



Rap.:47/2001

**RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE 8. SEPTEMBER 1997 I
NORSKEHAVET CA. 100 NM VEST-NORDVEST AV BRØNNØYSUND
MED EUROCOPTER AS 332L1 SUPER PUMA, LN-OPG, OPERERT AV
HELIKOPTER SERVICE AS**

Denne utgaven inneholder kun sammendrag, konklusjon og tilrådinger.
Engelsk versjon av rapporten er i sin helhet lagt ut på HSLs web-side

<http://www.aaib-n.org/>,

[og kan bestilles i norsk eller engelsk utgave fra:](#)

Norsk Aero AS,
Publikasjonsavdelingen,
Wergelandsveien 1,
0102 OSLO.

Postadresse:
Postboks 383, Sentrum,
0102 OSLO.

Tlf. 22942300,
fax 22110504

**LUFTFARTSULYKKE 8. SEPTEMBER 1997 I NORSKEHAVET
CA. 100 NM VEST-NORDVEST AV BRØNNØYSUND MED
EUROCOPTER AS 332L1 SUPER PUMA, LN-OPG, OPERERT AV
HELIKOPTER SERVICE AS**

Typebetegnelse:	Eurocopter Super Puma AS 332L1
Registrering:	LN-OPG
Eier:	Helikopter Service AS P.B. 522 4055 Stavanger lufthavn
Bruker:	Samme som eier
Besetning:	2
Passasjerer:	10
Havaristed:	Norskehavet 66° 04'25''N008° 34'21''Ø
Havaritidspunkt:	8. september 1997, kl. 06:56:30

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

MELDING OM HAVARIET

Havarikommisjonen for sivil luftfart (HSL) ble varslet om ulykken 8. september 1997 kl. 0740 av Bodø kontrollsentral (ATCC). Meldingen gikk ut på at et Super Puma helikopter fra Helikopter Service AS (HS) underveis fra Brønnøysund til oljeproduksjonsskipet "Norne" var savnet. Utrykning til Brønnøysund ble forberedt samtidig som kontakt med berørte parter i Luftfartsverket og Hovedredningsentralen i Nord-Norge ble opprettet. HSL ankom Brønnøysund samme dag kl. 1500.

I henhold til ICAO Annex 13, Aircraft Accident Investigation, ble den franske (produsentland) havarikommisjonen, Bureau Enquêtes - Accidents (BEA) kontaktet. BEA sendte en akkreditert representant fulgt av rådgivere fra helikopterprodusenten Eurocopter France (ECF) og motorprodusenten Turbomeca for å bistå ved undersøkelsen.

SAMMENDRAG

Hendelsesforløpet

LN-OPG, et Eurocopter AS 332L1 Super Puma, ble operert av Helikopter Service AS i kontraktfestet transporttjeneste til Nornefeltet i Norskehavet vest av Brønnøysund. Den 8. september 1997 kl. 0600 tok helikopteret av fra Brønnøysund lufthavn med kurs for oljeproduksjonsskipet "Norne". Ombord var 10 passasjerer og en besetning på to. Flygingen forløp som normalt på en standard IFR reiseplan i 2 000 ft høyde fram til kl. 0650 da besetningen observerte korte lysglimt fra "OVSP" lyset. Besetningen hadde ikke forutsetninger for å anta at dette var et alvorlig faresignal. Helikopteret nærmet seg "Norne", og besetningen kontaktet oljeriggen "Transocean Prospect" som opererte radiostasjon for området. Sambandet med Bodø kontrollsentral (ATCC) ble deretter avsluttet. Besetningen observerte kort tid etter noe som ble antatt å være feilindikasjoner. En begynnende feil i aksel forbindelsen mellom høyre motor og hovedgearboksen ble på dette tidspunktet kritisk, noe som førte til at høyre- og deretter venstre kraftturbin desintegreerte (ble revet i stykker). Dette medførte at vitale kontrollstag ble kuttet og helikopteret kom helt ut av kontroll. Samtlige om bord omkom da helikopteret traff havoverflaten.

Den direkte årsaken til ulykken

Helikopteret ble senere lokalisert på 380 meters dyp. De omkomne og helikopteret ble hevet og undersøkelser ble iverksatt av HSL. Dette avdekket at ulykken ble direkte forårsaket av at det hadde oppstått flere utmattingssprekker i en akselhylse i hovedgearboksens høyre inngående akseltapp (splined sleeve). Dette førte til at en lås (lock washer) løsnet og kom inn i kraftoverføringsakselen (Bendix shaft) til høyre motor. Akselen kom som en følge av dette ut av balanse slik at den feilet. Dette forårsaket vibrasjoner som satte motorens system for regulering- og kontroll av turtall ut av funksjon. Som en følge av dette, og bortfallet av belastninger grunnet bruddet i "Bendix shaft", steg kraftturbinens turtall ukontrollert. Da turtallet nådde ca. 175% desintegreerte kraftturbinen og fragmenter fra denne kuttet to kontrollstag til hovedrotoren, kontrollstaget til halerotoren og ødela kraftturbin-seksjonen på venstre motor.

Det har ikke vært mulig å fastslå med sikkerhet hva som førte til at det oppsto utmattingssprekker i "splined sleeve". En rekke teorier har vært undersøkt uten at noe kan knyttes entydig til oppsprekningen. HSL har imidlertid funnet to forhold som uavhengig eller i kombinasjon kan ha ført til oppsprekningen. Disse er:

1 Tilstanden på hardmetallbelegget på "splined sleeve"

Hardmetallbelegget inneholdt karbidkorn med større "diameter" enn tykkelsen på belegget. Beleggets tykkelse var stedvis under spesifisert verdi og det ble funnet porøsitet i belegget som lå betydelig over den toleransen som var oppgitt. Videre ble det funnet lokal lagdeling i hardmetallbelegget og manglende binding mellom grunnmaterialet og hardmetallbelegget. Undersøkelsen har også vist at belegget hadde en rekke riper som ikke kan knyttes til selve havarisekvensen.

2 Vibrasjoner fra roterende komponenter i hovedgearboksen (Main Gear Box - MGB)

Analyser av Health and Usage Monitoring System (HUMS) data fra LN-OPG viser at vibrasjonene registrert fra MGB forandret seg betydelig i karakter og styrke etter at MGB nr. M170 ble installert. Forsøk har vist at visse kombinasjoner av "input pinion" og "8 000 RPM wheel" kan gi økte vibrasjoner i en gearboks. Det er klart at LN-OPG hadde komponenter som frambragte et slikt uvanlig vibrasjonsmønster, men det har ikke vært undersøkt hvilke belastninger dette gir på "splined sleeve".

Andre undersøkelsesresultater

Undersøkelsen har avdekket at en O-ring av typen MS9388-133 ikke var montert på høyre "splined sleeve" som forutsatt. HSL mener at det er tvilsomt om utmattingsprekkene i "splined sleeve" ble initiert som følge av dette. Den påfølgende sprekkveksten kan imidlertid ha blitt påskyndet av denne mangelen.

Undersøkelsen indikerer at "splined sleeve" begynte å sprekke i perioden mellom 22. og 31. august 1997. Dette var mellom 121 og 62 flytimer før ulykken.

Undersøkelsen har vist at sikkerhetspotensialet i HUMS ikke ble fullt utnyttet. Ulykken har vist at systemet kan være et viktig verktøy til å forhindre ulykker, men at systemet må gis en klar prioritering av alle involverte parter for at en størst mulig del av sikkerhetspotensialet skal kunne utnyttes.

HSL har gjennom undersøkelsen avdekket svakheter i det vedlikeholdsprogram som ble benyttet på helikopteret. Videre er det avdekket mangler ved det vedlikehold som ble utført av HS.

Selskapet har i sin interne årsrapport om kvalitet, helse, miljø og sikkerhet, gitt uttrykk for at de overordnede håndbøker er i en god stand

og er et godt fundament for å lede og styre selskapets mange aktiviteter. Innbefattet her er de håndbøker som dokumenterer det tekniske kvalitetssystemet. HSL er ikke uten videre enig i dette. HSL stiller spørsmål ved "korrekthet og godhet" ved selskapets tekniske kvalitetssystem. En systematisk gjennomgang av disse håndbøkene har medført at HSL mener at det ligger et betydelig forbedringspotensiale i dokumentene. En slik forbedring vil etter HSLs mening være et viktig ledd i den løpende kvalitetsforbedring som skal skje i organisasjonen.

Undersøkelsen har vist at det ligger et betydelig sikkerhetspotensiale i å forbedre helikopterets konstruksjon. Uheldige konstruksjonsløsninger var medvirkende til at noe som i utgangspunktet var en begrenset teknisk feil, fikk utvikle seg til en fatal ulykke. HSL mener at en bedre risikoanalyse av konstruksjonen kunne ha avdekket flere svakheter, blant annet svakheter ved motorens regulerings- og kontrollsystem og sårbarhet overfor "uncontained engine failures".

HSL har som følge av denne undersøkelsen gitt 18 tilrådinger til Luftfartstilsynet, luftfartsverket og helikopterselskapet. Disse er listet under punkt

1 KONKLUSJON

1.1 Undersøkelsesresultater

1.1.1 Generelt

- a) Flygingen inngikk som en del av et ruteprogram og fulgte en IFR reiseplan.
- b) Flygingen foregikk hovedsakelig i IMC.
- c) Med unntak av noen mindre avvik fulgte helikopteret den planlagte ruten som gikk fra Brønnøysund via HELIK til TANGO 90 før det fløy direkte mot "Norne".
- d) Helikopteret hadde fløyet i 56 min. og 30 sek, og var i en høyde av 1 830 ft da høyre "Bendix shaft" feilet.
- e) Besetningen oppdaget at noe var galt med helikopteret 6 min. og 30 sek. før ulykken. At problemet kunne være alvorlig ble først forstått sekunder før "Bendix shaft" feilet. På det tidspunktet hadde ikke besetningen tilstrekkelig informasjon fra instrumentene eller tid til å

foreta nødvendige grep for å hindre ulykken.

f) Det var normalt samband mellom besetningen, lufttrafikkjenesten og "Transocean Prospect" under flygingen. Besetningen ga ikke noen form for nødmelding under flygingen.

g) Besetningen hadde nødvendige sertifikater og hadde gjennomgått fastlagt trening.

h) Besetningens arbeids- og hviletid forut for ulykken var innenfor bestemmelsene.

i) Det foreligger ingen medisinske forhold for noen av besetningsmedlemmene som har betydning ved denne ulykken.

j) Værforholdene på ulykkesstedet var som følger: Vind 240° 24 kt. Sikt: 10 km. Skyer: Brutt skydekke i 1 000 ft. Temperatur/duggpunkt: ca. 12°C/9°C. QNH 985 hPa. Værforholdene hadde ingen innvirkning på ulykken.

k) Etter ulykken ble anslagsvis 90% av helikoptervraket hevet fra 380 m dyp. Undersøkelsen ble ikke begrenset grunnet mangel på relevante deler.

1.1.2

Luftfartøyet

a) Eurocopter AS 332L1 Super Puma ble typesertifisert 14. mars 1985 i henhold til FAR 29 revisjon 1 til 16.

b) HSL mener at moderne prinsipper for risikoanalyse, anvendt i sammenheng med sertifiseringskravene for motoren, kunne ha avdekket svakheter ved akselkonstruksjonen, systemene for turtallsregulering og turtallsbegrensning. Forøvrig var helikopteret konstruert i henhold til gjeldende sertifiseringskrav.

c) ECF valgte å overflatebelegge "splined sleeve" basert på erfaringer fra helt andre komponenter benyttet på andre helikoptre. HSL anser at komponentene ikke kan sammenlignes og at valg av belegg derfor nødvendigvis ikke er optimalt.

d) Helikopteret hadde gyldig registrerings-, miljø- og luftdyktighetsbevis.

- e) Helikopterets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte grenseverdier.
- f) Med unntak av anmerkningen om akselerometeret ved høyre inngående akseltapp, hadde helikopterets tekniske loggbok på ulykkestidspunktet ingen gjenstående anmerkninger av betydning for hendelsesforløpet.
- g) Helikopteret var utstyrt med Integrated Health and Usage Monitoring System (IHUMS).
- h) HUMS, slik det var installert i LN-OPG, var under utvikling, særlig med hensyn til programvare og anvendelse. Sikkerhetspotensialet til systemet var således ikke utnyttet.
- i) IHUMS informasjon fra flere av selskapets helikoptre ble analysert etter ulykken. Dette viste at LN-OPG hadde en gearboks med et vibrasjonsmønster som på vesentlige punkter skilte seg fra det som erfaringsvis kunne forventes.
- j) Det hadde vært en rekke problemer med akselforbindelsen mellom motor og hovedgearboksen (MGB) på helikoptertypen. Dette hadde ført til flere forbedringer og pålegg fra fabrikantens side.
- k) LN-OMG, et helikopter tilhørende HS, hadde i oktober 1985 en hendelse som var svært lik det som skjedde med LN-OPG. Den gangen kom imidlertid ikke "lock washer" inn i "Bendix shaft" og helikopteret landet trygt med en motor. Så langt HSL erfarer førte ikke hendelsen til at sikkerhetsrisikoene i systemet ble påvist.
- l) "OVSP" lyset var slik plassert at det kunne være vanskelig å oppdage og skjeldne fra andre informasjonslys i cockpit.
- m) Helikopterets flyge- og taleregistrator gav verdifulle opplysninger om ulykken.

1.1.3

Vedlikehold

- a) Helikopteret var vedlikeholdt på grunnlag av et vedlikeholdssystem godkjent av Luftfartsverket.
- b) Helikopterets IHUMS ble vedlikeholdt i henhold til eksisterende myndighetskrav.
- c) Selskapet hadde på havaritidspunktet ikke prosedyrer for daglig lesing av "HUMS log report".
- d) "Splined sleeve" og "splined flange" hadde ikke individnummerering og ble ikke vedlikeholdt i henhold til gangtid.
- e) Vedlikeholdsunderlaget MET 63.10.00.602 pålegger en "dye penetrant" inspeksjon av "splined sleeve" Forøvrig inneholder dokumentet ingen krav til grundig inspeksjon for slitasje eller annen skade av "splines" hverken på "splined sleeve" eller "splined flange".
- f) HSL mener at den foreskrevne NDT-metoden har svakheter som kan begrense muligheten til å oppdage små sprekker i overflatebelegget.
- g) Flyteknikerene i selskapet måtte i sitt arbeid forholde seg til vedlikeholdsunderlag som på noen områder kunne virke uoversiktlig og gi grunnlag for feil.
- h) Eurocopter France (ECF) er ikke konsekvente i å beskrive eller sette navn på deler i helikopteret. Derfor kan samme del ha flere forskjellige navn avhengig av hvor den omtales.
- i) Vedlikeholdsunderlaget for inspeksjon av koblingen mellom "Bendix shaft" og MGB ble omarbeidet en rekke ganger. En av disse forandringene førte til at inspeksjonskravet utilsiktet ble utydeliggjort. Som en følge av dette ble ikke "Main Task 72" benyttet ved siste inspeksjon av koblingen mellom "Bendix shaft" og MGB. Dette førte til at deler av inspeksjonen ikke ble utført og at utført arbeid ikke ble dokumentert.
- j) HSL kan ikke se at selskapet har et entydige krav til bruk av "Main Task" i forbindelse med vedlikeholdsoppgaver hvor slike forefinnes.
- k) Helikopterets MGB (nr. M170) ble overhaldt av HS i henhold til

fabrikkens overhalingsinstruks (MRV) 613 flytimer før ulykken.

- l) Inspeksjonskravene med hensyn til slitasje på tenner på "8 000 RPM wheel" gitt i MRV er ikke tilstrekkelige til å luke ut eksemplarer som siden viser seg å forårsake uønskede vibrasjoner i MGB.
- m) Helikopteret gjennomgikk "G-sjekk" i perioden januar til mai 1997 hvor blant annet MGB (nr. M170) og høyre motor ble skiftet.
- n) Høyre "Bendix shaft" ble byttet i juli 1997. Under dette arbeidet ble det oppdaget at en O-ring på høyre "splined sleeve" manglet. Ny O-ring ble imidlertid ikke montert og avviket ble ikke varslet eller rapportert.
- o) Det ble ikke oppdaget at høyre "splined sleeve" manglet O-ring under inspeksjonen av koblingen mellom "Bendix shaft" og MGB 22. august i 1997.
- p) Flyteknikeren som utførte Pre Flight Check (PFC) om morgenen på ulykkesdagen hadde ingen mulighet til å avdekke feilen i akseloverføringen ved å følge den beskrevne inspeksjonen.
- q) Det ble ikke signert for PFC i helikopterets "Daily Maintenance Record (DMR) før avgang ulykkesdagen. Dette hadde ingen betydning for hendelsesforløpet.
- r) En gjennomgang av påpekte forhold ved teknisk avdeling ved hjelp av Rasmussens modell viser at det er overvekt av forhold som kan knyttes til feil eller mangler i prosedyrer.
- s) HSL har ingen holdepunkter for å mene at nattarbeid eller tidspress har vært faktorer som har hatt betydning for de avvik som har oppstått under vedlikeholdsarbeid i selskapet.

1.1.4

Tekniske undersøkelser

- a) Det har ikke vært mulig å fastslå med sikkerhet hvorfor høyre "splined sleeve" på LN-OPG begynte å sprekke.
- b) "Splined sleeve" begynte å sprekke i nedre område av aktive tannflater på tann nr. 6,7,14 og 15. Hver av sprekke hadde et eller flere startpunkter.
- c) De første sprekke i "splined sleeve" oppstod i et område med høy belastning og stor påvist slitasje.
- d) Alle sprekke i "splined sleeve" oppstod som et resultat av utmatting, og de vokste med nær konstant hastighet.
- e) Det synes ikke å være noen påvist direkte sammenheng mellom sprekke i hardmetallbelegget og sprekke i grunnmaterialet.
- f) "Splined flange" begynte å sprekke 31. august 1997, ca. 62 flytimer før ulykken
- g) "Splined sleeve" begynte å sprekke før "splined flange".
- h) Hardmetallbelegget på "splined sleeve" inneholdt wolframkarbidkorn som hadde en størrelse som tilsvarer eller overgår beleggets tykkelse.
- i) Analyse av belegget som ble funnet på "splined flange" viser at det i hovedsak inneholdt jern (Fe) og wolfram (W). Sammen med smøremiddelet er det sannsynlig at dette dannet en slipepasta som var med på å bryte ned hardmetallbelegget på "splined sleeve".
- j) Ingen funn tyder på at sprekke i "splined sleeve" oppstod som resultat av manglende smøring.
- k) Hovedgearboksens framre innfesting (suspension bar) feilet grunnet overbelastning. Dette skjedde som en følge av ulykken.
- l) Det er ikke funnet skader på lagrene i MGB som kan ha hatt betydning for hendelsesforløpet, og det ble ikke funnet unormale avsetninger (chips) på magnetpluggene i gearboksens oljesystem.
- m) Undersøkelsen har ikke avdekket operative forhold som skulle kunne føre til ekstreme- eller uvanlige belastninger på

kraftoverføringen mellom motorene og hovedrotoren.

n) Hendelsen, fra bruddet i "Bendix shaft" til motorene var ødelagt og kontrollstagene var kuttet, tok 2,3 sek.

o) Venstre gassgenerator-seksjon gikk helt til helikopteret nådde havoverflaten. Dette forklarer hvorfor det oppstod varmeskader bak motoren.

p) Hovedrotorbladet, som kort tid etter ulykken ble funnet flytende omtrent uskadet, separerte fra rotorhodet som en følgeskade.

q) En brukket "tie-bolt" som ble oppdaget 3. august 1997 kan ikke knyttes til ulykken.

1.1.5

Organisasjon og ledelse

a) Helikopteret var utenfor radardekning da ulykken skjedde. Dette var med på å redusere muligheten for å igangsette et effektivt søk.

b) Den siste radarinformasjonen som lufttrafikkjentesten hadde fra helikopteret var ikke lagret og kunne følgelig ikke verifiseres.

c) Helikopterets nødpeilesender (type ADELTA) ble knust i sammenstøtet med havoverflaten, og den sendte følgelig ikke nødsignaler. Nødpeilesenderen var derfor ikke til hjelp i å varsle ulykken eller å bestemme havaristedet.

d) Besetningen var iført uisolerte flygerdresser og var forøvrig lett kledd. Dette ga besetningen reduserte overlevelsessevner i tilfellet av en kontrollert nødlanding på sjøen.

e) Passasjerene var iført isolerte overlevelsesdrakter.

f) Obduksjonsrapporter viser at alle omkom som følge av sammenstøtet med havoverflaten.

Det var ikke mulig å overleve sammenstøtet med havoverflaten.

1.1.6

Overlevelsesaspekter

- a) Helikopteret var utenfor radardekning da ulykken skjedde. Dette var med på å redusere muligheten for å igangsette et effektivt søk.
- b) Den siste radarinformasjonen som lufttrafikkjentesten hadde fra helikopteret var ikke lagret og kunne følgelig ikke verifiseres.
- c) Helikopterets nødpeilesender (type ADELTA) ble knust i sammenstøtet med havoverflaten, og den sendte følgelig ikke nødsignaler. Nødpeilesenderen var derfor ikke til hjelp i å varsle ulykken eller å bestemme havaristedet.
- d) Besetningen var iført uisolerte flygerdresser og var forøvrig lett kledd. Dette ga besetningen reduserte overlevelsessevner i tilfellet av en kontrollert nødlanding på sjøen.
- e) Passasjerene var iført isolerte overlevelsesdrakter.
- f) Obduksjonsrapporter viser at alle omkom som følge av sammenstøtet med havoverflaten.
- g) Det var ikke mulig å overleve sammenstøtet med havoverflaten.

1.2

Signifikante undersøkelsesresultater

HSL har vurdert følgende undersøkelsesresultater som spesielt viktige flysikkerhetsmessig sett ved at disse faktorene hadde direkte konsekvenser eller kan ha hatt indirekte betydning for hendelsesforløpet:

- a) Undersøkelsen har påvist at hardmetallbelegget på høyre "splined sleeve" på flere områder ikke var i henhold til spesifikasjonene. Dette har i kombinasjon med flere riper i belegget i vesentlig grad redusert beleggets motstand mot slitasje.
- b) Hovedgearboksen M170 hadde et avvikende vibrasjonsmønster registrert av HUMS sett i forhold til andre tilsvarende MGB i selskapets flåte. Et lignende vibrasjonsmønster ble registrert fra MGB nr. M136 og M665 (med deler fra LN-OPG og MGB nr. M136). De undersøkelser og forsøk som er gjennomført peker mot en sammenheng mellom avvikende vibrasjonsmønster og bestemte kombinasjoner av "input pinion / 8 000 RPM wheel". HSL har ikke gått videre i å undersøke virkningen av disse vibrasjonene, og kan

derav ikke trekke en endelig konklusjon med hensyn til årsakssammenheng.

c) Høyre "splined sleeve" manglet foreskrevet O-ring og dette har bidratt til økt bevegelsesfrihet mellom "splined sleeve" og "splined flange". Det synes imidlertid å være klart at utmattingssprekkene i "splined sleeve" ikke ble initiert som en følge av en manglende O-ring, men at den påfølgende sprekkveksten i "splined sleeve" kan ha blitt påskyndet av denne mangelen.

d) Inspeksjonen av koblingen mellom "Bendix shaft" og MGB som ble gjennomført 22. august 1997 var ikke i henhold til de minimumskrav som var gitt av fabrikanten.

e) HSL mener at det oppstod en rekke utmattingssprekker i den aktuelle "splined sleeve" i perioden 121 - 62 flytimer før ulykken. Dette tilsvarer perioden 22. til 31. august 1997. Det er imidlertid sannsynlig at sprekkstart skjedde flere titalls flytimer før 31. august.

f) Ett HUMS-akselerometer med "alarm", som overvåket problemområdet, var ute av drift på ulykkestidspunktet. HSL finner grunn til å mene at akselerometeret kunne ha registrert og varslet den aktuelle feilutviklingen i tide til at ulykken kunne ha vært avverget.

g) Den funksjonsdyktige delen av HUMS registrerte og lagret informasjon som viste at noe unormalt var i ferd med å skje i aksel forbindelsen mellom høyre motor og hovedgearboksen flere dager før ulykken. Denne informasjonen lå lagret i en sentral database og måtte ha vært analysert manuelt for å avdekke utviklingen.

h) Installasjon av HUMS var ikke et myndighetskrav og var følgelig basert på frivillighet. Selskapet satte ikke funksjonsdyktighetskrav til systemet. Dette førte til at deler av systemet kunne være ute av drift i lengre perioder uten at det fikk konsekvenser for bruken av helikopteret.

i) HUMS ble installert utelukkende med sikkerhet som formål. Luftfartsverket har etter godkjenningen av systemet inntatt en passiv holdning til HUMS. Dette medvirket til at HS ikke foretok en systematisk løpende vurdering av kravelementer basert på erfaringer i driftsfasen, og dermed ikke utnyttet systemets sikkerhetspotensiale.

j) Besetningen hadde ikke fått slik opplæring i motorens regulerings-

og kontrollsystem at de kunne forstå alvorlighetsgraden i de indikasjonene som ble observert. Slik kunnskap og innsikt kunne ikke forventes av besetningen som hadde fått sin opplæring i selskapet basert på informasjon fra helikopterprodusenten. Det var videre ingen prosedyrer eller sjekklister som dekket de indikasjonene som ble observert. Besetningen hadde således ingen forutsetning til å forstå alvorlighetsgraden av et "OVSP" lys som kom på ved uregelmessige intervaller under den siste delen av flygingen.

- k) Oppsprekkingen av "splined sleeve" medførte at "lock washer" løsnet, noe som igjen førte til brudd på "Bendix shaft".
- l) Akselbruddet førte til at lasten på høyre kraftturbin ble borte og at turtallet dermed økte.
- m) Bruddet i "Bendix shaft" førte til store vibrasjoner i bakre del av motoren, noe som igjen førte til svikt i systemet som registrerer turtallet på høyre motors kraftturbin.
- n) Manglende turtallsinformasjon førte til at motorens system for turtallsregulering og "overspeed protection" ble satt ut av funksjon.
- o) Grunnet reguleringssystemets oppbygging førte den manglende turtallsinformasjonen til EECU i sin tur til at gassgeneratoren ble tilført drivstoff for å oppnå 104% Ng.
- p) Da gassgeneratoren økte turtallet mot 104%, kom kraftturbinen som da var uten et fungerende system for turtallsbegrensning opp i et turtall på ca. 175%, hvor den desintegreerte.
- q) Deler fra høyre kraftturbin ble slynget ut med stor kraft, og disse ødela venstre motor og kuttet vitale kontrollstag i helikopteret.
- r) Helikopteret var ikke kontrollerbart etter at kontrollstagene var kuttet.
- s) Aksel forbindelsen mellom motoren og hovedgearboksen synes å ha en utilfredstillende utforming med tanke på sikkerhet. I dette tilfellet førte en løs "lock washer" til at både akselen (Bendix shaft), systemet for motorens turtallsregulering og systemet for "overspeed protection" feilet.

t) Den aktuelle helikopterkonstruksjonen er dårlig beskyttet mot "uncontained engine failures". Slike motorfeil kan lett føre til alvorlige følgeskader.

2

TILRÅDINGER

På bakgrunn av analyser av lagrede data fra helikopterets IHUMS ga HSL følgende tilråding til Luftfartsverket 17. september 1997 (ni dager etter ulykken):

"HSL vil derfor tilrå at Luftfartsverket pålegger operatører som opererer denne helikoptertypen og som bruker IHUMS, å gå gjennom tilgjengelige data for engine drive shaft. Verdiene og eventuelle forandringer i verdiene bør rapporteres og danne grunnlag for en vurdering om slik overvåking (monitoring) skal påbys, eventuelt med hvilken frekvens den skal utføres og hvilke grenseverdier som skal etableres."

Basert på opplysninger som framkom under undersøkelsen av systemet for motorens turtallskontroll sendte HSL 14. november 1997 følgende tilråding via Luftfartsverket til helikopter/motorprodusenten:

"Eurocopter/Turbomeca makes a critical review of the ECU-logic reaction in situations when valid Nf information is lost."

Disse tilrådingene er ikke lenger aktuelle da de dekkes av tiltak som allerede er iverksatt eller av tilrådingene som gis i denne rapporten. HSL har ikke funnet det nødvendig å gi flere midlertidige tilrådinge da helikopter/motorprodusenten på selvstendig grunnlag har iverksatt tiltak som HSL mener har ivaretatt flysikkerheten på de områdene som ulykken avdekket svikt ved. Av disse tiltakene kan nevnes:

- Turbomeca påla i "Fax alert no. 1075" datert 19. september 1997 alle operatører av Makila-motorer å stoppe motoren hvis "OVSP"-lyset lyste og den andre motoren gikk tilfredsstillende. Denne ble etterfulgt av en AD 22. oktober samme år
- Eurocopter påla i "Service Telex 63.00.54" datert 2. oktober 1997 alle sivile operatører av AS 332 å måle vibrasjonsnivået på "23 000 RPM coupling" hver 25. flytime. Denne ble etterfulgt av en AD 22. oktober samme år
- Eurocopter har i tillegg kommet med flere pålegg om

forbedringer i vedlikeholdet.

Luftfartsverket/Luftfartstilsynet har kontinuerlig blitt oppdatert om undersøkelsen og de funn som har blitt gjort. Luftfartsverket/Luftfartstilsynet har således hatt gode muligheter til på et selvstendig grunnlag å vurdere den løpende flysikkerheten.

I tilrådingene nedenfor refereres det til modellen AS 332L1. HSL forutsetter imidlertid at tilrådingene gjøres gjeldende på andre sivile utgaver av AS 332 der dette er relevant.

Det tilrås at:

Luftfartstilsynet i samarbeid med de andre luftfartsmyndighetene rundt Nordsjøbassenget vurderer om det skal innføres krav til bruk av HUMS ved persontransport med helikopter i området. Denne vurderingen bør blant annet omfatte krav til funksjonsdyktighet, analyse av data, opprettelse av industristandarder og standardisering av kravene innen JAA.

(Tilråding nr. 34/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndighetene i Frankrike pålegger Eurocopter å vurdere om kravene til sluttkontroll av "splined sleeve" på AS 332L1 er tilstrekkelige. (Tilråding nr. 35/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndighetene i Frankrike pålegger Eurocopter å revidere vedlikeholdskravene til "splined sleeve" og "splined flange" på AS 332L1. (Tilråding nr. 36/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndighetene i Frankrike pålegger Eurocopter å revidere overhalingskriteriene til "input pinion" og "8 000 RPM wheel" på AS 332L1. (Tilråding nr. 37/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndighetene i Frankrike vurderer hvilke tiltak som kan settes inn for å forbedre den eksisterende konstruksjonen av AS 332L1 med hensyn til motorenes turtallsregulering, system for turtallsbegrensning, akselbindingen mellom motor og MGB og beskyttelse mot "Uncontained engine failures". (Tilråding nr. 38/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndigheten i Frankrike pålegger Eurocopter å optimalisere informasjonen til alle operatører av AS 332L1 om funksjonen og indikasjonene til systemene for motorens

turtallsregulering og turtallsbegrensning. (Tilråding nr. 39/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndigheten i Frankrike pålegger Eurocopter å igangsette et arbeid for å kartlegge hvilken eventuell sammenheng det er mellom vibrasjoner som oppstår i hovedgearboksen og belastninger som kan oppstå i aksel forbindelsen mellom motor og hovedgearboks.

(Tilråding nr. 40/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med luftfartsmyndigheten i Frankrike vurderer å pålegge Eurocopter å lage en plan for å øke brukervennligheten og oversikten på de vedlikeholdsprogram og den informasjon som gis av fabrikken.

(Tilråding nr. 41/2001)

Luftfartstilsynet i samarbeid med Post- og Teletilsynet vurderer om nødpeilesender av typen ADELTA, modell CPT 600 skal være godkjent for bruk på norske luftfartøy. (Tilråding nr. 42/2001)

Luftfartstilsynet med bakgrunn i denne rapporten foretar en vurdering av det dokumenterte kvalitetssystem ved teknisk divisjon i Helikopter Service AS med tanke på hensiktsmessighet og godhet. (Tilråding nr. 43/2001)

Luftfartstilsynet vurderer om luftfartsselskaper som et ledd i sitt flysikkerhetsarbeid bør pålegges å utarbeide en plan for hvordan kunnskap om "Human Factors in Aviation Maintenance" skal tilegnes og integreres. (Tilråding nr. 44/2001).

Tilrådingene nedenfor fremmes til Luftfartstilsynet for oppfølging:

Luftfartsverket tilrettelegger slik at all radarinformasjon som er tilgjengelig for lufttrafikkjenesten lagres slik at Hovedredningssentralene umiddelbart kan få tilgang til dataene etter behov. (Det vises forøvrig til tilråding i rapport nr. 02/97 fra HSL). (Tilråding nr. 45/2001)

Helikopter Service AS utarbeider en strategiplan med klare mål for bruk av HUMS. (Tilråding nr.46/2001)

Helikopter Service AS gjennomgår prosedyrene ved utarbeidelse og kontroll av vedlikeholdsprogram (MRM). (Tilråding nr. 47/2001)

Helikopter Service AS foretar en gjennomgang av systemet med "Main tasks" med tanke på å unngå avvikende oppfatninger om dokumentets status blant selskapets flyteknikere. (Tilråding nr. 48/2001)

Helikopter Service AS foretar en vurdering av grensesnittet mellom arbeidsoppgaver som ligger inn under ansvarsområdet til flyteknikere og andre faggrupper. (Tilråding nr. 49/2001)

Helikopter Service AS vurderer besetningens påkledning med sikte på å øke overlevelsesevnen ved eventuelle nødlandinger i sjøen. (Tilråding nr. 50/2001)

Helikopter Service AS, basert på erfaringer i forbindelse med ulykken, vurderer å gi flygere en utvidet opplæring i motorens regulerings- og kontrollsystem. (Tilråding nr. 51/2001)

(Det gjøres oppmerksom på at noen av disse tilrådingene ble iverksatt før rapporten ble utgitt)

(Se rapport del II)

Figurer 1 – 75

Appendix A	MET 63.10.00.602
Appendix B	MET 71.00.00.401
Appendix C	Main Task 72
Appendix D	Sider fra "Super Puma Instruction Manual"
Appendix E	Historisk oversikt LN-OPG (Flight time – Event – Vibrations)
Appendix F	Hørings svar fra ECF