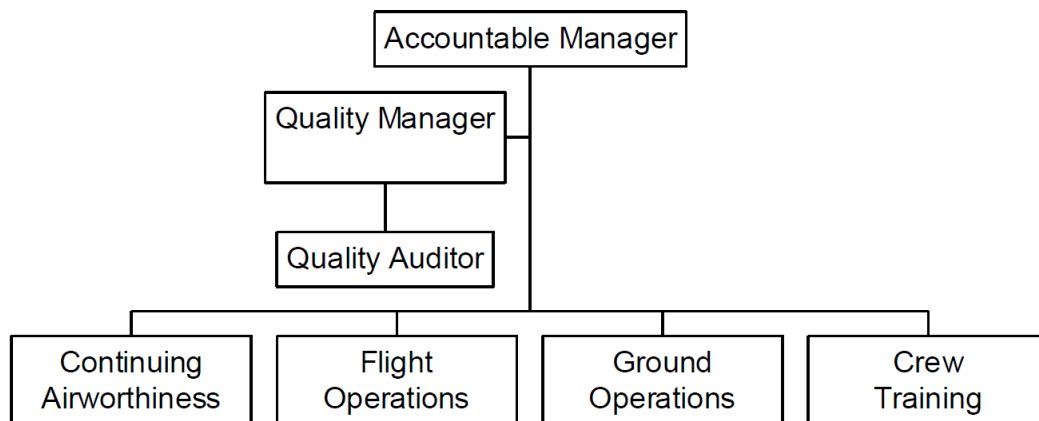
Helikopter Utleie AS ble stiftet i 2001. Selskapet fikk Air Operator Certificate (AOC) i 2003. Selskapet har bygget opp virksomheten med rundflyging av turister, taxiflyging og flyging av last. I 2007 ble selskapet sin virksomhet samlet i et nytt anlegg ved Stryn (hangar, operativ base og landingsplass). Selskapet opererte på hendelsestidspunktet to EC 130 B4 og en EC 120, alle produsert av Airbus Helicopters.

Helikopter Utleies Continuing Airworthiness (Part M) funksjon inngikk 25. mars 2011 en vedlikeholds kontrakt med PART 145 organisasjonen SAM Aero.

Helikopter Utleie AS har i ettertid skiftet navn til Fjord Helikopter AS. Navnet Fjord Helikopter AS har i lengre tid vært benyttet i kommersiell sammenheng.

1.17.1.2 *Organisasjon Helikopter Utleie AS*

Helikopter Utleie AS sin organisasjon i henhold til selskapets «Quality and Internal Control Handbook» (QAI):



Figur 16: Organisasjonskart Helikopter Utleie AS. Kilde: Helikopter Utleie AS

Accountable Manager var også Quality Manager i selskapet. Det ble benyttet en ekstern kvalitetsrevisor som på fast basis samarbeidet med selskapets Quality Manager.

Ansvarlig for selskapets ivaretagelse av «Continuing Airworthiness» (Nominated Postholder Part M) var innleid. Han hadde samme rolle i et annet helikopterselskap samtidig som han arbeidet som flytekniker i et tredje selskap. Denne personens oppgave var å utarbeide vedlikeholdsprogrammer basert på fabrikantens anbefalinger og myndighetskrav, og å beordre vedlikehold slik at vedlikehold og komponentskifter ble utført i henhold til angitte intervaller. Dette ble gjort i form av «Maintenance Orders» til den vedlikeholdsorganisasjonen som selskapet til enhver tid hadde vedlikeholds kontrakt med.

1.17.1.3 *Utdrag fra selskapets QAI med hensyn til sikkerhetspolicy*

Owners and management must assure that quality, internal control, flight operations, maintenance and air safety programs are followed. All directives from the government shall be complied with within the given time limits.

Nowhere in the organization shall the safety be compromised. This includes internal control, flight operations, maintenance, inspections, modifications or other operative dispositions.

1.17.1.4 *Helikopter Utleies «Continuing Airworthiness Management Exposition» (CAME)*

Selskapets CAME er styringsdokumentet for ivaretagelse av luftdyktigheten på selskapets flåte av luftfartøy og baseres på regelverket i EASA part M, «Continuous Airworthiness Requirements».

I selskapets CAME kapittel 1.2.0.4 står følgende:

Inspection Standards

The Inspection Standards applicable are those given by the type certificate holders of the airframe, engine, propellers and rotors and equipment and detailed in Part M. Other Inspection Standards will be adopted if and when these are promulgated by EASA.

1.17.2 SAM Aero

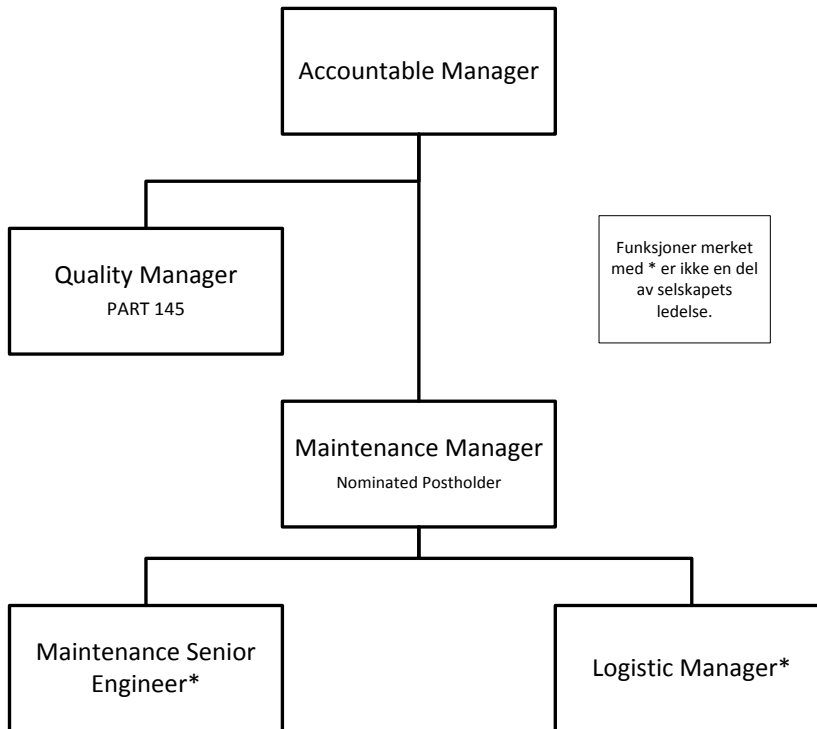
1.17.2.1 *Innledning*

SAM Aero ble etablert i 2010, og har sin hovedbase på Oslo lufthavn. SAM Aero er tjenesteleverandør av Part 145 tjenester til helikopter- og flyselskaper. Selskapet hadde ved tidspunktet for den alvorlige hendelsen med LN-ORR rettigheter til å utføre vedlikehold på AS 350 serie, EC 130 B4 og EC 120 B helikoptre. Denne tjenesten ble kun utført for Helikopter Utleie AS.

Etter hendelsen med LN-ORR foretok Luftfartstilsynet et ekstraordinært virksomhetstilsyn av selskapet. På bakgrunn av funn ved virksomhetstilsynet ble selskapets A3 rettighet (Helikopter) trukket tilbake.

1.17.2.2 Organisasjon SAM Aero

SAM Aeros organisasjon i henhold til selskapets «Maintenance Organisation Exposition»:



Figur 17: Organisasjonskart SAM Aero. Kilde: SAM Aero

«Maintenance Senior Engineer» var teknikeren som utførte vedlikehold på Helikopter Utleie AS sine luftfartøy. Han var hovedaksjonær i selskapet gjennom en personlig eierandel på 20,45 % og gjennom et norsk registrert utenlandsk foretak (NUF) med ytterligere en eierandel på 40,62 %.

1.17.2.3 Selskapets sikkerhets- og kvalitetspolicy

Selskapets sikkerhets- og kvalitetspolicy er uttalt i selskapets Maintenance Organisation Exposition (MOE) kapittel 1.2:

The Safety and Quality Policy of the company is during all aircraft maintenance actions and processes to focus on the highest possible level of flight safety. All maintenance shall be in compliance with Type Certificate holder requirements, National and EASA requirements, as well as the contracted CAMO Operator's additional requirements (uthevet av SHT) and Part 145 own Maintenance Management Requirements.

It is the company policy to put a special focus on procedures reflected to detect and rectify maintenance errors (MOE 2-25) and to the limitations of human performance (MOE 2-28), to improve the maintenance reliability and minimise errors based upon human factors (uthevet av SHT).

It is the company policy to encourage all personnel to report maintenance related errors and incidents according to procedures in MOE 2-18. It is the company policy to recognise that compliance with procedures, quality standards, safety standards and regulations is the duty of all personnel. (MOE) It is the company policy to recognise the need for all personnel to cooperate with the quality manager and auditors. (MOE 3-1)

1.17.2.4 Selskapets Maintenance Organisation Exposition (MOE)

Selskapets MOE er styringsdokumentet for utførelse av vedlikehold på luftfartøyer i henhold til EASA part 145, «Maintenance Organisation Approvals». I MOE kapittel 2.16.8 er prosedyren for kontroll av utført vedlikeholdsarbeid beskrevet på følgende måte:

Dual signature requirements

*Normally the CRS requires only a single signature by certifying staff. **However, in some cases, the CAMO Operator requires dual signatures in the Maintenance Programs** (uthevet av SHT). The purpose of dual signatures is that two qualified certifying staff members shall monitor and participate in the work process to ensure the tasks are completed according to the work instructions. In cases where only one certifying staff is available, the same person can perform the second inspection. The specific inspection shall be separated from the maintenance work. In this case the certifying staff is required to complete all other tasks first before carrying out the second inspection. When sufficient certifying staff is available then the dual inspection must be carried out by different persons.*

I EASA Part 145.A.65 gis følgende krav til en Part 145 organisasjon med hensyn til arbeid på kritiske systemer:

*With regard to aircraft line and base maintenance, the organisation shall establish procedures to minimise the risk of multiple errors and capture errors on **critical systems** (uthevet av SHT), and to ensure that no person is required to carry out and inspect in relation to a maintenance task involving some element of disassembly/reassembly of several components of the same type fitted to more than one system on the same aircraft during a particular maintenance check. **However, when only one person is available to carry out these tasks, then the organisation's work card or worksheet shall include an additional stage for re-inspection of the work by this person after completion of all the same tasks** (uthevet av SHT).*

1.17.2.5 I selskapets MOE kapittel 2.25.3 er det beskrevet hvordan arbeid på «critical systems» skal kontrolleres:

After re-assemble or installation of components in categories above, all tasks shall be rechecked and signed out by another qualified certifying staff. In some cases when this person is not available, the same person might perform the second inspection only if the inspection is separated from the maintenance work.

- 1.17.2.6 EASA Part 145.A.45(e) beskriver hvordan arbeidsunderlag for «Complex Maintenance Tasks» til utførende personell skal utformes:

Complex maintenance tasks shall be transcribed onto the work cards or worksheets and subdivided into clear stages to ensure a record of the accomplishment of the complete maintenance task.

- 1.17.2.7 EASA Part 145.A.30(e) definerer kompetansekrav til vedlikeholdsplanleggere. AMC til 145.A.30(e) detaljerer dette på følgende måte:

To assist in the assessment of competence and to establish the training needs analysis, job descriptions are recommended for each job function in the organisation. Job descriptions should contain sufficient criteria to enable the required competence assessment.

Criteria should allow the assessment to establish that, among others (titles might be different in each organisation):

Planners are able to interpret maintenance requirements into maintenance tasks (uthevet av SHT), *and have an understanding that they have no authority to deviate from the maintenance data.*

1.17.3 Helikopter Utleie AS «Maintenance Order 2014-04»

«Maintenance Order 2014-04» utstedt av Helikopter Utleie AS refererer til prosedyre beskrevet i AMM 65-11-00, 4-8B for skifte av halerotorakselens lagre. Denne prosedyren henviser til AMM 60-00-00, 3-1 med hensyn til forberedelser for å utføre arbeidet. I dette AMM kapitlet henvises det videre til AMM 01-10-00, 2-1 som definerer critical parts på EC 130 B4.

MAINTENANCE ORDER: 2014-04

MAINTENANCE REQUISITION FORM				
Expected maintenance date: 21.mar.2014	Requested by: <input type="text"/>	A/C Reg.: LN-ORR	Place: Stryn	Requisition date: 21.mar.2014
Maintenance Reason:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. 600 FH / 24 M AF insp, iaw MP EC130 5.3. 2. 7200 7200 FH / 48 M AF insp, iaw MP EC130 5.4. 3. FDC engine inlet filter, 100/300H / 12M insp, iaw 1130-SERIES-ICA-1 §3.2 c-i rev A. 4. Remove main battery for Check, s/n T05919, iaw AMM 24-33-00, 4-1. 5. After Check, install main battery, s/n T05919, iaw AMM 24-33-00, 4-1. 6. ASB 80A005 r1, Twist grip mod, §3.A and 3.B. 7. Cabin fire extinguisher, weight check, iaw AMM 26-21-00, 6-2. 8. Check first aid kit for content, iaw JAR OPS 3.745. 9. MGB oil, change, Nyco 3525, iaw AMM 12-10-00, 3-1. 10. TGB oil, change, Nyco 3525, iaw AMM 12-10-00, 3-1. <li style="border: 2px solid red;">11. Replace Sea tail rotor drive bearings, p/n 593404, iaw AMM 65-11-00, 4-8B. 12. Hydraulic pump splines, visual check and greasing, GVI, LUB, iaw AMM 63-11-00, 6-3. 13. Float assy, Check, iaw CMM 25.69.20 Insp/check §4 rev 20. 14. Cylinder assy, Weight or pressure check, iaw CMM 25.69.11 Insp/check §2A/B/C rev 15. 15. Emergency float gear, check and functional test, DI, FT, iaw AMM 25-67-00, 5-1 & 6-1. 16. Emergency float gear, Functional check frangible disc, FT, iaw AMM 25-67-00, 5-2. 17. ASB EC130-52A016 Crew door actuators, §3.B. <i>Rev 0 25/3</i> 18. EASB EC130-53A019 Tail boom, §3.B.4. <i>Rev 0</i> 19. ASB EC130-05A009 Twist grip, §3. <i>Rev 1</i> 20. Compass swing, iaw MP 6.4.3. 21. After Last Flight inspection, iaw Flight Manual. 				
Related documentation:				
All inspections are to be carried out i.a.w. the appropriate Aircraft Maintenance Program with revision Date / Nr.:			01.05.2013 / rev 04	
<p>All ordered work has been performed and CRS is signed on HUT's ATL no: <u>1363</u></p> <p>Part-145 MO, name and number: <u>SAM AERO NO 145.0137</u></p>				

Figur 18: Helikopter Utleies «Maintenance Order». Punkt 11 omhandler skifte av lagre på halerotoraksel. Kilde: Helikopter Utleie AS

1.17.4 SAM Aero «Work Sheet no. 77»

1.17.4.1 Arbeidet som Helikopter Utleie AS bestilte gjennom «Maintenance Order» ble omformet til arbeidsbeskrivelser i SAM Aeros «Work Sheets» hvor utførte arbeider ble attestert i form av «Certified Release to Service» (CRS) av tekniker.

1.17.4.2 Det fremkom ingen dokumentert «Independent Inspection» eller «Second Inspection» på noe av det utførte arbeidet i «Work Sheet no. 77» slik selskapets MOE kapittel 2.16 angir.

- 1.17.4.3 Arbeidet med skifte av alle lagre på halerotoraksel er en prosess som innebærer flere delaktiviteter hvor også målinger av både lager nr. 1s posisjon i forhold til halerotoraksel ved montering og vibrasjonsmåling av akselen etter utført arbeid må gjøres. Et slikt arbeid er ifølge Luftfartstilsynet å anse som en «Complex Maintenance Task». I «Work Sheet 77» er arbeidet med utskifting av alle lagre på halerotoraksel beskrevet i en samlet post som følger (se figur 19):

SAM Aero AS WORK SHEET		A/C REG LN-ORR	A/C TYP EC130B4	A/C SERIAL N° 4684	NEXT DUE MAINTENANCE DUE +/-		
WORK SHEET no.: 77		Aircraft Operator: HELIKOPTER Utleie AS					
Item	Remarks	Date	Sign	Corrective Action	Date	Sign Mech	CRS
Item 10 Of 23	REPLACE 5 EA TAIL ROTOR DRIVE BEARINGS, P/N 593404, IAW AMM 65-11-00,4-8B Rem. P/N: S/N:	20.03.2014 MEL Rel	<input type="checkbox"/> MEL Sign	P/N: 593404, PartName: BRG - T/R DRIVE SHAFT, Batch No: 1263-2-0, Qty: 5 Installed Maintenance Ref: AMM65-11-00,4-8B Inst. P/N: S/N:	07.04.2014 ACTT 334.30 LND 1071		<input type="checkbox"/>

Figur 19: Work Sheet no. 77 – arbeidsbeskrivelse for skifte av lagre på halerotoraksel.
Kilde: Helikopter Utleie AS

Alle linjer i worksheet har signeringskolonne for «mech» og «CRS», enten det er krav til dobbeltkontroll eller ikke.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Funn ved EASA «Standardisation Inspection» av Luftfartstilsynet

I juni 2014 gjennomførte EASA «Standardisation Inspection AIR.NO.06.2014» av Luftfartstilsynet. I «Finding» 18305 står følgende:

The CAA-NO does not ensure that the requirement for independent inspections as specified in M.A.402(a) is applied in maintenance organisations.

Substantiation:

Both Part-145.A.65(b)(3) 'capture errors on critical systems' and M.A.402(a) 'flight safety sensitive maintenance tasks', require methods to control maintenance errors that could endanger the safe operation of an aircraft if not performed properly.

Independent inspections are required to capture these 'safety related' errors according to M.A.402(a) and these should be carried out by at least two persons (the second person not necessarily CS, but at least appropriately qualified to perform the task), UNLESS otherwise specified by Part 145 or agreed by the competent authority.

1.18.2 Bruk av begreper i EASA Part M og Part 145

- 1.18.2.1 EASA Part M subpart D, M.A 402(a) setter krav til «Independent Inspection» etter «Flight Safety Sensitive Maintenance Tasks» med mindre andre krav er gitt i EASA Part 145.
- 1.18.2.2 EASA Part 145.A.65(b)3 åpner for muligheten til at utførende teknikere kan gjennomføre kontroll av egne utførte arbeider på «Critical Systems» under forutsetning av at det legges til «an additional stage for re-inspection» i det worksheet som benyttes.

- 1.18.2.3 Begrepene «Flight Safety Sensitive Maintenance Task» og «Critical Systems» er benyttet i henholdsvis EASA Part M og EASA Part 145. I tillegg benyttes begrepene «Independent Inspection» og «Re-inspection». «Re-inspection» kan gjøres av samme person som utfører arbeidet.
- 1.18.2.4 Bruken av disse begrepene indikerer at det er et behov for harmonisering av begge forskrifter. Dette har EASA innsett, og «Notice of Proposed Amendment» (NPA) No. 2012-04 avklarer og harmoniserer bruk av begreper. I tillegg klargjøres det tydeligere når «Re-Inspection» kan benyttes. I NPA No. 2012-04 står følgende:

A re-inspection as an error capturing method should only be used in unforeseen circumstances when only one person is available to carry out the task and perform the independent inspection (uthevet av SHT). The circumstances cannot be considered unforeseen if the organisation has not programmed a suitable “independent qualified person” onto that particular line station or shift.

- 1.18.2.5 Dette betyr at planlagt vedlikehold hvor det inngår kritiske vedlikeholdsaktiviteter ikke kan utføres av en person alene når NPA No. 2012-04 blir implementert gjennom EU forordning 2015/1536 med implementeringsdato 25. august 2016.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det har ved denne undersøkelsen ikke blitt benyttet metoder som kvalifiserer til spesiell omtale.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

2.1.1 Denne hendelsen ble forårsaket av brudd på halerotorakselen. En slik feil i helikopterets flygekontroller er meget alvorlig, og vil umiddelbart ha dramatisk effekt på muligheten til å fly helikopteret. Grunnen til at det ikke fikk mer alvorlige konsekvenser denne gang, var at flygeren hurtig skjønnte at halerotoren ikke fungerte, og at han foretok de riktige grepene. Videre var det avgjørende for utfallet at hendelsen oppstod over et flatt underlag hvor en nødlanding kunne foretas relativt trygt (rullebanen på Rørvik lufthavn). Hadde bruddet på halerotorakselen skjedd på et mer ugunstig tidspunkt og over ulendt terreng, kunne utfallet av hendelsen blitt fatalt.

2.1.2 Analysen setter fokus på hva som forårsaket at det oppstod brudd i akselen, og de bakenforliggende årsaker til at dette kunne skje. SHT mener at feil installasjonsmåte av lager nr. 1 medførte at det ble brudd i akselen. I både operatørselskapet og verkstedorganisasjonen ble det avdekket at sikkerhetsbarrierer i form av prosedyrer for planlegging av vedlikehold og kontroll av utførte arbeider var utilstrekkelige. De prosedyrene som fantes ble heller ikke fullt ut etterlevd.

2.2 Flytekniske forhold

Den første delen av undersøkelsen fokuserte blant annet på muligheten for at halestrukturen hadde blitt deformert, noe som kunne ha introdusert unormale belastninger i halerotorakselen. Skrapemerker på undersiden av bøylen under vertikalfinnen tydet på at denne hadde vært i kontakt med bakken. Dog var det ingen tegn til deformasjon av selve bøylen eller innfestingen i halestrukturen. Dette indikerer at hverken den eller innfestingen i halestrukturen hadde vært utsatt for overbelastning. Det ble heller ikke funnet at halestrukturen hadde fått deformasjon som kunne ha forårsaket at lager nr. 1 hadde forskjøvet seg. SHT har erfaring med at skrapemerker tilsvarende de hos LN-ORR ikke er uvanlig.

Kortvarige bevegelser på grunn av strukturell elastisitet ville blitt absorbert av den fleksible koblingen bak lager nr. 1 og utelukkes å ha bidratt til de sykliske belastningene som til sist førte til brudd i akselen.

Lager nr. 1 hadde ikke korrekt posisjon i forhold til akselen. Lagerets ytre del var godt innfestet i «Bearing drive/Bearing flange», og det var ikke tegn på at lageret hadde beveget seg etter montering. Denne observasjonen medførte at lager nr. 1 ble gjenstand for videre undersøkelser som ble utført av produsenten av lageret (FAG). Lageret hadde asymmetriske spor etter lagerkulene i lagerbanene. Undersøkelsen som ble utført av FAG konkluderte med at de ikke kunne forklare den asymmetriske slitasjen i lagerbanene. Årsaken til dette er at FAG ikke ble informert om at lageret ble funnet skjevt installert. FAGs funn er forenlig med en feilaktig installasjon som ga skjeve belastninger på lageret. Halerotorakselen ble utsatt for gjentatte sykliske belastninger, og disse kreftene oppstod på grunn av at lager nr. 1 ikke hadde blitt riktig montert da lagrene ble skiftet.

2.3 Organisatoriske forhold

SHT besluttet å undersøke forhold som kunne forklare feilmonteringen. Det var naturlig å gå nærmere inn på hvordan operatørselskapet og vedlikeholdsorganisasjonen hadde

beskrevet hvordan etterkontroll av utførte arbeider ble gjort og hvordan arbeidssituasjonen til flyteknikeren var.

2.3.1 Flyteknikerens rolle

- 2.3.1.1 Flyteknikeren hadde gjennom flere år arbeidet alene på Helikopter Utleies helikoptre. Uten å ha et fagkollegium å støtte seg til, kan risikoen for å utvikle uheldige arbeidsmåter være tilstede.
- 2.3.1.2 De prosedyrer som fabrikanten har utarbeidet i sin AMM skal følges. Denne undersøkelsen avdekket at arbeidet ble utført uten riktig måleverktøy, samt at fremgangsmåte beskrevet i AMM ikke ble fulgt. Dette førte til at lager nr. 1 på halerotorakselen ble installert på feil måte.
- 2.3.1.3 Arbeidet på LN-ORR ble utført på helikopterselskapet base i Stryn. Teknikeren utførte arbeidet alene. I beste fall ville han utført en kontroll av egne arbeider. Dette ville vært en kontroll basert på hans personlige forståelse av prosedyren i AMM, noe som i utgangspunktet var feil når det gjelder installasjonen av lager nr. 1. En dobbeltkontroll utført av en annen kompetent person kunne ha avdekket feilen.

2.3.2 Selskapenes prosedyrer

- 2.3.2.1 Havarikommisjonen mener at å skifte lagre på halerotorakselen på et helikopter er å betrakte som et komplisert arbeid på kritiske deler/systemer. Skifte av lager nr. 1 medfører at installasjonen skal kontrolleres for rett posisjon i forhold til akselen, og installasjonen skal kontrolleres for før helikopteret kunne settes i drift. Vedlikeholdsfeil vil, som i dette tilfelle, kunne ført til at flygeren mistet kontroll over helikopteret. I så måte er dette arbeidet både en «Flight Safety Sensitive Maintenance Task» som nevnt i EASA Part M og en «Complex maintenance task» som nevnt i EASA Part 145.
- 2.3.2.2 Hendelsen med LN-ORR har avdekket forskjeller i fortolkninger av hvordan EASA Part M M.A 402(a) skal etterleves i henholdsvis operatørselskap og verkstedorganisasjon. Helikopter Utleie AS henviser i sin arbeidsordre til Airbus sin AMM, noe som er i tråd med det som er beskrevet i selskapets CAME kapittel 1.2.0.4 med hensyn til «Inspection Standards». SAM Aero beskriver i sin MOE kapittel 2.16.8 at det er operatørselskapets Part M organisasjon som må kreve dobbeltkontroll på visse vedlikeholdsarbeider.
- 2.3.2.3 Det er bestandig en risiko for at enkeltindivider gjør feil. Organisasjoner som er involvert i planlegging og gjennomføring av vedlikehold må ha innarbeidede prosedyrer for å ivareta slike problemstillinger. Hensikten med slike prosedyrer er å redusere risikoen for at arbeid blir feil utført, og å sørge for at eventuelle feil blir fanget opp før luftfartøyet tas i bruk igjen. Havarikommisjonen mener at både et operatørselskap, i dette tilfellet Helikopter Utleie AS og en verkstedorganisasjon, i dette tilfellet SAM Aero, må utvise stor bevissthet for risikoen for at vedlikeholdsfeil kan skje.
- 2.3.2.4 SAM Aero hadde ikke delt opp og spesifisert arbeidene i sine worksheets for «Complex maintenance tasks» slik som beskrevet i EASA Part 145. Havarikommisjonen anser at å spesifisere komplisert arbeid i deloppgaver er essensielt for å holde oversikt over de ulike trinnene i sammensatte oppgaver, samt å ha muligheten for å registrere måleverdier som kan være relevante som barrierer mot vedlikeholdsfeil.

- 2.3.2.5 SAM Aero hadde ikke forsikret seg om at tekniker hadde riktig verktøy tilgjengelig for å utføre arbeidet på den måten som AMM foreskriver med hensyn til måling av posisjonen til lager nr. 1 i forhold til halerotorakselen.
- 2.3.2.6 SAM Aeros MOE inneholdt ikke krav til kompetanse for personell som skal utforme arbeidsunderlag for kompliserte arbeider. Et slik arbeidsunderlag skal være detaljert i trinn hvor det fremkommer at etterkontroll skal utføres. Utførende tekniker laget selv arbeidsunderlaget for vedlikeholdet hvor utskifting av lager på halerotorakselen var en del av arbeidet.
- 2.3.2.7 I dette tilfellet hadde en person i realiteten blitt overlatt det totale ansvaret for å utarbeide arbeidsunderlag, forstå arbeidsoppgavene, anskaffe nødvendig verktøy, utføre arbeidet og kontrollere utført arbeid. Dette skjedde over en lang periode (over flere år) uten at selskapene satte inn fungerende tiltak for å verifisere at teknikeren utførte oppgavene som forutsatt.

2.4 Airbus Helicopters

- 2.4.1 AMM prosedyrene for skifte av lager nr. 1 på halerotorakselen beskrev hvordan måling av lagerets posisjon i forhold til halerotorakselen skulle utføres. Prosedyren var ikke spesifikk på hvilken type måleurl som skulle benyttes, hvordan måleuret skulle festes på akselen og i hvilken posisjon måleurets fot skulle være i kontakt med «Half Spherical Bearing» (ref. 1.16.3.2).
- 2.4.2 Airbus Helicopters interne undersøkelsesrapport etter denne hendelsen har konkludert med at målemetode og adapter for å montere måleurl på halerotorakselen må presiseres bedre i AMM, slik at det blir en større grad av reproduserbarhet på måleresultatene ved skifte av lager nr. 1.

2.5 Luftfartstilsynets rolle

- 2.5.1 Luftfartstilsynet utfører teknisk tilsyn med operatørselskaper og vedlikeholdsorganisasjoner.
- 2.5.2 SHT har i denne undersøkelsen avdekket uheldige omstendigheter i begge organisasjoner som til sammen har bidratt til at denne hendelsen skjedde. Her kan nevnes:
- Forskjell på definisjon av krav om når dobbelkontroll skal utføres i operatørselskapet og vedlikeholdsorganisasjonen.
 - Utilstrekkelig planlegging av vedlikeholdsoppgaver, både med hensyn til spesifisering av arbeidet, og tilrettelegging med hensyn til verktøy.
 - Både Helikopter Utleie AS og SAM Aero aksepterte at en person gjennomførte alt vedlikehold på luftfartøyene alene.
 - Kombinasjonen av innleid vedlikeholdsorganisasjon og innleid ansvarlig personell kan være en utfordring for operatørselskapet med hensyn til å ha kontroll med vedlikeholdsprosessene.

- 2.5.3 Forholdene nevnt ovenfor representerer svakheter som samlet sett ikke greide å forhindre vedlikeholdsfeil. Havarikommisjonen mener at slik risiko bør være tema for Luftfartstilsynets virksomhetstilsyn, og at Luftfartstilsynet ser på hele vedlikeholdsprosessen og inkludere de ulike aktørene under ett, fra planlegging til gjennomføring.
- 2.5.4 Ved en «Standardisation Inspection» utført av et team fra EASA den 27. juni 2014 fremkom det at Luftfartstilsynet ikke hadde prioritert å følge opp krav om prosedyrer for etterkontroll av vedlikeholdsarbeider i tilfredsstillende grad. Havarikommisjonen mener at denne alvorlige luftfartshendelsen er med på å bekrefte at funnet har relevans.
- 2.5.5 Luftfartstilsynet har, delvis basert på inspeksjonen fra EASA, i større grad fokusert på hva organisasjonene gjør for å unngå vedlikeholdsfeil ved tekniske virksomhetstilsyn. Denne endringen anser Havarikommisjonen som et godt bidrag til flysikkerheten.

2.6 EASA regelverk

- 2.6.1 I denne undersøkelsen har SHT gått gjennom forskriftene EASA Part M og EASA Part 145 angående prosedyrer for å redusere muligheten for vedlikeholdsfeil. Det fremkommer at disse to forskriftene benytter forskjellige begreper og definisjoner for hva som er kritiske systemer hvor det kreves ekstra kontroll på utførte vedlikeholdsarbeider. Videre åpnes det for at teknikere under visse forutsetninger kan utføre kontroll på eget arbeid, men det er ikke klart definert hva som er forutsetningen for at dette kan gjøres.
- 2.6.2 EASA har innsett dette, og har kommet med NPA No. 2012-04 hvor det er foreslått en harmonisering av begrep, og hvor det også er gitt klarere retningslinjer for hvilke forutsetninger som skal ligge til grunn for at flyteknisk personell kan utføre kontroll av eget utført vedlikeholdsarbeid. Slik SHT tolker foreslåtte endringer, vil det ikke være tillatt å utføre kontroll av eget arbeide ved planlagt vedlikehold når NPA 2012-04 blir implementert gjennom EU forordning 2015/1536 med implementeringsdato 25. august 2016
- 2.6.3 SHT mener implementering av NPA No. 2012-04 vil være et bidrag til å redusere risikoen for vedlikeholdsfeil, spesielt i små organisasjoner med marginale ressurser og bemanning. Kontroll av eget arbeide har tradisjonelt vært mye brukt i denne delen av norsk luftfart.

2.7 Sikkerhetsansvar

- 2.7.1 Undersøkelsen har på en illustrerende måte vist at ansvaret for sikker utførelse av vedlikehold hviler på flere ledd i en kjede.
- Flyteknikeren har ansvar for å utføre vedlikeholdet i henhold til fabrikantens vedlikeholdsunderlag, beskrevet vedlikeholdsprogram fra operatøren (Part M), kompetanse og godt flyteknisk skjønn.
 - Både operatørselskapet og vedlikeholdsorganisasjonen har ansvar for at vedlikeholdsoppgavene som skal utføres beskrives presist og utvetydig.
 - Helikopterprodusenten har ansvar for å beskrive de enkelte vedlikeholdsoppgavene på helikopteret på en forståelig og presis måte.

- Luftfartstilsynet skal gjennom tilsyn forvise seg om at involverte parter utfører vedlikehold på en forskriftsmessig måte.
- EASA skal utforme sine forskrifter slik at de er entydige og dekkende.

- 2.7.2 Flyteknikeren befinner seg i det som gjerne omtales som «den spisse enden», hvor feilhandlinger kan få direkte sikkerhetsmessige konsekvenser. Etter Havarikommisjonens mening bør derfor en person i minst mulig grad stå alene med vedlikeholdsoppgaver som kan betegnes «Flight Safety Sensitive Maintenance Tasks» eller «Complex Maintenance Tasks». I det aktuelle tilfellet hadde en person vært alene med vedlikeholdet av helikoptrene i selskapet over lang tid. I realiteten kunne flyteknikeren utvikle uheldige arbeidsmåter, uten at det var gode rutiner som kunne fange det opp.
- 2.7.3 SAM Aero hadde ansvaret for å foreta interne revisjoner ved sin vedlikeholdsbase i Stryn, men hadde i realiteten begrenset mulighet til å kontrollere alt arbeidet flyteknikeren utførte alene. Flyteknikeren hadde heller ikke et kollegialt fagmiljø hvor spørsmål og problemstillinger kunne diskuteres på stedet hvor vedlikeholdsarbeidet ble utført.
- 2.7.4 SAM Aero spesifiserte ikke kontroll av «Flight Safety Sensitive Maintenance Tasks» eller «Complex Maintenance Tasks». Dette var medvirkende til at en alvorlig vedlikeholdsfeil kunne oppstå.
- 2.7.5 Helikopter Utleie AS som operatørselskap er pålagt et ansvar for utforming av vedlikeholdsprogrammet, og SAM Aero som vedlikeholdsorganisasjon er pålagt et ansvar for å beskrive hvordan dette arbeidet skal utføres og dokumenteres i praksis (arbeidsspesifikasjon). I det aktuelle tilfellet kan det synes som Helikopter Utleie AS har forventet at SAM Aero forholdt seg til AMM 01-10-00,2-1 «List of Critical Parts» med hensyn til når dobbelkontroll skal utføres, mens SAM Aero gjennom sin MOE kapittel 2.16.8 henviser til at krav om dobbelkontroll skal komme fra operatørselskapets Part M organisasjon.
- 2.7.6 Havarikommisjonen mener helikopterprodusentens beskrivelse av målemetode for lager nr. 1 på halerotorakselen var fullt forståelig. I ettertid har imidlertid Airbus Helicopters i en egen rapport anbefalt å forbedre beskrivelsen ytterligere.
- 2.7.7 Ett inntrykk Havarikommisjonen sitter igjen med etter denne undersøkelsen, er at sertifikater og styrende dokumenter fra både helikopterselskapet og verkstedorganisasjonen var adekvate. At gode intensjoner og formuleringer ikke bestandig ble fulgt, kom først fram i forbindelse med undersøkelser omkring den aktuelle hendelsen. Luftfartstilsynet foretok etter hendelsen med LN-ORR en granskning av vedlikeholdsaktiviteter som var utført på helikoptre tilhørende Helikopter Utleie AS. At funn ved dette ekstraordinære virksomhetstilsynet førte til inndragelse av rettigheter for vedlikeholdsorganisasjonen viser at det fortløpende tilsynet med virksomheten hadde vært utilstrekkelig.

3. KONKLUSJON

3.1 Generelt

- a) Luftfartøyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldige luftdyktighetsdokumenter.
- b) Luftfartøyets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte begrensninger på hendelsestidspunktet.
- c) Fartøysjefen hadde gyldige sertifikater og rettigheter på helikoptertypen.
- d) Flytekniker hadde gyldig sertifikat og rettigheter på helikoptertypen.
- e) Fartøysjefens raske oppfatning av hva som skjedde, og hans resolute måte å håndtere situasjonen på forhindret at noen ble skadet, og at det ikke oppstod materielle skader.
- f) SHT har ved denne undersøkelsen funnet at et brudd på halerotoraksel forårsaket tap av retningskontroll på helikopteret.

3.2 Flytekniske aspekter

- a) Det oppstod brudd i halerotorakselen 98 timer etter skifte av lagre på halerotoraksel.
- b) Prosedyren i AMM som angir hvordan installasjonen av lager nr. 1 skal kontrolleres for rett posisjon i forhold til aksel ble ikke fulgt av teknikeren. Dette medførte at lageret ble installert skjevt.
- c) Konsekvensen av feilinstallasjonen var at det oppstod sykliske overbelastninger i akselen som resulterte i brudd.

3.3 Organisatoriske aspekter

- a) Helikopter Utleies «Maintenance Order» beskrev arbeidet som skulle utføres uten spesifikke krav til kontroll av utført arbeide.
- b) SAM Aeros «Work Sheet» for det planlagte vedlikeholdet, som skifte av lagrene på halerotorakselen var en del av, manglet krav til etterkontroll av denne oppgaven, og arbeidsbeskrivelsen var ikke detaljert nok i forhold til kompleksiteten.
- c) Ved skifte av lager nr. 1 ble måleprosedyren for kontroll av lagerets posisjon utført på feil måte og måleresultatet ble ikke dokumentert.
- d) Muligheter for «independent inspection» var ikke tilstede siden vedlikeholdet ble utført av en tekniker som arbeidet alene på operatørselskapets base i Stryn.
- e) EASA har etter en inspeksjon av Luftfartstilsynet påpekt at virksomhetstilsyn må sette mer fokus på de krav som er satt i forskrifter om etterkontroll av kompliserte vedlikeholdsarbeider.

- f) EASA forskriftene Part M og Part 145 benytter forskjellige begrep for etterkontroll, kompliserte vedlikeholdsarbeider og kritiske systemer, og de gir ikke klare nok retningslinjer for når kontroll av slike arbeider kan gjøres av den som utfører det.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer ingen tilrådinger i forbindelse med denne undersøkelsen.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 21. januar 2016

VEDLEGG

Vedlegg A: Forkortelser

VEDLEGG A: FORKORTELSER

ACTT	Aircraft Total Time
AF insp	Airframe Inspection
AFIS	Aerodrome Flight Information Service
AMC	Acceptable Means of Compliance
AMM	Aircraft Maintenance Manual
ANS	Ansvarlig Selskap
ASB	Alert Service Bulletin
BEA	Bureau d'Enquetes et d'Analyses pour la securitè de'aviation civile
BRG	Bearing
CAME	Continuing Airworthiness Management Exposition
CG	Centre of Gravity
CMM	Component Maintenance Manual
CPL(H)	Commercial Pilots Licence Helicopter
CS	Certifying Staff
ea	each
EASA	European Aviation Safety Agency
EASB	Emergency Alert Service Bulletin
FH	Flight Hours
HSTE	Helicopter Single Turbine Engine
IAW	In Accordance With
MEL	Minimum Equipment List
METAR	Meteorological Aerodrome Report
MOE	Maintenance Organisation Exposition
MP	Maintenance Programme
NCAA	Luftfartstilsynet
Nm	Newton meter
NPA	Notice to Proposed Amendment
P/N	Part Number
QAI	Quality and Internal Control Handbook
Qty	Quantity
S/N	Serial Number
SHT	Statens Havarikommisjon for Transport
T/R	Tail Rotor
UTC	Universal Time Coordinated
VEMD	Vehicle and Engine Multifunction Display
VMC	Visual Meteorological Conditions
W.O	Work Order