



ISS 0803-3633

HAVARIKOMMISJONEN FOR SIVIL LUFTFART (HSL)

RAP.: 01/96

**RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE I ÅS 1. AUGUST 1994 MED
BELL 206BIII JET RANGER , LN-OSL**

AVGITT JANUAR 1996

Havarikommisjonen for sivil luftfart har utarbeidet denne rapporten i den hensikt å forbedre flysikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil eller mangler som kan svekke flysikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og å tilrå eventuelle forebyggende tiltak. Det er ikke kommisjonens oppgave å avgjøre eller fordele skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende flysikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHALDSFORTEGNELSE

Side

MELDING OM HAVARIET

SAMMENDRAG

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1. Hendelsesforløpet	4
1.2. Personskade	5
1.3. Skade på luftfartøyet	5
1.4. Andre skader	5
1.5. Besetningen	6
1.6. Luftfartøyet	6
1.7. Været	7
1.8. Navigasjonshjelpemidler	7
1.9. Samband	7
1.10. Flyplasser og hjelpemidler	7
1.11. Flygeregistrator	7
1.12. Havaristedet og helikoptervraket	8
1.13. Medisinske forhold	9
1.14. Brann	9
1.15. Overlevelsesaspekter	9
1.16. Spesielle undersøkelser	9
1.17. Organisasjon og ledelse	12
1.18. Andre opplysninger	13
1.19. Nyttige og effektive undersøkelsesmetoder	15
2. ANALYSE	15
2.1. Bell 206B Flight Manual - Emergency and malfunction procedures	15
2.2. Fartøysjefens reaksjonsmønster	15
2.3. Simplex 2700 Spray System	16
2.4. Forhold som kan ha påvirket ulykkesforløpet og som krever "Conditional Inspections" i henhold til Bell 206B Maintenance Manual	16
2.5. "Verktøymerkene" på adapteren	17
2.6. Vibrasjonen som oppsto under tapet av retningskontroll	17
2.7. Passasjer ombord i helikopteret	17

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
2.8. Svikten i limforbindelsen ("debonding") på halerotorakssegment nr. 4 - oppsummering	18
3. KONKLUSJON	19
4. TILRÅDINGER	20
5. BILAG	20

**RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE I ÅS 1. AUGUST 1994 MED BELL
206BIII JET RANGER, LN-OSL**

Typebetegnelse: Bell 206BIII Jet Ranger
Registrering: LN-OSL
Eier: AS Helilift
Oksenøyveien 12
1330 OSLO LUFTHAVN
Bruker: Samme som eier
Besetning/fartøysjef: 1
Passasjerer: 1
Havaristed: Ved Syverudveien i Ås kommune
59°41'N 10°46'Ø
Havaritidspunkt: 1. august 1994 ca. kl. 1153

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid, hvis ikke annet er angitt.

MELDING OM HAVARIET

Havarikommisjonen for sivil luftfart (HSL) ble varslet om ulykken kl. 1210 av Operasjonssentralen ved Oslo Politikammer. Utrykning til havaristedet fant sted kl. 1240 med ankomst Syverudveien i Ås kl. 1320 hvor HSLs representanter ble møtt av personell fra Ås lensmannskontor.

SAMMENDRAG

Helikopteret hadde om morgenen havaridagen fløyet til Norges landbrukshøgskole (NLH) for å foreta en årlig godkjennelse av kapasiteten på et påmontert sprøyteutstyr for skogsprøyting. I tillegg til fartøysjefen var det en representant ombord fra det selskapet som hadde leid inn AS Helilift til å utføre den praktiske delen av skogsprøytingen. Etter at utstyret var testet og godkjent ble det foretatt en kort rekognoseringsflyging av et nærliggende skogområde. Fartøysjefen satte deretter kursen tilbake mot Fornebu. Ca. 400 ft over bakken i svak stigning gikk helikopteret plutselig inn i en ukontrollert høyre "yaw" (bevegelse rundt vertikalaksen). Årsaken var svikt i en limt forbindelse på et akselsegment for halerotoren, med påfølgende

opphør av driften av halerotoren. Deretter spant helikopteret sannsynligvis to ganger rundt vertikalaksen samtidig som det oppsto kraftige vibrasjoner. Fartøysjefen gjenvant delvis retningskontrollen ved å sette helikopteret i autorotasjon. Høyden over terrenget var nå imidlertid blitt så lav at helikopteret ikke nådde frem til et åpent område, og fartøysjefen måtte foreta en kontrollert nødlanding i skogen. Helikopteret kom til ro på en skogsti og fikk omfattende skader. Det oppsto ikke brann. De to ombord ble lettere skadd.

1 FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløpet

1.1.1 Helikopteret, LN-OSL, startet fra Oslo Lufthavn Fornebu kl. 0946 og landet ved Norges landbrukshøgskole (NLH) ved Ås kl. 1000. Hensikten med besøket ved NLH var en myndighetspålagt kontroll og godkjenning av væskeutstrømmingen på det påmonterte sprøyteutstyret før planlagt skogsprøyting ble igangsatt. Kontrollen ble foretatt av Institutt for tekniske fag ved NLH. Under kontrollflygingen ble helikopteret fotografert (se bilag 1).

1.1.2 Kontrollflygingen ved NLH fant sted fra kl. 1025 til kl. 1130. Deretter ble sprøyteutstyret godkjent, og LN-OSL startet på returflygingen til Fornebu kl. 1145.

1.1.3 Etter starten sirklet helikopteret en gang over et skogfelt som tilhører NLH for at representanten for oppdragsgiveren, som var ombord som passasjer, kunne vurdere eventuelle tørkeskader i forbindelse med den skogsprøyting som skulle igangsettes.

Etter kort tid ble det besluttet å sette kursen mot Fornebu. I en stigende venstresving, ca. 400 ft høyde over bakken og med en hastighet av 40-50 kt oppsto det en plutselig og ubestemmelig lyd, samtidig som helikopteret gikk inn i en aksellererende "yaw" til høyre med påfølgende kraftig vibrasjon. Deretter begynte helikopteret å spinne rundt vertikalaksen. Under den tid helikopteret spant vedvarte vibrasjonen, som var så kraftig at fartøysjefen hadde vanskeligheter med å lese instrumentene.

1.1.4 Fartøysjefen har opplyst at helikopteret sannsynligvis spant 720° til høyre rundt vertikalaksen. Under disse spinn reduserte fartøysjefen bladvinkelen på hovedrotoren ved å senke stigespaken (collective stick) og "rullet" av gasshåndtaket til tomgangsturtall, samtidig som han førte stikka (cyclic stick) forover. Med dette fikk han satt helikopteret i autorotasjon med noe forover fart og gjenvant dermed retningskontrollen. Samtidig opphørte vibrasjonen. Helikopteret hadde imidlertid mistet så mye høyde at fartøysjefen ikke hadde noe annet valg enn å lande i skogen. Helikopterets gjennomsynking ble stoppet i treetopphøyde. Deretter ble helikopteret senket ned mellom trærne med lav hale.

1.1.5 Med omfattende skader, men med nesten uskadet kabin kom helikopteret til ro på en skogsti og ble liggende på høyre side. Etter å ha stengt brennstoffkranen elektrisk og slått av strømmen, evakuerte fartøysjefen gjennom frontvinduet hvor glasset var knust. Da passasjerdøren på venstre side var blokkert av den ene sprøytebommen måtte han først frigjøre døren før passasjeren kunne hjelpes ut. Deretter forlot de begge havaristedet og gikk til Syverudveien, som ligger ca. 100 m fra havaristedet.

1.1.6 Fartøysjefen brakte med seg sin mobiltelefon, og med denne fikk han rapportert ulykken til bl.a. Fornebu kontrolltårn (TWR) som igangsatte alarmering i henhold til instruks. Et annet helikopter, LN-OBG, befant seg over Slemmestad på vestsiden av Oslofjorden. Dette ble dirigert mot ulykkesstedet, og helikoptervraket ble lokalisert kl. 1216. Etter hvert kom brannvesenet og personell fra det lokale lensmannskontor tilstede sammen med helsepersonell.

1.2 Personskade

Fartøysjefen ble fraktet til Bærum sykehus og passasjerer til Ski sykehus for kontroll. Ingen av dem viste seg å være kommet nevneverdig til skade.

SKADER	BESETNING	PASSASJERER	ANDRE
OMKOMMET			
SKADET			
LETT/INGEN	1	1	

1.3 Skade på luftfartøyet

1.3.1 Helikopterets vertikale hastighet ble kontrollert av fartøysjefen ned til tretoppshøyde hvor han stoppet gjennomsynkingen ved å øke bladvinkelen på hovedrotoren for deretter å senke helikopteret ned i trærne med lav hale. Den vertikale hastigheten var dermed svært lav da rotoren traff trærne. Rotoren på denne type helikopter har stor masse og dermed stor energi ved rotasjon. Mesteparten av energien ble bruk til å kutte flere større trær. Under dette hendelsesforløp ble bladene deformert. Energien i den roterende hovedrotoren var stor nok til å forårsake omfattende skader både på halebom og rotorens drivsystem. I tillegg ble skroget påført skader ved nedslaget mot bakken. Skadene må anses å være så store at helikopteret må regnes som totalskadet.

1.4 Andre skader

Det oppsto skader på flere trær på havaristedet.

1.5 Besetningen

- 1.5.1 Fartøysjefen (mann 40 år) innehar trafikkflygersertifikat kl. 3 (B) for helikopter. Sertifikatet var utstedt 8. desember 1981, og var sist fornyet 27. september 1993 og gyldig til 15. oktober 1994 med begrensning at innehaveren må bruke korrigerende linser. Sertifikatet er gyldig for helikoptertypene BO-105, Bell 206 og Hughes 269/300.
- 1.5.2 Fartøysjefens totale flygetid på havaridagen var 2 580 timer, hvorav ca. 1 400 timer var på Bell 206. Siste PFT på typen fant sted 24. juni 1994.

FLYGETID	TOTAL	DENNE TYPE
SISTE 24 TIMER	1:27	1:27
SISTE 3 DAGER	1:27	1:27
SISTE 30 DAGER	5:12	4:03
SISTE 90 DAGER	27:21	24:33

1.6 Luftfartøyet

- 1.6.1 Registrering: LN-OSL
- Fabrikant: Bell Helicopter Textron Inc. U.S.A.
- Model: 206BIII
- Betegnelse: Jet Ranger
- Serienummer: 3430
- Byggeår: 1981
- Motortype: Allison 250-C20B, gassturbin
- Registreringsbevis: Nr. 2205, utstedt 3. juni 1986
Note: Registreringsbeviset er påført nr. 2005, men luftfartøyregisteret har opplyst at dette er en trykkfeil.
- Luftdyktighetsbevis: Nr. 2205, gyldig til 30. juni 1995
- Total gangtid: 3 284 t
- 1.6.2 Helikopterets vedlikeholdsdokumentasjon viser at helikopteret var vedlikeholdt i henhold til gjeldende bestemmelser og selskapets godkjente vedlikeholdsprogram.

- 1.6.3 Helikopteret var utstyrt med et sprøyteutstyr av typen Simplex 2700 fabrikert av Simplex Manufacturing Company, U.S.A. AS Helilift har bekreftet ovenfor HSL at det ikke er utarbeidet vedlikeholdsrutiner for dette utstyret.
- 1.6.4 Med grunnlag i de opplysninger som er gitt av selskapet om helikopterets tomvekt (inklusive sprøyteutstyret), viser beregninger at helikopterets vekt og balanse var innenfor de tillatte grenser på det tidspunkt da ulykken inntraff.
- 1.6.5 Ved havariet inneholdt drivstofftanken ca. 170 liter av typen Jet A-1
- 1.7 **Været**
- Værobservasjon Fornebu 0800 UTC:
- Lett vind, skyer 1/8 CU i 4000 fot, sikt mer enn 10 km, temp/duggpunkt 25°C/18°C, og trykk 1017 hPa.
- 1.8 **Navigasjonshjelpemidler**
- Ikke relevant.
- 1.9 **Samband**
- Fartøysjefen hadde inntil ulykken opprettholdt normalt radiosamband med Fornebu TWR.
- 1.10 **Flyplasser og hjelpemidler**
- Ikke relevant.
- 1.11 **Flygeregistrator**
- Ikke montert. Ikke påbudt.

1.12 Havaristedet og helikoptervraket

1.12.1 Havaristedet

1.12.1.1 Havariet fant sted i et kupert område med tett skog ca. to km nord av Norges landbrukshøgskole i Ås.

1.12.2 Helikoptervraket

- 1.12.2.1 Da helikopteret ble senket ned i trærne med lav hale medførte dette at hovedrotoren begynte å kutte trær. Et av bladene ble særlig bøyd nedover. Halebommen ble bøyd noe oppover da bommen, og særlig stabilisatorene kom i kontakt med trærne. Sammen med det nedbøyde hovedrotorbladet førte dette til at rotoren kuttet halebommen ved STA 291 (se bilag 2). Nok et bladtreff skjedde ved STA 265 (se bilag 2), men energien i rotoren var på dette tidspunkt ikke stor nok til å kutte bommen. Kuttpunktene i trærne indikerer at helikopteret under denne sekvensen falt mot høyre. Høyre sprøytebom ble med dette bøyd oppover og truffet av hovedrotoren.
- 1.12.2.2 Skroget traff et stigende terreng langs en skogsbilvei. Fordi skroget på dette tidspunkt hadde høy nesestilling absorberte bakre del av skroget og fremre del av halebommen kreftene i sammenstøtet med bakken. Dette medførte at selve personkabinen hvor flygeren og passasjerer befant seg, og som ble liggende på høyre side, i store trekk var uskadet. Venstre sprøytebom foldet seg over kabinen og blokkerte tildels passasjerdøren på venstre side.
- 1.12.2.3 Både gearkassen, masten og bladene til hovedrotoren forble sittende fast på helikopteret. Gearkassen var presset forover og ned i takkonstruksjonen. Dette medførte at den fremre koplingsdelen av drivakselen mellom motor og rotorgearkassen separerte i fem deler. Masten var bøyd like under rotorinnfestingen, men var forøvrig hel. Bladene hadde noe forskjellig skadeomfang.
- 1.12.2.4 Ca. en meter av enden av halebommen, som ble kuttet av hovedrotoren, lå nær resten av helikopteret. På denne delen fantes bl.a. halerotoren. Det fantes ikke rotasjonsskader på denne rotoren. Begge bladene på halerotoren var statisk bøyd inn mot finnen ved kontakten med trærne (se bilag 3).
- 1.12.2.5 Halerotorens drivsystem var sterkt skadet. Drivakselen mellom motoren og hale-rotorgearboksen, som består av 8 segmenter av stål og aluminium (se bilag 2), var skadet dels ved vridningskrefter, dels ved direkte avkutting pga. hovedrotortreff og ved kreftene da skroget og restene av halebommen traff bakken. Det første aksel-segmentet var utsatt for vridningskrefter som hadde vridd akselen av, noe som indikerer at motoren hadde vært i drift under hele havariforløpet. I tillegg til de nevnte skader, ble det funnet en løsnet limforbindelse på akselsegment nummer fire.

Denne akselen består av et aluminiumsrør og to pålimte adaptere. Adapterne er koblingspunkter til de neste akselsegmentene. En av disse adapterne hadde løsnet fra røret og viste tegn til overoppheting. Akselrøret var skjøvet bakover og ut av adapteren ca. 12,7 mm (se bilag 4).

1.13 Medisinske forhold

Etter ulykken ble det tatt blodprøve av fartøysjefen. Prøven viste ikke spor av alkohol. Forøvrig foreligger det ingen medisinske forhold som hadde hatt betydning ved denne ulykken.

1.14 Brann

Det oppsto ikke brann etter havariet.

1.15 Overlevelsesaspekter

Helikopterets egenskaper og fartøysjefens handlemåte medførte at overlevelsesmulighetene måtte anses å ha vært gode i relasjon til selve havarisekvensen. Det oppsto imidlertid betydelig brannfare pga. drivstofflekkasje og høy lufttemperatur. Passasjerer i baksetet måtte hjelpes ut av fartøysjefen pga. at venstre sidedør var sperret av den venstre sprøytebommen som hadde lagt seg over skroget.

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 Undersøkelser hos Bell Helicopter Textron, U.S.A.

1.16.1.1 Fabrikanten av helikopteret sendte raskt to eksperter til Norge for å assistere ved undersøkelsene. Det ble tidlig klart at det ville være en stor fordel å foreta grundige metallurgiske undersøkelser av halebom og halerotorens drivakslinger samt detaljer vedrørende den løsnede limforbindelsen (ref. pkt. 1.12.2.5). Da dette er både tid- og utstyrskrevenende arbeide ble det bestemt at restene av halebommen, halerotoren, deler av halerotorens kontroll- og drivsystem og deler fra sprøytesystemet skulle sendes til Bell Helicopter Field Investigation Laboratory for videre undersøkelser. HSL var tilstede under undersøkelsene sammen med en representant fra National Transportation Safety Board (NTSB), som assisterte i den innledende fase. Hovedhensikten med disse undersøkelsene var todelt:

- Om mulig å fastslå den i pkt. 1.12.2.5 nevnte løsnede limforbindelse med hensyn til forbindelsens fysiske og mekaniske egenskaper

- Vurdere om limforbindelsen kunne ha blitt påvirket av utenforliggende forhold og som kunne avdekkes ved inngående undersøkelser av halerotorens driv- og kontrollsystem, halebommens struktur og sprøytesystemet.

1.16.1.2 Undersøkelsene ved fabrikken tok ca. 14 dager. I denne perioden var flere eksperter ved fabrikken involvert i saken, men i hovedsak ble arbeidet utført ved Field Investigation Laboratory, som bl.a. disponerer Scanning Electron Microscope (SEM).

1.16.1.3 Etter at undersøkelsene ved ovennevnte institusjon var avsluttet ble det utarbeidet en rapport fra laboratoriet (Report no. 20694R-007). Rapporten ble i første omgang oversendt NTSB i U.S.A. som sluttet seg til rapporten, og oversendte den videre til IISL.

Konklusjonen på denne rapporten var at limforbindelsen som holdt sammen bakre del av drivakselrøret og drivadapteren for akselsegment nr. 4 løsnet under flyging og forårsaket rotasjon av røret i adapteren. Dette medførte at driften av halerotoren opphørte. Ved undersøkelsen ble adapteren splittet i to for å sikre at den kunne løses uten å påvirke limflatene. Store deler av adapterens innvendige flater var uten spor av lim ("adhesive debond"). Det ble påvist spor av korrosjon på kanten av og ca. 20 mm inne i adapteren. Påvisningen av korrosjon inne i adapteren indikerer at limflaten enten aldri har vært homogen (utilstrekkelig tilførsel av lim) eller at limforbindelsen har løsnet under driften av helikopteret. På røret kunne det påvises tre forskjellige soner (A,B og C) av den delen av røret som normalt er limt til adapteren (se bilag 5). De tre sonene består av den delen av røret som ble funnet skjøvet ut av adapteren (ca 11,5 mm) og to soner som var skjult av adapteren. Disse sonene hadde forskjellig skadeforhold:

Sone A (hvitaktig limflate): Etter at adapteren løsnet fra røret oppsto relativ rotasjon mellom adapteren og røret. Dette kan påvises i limflaten. Etter at halebommen traff træne, og dermed ble forkortet, ble røret skjøvet bakover og ut av adapteren mens det fortsatte å rotere. Grunnen til at limet ikke ble mer misfarget av rotasjonsfriksjonen i denne sonen var at varmen innledningsvis ble avledet gjennom den kraftigste delen av adapteren og at rørdelen senere roterte utenfor adapteren.

Sone B og C: Her kunne det påvises at limflaten var misfarget til et lyst brunt belegg i sone B og mørkt brunt i sone C. Friksjonsvarmen har i disse sonene påvirket limflaten over lenger tid enn i sone A (fordi motoren fortsatte å drive akselen) samtidig som adapteren stadig blir tynnere i dette området (se bilag 6). Dette betyr at friksjonsvarmen ikke slapp så lett vekk og betydelig høyere temperatur oppstod i limflaten og misfarget denne. Dette fikk også som resultat at det ikke var mulig å finne noen spor etter eventuelle feilmekanismer i denne delen av limflaten.

På den delen av røret som stakk ut av adapteren, og som hadde ubetydelig friksjonsskade kunne det påvises flere områder med hulrom (voids) i limflaten. I den delen av limflaten som har vært homogen, har det oppstått kløvningsbrudd pga. overbelastning. Det ble ikke funnet tegn på progressiv feilutvikling. Denne delen av

røret hadde også blitt deformert ved at røret hadde blitt stuket mot den neste akslingen under havarisekvensen.

- 1.16.1.4 På adapterens flenssider ble det funnet skarpe inntrykksmerker i metallet (se bilag 7). Laboratoriet karakteriserer merkene som "verktøymerker". Videre ble det på samme adapter funnet myke inntrykksmerker i adapterens overflate (se bilag 7). I rapporten konkluderes det med at de myke inntrykksmerkene ble forårsaket av at adapteren kom i kontakt med dekslet som ligger over drivakslingene under havarisekvensen.

Laboratorieundersøkelsene kunne ikke påvise hvordan de skarpe "verktøymerkene" på adapterens flenssider hadde oppstått og kunne ikke sette disse i forbindelse med havariet. Rapporten kunne heller ikke si noe om i hvilken grad de hadde hatt betydning for at limforbindelsen løsnet.

- 1.16.1.5 Det ble under undersøkelsene ikke funnet feil på halebommen eller de øvrige drivverkskomponenter for haleratoren som kunne settes i forbindelse med forhold av betydning for ulykkesforløpet. Det ble påvist at skadene på halerotorbladene var oppstått som en følge av statisk overbelastning under havarisekvensen. Denne overbelastningen var også opptatt i haleratorens statiske navstoppere (tail rotor hub static stops), som ble funnet bøyd.

- 1.16.1.6 Deler fra Simplex 2700 spraysystemet ble undersøkt med følgende resultat:

- A. Av de fire monterings-strekkfiskene som holdt tanken til skroget, var kun en av original type. De andre kunne synes å være av "båt-standard". Den bakre, høyre strekkfisks senterdel ("barrel") var så langt utskrudd at kun ca. 4-5 gjenger var i inngrep med endestykket. Dette endestykket var forøvrig revet ut av senterdelen. De andre uoriginale strekkfiskene var også langt utskrudd. To av de uoriginale strekkfiskene hadde ikke indikasjonshull for å kontrollere endestykkenes gjengeinngrep. Hullene for pinnene som kobler sammen strekkfiskene og fester brakettene i skroget og tanken var tildels sterkt slitt.
- B. Den fremre, høyre festebraketten som var et av tankens festepunkter til helikopteret, ble funnet røket. Nærmere undersøkelser viste at braketten hadde røket som en følge av utmattingssprekk og sluttbrudd. Braketten var dermed sprukket før restbruddet skjedde under havariet.
- C. En av festepunktene til skroget for en av sprøytebommenes fagverksrør ble funnet røket av. Det kunne påvises at halvparten av bruddet var oppstått før havariet med bakgrunn i at bruddoverflaten var sterkt korrodert (rust). Restbruddet var et overbelastningsbrudd oppstått under havarisekvensen.

- 1.16.2 Helikopteret og motoren forøvrig ble undersøkt ved IISLs tekniske base på Kjeller. Det ble ikke funnet noen feil som kunne hatt betydning for utvikling av ulykken.

Lyspærene i varsellysene ble undersøkt med lupe. Den eneste pæren som viste tydelige tegn på forandring i filamentet var for "Low rotor RPM". Dette filamentet var strukket, noe som tyder på at lyset var på under havarisekvensen. Dette er i god overensstemmelse med at hovedrotoren stadig tapte turtall når den "hugget" seg gjennom trærne.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Selskapet

- 1.17.1.1 Selskapets navn stammer opprinnelig fra 1967. I en periode i slutten av 70-årene og begynnelsen av 80-årene var selskapet ikke i drift. Det ble deretter kjøpt opp av nye eiere. Selskapet har fra denne tid primært vært engasjert med skogbruksflyging (kalking, gjødsling og sprøyting), men har også hatt oppdrag ved filmopptak og andre ad hoc oppdrag. På havaritidspunktet disponerte selskapet følgende helikoptere:

1 stk. Bell 206L

1 stk. Bell 206B

1 stk. Eurocopter SA 350B-1

Selskapet har lisens og driftstillatelse for VFR-flyging med helikopter. Driftstillatelsen omfatter rundflyging, slippflyging, foto- og reklameflyging og overvåkingsflyging.

Hovedbase er Oslo lufthavn, Fornebu. Her leier selskapet lokaliteter som også innbefatter hangarering. Selskapet har egen teknisk organisasjon med JAR 145 godkjenning nr. CAA-N 030. Norsk Luftambulans er kontraktet for å ivareta kvalitetsfunksjonskravet i JAR 145.65. Det er fire fast ansatte i selskapet, en teknisk sjef/tekniker og tre flygere, hvorav en er daglig leder og flygesjef. De senere år har selskapet produsert ca. 1 500 flytimer pr. år.

1.17.2 Luftfartsverkets (LVs) tilsyn

- 1.17.2.1 Luftfartsverkets tilsyn med AS Helilift består bl.a. av årlig virksomhetstilsyn (teknisk og operativt). Fysisk inspeksjon av luftfartøy kan inngå i en slik tilsynsinspeksjon. På bakgrunn av et slikt løpende tilsyn, og søknad fra eier/bruker, blir som regel luftdyktighetsbevis for det enkelte luftfartøy fornyet, dvs. uten at luftfartøyet nødvendigvis blir kontrollert av LV (kalles "Gransking"). Samtlige fornyelser av luftdyktighetsbeviset for LN-OSL etter førstegangsutstedelsen i 1986 har vært gitt på basis av "Gransking".
- 1.17.2.2 Vedlikeholdsprogram for de enkelte luftfartøytyper skal være godkjent av Luftfartsverket. Således var vedlikeholdsprogrammet for Bell 206B, og som var i bruk i AS Helilift godkjent av sikkerhetsmyndigheten.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Fabrikanten av helikopteret har opplyst til HSL om andre tilfeller hvor en limforbindelse i drivakslene for halerotoren på denne type helikopter har løsnet under flyging. Av 5 rapporterte tilfeller av samme type som denne rapport omhandler, ble ikke, eller kunne ikke noen av tilfellene forklare. En av grunnene til at det er vanskelig å forklare er det faktum at varmgangen som oppstår når limforbindelsen svikter, ødelegger eventuelle spor. I to tilfeller hvor man har testet og undersøkt aksler med bakgrunn i andre forhold enn separasjon mellom adapter og rør, har man oppdaget hulrom (voids) i limflaten. Ingen av disse akslingene har sviktet når de under test har vært utsatt for et vridmoment i en størrelse som har deformert selve akseleåret. Det ble også påvist at man i en limforbindelse tydelig kunne se sprekkforplantning fra en void, noe som kan tyde på at det er mulig å sette igang en utmatting av limforbindelsen. Hvorvidt en slik utvikling kan pågå inntil fullt brudd oppstår, er ikke påvist. Igangsetting av en slik utvikling mener man kan oppstå ved f.eks. at halerotoren blir utsatt for en "blade strike" (halerotoren kommer i kontakt med et objekt under drift). I henhold til konstruksjonskravene kan opp til 20% av den forutsatte limflaten være "voids" (hulrom) uten at dette svekker limflaten til en slik grad at kravet til styrke underskrides.

I et annet tilfelle ble det påvist at akslene hadde blitt utsatt for "Plastic media blasting" e.l., en prosess hvor man renser en overflate ved å trykkblåse små plastikkpartikler mot overflaten (lik sandblåsing eller glassblåsing). Dette hadde medført at den tynneste delen av adapteren hadde blitt deformert i området hvor den var limt til røret som igjen igangsatte en prosess som førte til svikt i limforbindelsen ("debonding").

1.18.2 Fabrikanten har også opplyst til HSL at de for tiden har under vurdering konstruksjonsendring av drivsystemet på denne typen helikopter.

1.18.3 Helikopteret var påmontert et sprøyteutstyr beregnet for væskesprøyting av skog. Utstyret var FAA-godkjent under Supplemental Type Certificate (STC) No. SH124NW. Det var importert til Norge i 1978/79 og har vært benyttet på andre helikoptere før AS Helilift kjøpte utstyret og tok det i bruk. En eventuell godkjenning av utstyret fra LVs side er i så fall gitt før AS Helilift overtok utstyret. En gjennomgang av LVs tekniske dokumentasjon for dette helikopteret inneholder ingen informasjon om nevnte STC.

1.18.4 Et aerodynamisk deksel (cowling) som skulle ha vært montert i front av væsketanken for sprøytesystemet var ikke montert ved havariet, og hadde heller aldri vært det i henhold til selskapet (se bilag 8). Fabrikanten av utstyret (Simplex Manufacturing Co. U.S.A.) har opplyst til HSL at dekslet er påbudt utstyr.

- 1.18.5 I det Flight Manual Supplement som gjelder for Simplex 2700 når det er montert på helikopteret finnes bl.a. følgende restriksjon:

"Operation with Simplex Jet Ranger II spray system installed is approved for Restricted Category Only. No persons other than the minimum required crew shall be carried during special purpose Restricted Category Operations"

- 1.18.6 I Flight Manual , Section 3, Emergency and Malfunction Procedures står følgende under kapittel "Tail Rotor Control Failure":

"Reduce throttle to flight idle, immediately enter autorotation and maintain a minimum airspeed of 58 MPH IAS (50 knots) during the decent.

NOTE

Airflow around the vertical fin may permit controlled flight at low power levels and sufficient airspeed when a suitable landing site is not available; however, the touchdown shall be accomplished with the throttle in the full closed position"

Under de innledende undersøkelsene på havaristedet fant HSL at throttle sto i "Idle position".

- 1.18.7 Vedlikehold av drivakselen for halerotoren.

- 1.18.7.1 Følgende relevante vedlikeholdsanvisninger for drivakslene for halerotoren finnes i Bell II Helicopter Maintenance Manual, BHT-206B3-MM1:

100 hour : Check segmented driveshaft and Thomas coupling for condition and security. Check torque of Thomas coupling retention bolts/nuts and apply torque seal.

Conditional inspections - Sudden stoppage/acceleration Main and Tail rotor:

(dette er inngående inspeksjoner, som også omfatter halerotorakslingene, etter hurtig de- eller aksellerasjon i helikopterets drivsystem som eksempelvis er forårsaket av kontakt mellom hoved- eller halerotor og et objekt, frihjulsfeil (sudden freewheeling clutch engagement) eller kompressorstall).

- 1.18.8 HSL har gjennomgått helikopterets historiske dokumentasjon. Denne dokumentasjon ga ingen opplysninger om at helikopteret har vært utsatt for noe unormalt i perioden fra det var nytt og til havaridagen.

1.19 **Nyttige og effektive undersøkelsesmetoder**

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

2 **ANALYSE**

2.1 **Bell 206B Flight Manual - Emergency and malfunction procedures**

Situasjonen som fartøysjefen kom i da han mistet retningskontrollen på helikopteret er beskrevet i Bell 206B Flight Manual Section 3, Emergency og malfunction procedures, Tail rotor control failure, Complete loss of thrust, som følger:

"Reduce throttle to flight idle, immediately enter autorotation and maintain a minimum airspeed of 58 MPH IAS (50 knots) during the decent

Note: Airflow around the vertical fin may permit controlled flight at low power levels and sufficient airspeed when suitable landing site is not available; however, the touchdown shall be accomplished with the throttle in full closed position"

HSL er av den oppfatning at ovennevnte prosedyre er dekkende for den situasjon som oppstår når kraftkomponenten fra halerotoren plutselig opphører under flyging.

2.2 **Fartøysjefens reaksjonsmønster**

Da fartøysjefen oppdaget at han ikke hadde retningskontroll over helikopteret, utførte han straks den prosedyre som er beskrevet i ovennevnte pkt 2.1. Autorotasjon krever relativ stor gjennomsynking, men da helikopteret ikke hadde mer enn ca. 400 ft høyde da retningskontrollen ble tapt, var det ikke mulig for fartøysjefen å nå åpent lende. Da helikopteret nådde tretopphøyde, stanset fartøysjefen gjennomsynkingen ved hjelp av bevegelsesenergien i hovedrotoren (øking av bladvinkelen) og senket deretter fartøyet ned i skogen. Han stengte imidlertid ikke gasshåndtaket (throttle) til motoren, slik at denne gikk på tomgang også etter at helikopteret kom til ro. Motoren stoppet da fartøysjefen stengte den elektrisk opererte hovedbrennstoffkranen.

Fartøysjefen utførte etter HSLs mening nødlandingen korrekt i henhold til prosedyren, bortsett fra at han ikke stoppet motoren på rett tidspunkt og ved hjelp av gasshåndtaket. Dette kunne i den foreliggende situasjon ha skapt en ytterligere farlig situasjon, da brannfaren var overhengende pga. tørr skogbunn og høy temperatur. Til alt hell oppsto det ikke brann.

2.3 Simplex 2700 Spray System

Undersøkelsene av deler av sprøyteutstyret, som bl.a. ble utført ved Bell-fabrikken, har påvist flere avvik fra en akseptabel luftdyktighetsstandard. Det ble funnet uoriginale deler, slitte festepunkter, sprekker i konstruksjonsdetaljer og et manglende aerodynamisk deksel som skulle ha vært montert foran væsketanken (se bilag 8). Dette kan tyde på et forhold som ikke er ukjent for HSL, nemlig at ekstrautstyr til luftfartøy ikke alltid vedlikeholdes etter samme standard som selve luftfartøyet. I dette tilfelle fantes det ikke vedlikeholdsanvisninger fra fabrikanten av utstyret, og selskapet hadde selv ikke innført noen. Dette er etter HSLs mening ikke i overensstemmelse med vedlikeholdskravene i BSL B 3-2 til tross for at det kan synes uklart hvilken (-e) paragraf (-er) i nevnte BSL som gjelder for vedlikehold av utstyr med Supplemental Type Certificate e.l.

Luftfartsverket har gjennom sin tilsynsvirksomhet ikke avdekket denne mangel. Dette skyldes antakelig i dette tilfellet at helikopteret i flere år har fått fornyet luftdyktighetsbeviset ved tilsynsformen "Gransking". Med bakgrunn i tidligere erfaringer mener HSL at sikkerhetsmyndigheten kunne ha forhindret en slik situasjon ved eksempelvis å ha krevet en løpende dokumentasjon for innstallert utstyr, godkjennelsesdato og inkorporering i vedlikeholdsprogrammet.

HSL finner det utilfredsstillende at sprøytesystemet som var montert på dette helikopteret, ikke var bedre ivare tatt vedlikeholdsmessig. Det kan forøvrig ikke påvises at sprøytesystemet har hatt noe med ulykken å gjøre.

2.4 Forhold som kan ha påvirket ulykkesforløpet og som krever "Conditional Inspections" i henhold til Bell 206B Maintenance Manual

Som nevnt i pkt. 1.18.7.1 kan det oppstå forhold under driften av helikopteret som krever spesielle inspeksjoner (Conditional Inspections). Slike forhold beskrives som "Sudden stoppage/acceleration Main and Tail rotor" og kan ha betydning for halerotorakslenes integritet.

HSL har gjennomgått helikopterets historie. Av denne kan det ikke påvises at helikopteret har vært utsatt for noen unormal hendelse av drift- eller vedlikeholdsmessig karakter som kan ha påvirket ulykkesforløpet. Fra de undersøkelsene som ble utført på fabrikken, kan det heller ikke påvises at det har vært noen feil i drivsystemet til halerotoren som kan ha hatt betydning for forløpet til ulykken. Motoren ble delvis demontert ved HSLs verksted på Kjeller, bl.a. ble kompressoren åpnet. Det ble ikke funnet noen feil på motoren som kunne settes i forbindelse med ulykken.

2.5 "Verktøymerkene" på adapteren

Som påpekt under pkt.1.16.1.4 ble det under undersøkelsene på fabrikken konstatert at det var avsatt merker på sidene av adapteren, 90° i forhold til adapterflensene. Merkene syntes ikke å være av ny dato, og derfor ikke påført under havariet. Det er derfor ikke mulig å si når merkene er påført. Et viktig spørsmål var i hvilken grad avsetning av merkene kunne ha påvirket at limforbindelsen mellom adapteren og akselrøret løsnet. Etter HSLs mening var avsettingene av merkene av en slik karakter at det skulle relativt sett små krefter til å avsette dem i metallet på adapteren. Det kunne heller ikke påvises i den delen av limforbindelsen som var nærmest adapterflensene, og som ikke var ødelagt av rotasjon at det hadde foregått noen progressiv feilutvikling. Det er derfor etter HSLs mening ikke grunn til å anta at avsettingen av merkene har påvirket at adapteren løsnet.

HSL mener altså at det er mest sannsynlig at merkene var avsatt før havariet. Hvis som i så fall har avsatt dem vil ikke være mulig å finne ut. Under den forutsetning at merkene er påført i tiden før havariet, burde de i så fall ha blitt avdekket under de rutinemessige inspeksjoner som gjøres på akslene hver 100 flytimer. Det er ikke dokumentert at merkene har vært oppdaget ved disse inspeksjoner.

2.6 Vibrasjonen som oppsto under tapet av retningskontroll

Fartøysjefen har forklart at det under de to 360° spinn som helikopteret foretok etter at retningskontrollen ble tapt, oppsto kraftige vibrasjoner i helikopteret. Disse vibrasjoner opphørte da fartøysjefen fikk satt helikopteret i autorotasjon. Det synes derfor naturlig å tro at vibrasjonene oppsto som en følge av at helikopteret spant rundt. I forbindelse med undersøkelsene på Bell-fabrikken ble også vibrasjonene diskutert med eksperter på fabrikken og med en representant for Simplex-fabrikken. Vibrasjonene ble forsøkt forklart aerodynamisk og på andre måter. Ingen av ekspertene hadde noen erfaring fra en liknende situasjon, altså en situasjon hvor helikopteret, som er påmontert et sprøyteutsyr med lange sprøytebommer, spinner rundt pga. at driften av haleratoren plutselig opphører. Flere teorier ble drøftet, men man var enige om at mulige løsninger mer var basert på spekulasjoner enn fagmessige forklaringer. På bakgrunn av dette er det derfor etter HSLs mening ikke mulig å gi noen bestemt forklaring på vibrasjonene.

2.7 Passasjer ombord i helikopteret

Passasjeren som satt i den bakre del av kabinen, hadde på seg sikkerhetsbelte. De originale sitte- og ryggputene var fjernet, og passasjeren satt på en provisorisk pute. Et slikt forhold kunne ha ført til at passasjeren kunne ha blitt påført større skader enn nødvendig ved et havari fordi de normale putene er med på å oppta bevegelsesenergien som passasjeren utsettes for. I dette tilfelle var energien ved kollisjonen med bakken relativt liten.

I det FAA-godkjente Flight manual supplement som følger med det Simplex sprayteutstyret som var montert på helikopteret står følgende:

"Operations with Simplex Jet Ranger II spray system installed is approved for Restricted Category Only. No persons other than the minimum required crew shall be carried during special purpose Restricted Category Operations"

Uttrykket "Restricted Category" finnes ikke i norske forskrifter for luftfart, og det må derfor være grunn til å stille spørsmål om hvorvidt ovennevnte restriksjon er gjeldende for et norsk helikopter med norsk luftdyktighetsbevis påført "Normal" kategori, som i dette tilfelle. Opplysninger fra LV kan tyde på at når sikkerhetsmyndigheten godkjenner et supplement til en Flight manual basert på eksempelvis en STC, så betyr dette også at teksten i supplementet uansett gjelder fra det øyeblikket som utstyret er montert på luftfartøyet. IISL må derfor anta at passasjerer i dette tilfelle var ombord i strid med restriksjonen i Flight manual.

2.8 Svikten i limforbindelsen ("debonding") på halerotoraksesegment nr. 4 - oppsummering

Den umiddelbare årsak til at helikopteret havarerte kan tilskrives den løsnede limforbindelsen mellom den bakre adapteren og røret for drivakselsegment nr. 4. Den direkte årsak til dette kan ikke påvises på bakgrunn av undersøkelsene som ble foretatt ved laboratoriet hos Bell-fabrikken. Undersøkelsene avdekket hulrom (voids) i deler av limforbindelsen som ikke var ødelagt av varmgang (den delen av røret som stakk ut fra adapteren). Her ble det også avdekket kløvningsbrudd i den delen av limflaten som har vært homogen, men det kunne ikke påvises progressiv sprekkutvikling. Videre ble det oppdaget korrosjon inne i adapteren, noe som enten kan indikere at det helt siden fabrikasjonen har vært hulrom i limforbindelsen, eller at det over tid har oppstått separasjon mellom limflaten og metallflaten. Det ble også bemerket i laboratorierapporten at det på store deler av den innvendige overflaten i adapteren ikke var spor etter lim, og at limet satt igjen kun på akselrøret (adhesive debond). Spor etter en eventuell progressiv sprekkutvikling kunne ikke oppdages. Limet i dette området på akselrøret kunne ikke undersøkes pga. at det var ødelagt av friksjonsvarme. Det er altså ikke mulig direkte å fastslå hvilken sviktmekanisme som har forårsaket at limforbindelsen løsnet. Det kan bemerkes at det heller ikke ved de undersøkelsene som Bell-fabrikken har foretatt i de andre tilfellene som er nevnt i pkt. 1.18.1, var mulig å gi entydige svar på hvorfor limforbindelsen hadde sviktet.

De vedlikeholdsanvisninger som finnes i Maintenance Manual for halerotorakseleien, synes å være dekkende inntil det eventuelt skulle oppstå en svikt i den eller de limte forbindelsen (-e). Hvis slik svikt skulle oppstå uten at akslene var påvirket av ytre forhold, synes det mulig at en full svikt i limforbindelsen kan oppstå uten at det anviste preventive vedlikeholdet kan fange opp feilen før svikt. Ultralydkontroll er en metode som fabrikken har benyttet ved sine undersøkelser for avdekking av hulrom

i limflater. Dette er imidlertid en metode som etter HSLs mening i praksis vil bli meget vanskelig å gjennomføre innenfor det normale vedlikeholdet for halerotorakselen.

HSL mener at det er uakseptabelt at deler av kraftoverføringen til et rotorsystem har sviktmekanismer som ikke kan oppdages gjennom fabrikantens anbefalte vedlikeholdsprogram før full svikt har oppstått. Det er derfor etter HSLs mening grunn til å se nærmere på konstruksjonen av halerotorakslene på denne helikoptertypen. Dette synes det som om Bell-fabrikken selv har tatt konsekvensen av ved å foreta en "design-study" med tanke på en eventuell forbedring av konstruksjonen.

3 KONKLUSJON

- a) Fartøysjefen innehadde gyldige og forskriftsmessige sertifikater for angjeldende flygetjeneste.
- b) Helikopteret var forskriftsmessig registrert og sertifisert. Vedlikeholdet av luftfartøyet var utført etter et godkjent vedlikeholdsprogram basert på gjeldende luftfartsbestemmelser.
- c) Helikopteret var utstyrt med et Simplex sprøyteutstyr for skogsprøyting.
- d) Vedlikeholdsprogrammet for luftfartøyet omfattet ikke det påmonterte sprøyteutstyret. Det ble funnet flere uregelmessige forhold vedrørende installasjonen.
- e) En limt forbindelse på et halerotorakselsegment løsnet under flyging. Dette forårsaket at driften av halerotoren opphørte og at fartøysjefen initielt mistet retningskontrollen. (Årsaksfaktor).
- f) Fartøysjefen gjenvant retningskontroll ved å sette helikopteret i autorotasjon, men nådde ikke åpent terreng og måtte nødlande i skogen.
- g) En passasjer oppholdt seg ombord i strid med restriksjonene i et STC-supplement i Flight Manual gjeldende for Simplex 2700.
- h) Det er ikke funnet noen uregelmessigheter ved luftfartøyets struktur eller systemer som kan ha påvirket at halerotorakselsegmentet løsnet.
- i) Under de innledende undersøkelsene på havaristedet fant HSL at gasshåndtaket (throttle) sto i "Idle position".

- j) Fabrikanten av helikopteret har informert HSL om andre hendelser/ulykker med samme årsaksfaktor.
- k) Fabrikanten av helikopteret har opplyst at de har under vurdering konstruksjonsendring av halerotorakselen på helikoptertypen.

4 TILRÅDINGER

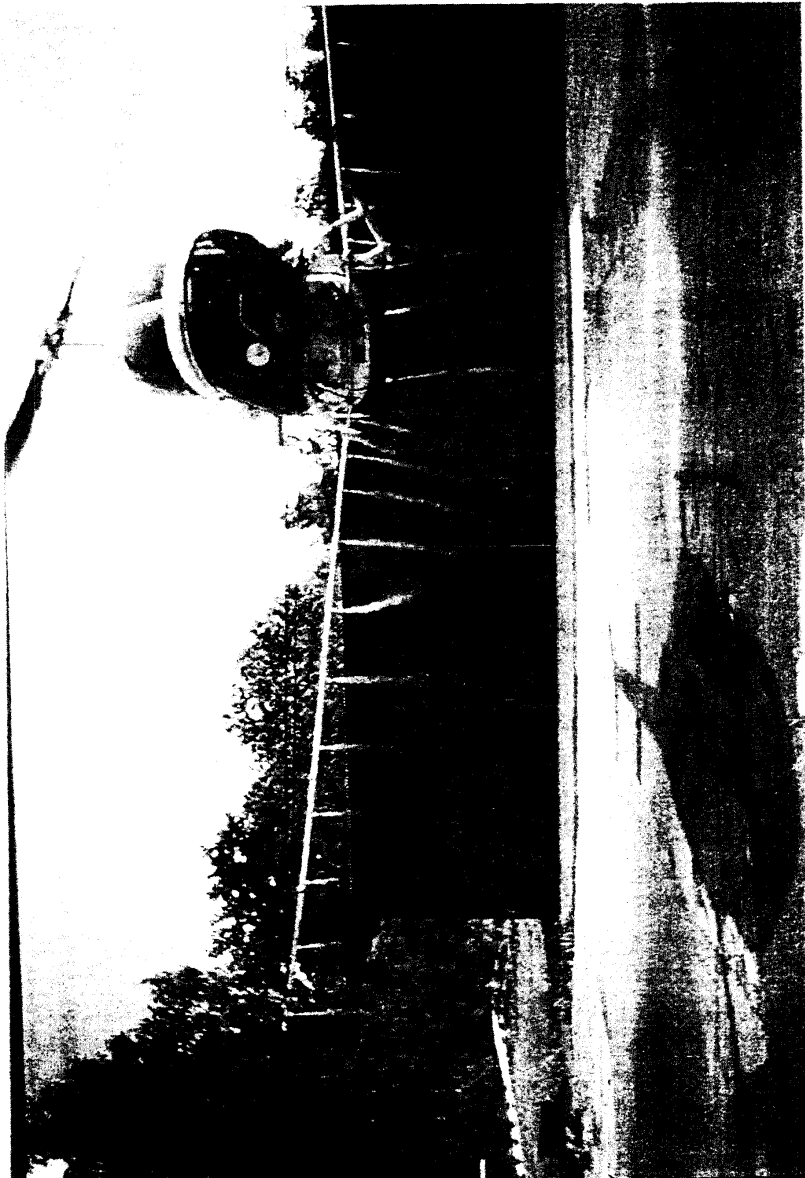
- 4.1 Luftfartsverket anbefales å få vurdert om de limte drivakslene på Bell 206 helikoptere er tilfredsstillende i relasjon til luftdyktighetskravene.
- 4.2 Luftfartsverket anbefales å vurdere om det er formålstjenlig å ha løpende luftdyktighetsstatus over det utstyr som er montert på luftfartøy i ervervmessig bruk og som ikke er en del av luftfartøyets opprinnelige typesertifikat.
- 4.3 Luftfartsverket anbefales å be AS Helilift om å innskjerpe sin praksis i forhold til konfigurasjonsstyring av luftfartøymaterialet med spesiell vekt på modifikasjoner og ekstrautstyr.

5 BILAG

Bilag 1-8
Kart over havaristedet
Forkortelser

HAVARIKOMMISJONEN FOR SIVIL LUFTFART (HSL)

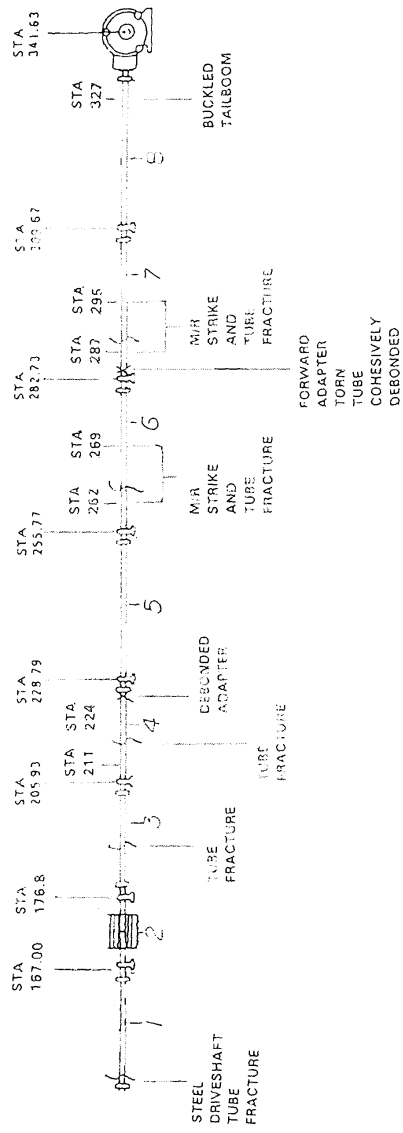
Fornebu 19. januar 1996



Bilag 1

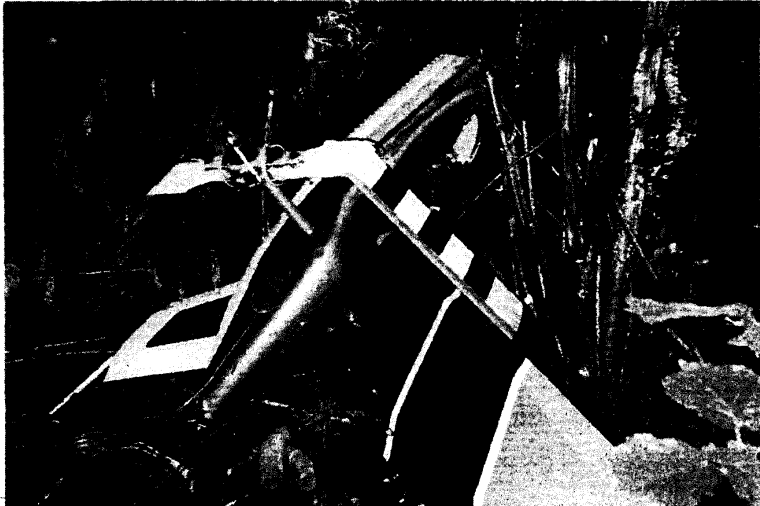
2024-01-01 - 2024-01-01

BHT-206B3



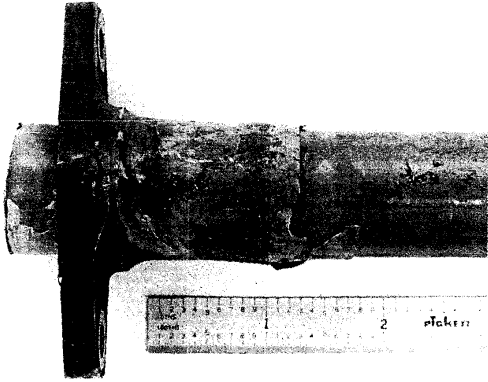
Bilag 2

Illustration of tail rotor drive system and location of fractures and debonds



Bilag 3

www.konst.se



Bilag 4

10/10/2011 10:12:11



Figure 15
View of the debonded end of the #4 tail rotor driveshaft with the adapter removed.



C	B	A
.94 inch (23.9 mm)	.75 inch (19.1 mm)	.45 inch (11.4 mm)
Dark brown adhesive	Light brown color adhesive	Whitish adhesive

Bilag 5

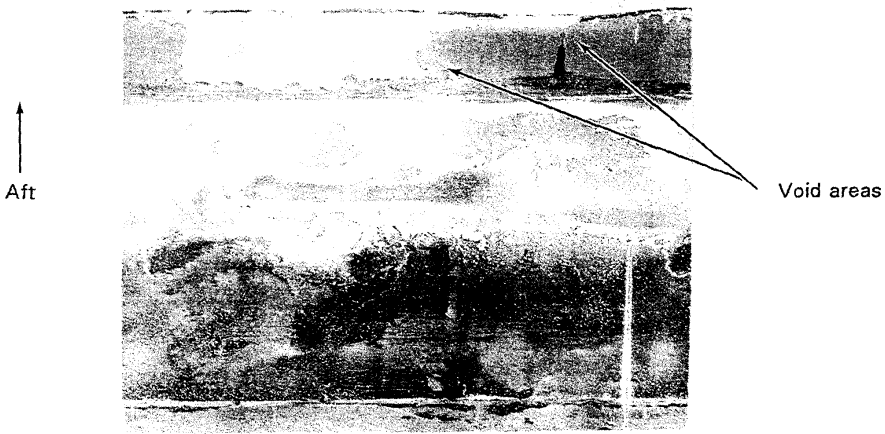
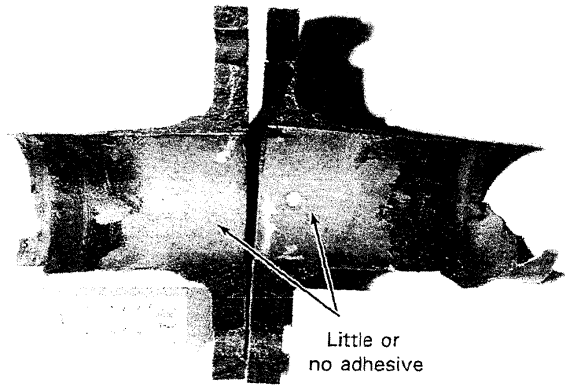


Figure 17
Peripheral camera view of debonded tube showing
a flat view of the debonded area.



Bilag 6

Figure 23
Side view of adapter showing the external damage along the tapered end. Also tool damage to rounded end 90° from flange.

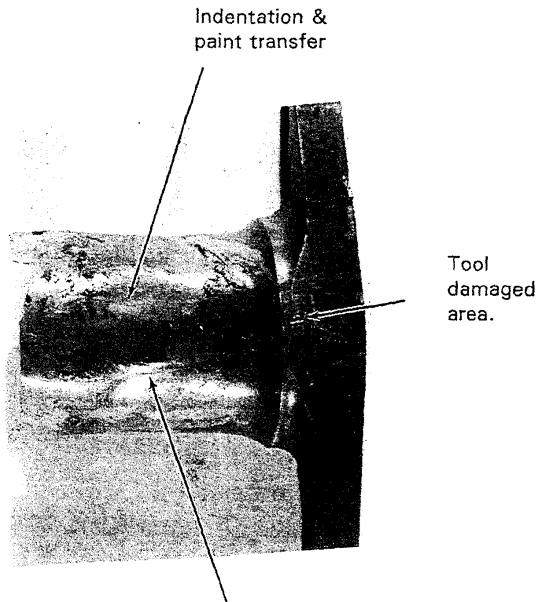
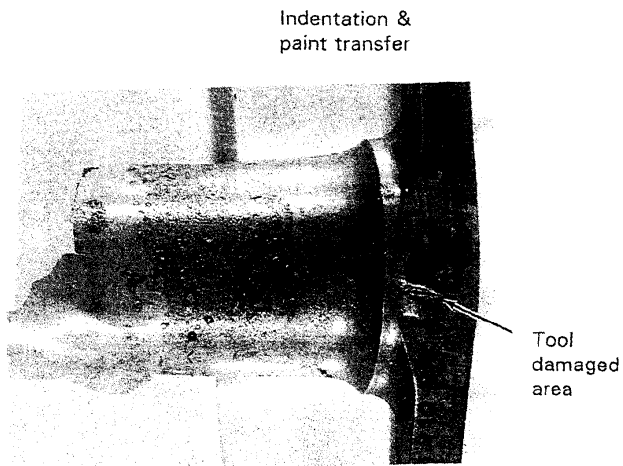


Figure 24
Opposite side view of adapter showing the tool damage.



Bilag 7

9504 07 30 1000

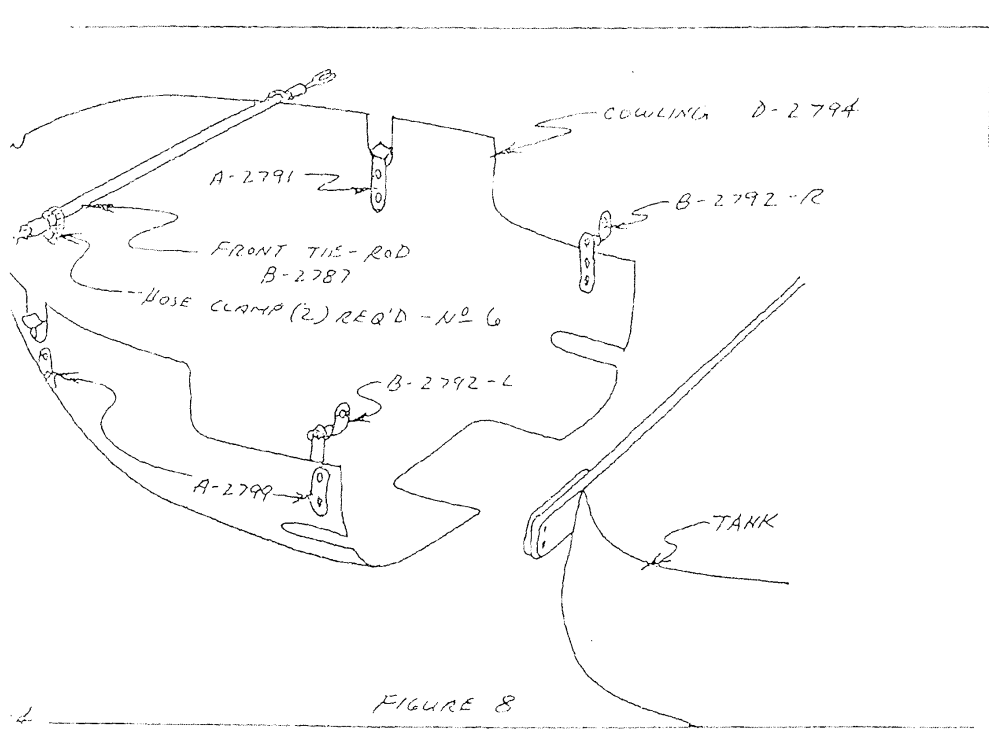
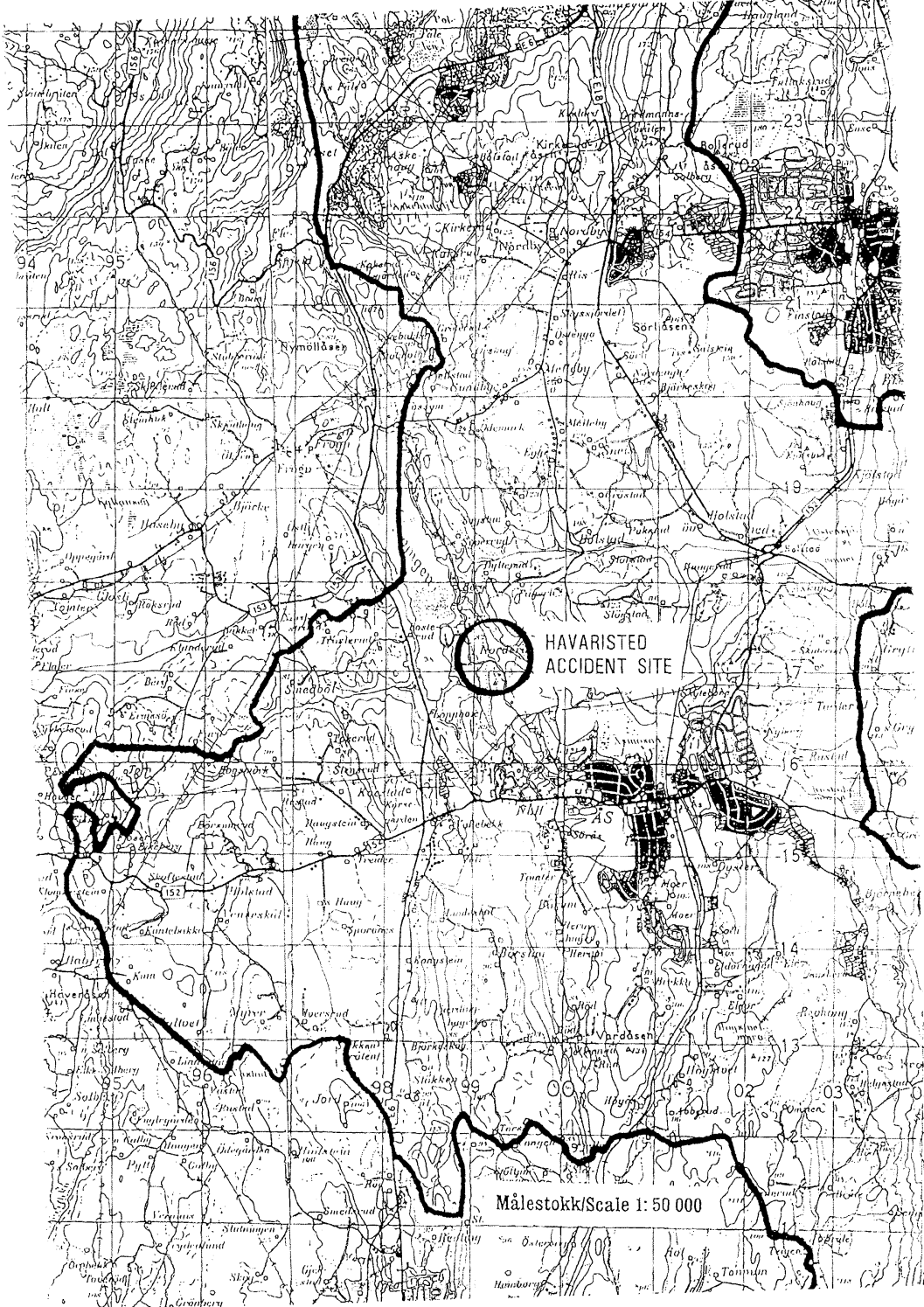


FIGURE 8

Bilag 8

0004 0100 0020



HAVARISTAD
ACCIDENT SITE

Målestokk/Scale 1: 50 000

FORKORTELSER

BSL	Bestemmelser for sivil luftfart
BSL B	Bestemmelser for sivil luftfart - flytekniske bestemmelser
CAA	Civil Aviation Authority
FAA	Federal Aviation Authority
ft	foot/feet , fot
IISL	Havarikommisjonen for sivil luftfart
JAR	Joint Aviation Requirement (felleseuropeiske luftfartsbestemmelser)
kt	knot (-s), knop
LV	Luffartsverket
mm	millimeter
MPH	Miles pr. hour
NLH	Norges landbrukshøgskole
NTSB	National Transportation Safety Board (den amerikanske undersøkelsesmynd.)
PFT	Periodical Flight Training
STA	Station number (in inches from datum line) - en bestemt posisjon på skroget uttrykt i tommer fra datumlinjen
STC	Supplemental Type Certificate (et spesielt sertifikat for utstyr som kan monteres på et luftfartøy)
TWR	Kontrolltårn på flyplass (Tower)