

RAPPORT

SL 2009/27



RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE
21. NOVEMBER 2004 I VÅGÅVANNET MED
EUROCOPTER SA 365 N1, LN-OPJ OPERERT AV
NORSK LUFTAMBULANSE 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 bør unngås.

INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Personskader	7
1.3 Skader på luftfartøy.....	7
1.4 Andre skader	7
1.5 Personellinformasjon	8
1.6 Luftfartøy	8
1.7 Været.....	13
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	13
1.9 Samband.....	13
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	13
1.11 Flygeregistratorer	14
1.12 Havaristedet og helikoptervraket	14
1.13 Medisinske forhold	15
1.14 Brann.....	15
1.15 Overlevelsesaspekter.....	15
1.16 Spesielle undersøkelser	17
1.17 Organisasjon og ledelse	23
1.18 Andre opplysninger.....	27
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	28
2. ANALYSE.....	28
2.1 Innledning	28
2.2 Svikt i driv- eller kontrollsystemet til halerotoren	29
2.3 Teknisk feil i halerotoren	29
2.4 Halerotoren skadet av fremmedlegemer	30
2.5 Halerotoren skadet som følge av ising.....	31
2.6 Halerotoren kom utilsiktet ned i vannet.....	32
2.7 Sannsynlig hendelsesforløp	34
2.8 Selskapets prosedyrer.....	34
2.9 Overlevelsesaspekter.....	35
3. KONKLUSJON	36
3.1 Undersøkelserresultater	36
3.2 Signifikante undersøkelsesresultater.....	37
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	37
VEDLEGG.....	38

RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Luftfartøy:	Eurocopter SA 365 N1 Dauphin 2
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-OPJ
Eier:	Helikopter Transportation Group AS
Bruker:	Norsk Luftambulans AS
Besetning:	Fartøysjef, lege og redningsmann
Passasjerer:	Ingen
Havaristed:	Vågåvannet ca. 250 m sør for Vanglandet båthavn, Oppland (61°52'N 009°05'Ø)
Havaritidspunkt:	Søndag 21. november 2004 kl. 1441

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid (UTC + 1 time) hvis ikke annet er angitt.

MELDING OM HAVARIET

Havarikommisjonens beredskapsvakt mottok søndag 21. november 2004 kl. 1523 varsel fra Hovedredningssentralen for Sør-Norge (HRS-S). Meldingen gikk ut på at et helikopter fra Norsk luftambulans hadde havarert i Vågåvannet. Besetningen på tre, som var fysisk uskadd, var reddet i land og tatt hånd om av det lokale politiet. To havariinspektører fra havarikommisjonen rykket ut og ankom Vågåmo samme kveld. Undersøkelsesarbeidet ble påbegynt morgenen 22. november.

I henhold til ICAO Annex 13, "Aircraft Accident and Incident Investigation" underrettet SHT myndigheten i produsentlandet (Frankrike) om ulykken. Den franske havarikommisjonen, Bureau d'Enquêtes et d'Analyses (BEA) utnevnte en akkreditert representant som sammen med rådgivere fra helikopterprodusenten Eurocopter bisto ved undersøkelsen.

SAMMENDRAG

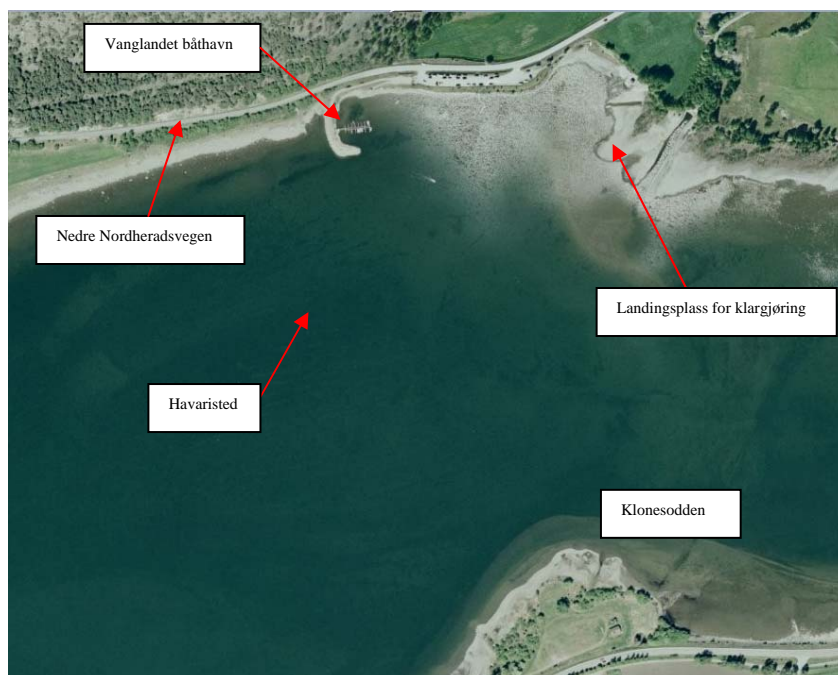
Selskapet hadde satt krav til at besetningsmedlemmene skulle gjennomføre trening i å plukke opp personer fra vann med helikopter hver 6. måned. I den anledning fløy LN-OPJ fra basen på Dombås til Vågåvannet hvor isen ikke hadde lagt seg. Etter ankomst Vågå ble det først fløyet en runde over vannet med redningsmannen hengende under helikopteret i et 33 m langt tau. Deretter var planen at redningsmannen iført tørrdrakt skulle hoppe fra helikopterets kabin og ned i vannet. Da redningsmannen hoppet fra en høyde på anslagsvis 2 – 3 m hørte besetningen et kraftig smell og helikopteret begynte å rotere mot urviseren rundt hovedrotormasten. Fartøysjefen oppfattet at noe hadde skjedd med halerotoren og satte helikopteret mykt i vannet ca. 250 m fra land. Helikopteret veltet over på venstre side og sank. Ingen av de tre om bord ble skadet og redningsmannen hjalp etter hvert fartøysjefen og legen opp på helikopteret som ble liggende delvis over vann. Redningsmannen oppholdt seg i vannet til det kort tid senere ankom hjelp med båt. Vanntemperaturen var nær 0 °C og lufttemperaturen ca. -6 °C, følgelig kunne situasjonen hurtig blitt kritisk for de to som var uten tørrdrakt.

Havarikommisjonen mener at ulykken ble utløst ved at halen utilsiktet må ha kommet ned i, eller så nær, vannflaten at halerotoren greide å trekke vann og dermed ble overbelastet. Den påfølgende overbelastningen førte til brudd i halerotorens drivaksel og tap av kontroll over helikopteret. Medvirkende årsaker til at helikopteret kom for lavt var mangel på gode visuelle referanser for høydebedømming. Det ble også klart at selskapet ikke hadde prosedyrer som på en sikker måte kunne forhindre at helikopteret kom for lavt i den kritiske fase av operasjonen.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

- 1.1.1 Norsk Luftambulans AS hadde et selvpålagt krav om at besetningsmedlemmer minimum hver 6. måned skulle trene på å plukke opp personer fra vann med helikopter. Egnede vann i nærheten av basen på Dombås kunne være islagt ut i mai og det var derfor viktig at høstens trening ble gjennomført sent på året rett før isen la seg. Det var planlagt slik trening i uken før ulykken skjedde, men snø og tåke forhindret gjennomføringen. Værmeldingene for søndag 21. november var imidlertid gode, så det ble besluttet å gjennomføre treningen.
- 1.1.2 Fartøysjefen påbegynte sin arbeidsdag kl. 0830 søndag morgen. Han inspiserte (Pre Flight Inspection) helikopteret innendørs på basen på Dombås og gjorde sammen med redningsmannen¹ klar det utstyret de trengte for dagens øvelse. Sammen med legen som også skulle være med, ble treningen gjennomgått i detalj.
- 1.1.3 Selskapet hadde tidligere trent på å ta personer opp fra Vågåvannet. Isen hadde ikke lagt seg på vannet og været var godt egnet for oppdraget. LN-OPJ tok av fra basen på Dombås ca. kl. 1400 og landet på en frossen landtunge ved Vanglandet båthavn sørvest for Vågåmo sentrum. (se Figur 1). Flyturen varte ca. 10 minutter.



Figur 1: Oversikt over øst-enden av Vågåvannet.

¹ Omtalt som HEMS crew member i JAR-OPS 3 sammenheng.

- 1.1.4 Rotoren og motorene ble stoppet på landtungen og opplegget ble gjennomgått på nytt. Første del var trening i å fly med redningsmannen hengende under helikopteret i et 33 m langt tau. Redningsmannen var iført tørrdrakt og klatresele (sittesele). Det ble fløyet en kort runde hvor redningsmannen hang anslagsvis 15 m over vannet. Deretter ble han satt ned på et avtalt punkt ute på landtungen. Legen satt i den åpne døra på høyre side og dirigerte.
- 1.1.5 Etter at helikopteret hadde landet på landtungen igjen koblet redningsmannen fra tauet, kveilet det sammen og la det inn i bagasjerommet på høyre side bak i helikopteret. Redningsmannen skulle så trene på å hoppe ut av helikopteret for å berge en person i vannet. Han hentet et 11 m langt tau med redningsslinge inne i kabinen og koblet den ene enden til kroken over døren på høyre side på helikopteret. Den andre enden med redningsslingen ble lagt inn i kabinen sammen med en 20 liter hvit plastkanne. Plastkannen, som skulle brukes som markør, var merket med rød tape for å være bedre synlig. Videre var en jernstang festet til kannen via et 2 m langt tau for at plastkannen ikke skulle blåse vekk grunnet vindpresset fra rotoren. Legen satte seg bak i kabinen på høyre side og redningsmannen satte seg inn foran legen ved den åpne døren.
- 1.1.6 Rotoren var i gang mens dette pågikk og helikopteret ble så fløyet utover vannet i en høyde på ca. 50 ft. Vannet var langgrunt og det ble fløyet ca. 300 m sydvestover slik at det ble forsvarlig dybde til at redningsmannen kunne hoppe i vannet. Redningsmannen kastet så ut markøren og helikopteret fløy en runde med påfølgende innflyging mot markøren. Innflygingen ble gjort med retning ca. 230° rett inn i vinden.
- 1.1.7 Under den første innflygingen ble markøren blåst vekk av de nedadgående luftstrømmene fra hovedrotoren. Fartøysjefen steg derfor og fløy baklengs til han hadde markøren ca 30 m foran seg før han begynte en ny innflyging. Den andre innflygingen ble vellykket og fartøysjefen hadde markøren i sikte foran til høyre da han stoppet helikopteret i lav hover. Redningsmannen slapp tauet ut av døren. Tauet som da var festet i helikopteret og redningsmannen rakk ca. 5 m ned under helikopteret. Da tauet nådde vannet indikerte det den maksimale høyden hvor det var forsvarlig for redningsmannen å hoppe. I følge fartøysjefen var ikke radarhøydemåleren nøyaktig nok til å beregne uthoppshøyden. Det var heller ikke forsvarlig å bruke tid på å lese instrumenter i denne fasen hvor all oppmerksomhet krevdes utenfor helikopteret. Da fartøysjefen mente at det var klart for utsprang ga han beskjed til legen som klappet redningsmannen på skulderen som tegn. Basert på visuell kontakt med markøren ble helikopteret holdt stabilt anslagsvis 2 – 3 m over vannet. Rotoren pisket da opp vann og vanntåke fra overflaten og det kom dråper nederst på vinduene. Fartøysjefen så imidlertid ikke at vannet frøs fast noe sted. Han karakteriserte flygingen som helt normal fram til dette tidspunktet.
- 1.1.8 Fartøysjefen hørte deretter et kraftig smell etterfulgt av noe som ble karakterisert som freselyder og helikopteret begynte å rotere til venstre. Han skjønnte øyeblikkelig at noe hadde skjedd med halerotoren og senket instinktivt kollektive for å sette helikopteret ned på vannet. Helikopteret roterte anslagsvis en omdreining før det lander mykt. For å kontrollere situasjonen lengst mulig holdt han kollektive et stykke opp samtidig som han stoppet motorene, slo av drivstoffpumpene, slo av strømmen og satte på rotorbremsen. Da han merket at rotoren var i ferd med å stoppe la han helikopteret over på venstre side. Han antok at de to om bord best kunne ta seg ut av høyre dør som da vendte opp, samtidig som han håpet at redningsmannen befant seg i vannet på høyre side. Fartøysjefen hadde vann opp til livet da han åpnet døren, holdt seg i dørkarmen og løste

ut setebeltet. Han kom seg ut uten problemer og konstaterte at legen og redningsmannen allerede svømte i vannet.

- 1.1.9 Legen har forklart til politiet at avstanden ned til vannet var ca. 2 m da redningsmannen hoppet. Meningen var at legen så skulle sette seg på gulvet med føttene utenfor maskinen og dirigere fartøysjefen via helikopterets intercom. Han rakk imidlertid ikke å komme i posisjon før han hørte et høyt smell idet redningsmannen hoppet. Legen oppfattet ingen rotasjon i helikopteret, men derimot en sideveis bevegelse. Han tenkte øyeblikkelig på å komme seg fri og løste ut den bakre høyre døra. Den holdt han på plass helt til helikopteret satte seg på vannet. Han husket ikke hvordan han kom seg ut av helikopteret, men husker at han ventet til rotoren stoppet. Ledningen til hjelmen var vanskelig å få løs og da han kom i vannet svømte han et stykke vekk fordi han regnet med at helikopteret ville synke.
- 1.1.10 Redningsmannen antar at det var mellom 2 til 2,5 m fra kabingulvet på helikopteret og ned til vannet da han fikk klapp på skulderen og hoppet. Han hørte deretter et smell. Han kunne ikke si med sikkerhet om smellet kom da han hadde bestemt seg for å hoppe, eller om smellet kom i det han hoppet. Lyden trengte tydelig igjennom den øvrige støyen og ble av redningsmannen beskrevet som om noen slo en tom plastflaske hardt i hånden. Redningsmannen forsvant et kort øyeblikk under vann og så at helikopteret roterte om rotormasten med nesen til venstre da han kom opp igjen. Etter anslagsvis noe i overkant av en runde satte helikopteret seg mykt i vannet og rotasjonen opphørte øyeblikkelig. Han befant seg da til høyre for helikopteret, noe bak kabinen.
- 1.1.11 Redningsmannens første tanke var å komme seg så nær rotormasten som mulig og dermed unngå å bli truffet av rotorblader. Han trakk seg mot døråpningen ved hjelp av tauet samtidig som han hørte at fartøysjefen ropte at alle måtte komme seg ut. Rotorturtallet sank og redningsmannen forsøkte å koble seg fra linen, men ble overrasket av hvor hurtig helikopteret veltet. Tauet hengte seg fast i helikopteret og han ble en kort stund trukket under vann av helikopteret. Han frigjorde seg imidlertid raskt og da han kom opp igjen hadde legen og fartøysjefen også kommet ut i vannet.
- 1.1.12 Legen forsøkte å klamre seg fast i markøren mens fartøysjefen var fast bestemt på å svømme i land. Redningsmannen oppdaget imidlertid at helikopteret lå stille med deler av buken og halen over vann. Han mente derfor at det var best om fartøysjefen og legen satte seg opp på helikopteret. Med hjelp fra redningsmannen kom fartøysjefen seg opp på det glatte skroget og satte seg i høyre hjulbrønn. Kort tid senere greide de å få legen opp i den samme hjulbrønnen. På det tidspunktet hadde legen sluttet å skjelve og blitt tydelig passiv. Fartøysjefen og legen var ikke kledd for å oppholde seg utendørs i kulde. For om mulig å begrense ytterligere varmetap åpnet redningsmannen lasterommet bak på høyre side og fant etter en del leting to vindsekker som han fikk pakket rundt de to. Selv valgte han å bli i vannet og være klar hvis noen falt ned eller om helikopteret skulle velte.



Figur 2: Bilde tatt mot nordøst dagen etter havariet. Plastkannen som ble benyttet som markør vises til venstre på bildet. Fartøysjefen og legen satt i hjulbrønnen nærmest kamera.

- 1.1.13 Det var flere vitner til ulykken og nødnummer 113 ble øyeblikkelig ringt. Et vitne ringte også direkte til formannen i Vågå Røde Kors. Kort tid senere ankom Røde Kors med bil og båt på henger. Båten ble sjøsatt og de to som satt oppe på helikopteret ble først berget i land. Kl. 1459, ca. 18 minutter etter havariet var alle tre trygt på land og ble tatt hånd om av personell fra Røde Kors (se også punkt 1.18.1).

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	2	1 ²	

1.3 Skader på luftfartøy

Helikopteret ble betydelig skadet (se punkt 1.12.2 for detaljer)

1.4 Andre skader

Det ble ikke meldt om oljesøl i forbindelse med havariet og det er ikke kjent at ulykken forvoldte andre skader.

² Leger er i henhold til JAR-OPS 3 definert som ”Medical passenger”

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjefen

- 1.5.1.1 Mann, 41 år utdannet seg som helikopterflyger ved North East Helicopters i USA midt på 80-tallet. Han fløy deretter ca. 13 år i norske helikopterselskaper som opererte på innlandet. Han begynte å fly for Norsk luftambulanses i 1998 og har utelukkende fløyet SA 365 N1 i selskapet.
- 1.5.1.2 Fartøysjefen hadde gyldig Air Transport Pilot Licence, Helicopter [ATPL(H)] sertifikat utstedt 18. september 2000. Typerechtigheter på SA 365 N1 ble siste gang forlenget med ferdighetskontroll (Proficiency Check, PC) og Operational Proficiency Check (OPC) 20. november 2004, dagen før ulykken. Fartøysjefen hadde legeattest uten begrensninger gyldig til 2. mai 2005.
- 1.5.1.3 Fartøysjefen hadde sovet 10 timer natten før ulykken skjedde. Han følte seg uthvilt og opplagt da han begynte på arbeidsdagen kl. 0830.

Tabell 2: Flygetid fartøysjefen

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	3	3
Siste 3 dager	4	4
Siste 30 dager	7	7
Siste 90 dager	25	25
Totalt	4 980	ca. 1 000

1.5.2 Redningsmannen

Mann, 45 år. Redningsmannen har arbeidet som redningsmann i Norsk luftambulanses siden 1987. Han hadde deltatt i selskapets opplæring og kontinuerlige treningsprogram. Han følte seg uthvilt og opplagt da han begynte på arbeidsdagen ca. kl. 0830. Redningsmannen arbeidet i en treskiftsordning sammen med flygerne.

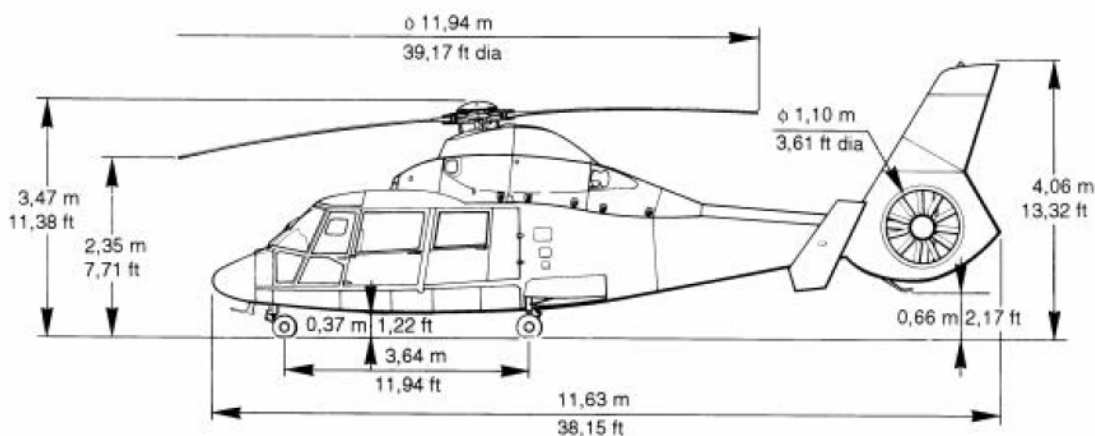
1.5.3 Legen

Mann, 40 år. Leger er i henhold til JAR-OPS 3 definert som "Medical passenger", men av selskapet omtalt som "NLA Medical Crew Member". Legen deltok i en pool av leger godkjent og trent av Norsk luftambulanses og måtte for å være kvalifisert, blant annet delta i "Rescue Rope Operations training" hver 6. måned.

1.6 Luftfartøy

1.6.1 Generelt

SA 365 N1 er et tomotors middels tungt helikopter som i passasjerversjon har plass til 8 passasjerer bak og to piloter eller en pilot og en passasjer foran. LN-OPJ ble innført i Norges luftfartøyregister i oktober 1999 og ble operert av Norsk luftambulanses fram til ulykken inntraff. Helikopteret hadde normalt en bære og tre seter i kabinen i tillegg til medisinsk utstyr tilpasset selskapets operasjoner. Helikopterets hovedrotor har en diameter på 11,94 m og roterer med klokken sett ovenfra. Halerotoren er nærmere omtalt i punkt 1.6.4. LN-OPJ var ikke sertifisert for flyging i isingsforhold.



Figur 3: SA 365 N1.

1.6.2 Data

Produsent:	Eurocopter
Produksjonsår:	1989
Serienummer:	6228
Luftdyktighetsbevis gyldig til:	31. oktober 2005
Totalt antall flytimer:	4675:10
Motortype:	2 stk. Turbomeca Arriel 1C1
Maksimalt tillatt avgangsvekt:	4 100 kg
Type drivstoff:	Jet A-1

1.6.3 Masse og balanse

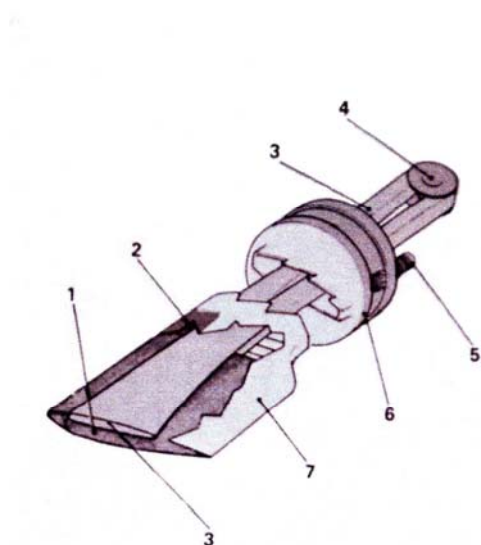
I følge beregninger foretatt av fartøysjefen var helikopterets masse 3 549 kg på havaritidspunktet. Dette var 551 kg under maksimalt tillatt avgangsmasse. De samme beregningene viser at helikopterets tyngdepunkts plassering lå på 3 950 mm, noe som er godt innenfor begrensningene på 3 800 – 4 030 mm

1.6.4 Halerotoren (Fenestron)

- 1.6.4.1 Halerotoren består av 11 rotorblader som er festet til et nav. Rotoren har en diameter på 1 100 mm og sitter montert inne i en tunnel i helikopterets vertikalfinne (se Figur 6). Eurocopter benevner denne typen halerotor for Fenestron. Halerotoren drives med 3 665 omdreininger per minutt via en 90° girboks som sitter i halerotorens senter og en horisontal aksel fra hovedgirkassen. Bladvinkelen reguleres hydraulisk av en aktuator som sitter i tilknytning til girboksen. Maksimale utslag er +25° / - 20°. Ved normalt turtall dras hvert blad utover med en kraft på 17 000 N. Avstanden mellom bladtippene og tunnelveggen skal ikke være mindre enn 3 mm når rotoren står stille. Denne avstanden avtar noe under rotasjon fordi bladene strekker seg ca. 0,6 mm. Halerotoren og 90° girboksen blir holdt på plass inne i tunnelen ved hjelp av et vertikalt rør av

komposittmaterialer (se rødt rør på Figur 11) og et horisontalt rør av aluminium som går utenpå halerotorens drivaksel (se Figur 10).

- 1.6.4.2 Hvert halerotorblad type 365A 12 0020-04 er bygd opp omkring en komposittbjelke av Kevlar (del 3 på Figur 4) som vist på skissen nedenfor. Bladet er festet i en foring av aluminium (del 4 på Figur 4) og forandringer i bladvinkel skjer ved vridning av den fleksible hovedbjelken. Bladet sentreres ved at "blade root" (del 6 på Figur 4) styres inne i rotornavet (se Figur 12). Bladvinkelen reguleres ved hjelp av "pitch control crank pin" (del 5 på Figur 4). Selve bladet som består av glassfiber og karbonfiber er støpt sammen med hovedbjelken. Deler av bladkjernen består av et polyamidskum og bladets framkant er beskyttet av en titanskinne (del 2 på Figur 4). Produksjonen av bladene foregår hos Eurocopter og det benyttes "pre-preg"³ materialer både for glassfiber, karbonfiber og kevlar.



1. Foam slabs
2. Leading edge protective strip (titanium)
3. Spar (Kevlar)
4. Spool (aluminium)
5. Pitch control crank pin
6. Blade root (glass fibre and polyamide)
7. Skin (glass and carbon cloth)

Figur 4: Skisse av blad.

- 1.6.4.3 Tester utført i forbindelse med innledende sertifisering og senere driftserfaringer førte til flere forbedringer i design og produksjonsmetoder. Bladtypen som var involvert i ulykken var fjerde versjon av bladet. Under et besøk på fabrikken i desember 2004 ble havarikommisjonen gitt en orientering om produksjonskontroll og produksjonsdokumentasjon. Hvert blad var gjenstand for 81 kontrollpunkter og det var under produksjonen til sammen funnet 61 typer avvik som hadde kjent årsak. Videre fikk havarikommisjonen detaljert dokumentasjon fra produksjonen av de 11 bladene som var involvert i ulykken.
- 1.6.4.4 Driftserfaringer hadde vist at temperaturen i bladene kunne bli betydelig høyere enn omgivende lufttemperatur. Havarier i Nigeria i januar 2003 og Angola i mars 2003 (se punkt 1.6.8) som begge involverte brudd i halerotorblad, førte til omfattende utprøving i temperaturer helt opp i 80 °C. Det framkom at visse bindingsstoffer (resin) påvirkes negativt av høy temperatur kombinert med høy luftfuktighet. Det ble klart at Kevlar svekkes ved høy luftfuktighet (er hydrostatisk), og at dette i kombinasjon med andre svakheter utløste bladbrudd. Ett blad med nødvendige forbedringer ble typeakseptert i juli

³ Duken av glass, karbon eller kevlar leveres fra produsent ferdig innsatt med bindingsstoff (matrise)

2003 og ca. 3000 blad ble skiftet ut for produsentens regning. Det var slike forbedrede blader i LN-OPJ.

- 1.6.4.5 Eurocopter hadde ingen tilsvarende dokumentert kunnskap eller erfaring fra operasjoner under isingsforhold eller lave temperaturer. Helikoptre sertifisert for flyging i isingsforhold hadde imidlertid bare elektrisk oppvarming av tunnelen fordi is erfaringsvis ikke satte seg fast på de hurtigroterende bladene.

1.6.5 Radarhøydemåler

LN-OPJ var utstyrt med en radarhøydemåler (ofte også omtalt som radiohøydemåler) med en indikator nede på høyre side av instrumentpanelet. Skalaens minste inndeling var 10 ft og en 36° rotasjon av indikatornålen utgjorde 100 ft. Det finnes tilsvarende radarhøydemålere tilpasset helikoptre hvor minste inndeling er 5 ft og en 90° rotasjon av indikatornålen utgjør 100 ft. Disse kan også tilkobles lydvarsling, men nøyaktigheten er generelt mellom 5 og 10 ft.

1.6.6 Vedlikehold

- 1.6.6.1 Halerotorbladene skal inspiseres for delaminering hver 25 flytime. Den foreskrevne metoden er "tapping", det vil si at bladene dunkes lett med en metallgjenstand for å få fram forskjeller i lyden avhengig av om lag i bladet har delaminert eller ikke. "Tapping test" på LN-OPJ ble i følge vedlikeholdsdokumentasjon utført i forbindelse med en 25 timers inspeksjon 3. november 2004 ved 4 662:55 flytimer Dette var 12:15 flytimer før ulykken. Det ble ikke funnet delaminering ved denne inspeksjonen. De involverte halerotorbladene var produsert i perioden juni 2003 til april 2004 og hadde en gangtid på 114:10 – 733:10 flytimer da ulykken inntraff.

- 1.6.6.2 Helikopteret hadde gjennomgått følgende vedlikehold:

Pre flight check	21. november 2004	ved 4 674:40 flytimer
25/50-timers inspeksjon	3. november 2004	ved 4 662:55 flytimer
100 til og med 1000 -timers inspeksjon	2. september 2004	ved 4 661:25 flytimer

1.6.7 Driftserfaringer

1.6.7.1 *Generelt*

Nedenfor beskrives erfaringer med flere typer helikoptre produsert av Eurocopter. Fellesnevneren er at de er utstyrt med Fenestron, følgelig kan egenskapene på flere felter sammenlignes. For øvrig er det variasjoner i halerotorens utforming, dimensjoner og konstruksjonsmateriale.

1.6.7.2 *Erfaringer med ising hos Eurocopter*

Eurocopter utga 19. februar 2007 en "Technical Note". Bakgrunnen for denne var en EC 135 som hadde fått is i Fenestron under flyging i værforhold hvor det ikke var forventet. Is hadde lagt seg inn til bladene på lavtrykksiden av Fenestron-tunnelen. Dokumentet viser til tester utført med en EC 135 under lette og middels isingsforhold.

Testene viste at det kunne legges seg opp til 3 – 4 mm is på Fenestron-tunnelen og på statorbladene under hovring, og at det også kunne oppstå noe mindre ising under andre flygefaser. Isingen medførte bare ubetydelig vibrasjoner eller reduksjoner av ytelsene. Videre ble en EC 155 testet under kraftige isingsforhold i lavtemperaturkammer. Under testen ble det observert et opp til 10 mm tykt belegg nær rotorbladene på Fenestron-tunnelens lavtrykkside. Ved brå og kraftige utslag med pedalene bøyde rotorbladene seg så mye at de skrapte inn i iskanten. Dette skjedde i følge Eurocopter uten at rotorbladene ble overbelastet. Eurocopter konkluderte med at flyging med Fenestron under forhold med lett ising ikke truet flysikkerheten.

1.6.7.3 *Erfaringer med Fenestron nær vann*

Eurocopter viste i forbindelse med denne undersøkelsen en film av en EC 120 påmontert flytepontonger. Helikopteret landet på vannet og sto i den sammenheng i hover like over vannet med Fenestron mindre enn en meter fra vannet uten at den trakk vann inn i halerotoren. Fenestronen trakk heller ikke vann selve om den kom svært nær vannoverflaten under landingen.

1.6.7.4 *Driftserfaringer med SA 365N hos Icelandic Coast Guard*

Havarikommisjonen ba den islandske havarikommisjonen (Aircraft Accident Investigation Board, Iceland) om å innhente opplysninger fra Icelandic Coast Guard om driftserfaringer med SA 365N. Det ble meldt tilbake at de hadde installert heis på helikoptrene og at heisoperasjoner følgerig fant sted fra en høyde på ca. 30 ft over vannet/sjøen. Under øvelser med å plukke personer opp av vannet, hoppet ofte personene først i vannet fra helikopteret. For å redusere fallhøyden gikk helikopteret da ned til 10 ft høyde. Fra svarbrevet siteres:

”At 10 feet there is little margin for errors so the Cost Gard emphasis that during the hover the Monitoring Pilot monitors the Radar Altimeter and has his hand on the Collective and takes action if the helicopter sinks below 10 feet. During the hover the helicopter is in a 5 - 8° nose up attitude and therefore the crew has to be alert regarding the tail not striking the ocean. There is also a considerable danger for Vertigo due to the downburst from the blades making it difficult to judge the altitude over the water.”

1.6.7.5 *Driftserfaringer fra det kanadiske forsvaret*

Havarikommisjonen har vært i kontakt med en havariinspektør hos det kanadiske forsvaret angående erfaringer med ising på helikoptre. Fra svarbrevet siteres:

”We do not have a great deal of experience with regards to ice accretion on helicopter tail rotors.

Most of the hovering over cold water takes place over salt water which limits ice accretion.”

1.6.8 Tidligere havarier

Havarikommisjonen er kjent med følgende havarier hvor den aktuelle typen halerotorblader var involvert eller at halerotoren kom i berøring med vann:

- En AS 365 N2 (5N-BBR) S/N 6446 havarerte i Nigeria 8. april 2002 grunnet brudd i et halerotorblad. Havariundersøkelsen avdekket delamineringer i bladet og statisk overbelastning av hovedbjelken. Eurocopter mener at bladbruddet oppsto fordi bladet over tid fikk delaminering som overskred maksimalt tillatt areal. Den aktuelle bladtypen ble tatt ut av service i henhold til Eurocopter Service Letter no. 1558-64-02, datert 13. mai 2002. Videre ble intervallet mellom hver "tapping test" redusert i henhold til Eurocopter Alert Telex T.F.S. No. 77, datert 10. juli 2002.
- En AS 365 N2 (5N-BBS) S/N 6448 i Nigeria 3. januar 2003. Helikopteret var i underveisfasen da nødflottørene utilsiktet løste ut. Helikopteret begynte å rotere om rotormasten under den påfølgende landingen. Funn av utmatningsbrudd i halerotorblad nr. 35317. Bladbruddet var ikke direkte relatert til problemene med nødflottørene. Alert Service Bulletin No. 05.00.17 utgitt av Eurocopter 16. april 2003 innførte gangtidsbegrensninger og intensivert vedlikehold. Senere fulgt opp av DGAC Airworthiness Directive No. T2003-155 datert 30. april 2003.
- En AS 365 N2 S/N 6531 i Angola mars 2003. Ett halerotorblad løsnet grunnet utmatningsbrudd i hovedbjelken.
- En SA 365 i Taiwan fikk motorproblemer under trening i å redde personer fra sjøen. Helikopteret satte et kort øyeblikk halerotoren i sjøen før det steg opp igjen og startet en rotasjon til venstre. Etter noe over en omdreining falt helikopteret ned i sjøen og la seg på høyre side. Samtlige halerotorblader ble slått av inne ved navet under dette havariet.

1.7 Været

- 1.7.1 Fartøysjefen har oppgitt at det var ca. 2 kt vestlig vind, skyfritt og -5 °C da ulykken skjedde.
- 1.7.2 Meteorologisk institutt hadde ingen værobservasjoner for Vågå den aktuelle dagen. Værobservasjoner fra Kjøremsgrenda i Lesja og Bråtå i Skjåk viser at temperaturen var henholdsvis -4 °C og -5 °C, relativ luftfuktighet 93% og 80%, og vinden 2 kt og 5 kt. Videre er det oppgitt at skybasen trolig lå 1 500 – 3 000 ft over terrenget.
- 1.7.3 Det ble ikke observert frostrøyk over vannet på tidspunktet for ulykken.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant

1.9 Samband

Det ble ikke opprettet samband med lufttrafikkjenesten i forbindelse med treningsoppdraget. Besetningen rapporterte imidlertid til Akutt medisinsk kommunikasjonsentral (AMK) på Gjøvik for "Flight following".

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Ikke relevant

1.11 Flygeregistratorer

Ikke påbudt og ikke montert.

1.12 Havaristedet og helikoptervraket

1.12.1 Havaristedet

Havariet skjedde i østre del av Vågåvannet ca. 250 m sør for Vanglandet båthavn og ca. 1,5 km sørvest for Vågåmo. Vannet ligger 362 m.o.h og dybden på stedet er i underkant av 3 m. Isen hadde begynt å legge seg enkelte steder da ulykken skjedde. Dagen etter ulykken hadde også isen lagt seg i båthavna. Temperaturen i vannet var følgelig nær 0 °C.

1.12.2 Helikoptervraket

1.12.2.1 Helikopteret la seg opp ned i vannet med rotorhodet i kontakt med sjøbunnen. Fra hovedhjul og bakover stakk helikopteret opp av vannet slik at hele Fenestronen var over vannet. Helikopteret sank etter hvert ned i bunnen, slik at da SHT ankom stedet dagen etter var vannflaten på høyde med "tail rotor gearbox".

1.12.2.2 Det hadde vært sammenhengende kuldegrader i luften fra ulykken skjedde og fram til vraket ble undersøkt av havarikommisjonen. Det hadde følgelig frosset en stripe is på helikopteret i overgangen mellom luft og vann. Videre satt det frosne vanndråper på de delene av skroget som hadde vært over vannlinjen. For øvrig var det ikke tegn til isavsetninger på halerotorbladene eller på halerotorens tunnel.

1.12.2.3 Helikopteret ble snudd og løftet ut av vannet med helikopter. I den sammenheng ble helikopteret påført mindre skader på undersiden foran.

1.12.2.4 LN-OPJ ble satt ned på hjulene og deretter lastet på lastebil og kjørt til havarikommisjonens hangar i Lillestrøm for nærmere undersøkelser. For uten generelle skader forårsaket av vann var det varierende skade på samtlige hovedrotorblader. Høyre bakre dør manglet og dykkere søkte etter den uten resultat. Den 11 m lange linen med redningsslinge i enden var uskadet og fortsatt festet til helikopteret. For øvrig var det betydelige skader på Fenestron og tilhørende kraftoverføring fram til hovedgirboksen. Disse skadene er nærmere beskrevet i kapittel 1.16.

1.12.2.5 Halerotorens kontrollsystem ble også undersøkt uten at det ble funnet feil som kan forklare ulykken.



Figur 5: LN-OPJ etter at det var hevet. Den manglende døren, redningslinen og skadene på hovedrotorbladene vises.



Figur 6: Skadene på Fenestron.

1.13 Medisinske forhold

Det ble rutinemessig tatt blodprøve av de tre om bord. Prøvene viste ikke spor av alkohol eller medikamenter.

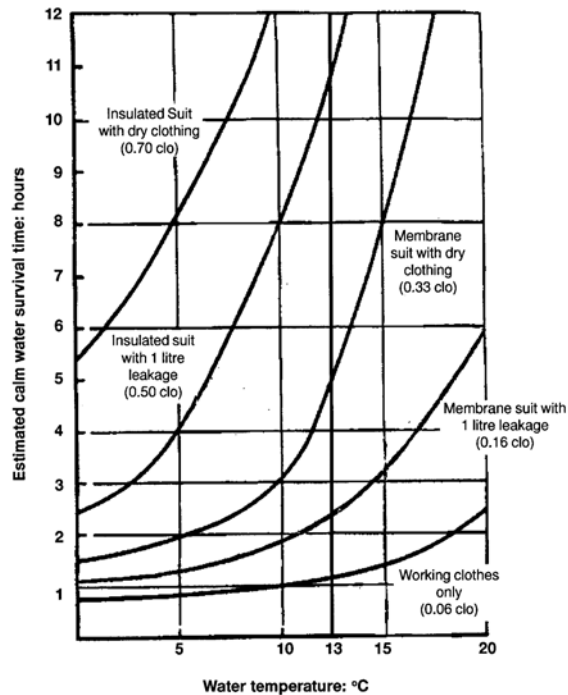
1.14 Brann

Det oppsto ikke brann i forbindelse med havariet.

1.15 Overlevelsesaspekter

1.15.1 Isen hadde begynt å legge seg på Vågåvannet da ulykken skjedde. Dagen etter ulykken hadde også isen lagt seg i båthavna nord for havaristedet. Temperaturen i vannet var følgelig nær 0 °C da ulykken skjedde. Lufttemperaturen var ca. - 5 °C i 3 – 6 kt vind.

1.15.2 Da ulykken skjedde hadde redningsmannen tørrdrakt og var dermed kledd for å kunne oppholde seg i kaldt vann i noe tid. Fartøysjefen og legen hadde imidlertid kun selskapets standard flygedress og hjelm og var ikke kledd for å oppholde seg i vann eller utendørs. Tabellen nedenfor gir en indikasjon på hvor lenge personer kan forventes å overleve i kaldt vann.



Figur 7: Antatt overlevelsestid sett i forhold til sjøtemperatur og påkledning. Hentet fra en modell utarbeidet av Wissler og modifisert av Hayes, 1987. I tillegg til nedkjølingseffekten viser andre data at i svært kaldt vann vil kuldesjokket kunne føre til hyperventilasjon. Dette fører i anslagsvis 90 % av tilfellene til drukning ved at vann trekkes ned i lungene, for de resterende tilfellene kan det føre til kvelning ved at de øvre luftveiene blokkeres på grunn av krampe.

- 1.15.3 Fartøysjefen satt fastspent med firepunkts setebelter da helikopteret havarerte. Legen satt i døråpningen og var sikret til et festepunkt i gulvet via en line. For øvrig var han ikke fastspent.
- 1.15.4 Fartøysjefen forklarte til havarikommisjonen at han i forbindelse med at helikopteret tippet rundt husket nyttige detaljer fra "Dunker" trening gjennomført hos Falck Nutec. Spesielt gjaldt det viktigheten av ikke å miste orienteringen om hvor døren var når helikopteret tippet rundt.
- 1.15.5 Helikopteret var fullt utstyrt for mulige ambulanseoppdrag da ulykken skjedde. Det vil si at det blant annet var utstyr om bord for å redusere varmetap hos pasienter.
- 1.15.6 Det var ikke flåte eller redningsvester om bord. Helikopteret hadde ikke påmontert flyteelementer (flotation gear).
- 1.15.7 Helikopteret var utrustet med nødpeilesender, men denne ble ikke løst ut under havariet. Hvis den hadde løst ut ville den med stor sannsynlighet ikke gitt signaler fordi antennen ble liggende under vann.
- 1.15.8 Det var flere vitner til ulykken og dette bidro til hurtig varsling til nødnumre og direkte til Vågå Røde Kors.
- 1.15.9 Fordi isen hadde begynt å legge seg på Vågåvannet var det få fritidsbåter i båthavna og båter langs vannet generelt. Vågå Røde Kors hadde om sommeren normalt stående en redningsbåt ferdig opplastet på en henger i sin garasje i Vågåmo. Om vinteren ble båten

kjørt til et fjernlager og byttet ut med en snøskuter. Da ulykken skjedde hadde hjelpekorpsset fortsatt båten stående i sin garasje. Det tok derfor kort tid før båten var framme ved ulykkesstedet.

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 Fenestron

- 1.16.1.1 Fenestron hadde store skader (se Figur 8 og Figur 9). Samtlige 11 blader var skadet i varierende grad. Selve tunnelen som haleratoren stod inne i var skadet langs hele omkretsen og fragmenter av bladene lå inne i hulrom i halens struktur. Halerotorgirboksens "forward attachment coupling tube" hadde delt seg ved bakre innfesting (se Figur 10) og "aft attachment tube" var knekt i bakkant av girboksen (se Figur 11).



Figur 8: Skade på blader og tunnelen.



Figur 9: Pilen peker mot en del av et rotorblad som ligger i ett av hullene i tunnelen.



Figur 10: Bilde tatt fra venstre side skrått bakover viser bruddet i "forward attachment coupling tube".



Figur 11: Bilde tatt fra venstre side skrått framover. Pilen peker mot knekkpunktet på "aft attachment tube".



Figur 12: Senteret av haleratoren holder rotorbladene i posisjon ved hjelp av foringer. Pilen markerer en foring som delvis har forsvunnet.

- 1.16.1.2 Bladene ble utmontert og bladrøttene (blade root) fra blad 3, 6 og 7 ble tatt ut fra hulrom i halens struktur. Figur 12 viser alt som ble funnet av de 11 bladene.



Figur 13: De 11 bladene lagt ut i nummerert rekkefølge. Blad nr. 1 til venstre.

- 1.16.1.3 Haleratoren, inklusive bladene og rotornavet, ble sent til Eurocopter i Marignane for nærmere undersøkelser. Arbeidet ble ledet av havarikommisjonen. For øvrig deltok representanter fra den franske havarikommisjonen (BEA), helikopterprodusenten Eurocopter og operatøren Norsk Luftambulans. Kortfattet kan funnene fra undersøkelsen listes som følger:

Blad nr. 1: Kun deler av bjelken og festeøyet igjen.

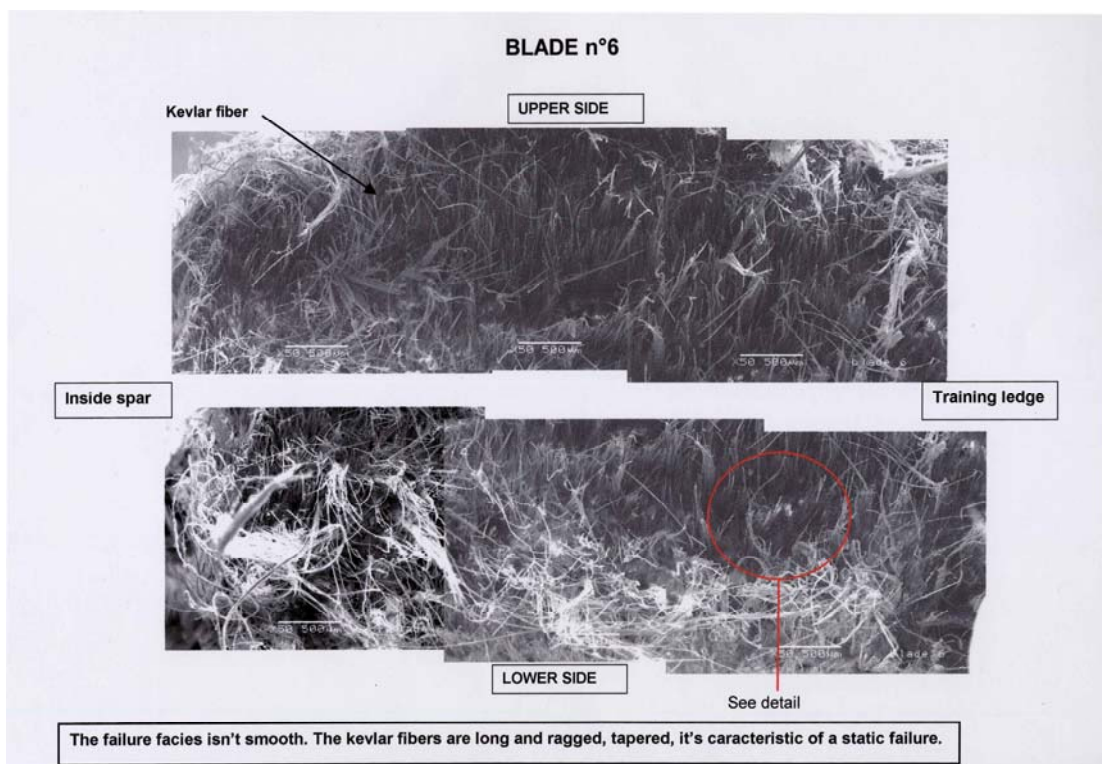
Blad nr. 2: Kun deler av bjelken og festeøyet igjen.

Blad nr. 3: Deler av bjelken i full lengde. Rester etter glassfiber på oversiden av bjelken. Sentreringslageret og deler av huden funnet separat.

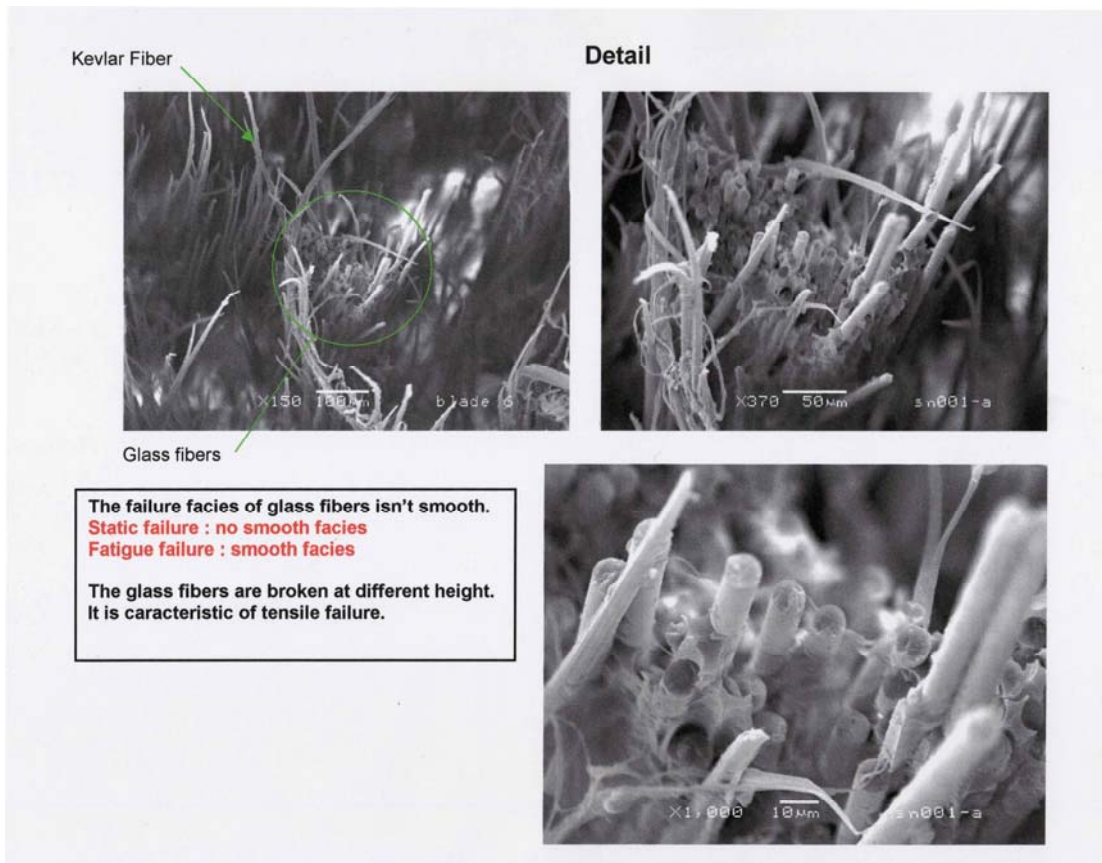
Blad nr. 4: Langsgående revner i blad huden på oversiden som er sammenfallende med bredden til bjelken. Slagskade i bladtippens framkant. Intakt sentreringslager.

- Blad nr. 5: Bladhuden mangler på oversiden og store deler av bladhuden mangler på undersiden. Flere skader i bladets framkant. Intakt sentreringslager.
- Blad nr. 6: Bladhuden mangler helt. Deler av bjelken og festeøyet igjen. Sentreringslager med slagskader funnet separat.
- Blad nr. 7: Deler av huden fra bladets overside funnet separat sammen med sentreringslageret. For øvrig kun deler av bjelken og festeøyet igjen.
- Blad nr. 8: Flere mindre revner i bladhuden. Mindre skader på forkant, bjelken og sentreringslageret.
- Blad nr. 9: Oppskraping i bladtippet, for øvrig uskadet.
- Blad nr. 10: Langsgående revne i bladhuden nær framkanten på over- og undersiden. For øvrig uskadet.
- Blad nr. 11: Bladet kuttet omtrent på midten. Kun deler av bjelken igjen i full lengde. En liten skade i framkant av titanskinnen ved bruddstedet ble undersøkt nærmere (se punkt 1.16.1.5). For øvrig uskadet.

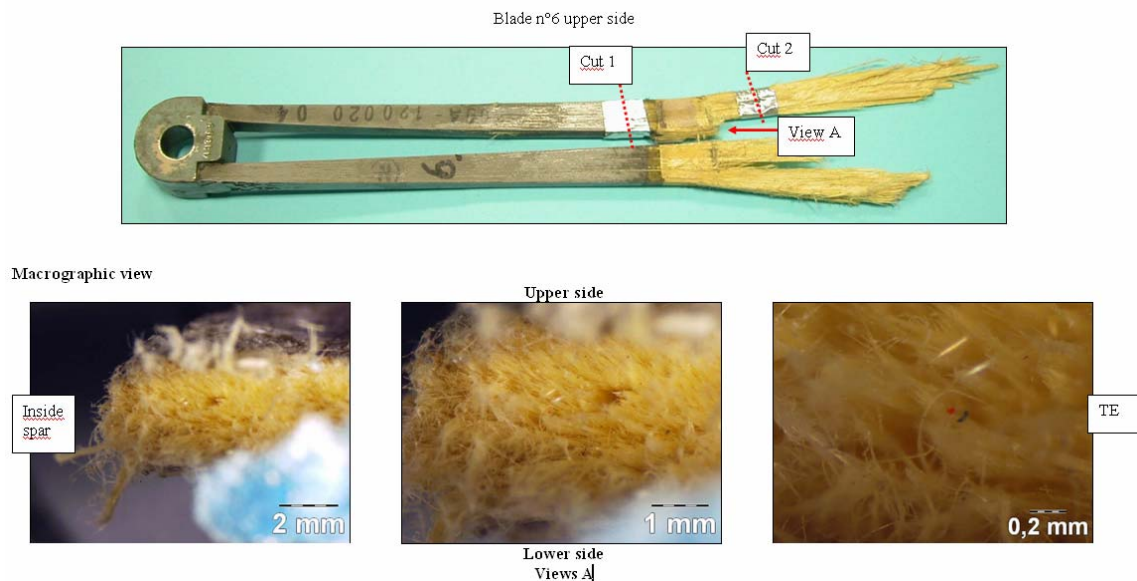
1.16.1.4 Etter en detaljert og grundig undersøkelse ble det ikke funnet feil i limte sammenføyninger (adhesieve failure) eller tegn til delaminering. Det ble heller ikke funnet tegn til at det hadde oppstått brudd i glass- eller kevlartråder i bladbjelkene før havariet. Nedenfor gjengis bilder fra undersøkelseslaboratoriet hos Eurocopter.



Figur 14: Detalj av et typisk overbelastningsbrudd i bladbjelken. Fibrene er lange, bustede og spisset av mot enden.



Figur 15: Detaljer fra bildene i Figur 14.



Figur 16: Eksempel på overbelastningsbrudd hvor fibreene er lange, bustete og spisser inn mot enden.

BLADE N°3 M 45653 UPPER SIDE



LEADING EDGE SIDE

TRAILING EDGE SIDE



- Pilled KEVLAR fibers

Figur 17: De to bildene over viser eksempler på overflatebeskaffenheter i sammenføyningen mellom Kevlarbjelken og bladets hud på blad nr. 3. Limsammenføyningen har ikke sviktet (kohesive separation). Derimot er selve materialet revet opp (ujevn og bustet overflate).

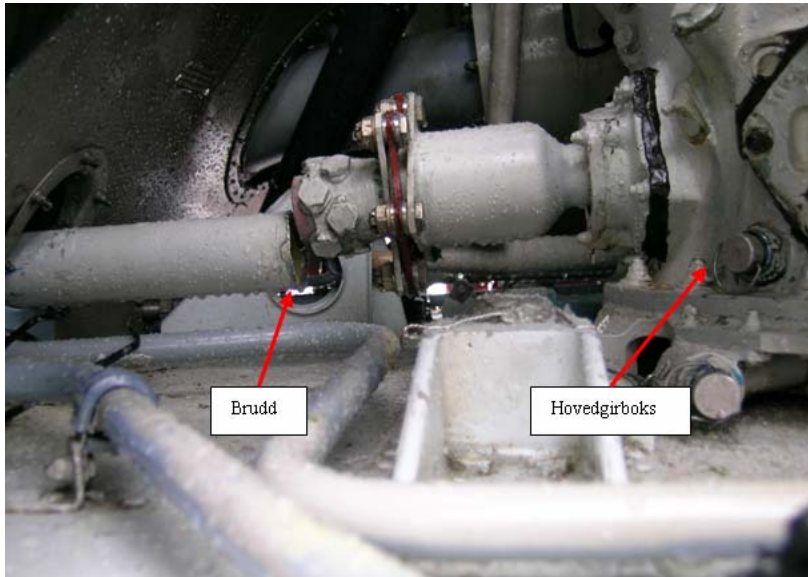


Figur 18: Tilsvarende eksempel på at sammenføyningen mellom to materialer har sviktet (adhesive failure). Kevlaren har glatt overflate med synlige tein til vev. Eksempelet er hentet fra et blad som sviktet ved 957 flytimer.

- 1.16.1.5 Bladene ble undersøkt for skade som kunne skyldes treff av fremmede gjenstander. En skade ved bruddet på forkanten av titanskinnen på blad nr. 11 ble undersøkt nærmere. Det ble funnet avsetninger av tungsten og cobolt på stedet og dette ble av Eurocopter vurdert å komme fra "pitch control crank pin" (se del 5 på Figur 4).

1.16.2 Drivakselen til halerotorgirboksen

1.16.2.1 Drivakselen til halerotorgirboksen hadde brudd like bak utgangen fra hovedrotorgirboksen (se Figur 19).

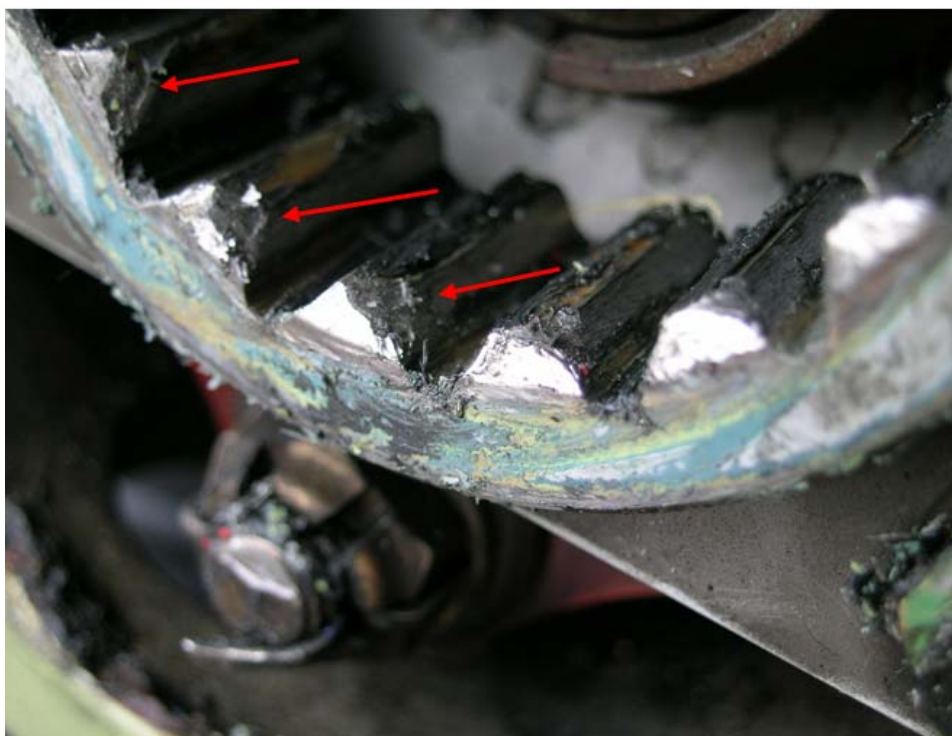


Figur 19: Brudd i halerotorens drivaksel.

Det var ønskelig å finne bruddmekanismen i akselen og delene ble sendt til Forsvarets analytiske laboratorium på Kjeller for nærmere undersøkelser. Fra laboratoriets rapport nr. 041213.05 siteres konklusjonen:

”Based on the investigation it is concluded that both the tail rotor driveshaft and the tail gearbox support tube failed due to overload. The driveshaft failed due to overload in torsion.”

1.16.2.2 Det ble også funnet brudd i “forward attachment coupling tube” (se Figur 10). Dette i kombinasjon med en strukturskade i ”aft attachment tube” (se Figur 11) gjorde det mulig å skyve hele halerotorgirboksen bakover. Ved ca. 20 mm forflytning vil tennene i koblingen mellom halerotorgirboksen og drivakselen kunne gå ut av inngrep. Det ble observert skader på tennene (splines) på halerotorgirboksen som vist på Figur 20 nedenfor.



Figur 20: Pilene viser tydelig skader på splines på halerotorgirboksen.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Norsk Luftambulanse AS (NLA)

1.17.1.1 Norsk Luftambulanse ble stiftet i 1977. Selskapet er heleid av Stiftelsen Norsk luftambulanse. På havaritidspunktet hadde selskapet ca. 50 personer ansatt i driften av helikopterselskapet, og opererte 9 helikoptre. Disse fordelte seg på fire helikoptre av typen BO 105, tre av typen SA 365 N1 og to av typen EC 135. Selskapet hadde på havaritidspunktet bestilt nye helikoptre og var i ferd med å etablere en enhetsflåte bestående av typene EC 135 og EC 145. Selskapet har hovedkontor i Drøbak, teknisk hovedbase på Langhus i Ski og syv operative baser fordelt rundt i landet. Havariet skjedde med et helikopter som opererte ut fra basen på Dombås i Dovre kommune.

1.17.1.2 Selskapet hadde på havaritidspunktet lisens til å utøve ervervsmessig luftfartsvirksomhet med passasjerer, post og frakt med luftfartøy på mindre enn 10 tonn (MTOW) og kapasitet på mindre enn 20 passasjer seter. Lisensen var basert på Air Operator Certificate (AOC) i henhold til BSL JAR-OPS 3. Videre hadde selskapet driftstillatelse til å utføre foto- og reklameflyging VFR og IFR med helikopter.

1.17.2 Selskapets prosedyrer

1.17.2.1 *Prosedyrer for Rescue Rope Operations (RRO)*

NLA har beskrevet Rescue Rope Operations (RRO) i sin Operations Manual (OM), part A, avsnitt 13.8. Prosedyren var siste gang revidert 15. oktober 2004. I punkt 13.8.3 er følgende begrensninger satt for RRO over både land og vann:

- *“Maximum rope length is 50 meters. For land rescue a direct communication between the pilot and the Rescueman it is recommended.*

- *Flight tests have shown that the danger of developing rotation increases with short rope length. For operation with rescue bag or stretcher is therefore highly recommended to use a rope length of 30 meters or more.*
- *RRO shall not take place during hours of complete darkness.*
- *RRO shall not take place unless there are sufficient references to assure steady hover condition. Factors to be considered may be snow/reduced visibility, distance to land, and terrain in view and wind direction.*
- *All crewmembers must be trained and qualified according to NLA regulations*
- *RRO shall not take place if the local wind condition does not allow a steady hover. Wind velocity of 30 KTS or more, or a gust spread of more than 10 KTS will in many cases prohibit a safe Rescue Rope Operation.*
- *Speed limitation is 60 KTS IAS. Recommended speed is 40 KTS IAS”.*

I OM-A, punkt 13.8.8, finnes selskapets prosedyre for “Rescue Rope Operations over water”:

“NLA A/S helicopter may be used for certain rescue operations over water. The operation must be of a simple nature, and shall take place in the vicinity of land, island or ship only with good references to these and NEVER more than 10 minutes flying from land.

Any hovering in open sea without these references is prohibited. This also includes drop of smoke, flare or rescue-dingy from a hover. Any drop of such objects without mentioned references must be performed at speed above V_{toss} . Only company approved ropes may be used for RRO over water.

The primary procedure consist of the Rescueman attached to the rope and wearing company approved equipment, exiting the helicopter from a low hover, into the water, for the purpose of picking up one person, utilizing a pick-up sling. This is followed by a flight out in a careful slow manner to the predetermined landing area.

Proceed as follows:

Reconnaissance

Both pick-up site and the landing site

Planning

Finish planning taking into consideration knowledge learned from the reconnaissance.

Preparations at landing site

- *Prepare for flight according to preparation*
- *Cabin-door, open.*
- *NLA Medical Crew Member secured*
- *Rescueman attached to the pick-up rope*

Execution

- *Departure with all crewmembers on board.*
- *A shallow approach shall be established to the pick-up site, in order to arrive at a steady state hover above the person in the water.*

- *On final, the pilot tells the NLA Medical Crew Member to give the Rescueman a cleared to jump signal.*
- *After this clearance the Rescueman feeds the rope and jumps on own discretion.*
- *As the Rescueman jump, the NLA Medical Crew Member moves to the position in the door.*
- *The NLA Medical Crew Member shall keep the pilot continuously informed about the situation, and the pilot shall keep the NLA Medical Crew Member continuously informed about his intentions.*
- *When the Rescueman signals ready and secures, the helicopter shall be lifted slowly until the Rescueman and the patient are well clear of water.*
- *Establish a slow vertical climb to at least 10 feet above the water.*
- *Proceed with a positive climb-out.*
- *A shallow approach shall be established to the landing site, in order to arrive in a high hover with the Rescueman approximately 20 feet above the landing site.”*

1.17.2.2 Forholdsregler ved flyging i isingsforhold

Fra OM part A, punkt 8.3.8 ”Adverse and potentially hazardous atmospheric conditions” siteres følgende:

“Icing condition

IFR flights into forecasted or known icing conditions shall not be planned or conducted.

During flight, the formation of ice on an aircraft results from the freezing of water droplets, which are intercepted by the leading edges and exposed surfaces. There are only two fundamental requirements for ice formation; First, the aircraft must be flying through visible water in the form of rain or cloud and second, the temperature of the liquid droplets must be 0°C or below.”

Kapitlet er primært rettet mot ising grunnet atmosfæriske forhold og inneholder ingen advarsler eller beskrivelse av ising i lav høyde over sjø eller vann.

1.17.2.3 Prosedyre ved Tail Rotor Failure

Følgende sjekklister finnes i OM-B ”Emergency Checklist” side 26, og som separat sjekklister ombord i helikopteret:

”TAIL ROTOR FAILURE

Indications:

Yawing motion to the LEFT. The rate of turn depends on power and speed at the time of failure. Possible noise and vibration from tail area.

ACTIONS

IN HOVER OR LOW AIRSPEED

<i>1. Collective</i>	<i>LOWER TO LAND</i>
<i>2. Yaw control</i>	<i>USE WHEEL BRAKE</i>
<i>3. Engines.....</i>	<i>SHUT DOWN</i>
<i>4. Rotors stopped.....</i>	<i>EVACUATE PASSENGERS”</i>

Denne sjekklisten er i hovedsak overensstemmende med tilsvarende nødprosedyre i Eurocopter Flight Manual SA 365 N1. Den samme håndboken har ingen prosedyre for nødlanding på vann. Imidlertid finnes en slik sjekkliste i selskapets OM-B med overskrift ”ditching”. Denne sjekklisten er utformet for operasjon med to besetningsmedlemmer i cockpit og lister aksjonspunkter som skal gjøres før selve landingen på vannet. Sjekklisten har ingen relevans fordi det i dette tilfellet ikke var tid til aksjonspunktene før helikopteret traff vannet. Ett av aksjonspunktene er utløsning av flyteelementer, noe som ikke var installert på LN-OPJ.

1.17.2.4 *Redningsteknisk Operativ Manual*

I tillegg til selskapets operative prosedyrer beskrevet i OM-A og OM-B har selskapet utarbeidet en Redningsteknisk Operativ Manual inneholdende prosedyrer med særlig vekt på redningsmannen og legens oppgaver samt anvendelse av diverse redningsutstyr. For underhengende operasjoner⁴ beskriver håndboken i detalj forberedelser, utstyr som skal brukes, signaler og kommunikasjon og detaljer som innfesting av tau etc. Til hjelp for leseren er håndboken rikt illustrert. Fra bokens kapittel 3 siteres:

”6.6.1 Forberedelse

Ved forberedelse til underhengende operasjoner, skal hele crewet ha en grundig gjennomgang av prosedyrene og forløpet av operasjonen.

Innflyging og dirigering foregår i henhold til prosedyre, ref. OM Part A 8.9 Standard operating Procedures, SOP. Normal and Special operations. Merk at rød sikringssslynge skal være dobbel. Vær oppmerksom på vanddybde hvor hopp skal foregå. Hvorvidt innfesting skal gjøres på base eller på/ved ulykkessted bestemmes av fartøysjef.

6.6.2 Innflyging

På fartøysjefens klarsignal beveger redningsmannen seg ut på skid og kaster pick up tau. Redningsmannen kontrollerer at pick up tau ligger på innsiden av skid, foran crosstuben, slik at tauet ikke hindrer hopp. Dette gjelder BO 105, EC 135 skal pick up tau ligge på utsiden av skid. Pick up tauet skal berøre vannet før ihopp, og redningsmannen bestemmer nå selv tidspunkt for når man ønsker å forlate helikopteret.”

1.17.2.5 *Krav til trening*

Det skal gjennomføres regelmessig trening på lineoperasjoner minimum hver 6. måned. Dette er beskrevet i NLA OM-D punkt 2.2.10 for fartøysjef, punkt 2.5.10 for redningsmann og punkt 2.7.1.1.5 og 2.7.1.2.1 for lege. For legen er det videre krav om briefing/opplæring på innholdet i OM-A punkt 13.8 før deltakelse på slike operasjoner.

Treningene ble gjennomført i henhold til de operative prosedyrene.

1.17.3 Treninger gjennomført med SA 365

Selskapet har gjennomført en rekke Rescue Rope Operations med SA 365 etter at helikoptertypen ble tatt i bruk i desember 2001. Første trening fant sted 22. oktober 2002 ved helikopterbasen i Ål. Til sammen har det blitt gjennomført 31 landinger om

⁴ Et samlebegrep i selskapets Redningstekniske Operative Manual som beskriver diverse operasjoner utført med tau hengende under helikopteret.

vinteren/høsten i forbindelse med slik trening fram til ulykken skjedde. Trening har funnet sted i Vågåvannet 22. oktober 2003 og 5. november 2004. Besetningen hadde ikke opplevd problemer med ising under treningene.

1.17.4 Revisjon av prosedyrer

Etter ulykken innførte selskapet flere begrensninger i Rescue Rope Operations. I følge OM-A revidert 1. juni 2005 skal det ikke hoppes fra helikopteret hvis temperaturen i vannet er under + 4 °C. Dette ble ytterligere strammet inn ved en revisjon 15. desember 2005 hvor det ble lagt ned forbud mot hopp fra helikopteret. Det ble videre lagt ned forbud mot Skid Rescue over åpent vann, det ble påbudt med redningsvest ved Rescue Rope Operations over åpent vann og minimum hoverhøyde over vann ble satt til 5 meter.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Vitner

- 1.18.1.1 Det var flere vitner til ulykken. Et vitne har forklart til politiet at han var på vei til båthavnen og kjørte vestover langs Nedre Nordheradsvegen (se Figur 1). Sammen med sin kone ble han oppmerksom på helikopteret. Han hadde selv bakgrunn fra Røde Kors og hadde deltatt i øvelser der Luftambulansen hadde vært med. Han så helikopteret lette og fly ut over vannet. Det sto så stille mens noe ble kastet ned. Da vitnet kom fram til båthavnen bestemte han seg for å følge med og fant fram en kikkert han hadde med. Han observerte noe som han oppfattet som hodet på en person i vannet og antok at denne personen skulle hentes opp. Videre så han en line med en stropp i enden som hang ned fra helikopteret. Høyre sidedør på helikopteret var åpen og det hang en stige ut fra døren. Helikopteret gjorde noen turer fram og tilbake fra øst mot vest mens stroppen hang ute før helikopteret rygget et stykke østover og vant litt høyde. Det kom deretter rolig mot stedet hvor det lå en gjenstand eller person i vannet.
- 1.18.1.2 Vitnet reagerte på at helikopteret kom veldig nær vannflaten. Da det nesten kom bort til stedet der noe lå i vannet, slo helikopterets bakende ned i vannet. Vitnet så i kikkerten at dekselet rundt halerotoren slo ned i vannet og at vannspruten sto. Han la ikke merke til noen unormale lyder før dette. Han hørte heller ikke noe spesielt da halerotoren slo nedi. Etter at halerotoren traff vannet så det for vitnet ut som om maskinen gjorde et lite hopp fremover og kom nedi vannet med understellet. Samtidig så han at helikopteret ble vridd litt sidelengs. Det rettet seg opp igjen og hadde fronten vestover. Da helikopteret sto med understellet i vannet mente vitne å høre en turtallsøkning før det roet seg. Helikopteret bikket først mot venstre slik at rotorbladene slo ned i vannet med et kraftig smell før det la seg helt over og tippet rundt. Vitnet hadde med mobiltelefon og ringte 113 og deretter til formannen i Vågå Røde Kors. Han løp deretter langs vannkanten for å finne en båt.
- 1.18.1.3 Et vitne har forklart til politiet at hun var passasjer i en bil som samboeren kjørte vestover langs riksvei 15 ved Klonesodden (se Figur 1). Hun så helikopteret fly sakte utover vannet. Plutselig så det ut som det skulle lande. Det ble oppfattet å skje tilsynelatende kontrollert og normalt. Hun kunne ikke se noen personer i nærheten eller i vannet. Helikopteret var da over midten av vannet mot den andre siden. Hun så deretter at det sprutet vann fra halerotoren og at helikopteret tippet bakover. Det kunne deretter se ut som om helikopteret rettet seg opp. Helikopteret var imidlertid i ubalanse og det bikket over på siden. Hun kunne se at hovedrotoren pisket i vannet en gang før den stanset. Deretter gikk det kort tid før helikopteret la seg over på siden og sank. Vitnet så at buken

og litt av halen stakk over overflaten. Vitnet og samboeren stoppet bilen i en busslomme. Da ingen hadde mobiltelefon stoppet de en bil som kom bak og sørget for at ulykken ble varslet. Etter noe leting fant vitnets samboer en båt og rodde ut til helikopteret.

1.18.1.4 Et vitne har forklart til politiet at han sto utendørs på hjemstedet sitt ca. 2,5 km fra ulykkesstedet. Han hørte helikopterlyd og fikk se et rødt helikopter som lettet fra Vanglandet ved båthavna. Da han tok fram en kikkert så han et mørkt objekt som han trodde var en person som lå i vannet. Helikopteret hadde retning vestover og sto stille over vannet før det rygget litt og fløy framover igjen. Han så at hovedrotoren slo ned i vannet på venstre side før maskinen veltet over til venstre. Han er usikker på om helikopteret roterte før det veltet rundt. Vitnet løp umiddelbart inn og ringte 112.

1.18.2 Demonstrasjon ved Mønevann i Lørenskog.

For bedre å forstå treningen som foregikk ved Vågåvannet ble det gjennomført en demonstrasjon ved Mønevann i Lørenskog 14. juni 2005. På den tiden hadde Norsk Luftambulanseslutten å operere typen SA 365 og demonstrasjonen ble følgelig gjennomført med LN-OOA, en Eurocopter EC 135. Forholdene ved demonstrasjonen var til dels forskjellige fra de aktuelle ved Vågåvannet. Imidlertid kan det på bakgrunn av demonstrasjonen eksempelvis antas at den siste flyturen varte mellom 90 og 150 sekunder. I kun en brøkdel av denne tiden var helikopteret lavere enn ca. en rotordiameter (10,2 m). Det var under denne høyden at betydelige mengder dråper og fuktighet ble virvlet opp fra vannet. Det kom også fram at helikopterets nesestilling varierte med ca. 5° i forhold til horisonten (pitch) under manøvreringen for å holde helikopteret stabilt over en gjenstand på vannet.

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**

Under samtale med besetningen ble det klart at halerotoren (Fenestron) brått sluttet å fungere etter at de først hørte et smell. Rotasjonen som deretter oppsto kunne ikke kontrolleres og fartøysjefen satte helikopteret så hurtig og skånsomt som mulig ned i vannet. På bakgrunn av denne informasjonen ble det klart at den utløsende årsaken til havariet var knyttet til halerotoren. Det videre undersøkelsesarbeidet ble fokusert mot følgende problemstillinger:

- Svikt i drivsystemet eller kontrollsystemet til halerotoren
- Teknisk feil i halerotoren
- Halerotoren skadet av fremmedlegemer
- Halerotoren skadet som følge av ising
- Halerotoren kom utilsiktet ned i vannet

Nedenfor analyseres disse alternativene.

2.2 Svikt i driv- eller kontrollsystemet til halerotoren

- 2.2.1 Undersøkelsen har vist at bruddet i halerotorakselen rett bak hovedgirboksen var forårsaket av overbelastning ved vridning. Det kan dermed slås fast at bruddet ikke oppsto som følge av normale driftsbelastninger. En sannsynlig forklaring er at akselbruddet oppsto som følge av skadene i halerotoren. Overbelastningen i "aft attachment tube" (se Figur 11) og bruddet i "forward attachment coupling tube" (se Figur 10) kan begge forklares med en stor bakoverrettet kraft på halerotorgirboksen. En slik kraft er forenelig med stor ubalanse i halerotoren, gjerne forårsaket av skader på rotorbladene, under normalt operasjonsturtall. Følgelig kan "aft attachment tube" og "forward attachment coupling tube" ha blitt skadet av at hele eller deler av rotorblader falt av. Hvis halerotorgirboksen flyttet seg minimum 20 mm bakover, ville splinekoblingen i forkant av halerotorgirboksen kunne komme ut av inngrep med drivakselen samtidig med at uskadede halerotorblader kunne slå inn i tunnelveggen slik at rotoren blir bremsset ned. Hvis girboksen i neste øyeblikk på grunn av dynamisk ubalanse i rotorsystemet ble presset forover, kunne splinekoblingen på ny gå i inngrep og føre til en brå akselerasjon av halerotoren. Denne plutselige akselerasjonen kunne påført drivakselen et uvanlig høyt dreiemoment. Dette scenariot førte mest sannsynlig til de skadene som finnes i framkant av halegirboksens utvendige splines (se Figur 20) og overbelastningsbruddet i drivakselen rett bak hovedgirboksen (se Figur 19).
- 2.2.2 Undersøkelsen har for øvrig ikke avdekket feil ved kraftoverføringen fra motor til halerotor eller feil ved kontrollsystemet til halerotoren. Så langt SHT har kunnet se kan det følgelig utelukkes at kontrollproblemene som fartøysjefen opplevde, hadde sin initiale årsak i svikt ved halerotorens driv- eller kontrollsystem. Imidlertid er det sannsynlig at bruddet i halerotorens drivaksel oppsto tidlig i hendelsesforløpet og at halerotoren av den grunn stoppet helt opp før helikopteret nødlandet i vannet.

2.3 Teknisk feil i halerotoren

- 2.3.1 Flyindustrien har opparbeidet mer enn 80 års erfaring i å analysere skader og feilmekanismer i metallstrukturer. Eksempelvis kan det, basert på metallurgiske undersøkelser, i de fleste tilfeller fastslås om et brudd har utgangspunkt i utmatning eller ikke. Dette står i kontrast til skadeundersøkelser i komponenter bygget opp av komposittmaterialer. For slike komponenter kan det være krevende å fastslå feilmekanismer og skadeforløp. Eurocopter har erfart en rekke problemer med den typen halerotorblader som satt i SA 365. Følgelig har helikopterprodusenten tilegnet seg informasjon om flere feil som kan oppstå i bladene, og hvordan disse skadene ser ut i praksis. Havarikommisjonen valgte derfor å gjennomføre undersøkelsen av halerotorbladene hos Eurocopter.
- 2.3.2 De skadene som ble funnet i halerotorbladene peker mot at de ble ødelagt av overbelastning. Det er ikke funnet feil i limte sammenføyninger eller tegn til delaminering. Videre er det ikke funnet tegn til at det har oppstått brudd i Kevlartråder før havariet skjedde. Det er havarikommisjonens oppfatning at slike feil mest sannsynlig ville ha blitt avdekket i det materialet som ble undersøkt, hvis de hadde eksistert. Alternativt kan den første feilen ha oppstått i noe av det materialet som ikke ble funnet igjen etter ulykken. Dette finner imidlertid havarikommisjonen lite sannsynlig. Eksempelvis vil et brudd i ett blad kunne føre til stor ubalanse, men det er lite sannsynlig

at et slik forkortet blad blir ytterligere skadet fordi det ikke lenger kan nå ut i tunnelveggen. Dette skulle tilsi at minst en part av en opprinnelig bruddflate ville bli sittende igjen i navet.

- 2.3.3 Så langt havarikommisjonen har undersøkt har LN-OPJ gjennomgått foreskrevet vedlikehold. Dette inkluderer "Tapping test" av halerotorbladene 12:15 flytimer før ulykken. Videre ble halerotoren undersøkt på "Pre Flight Inspection" før avgang fra basen på Dombås. Det ble ved disse inspeksjonene ikke gjort funn som skulle tilsi at feil var under utvikling i halerotoren. Samlet finner derfor havarikommisjonen det lite sannsynlig at ulykken oppsto grunnet en teknisk feil ved halerotoren.

2.4 Halerotoren skadet av fremmedlegemer

- 2.4.1 Halerotoren roterer med så stor hastighet at selv det minste fremmedlegeme kan skade rotorbladene. Sandkorn og lignende som suges inn i halerotoren vil normalt bare føre til slitasje på titanskinnen i framkant, men alle større gjenstander som papir, plastposer, is etc. kan gjøre betydelig skade. Undersøkelsen av halerotorbladene har ikke avdekket spor etter slike fremmedlegemer. Basert på besetningens forklaring og funn på havaristedet har havarikommisjonen gjort følgende vurderinger:

- Besetningen har ikke sett eller merket noe som tyder på at helikopteret fikk fremmedlegemer i halerotoren under flygingen til Vågå. SHT finner det lite sannsynlig at noe slik kunne skje uten at det ville bli oppdaget.
- Besetningen har ikke sett eller merket noe som tyder på at helikopteret fikk fremmedlegemer i halerotoren under oppholdet på landtungen ved Vågåvannet. Besetningen hadde full oversikt over det utstyret som ble benyttet (tau etc.) i forbindelse med treningen. Redningsmannen kunne bekrefte at bagasjerommet bak i halen var lukket etter at helikopteret havnet i sjøen. Videre la ingen merke til plastposer eller annet søppel som kan ha blitt sugd inn i halerotoren. SHT finner det derfor lite sannsynlig at fremmedlegemer traff halerotoren under den første delen av treningen.
- Besetningen var klar over faren for at løse gjenstander i kabinen kunne blåse ut da helikopteret fløy med åpen dør. Følgelig ble alt forsvarlig sikret før døren ble åpnet. Ingen fra besetningen merket at noe forsvant ut døren i forbindelse med at redningsmannen hoppet i vannet. Enkelte lette gjenstander ble liggende å flyte i vannet etter havariet, men ikke noe av dette bar preg av å ha vært i kontakt med halerotoren. Videre ble det heller ikke savnet gjenstander fra kabinen etter at helikopteret ble tatt på land. Det ble ikke registrert manglende luker, deksler eller andre utvendige gjenstander på helikopteret som kan ha falt av og gått inn i halerotoren. Sist, men ikke minst, satt tauet som redningsmannen benyttet fortsatt fast da helikopteret ble berget, og tauet hadde ikke tegn til skader etter kontakt med halerotoren. SHT finner det derfor lite sannsynlig at halerotoren ble truffet av fremmedlegemer som kom fra helikopteret, kabinen eller besetningen.
- Besetningen la ikke merke til flytende gjenstander i vannet som kan ha blitt trukket inn i halerotoren da helikopteret hovret lavt over vannet. Dette måtte i så fall være gjenstander som var svært lette for at de skulle kunne dras ut av vannet og trekkes inn i rotoren. SHT har ikke funnet spor etter slike gjenstander og finner det helt usannsynlig at noe slik skulle kunne være årsak til ulykken.

- Smellet som besetningen hørte oppsto i samme tidsrom som redningsmannen hoppet i vannet. Under nedslaget vil det sprute opp en del vann. Denne vannspruten kunne, hvis den traff halerotoren, muligens være nok til å lage skade. Teorien er imidlertid usannsynlig fordi avstanden fra døren som redningsmannen hoppet fra og bak til halerotoren er ca. 7 m. Hvis smellet oppsto etter at redningsmannen traff vannet er det videre lite sannsynlig at han hørte det, særlig hvis han på den tiden var under vann. Dette underbygges også av redningsmannen som mente at han hørte smellet før han traff vannet.
- Den skaden som ble funnet på forkanten av titanskinnen (se punkt 1.16.1.5) ble av Eurocopter vurdert å være forårsaket av kontakt med en "pitch control crank pin". Dette synes logisk i og med at flere deler av blader ble revet løs samtidig med at rotoren roterte. En form for kollisjon mellom bladdeler ville følgelig være sannsynlig.

2.5 Halerotoren skadet som følge av ising

- 2.5.1 Lufttemperaturen var anslagsvis -4 °C til -5 °C og luftfuktighet på mellom 80 % og 93 % i området på ulykkestidspunktet. Da det ikke var dårlig sikt eller nedbør i området skulle sannsynligheten for ising være liten. Den lave temperaturen skulle tilsi at det var lite fuktighet i luften, men dette kan variere betydelig med avstanden til vannet og vanntemperaturen. Det er kjent at det lett oppstår frostrøyk i områder med kald luft nær åpent vann. Fenomenet blir særlig framtrædende når temperaturforskjellen mellom vannet og den kalde luften er stor. Ved det aktuelle tilfellet var isen i ferd med å legge seg og temperaturen i vannet var følgelig nær 0 °C. Temperaturforskjellen var følgelig bare ca. 5 °C, og dette samsvarer med at det ikke ble observert frostrøyk over vannet. Følgelig finner havarikommisjonen det lite sannsynlig at is satte seg på helikopteret under den delen av flygingen som fant sted med god avstand til vannet. Ved flyging i umiddelbar nærhet av vannet, dvs. 10 m eller nærmere, ville dråper og fuktighet pisket opp av rotoren treffe helikopteret. I følge fartøysjefen frøs ikke dette på vinduene. Dette kan tyde på at varmen inne i helikopteret medførte at utsiden av rutene ble varmet noe opp.
- 2.5.2 Det er ikke mulig å si noe sikkert om ising andre steder på helikopteret. Opplysninger fra Eurocopter tyder på at is kan legge seg i halerotorens tunnel i umiddelbar nærhet av bladtippene på EC 135. Halerotoren på SA 365 er i prinsippet svært lik, og havarikommisjonen legger til grunn at forhold vedrørende ising er sammenlignbare. Eurocopter har også erfart at halerotorbladene blir varmere enn omgivende luft. Kombinert med den høye rotasjonshastigheten er det derfor grunn til å mene at det må være kraftige isingsforhold før det legger seg is på halerotorbladene. Etter havarikommisjonens mening kan tre tilfeller av ising føre til skade på halerotorbladene:
- Ising i halerotorens tunnel.
Slik ising er i følge Eurocopter uproblematisk i moderate mengder. Den mest sannsynlige måten is i tunnelen kan skade halerotoren på, er hvis stykker av is løsner og trekkes gjennom rotoren. Dette forutsetter enten at det bygger seg på mye is eller at isen av en eller annen årsak smelter og løsner. Havarikommisjonen mener det er usannsynlig at is kunne legge seg på tunnelen i store mengder i løpet av den korte tiden helikopteret var nær vannet. Hvis is la seg i tunnelen, er det i så fall vanskelig å finne en forklaring på hvorfor isen et øyeblikk senere skulle begynne å smelte. Eurocopter har erfart at rotorbladene ved brå og kraftige pedalutslag kan komme i berøring med is i tunnelen. Dette finner

havarikommisjonen også å være usannsynlig fordi brå og kraftige utslag på pedalene er uforenelig med det å holde et helikopter i ro i forbindelse med redningsmannens utsprang. Hvis det satte seg is i tunnelen kan det ikke utelukkes at noe av denne isen kunne ha blitt sittende på, selv etter havariet. Spor av slik is kunne ikke observeres dagen etter ulykken.

- Ising på halerotorbladene.
For at is på selve halerotoren skulle gjøre skade måtte det først legges seg betydelige mengder is på bladene. Deretter måtte is løsne og skade blader, eller isen måtte løsne slik at det oppsto kraftig ubalanse og påfølgende kontakt mellom bladene og tunnelveggen. Havarikommisjonen tviler på at store mengder is ville legges seg på halerotorbladene på den korte tiden helikopteret var nær vannet. En kan også forvente at dette ville ført til vibrasjoner som ville gi et forvarsel om at noe var i ferd med å skje. Et slik forvarsel i form av tiltagende vibrasjoner ble ikke merket av besetningen.
- Ising på helikopterets skrog eller hovedrotor.
For at isen skulle gjøre skade på halerotoren måtte den eventuelt falle av i betydelige mengder, og deretter bli sugd inn i halerotoren. Havarikommisjonen ser ingen grunn til at betydelige mengder is skulle legges seg på skrog for deretter å smelte og falle av i løpet av den korte tiden helikopteret var nær vann. En eventuell oppbygging av is på hovedrotoren kan være et alternativ, men det antas at isen ville skapt vibrasjoner før mengden ble tilstrekkelig til å utgjøre en fare.

2.5.3 Basert på tilgjengelig informasjon kan ikke havarikommisjonen totalt utelukke at havariet skyldtes oppbygging av is på skrog eller rotor. Undersøkelsen har imidlertid i liten grad avdekket forhold som peker mot ising som utløsende årsaksfaktor. Ising har heller ikke vært et problem ved tidligere treninger over vann. Etter en samlet vurdering finner derfor havarikommisjonen det som lite sannsynlig at havariet skyldtes ising.

2.6 Halerotoren kom utilsiktet ned i vannet

2.6.1 Visuelle referanser og bedømming av høyde

2.6.1.1 Selskapet hadde utarbeidet en anvendbar metode for å forhindre at redningsmannen hoppet ut fra helikopteret fra for stor høyde. Med bakgrunn i at det generelt kan være vanskelig å bedømme høyder over vann, synes det fornuftig å bruke et tau med kjent lengde som måleredskap for å fastslå en maksimal høyde. Å beregne høyden ned til vann visuelt blir vanskeligere jo mindre bølger det er på overflaten. Videre er vurderingen av høyde avhengig av hvor gode visuelle referanser som finnes. Ved selskapets treninger på å løfte personer ut av vann hadde besetningen kun visuelle hjelpemidler til å bedømme en forsvarlig høyde over vannet. Det var heller ikke gitt minimumshøyder fra selskapets side. Fartøysjefen måtte følgelig selv bedømme en minimumshøyde basert på visuelle referanser. Dette mener havarikommisjonen kan være svært krevende. Nedenfor belyses noen forhold som bidro til å vanskeliggjøre oppgaven.

- Treningen foregikk ca. 250 m fra land og omgivende terreng kunne ikke gi visuelle referanser når blikket var rettet mot området rett under helikopteret.
- Den installerte radarhøydemåleren var i følge fartøysjefen ikke nøyaktig nok til å bedømme riktig utsprangshøyde for redningsmannen. Det ville også være

krevende for fartøysjefen å ta blikket bort fra de utvendige referansene for å se inn i cockpit og kontrollere radarhøydemåleren.

- De visuelle referansene ned mot vannet ble omgitt av et en ring bestående av dråper og fukt blåst opp av helikopterets hovedrotor. Fartøysjefens visuelle referanser ble følgelig i hovedsak begrenset til en mørk vannflate med en hvit plastkanne, omgitt av et område med dårlig sikt.
- Vinduene i cockpit gjorde det ikke mulig å se rett ned under helikopteret. For at plastkannen skulle bli en god visuell referanse samtidig som den ikke blåste vekk av rotorvinden, måtte helikopteret holdes nær kannen. Fartøysjefen måtte følgelig se plastkannen skrått ned gjennom vinduer som delvis ble dekket av vandrdåper. Dette var ikke optimalt for å oppnå gode visuelle referanser.
- En stabil posisjon over plastkannen krevde kontinuerlig fokus på selve kannen. Det var følgelig begrensede muligheter for fartøysjefen til å ta blikket bort fra plastkannen for å sjekke stilling i forhold til omkringliggende land og hva som foregikk under helikopteret eller bak i kabinen.
- Forflytninger av helikopteret i lengderetningen ville medføre forandringer i nesestillingen (pitch). En 5° heving av nesen tilsvarer en 90 cm senking av halerotoren i forhold til cockpitens høyde over vannet. Avhengig av helikopterets horisontale stilling kan følgelig halens høyde over vannet variere betydelig i forhold til den høyden som opplevs fra cockpit.
- I følge besetningens egne vurderinger var det mellom 2 og 3 m ned til vannet da redningsmannen hoppet. Hvis det tas utgangspunkt i helikopterets gulvplater var det følgelig mellom 1,40 m og 2,40 m fra helikopterets hjul og ned til vannet. Uten å ta stilling til et konkret tall synes dette å gi små marginer, særlig med tanke på den muligheten at halerotoren i perioder kan ha vært lavere.

2.6.2 Vitneforklaringer

2.6.2.1 Forklaringer gitt av forskjellige vitner kan variere betraktelig selv om samme hendelse er observert (se punkt 1.18.1). Vitner kan bli påvirket av informasjon som de får fra annet hold, for eksempel fra andre vitner eller media, og det kan bli vanskelig å skille det som er selvopplevd og den informasjonen som er tilført i ettertid. Videre kan det være vanskeligere for et vitne å huske rekkefølgen på hendelser enn det er å huske selve hendelsene. I dette tilfellet har to av vitnene forklart at halen slo ned i vannet slik at det sprutet vann fra den. Dette er etter havarikommisjonens mening observasjoner som bør tillegges vekt. En slik observasjon kan enten bety at halerotoren roterte da den traff vannet, eller at halen ble slått ned i vannet mens helikopteret roterte om vertikalaksen med betydelig hastighet.

2.6.2.2 I følge besetningen roterte helikopteret anslagsvis en omdreining før det landet mykt. Dette stemmer godt overens med at helikopteret ble liggende med halen pekende mot øst. Tilsvarende kan ingen av vitnene gi entydig forklaring om at helikopteret roterte om vertikalaksen før det havarete. Det er derfor ingen grunn til å anta at helikopteret roterte hurtig eller flere omdreininger. Følgelig mener havarikommisjonen at vannspruten de to vitnene observerte kom fra vann som ble trukket gjennom halerotoren.

- 2.6.2.3 Den tekniske undersøkelsen har vist at bruddet i halerotorens drivaksel var en følgeskade og ikke en årsak. Det er videre grunn til å mene at helikopteret begynte å rotere om vertikalaksen fordi halerotoren sluttet å rotere. Halerotoren har forholdsvis liten masse og rotasjonshastigheten ville med stor sannsynlighet avta raskt etter akselbruddet, og etter at den kom i kontakt med tunnelveggen. Med stor sannsynlighet sto derfor halerotoren stille da helikopteret landet i vannet. En logisk slutning av de to vitneforklaringene er derfor at halerotoren roterte med full kraft da den kom så nær vannoverflaten at den begynte å trekke vann. Den utløsende årsaken til ulykken var derfor trolig at halerotoren utilsiktet kom ned i, eller for nær, vannet.

2.7 Sannsynlig hendelsesforløp

- 2.7.1 Havarikommisjonen mener at helikopteret på et tidspunkt, i det redningsmannen skulle hoppe, kom for nær vannoverflaten med halerotoren. Uten å gjennomføre omfattende beregninger eller praktiske forsøk er det vanskelig å fastslå hvor nær vannet halerotoren kan komme før den skades. Mye peker imidlertid mot at halen må helt ned i vannet før halerotoren greier å trekke inn tilstrekkelige mengder vann til at halerotorbladene blir overbelastet. Ved den aktuelle ulykken knakk ett eller flere blader og den påfølgende ubalansen førte til brudd i "forward attachment coupling tube" og bøyning av "aft attachment tube". Halerotoren, inkludert girboks, ble deretter fri til å bevege seg i helikopterets lengderetning inne i tunnelen. Som en følge av dette forflyttet halerotorens rotasjonssenter seg og bladtippene kom bort i tunnelveggen. Dette medførte skade på flere halerotorblader og skade i tunnelveggen. Smellet, som av redningsmannen beskrev som om noen slo en tom plastflaske i hånden, kom sannsynlig fra at bladtippene slo inn i tunnelveggen. Det er sannsynlig at halerotorgirboksen på ett tidspunkt flyttet seg mer enn 20 mm bakover, og at splinekoblingen i forkant av halerotorgirboksen kom ut av inngrep. Hastigheten på halerotoren gikk deretter ned. Grunnet dynamisk ubalanse i halerotoren ble girboksen kort tid senere presset framover og det oppsto en plutselig overbelastning i det tennene på ny kom i inngrep. Denne overbelastningen førte til brudd i halerotorens drivaksel rett bak hovedgirboksen. Havarikommisjonen mener at disse skadene oppsto i løpet av svært kort tid. Med stor sannsynlighet oppfattet besetningen dette som ett kraftig smell. Freselydene som fartøysjefen hørte kan ha kommet fra den løse drivakselen eller den skadede halerotoren som fortsatte å rotere en kort stund etter smellet.
- 2.7.2 Et hendelsesforløp, som beskrevet her, ville ha førte til total svikt i halerotoren og en begynnende rotasjon til venstre. Fartøysjefen fikk et klart varsel om at noe var galt da det smalt i helikopteret og han merket øyeblikkelig at problemet var knyttet til halerotoren. Havarikommisjonen mener fartøysjefen handlet riktig da han hurtig satte helikopteret ned på vannet og på den måten reduserte rotasjonen til et minimum. Det er videre grunn til å mene at halerotoren hadde stoppet helt opp da helikopteret traff vannet, og at det deretter oppsto betydelig vannsprut da hovedrotorbladene slo ned i vannet.

2.8 Selskapets prosedyrer

- 2.8.1 Selskapets prosedyrer vedrørende Rescue Rope Operations synes å være detaljerte og dekkende på mange områder (se punkt 1.17.2). Prosedyrene bærer preg av å bygge på erfaringer og er tidvis svært detaljerte. SHT har ikke forsøkt å foreta en helhetlig vurdering av selskapets prosedyrer innen RRO, men kommisjonen merket seg at minimum hovringshøyde over vann ikke var omtalt. SHT mener at denne ulykken bekrefter at det kan være problemer forbundet med å bedømme høyden i hover over vann. Selskapet hadde prosedyrer som hindrer at redningsmannen hopper ut i for stor høyde slik

at han kan skade seg i sammenstøt med vannet. Derimot fantes ingen beskrevet metode som hindret at helikopteret kommer for nær vannet.

2.8.2 En radarhøydemåler kan være til hjelp ved vurdering av høyder. Dette forutsetter at høydemåleren har en tilstrekkelig nøyaktighet/oppløsning og at indikatoren er slik plassert at den i vesentlig grad ikke påvirker flygerens fokus om utvendige referanser. Et alternativ kan være å benytte radarhøydemåler tilkoblet lydvarsling. Etter ulykken satte selskapet 5 meter som minste hoverhøyde over vann. Dette gir bedre marginer og reduserer muligheten for feilbedømming av høyden. Selskapet bør likevel vurdere om radarhøydemålere kan benyttes til hjelp i vurderingen av høyder over vann eller konturløse flater. Selskapet har videre lagt ned forbud mot at redningsmenn hopper i vann fra helikoptre. Havarikommisjonen mener at selskapet totalt har satt i verk tiltak som burde forhindre gjentagelse av ulykken.

2.9 Overlevelsesaspekter

2.9.1 Det er i utgangspunktet forbundet med livsfare å bli liggende i vann med temperatur omkring 0 °C. Avhengig av bekledning og fysisk form går det kun få minutter før kroppstemperaturen synker så mye at kroppen stivner. Muligheten for å overleve en nødlanding 250 m fra land kun iført alminnelig flygebekledning er følgelig avhengig av tilfældigheter. I dette tilfellet var tre faktorer helt avgjørende for utfallet:

- Helikopteret ble liggende opp ned på bunnen slik at buken delvis stakk opp av vannet. Hadde helikopteret veltet over på siden eller havarert på dypere vann ville situasjonen blitt langt mer kritisk for fartøysjefen og legen. De hadde da måttet oppholde seg i vannet til hjelp ankom eller forsøke å ta seg til land. Vannet var langgrunt inn mot land, men de måtte ha svømt et langt stykke før de kunne vasset i land.
- Redningsmannen hadde tørrdrakt og var i utgangspunktet kledd for å oppholde seg i vannet. Han kunne derfor hjelpe de to andre, blant annet med å få de opp på helikopteret. Videre kunne redningsmannen hente to vindsekker og på den måten redusere varmetapet til de to som satt på helikopteret. Redningsmannen var med andre ord en ressurs for de to andre som ikke var kledd etter forholdene.
- Det var flere vitner til ulykken. Det var følgelig spørsmål om kun kort tid før hjelp ville ankomme. Dette viste også besetningen og etter havarikommisjonens mening bidro denne vissheten til at de handlet rasjonelt i ventetiden.

2.9.2 Redningsmannen var utsatt for livsfare da helikopteret begynte å rotere og senere nødlandet i vannet. At redningsmannen ikke ble skadet kan tilskrives flaks og rasjonelle vurderinger. Tidligere erfaringer har vist at rotoren under havarier er minst farlig for de som befinner seg nær hovedrotorens senter. I det aktuelle tilfellet handlet redningsmannen rasjonelt da han forsøkte å komme seg inn til helikopterskroget. Faren for å bli truffet av rotorblader med stor bevegelsesenergi ville imidlertid ha vært stor hvis helikopteret hadde veltet til høyre, mot redningsmannen.

2.9.3 Helikopteret var ikke utstyrt for å nødlande i vann og hadde ikke nødutstyr om bord som var tilpasset operasjoner over vann. Fordi helikopteret opererte så nær land er det heller ikke krav til dette i gjeldende forskrifter. Havarikommisjonen mener imidlertid at selskapets underhengende operasjoner inneholder flere elementer med høy risiko. Det bør derfor vurderes om besetningen skal ha på vanntette drakter og helikopteret utstyres med

nødutstyr ut over forskriftskravene, i de tilfellene slike operasjoner er planlagt å foregå over vann. Videre bør det vurderes om det bør benyttes sikkerhetsbåt. Etter ulykken påla selskapet bruk av "Survival Suits" ved lignende operasjoner under gitte vanntemperaturer.

3. KONKLUSJON

3.1 Undersøkelseresultater

- a) Besetningen hadde nødvendige sertifikater og rettigheter til å gjøre tjeneste om bord.
- b) Besetningen hadde lang relevant erfaring i selskapet og hadde tidligere utført tilsvarende trening.
- c) Helikopteret var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig miljø- og luftdyktighetsbevis.
- d) Helikopterets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte begrensninger.
- e) Radarhøydemåler var installert, men den ble ikke vurdert å være et egnet hjelpemiddel for å holde riktig høyde under den aktuelle operasjonen.
- f) Været hadde ingen betydning for at ulykken oppsto.
- g) Treningen ble gjennomført i henhold til selskapets prosedyrer.
- h) Besetningen hørte et smell omtrent samtidig med at redningsmannen hoppet i vannet. Deretter begynte helikopteret å rotere til venstre (mot klokken) om hovedrotormasten. Dette skyldtes at halerotoren sviktet.
- i) Havarikommisjonen mener at fartøysjefen handlet riktig da han hurtig satte helikopteret ned på vannet. På den måten reduserte han rotasjonen til et minimum og bidro til at redningsmannen som lå i vannet ikke ble skadet.
- j) Etter landingen i vannet holdt fartøysjefen helikopteret stabilt til rotorturtallet sank. Deretter la han helikopteret over på venstre side. Dette bidro til at ingen ble skadet og at de to om bord greide å evakuere hurtig via dører på helikopterets høyre side.
- k) Helikopteret ble liggende opp ned på bunnen på så grunt vann at deler av helikopteret stakk opp av vannet. I tillegg hadde redningsmannen tørrdrakt og var kledd for opphold i kaldt vann. Dette var avgjørende faktorer for muligheten til å overleve.
- l) Det var flere vitner til ulykken og hjelp kom hurtig til stedet.
- m) Undersøkelsen har ikke avdekket tekniske feil ved halerotoren eller feil ved driv- og kontrollsystemet til halerotoren som kan ha ledet til at ulykken oppsto.

- n) Havarikommisjonen har ikke gjort funn som tyder på at halerotoren ble skadet av fremmedlegemer eller is.
- o) Havarikommisjonen mener at den utløsende årsak var at halen på et tidspunkt utilsiktet må ha kommet ned i, eller så nær, vannflaten at halerotoren greide å trekke vann og dermed ble overbelastet.

3.2 Signifikante undersøkelsesresultater

- a) Selskapet hadde ingen prosedyrer for å forhindre at helikopteret kom for nær vannflaten ved underhengende operasjoner (Rescue Rope Operations). Følgelig ble fartøysjefens bedømming av høyde under vanskelige visuelle forhold helt avgjørende for å forhindre at halerotoren utilsiktet kom for nær vannet.
- b) Helikopteret var ikke utrustet for å nødlande på vann. Tilsvarende hadde ikke fartøysjefen eller legen egnet beklledning eller redningsvest og var følgelig dårlig forberedt på en eventuell nødlanding på vann. Det kalde vannet og den lave lufttemperaturen kunne følgelig blitt livstruende for de to.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Selskapet har etter ulykken revidert de operative prosedyrene på en rekke områder. Tilsvarende har treningen blitt lagt om. Havarikommisjonen mener at tiltakene i betydelig grad har ivaretatt de svakheter som har blitt avdekket ved undersøkelsen, og det fremmes følgelig ingen sikkerhetstilrådinger.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 30. november 2009

VEDLEGG

Vedlegg A

AOC	Air Operator Certificate – godkjenningsdokument for luftfartsforetak
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – den franske havarikommisjonen
BSL	Bestemmelser for sivil luftfart
IAS	Indicated Air Speed – indikert fart
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules - instrumentflygeregler
JAR-OPS	Joint Aviation Requirements – Operations – operative felleseuropeiske bestemmelser
KTS	Nautical Miles (1 852) per hour
MTOW	Maximum Take Off Weight – maksimalt tillatt avgangsvekt
N	nord
N	Newton
NLA	Norsk Luftambulanse
OM	Operating Manual – operasjonshåndbok i henhold til JAR
OPC	Operator Proficiency Check – operatørens ferdighetsprøve
PC	Proficiency Check – ferdighetsprøve
PFT	Periodic Flight Training
PPL(A)	Private Pilot Licence Airplane – privatflygersertifikat
RRO	Rescue Rope Operations
SHT	Statens havarikommisjon for transport
S/N	serienummer
UTC	Universal Time Coordinated
VFR	Visual Flight Rules – regler for visuell flyging
Ø	øst