



**HAVARIKOMMISJONEN FOR SIVIL LUFTFART (HSL)**

**RAP 02/98**

**R A P P O R T**

**LUFTFARTSULYKKE MED EUROCOPTER SUPER PUMA 332L1  
LN-OBP I NORDSJØEN 18. JANUAR 1996, CA. 40 NM SØRVEST AV  
SOLA**

**AVGITT MARS 1998**

## INNHALDSFORTEGNELSE

	<b>MELDING OM HAVARIET</b>	3
	<b>SAMMENDRAG</b>	4
1	<b>FAKTISKE OPPLYSNINGER</b>	5
1.1	Hendelsesforløpet	5
1.2	Personskade	7
1.3	Skade på luftfartøyet	7
1.4	Andre skader	7
1.5	Personellopplysninger	7
1.6	Luftfartøyet	9
1.7	Været	12
1.8	Navigasjonshjelpemidler	13
1.9	Samband	14
1.10	Flyplasser og hjelpemidler	14
1.11	Flygeregistrator	14
1.12	Havaristedet og flyvraket	15
1.13	Medisinske forhold	17
1.14	Brann	17
1.15	Overlevelsesaspekter	17
1.16	Spesielle undersøkelser	23
1.17	Organisasjoner og ledelse	31
1.18	Andre opplysninger	32
1.19	Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	54
2	<b>ANALYSE</b>	54
2.1	Flyoperative forhold	54
2.2	Årsaken til at det oppstod vibrasjoner i helikopteret før nødlandingen	55
2.3	Mekanismene som førte til at en flik av forkantskinnen løftet seg fra underlaget	55
2.4	Eurocopters rolle i forbindelse med konstruksjon, produksjon og vedlikehold av det aktuelle hovedrotorbladet	58
2.5	Vedlikeholdet hos HS	60
2.6	Luftfartsverkets godkjenninger og tilsyn	66
2.7	Sammenfatning av den flytekniske analysen i 2.2 - 2.5	67
2.8	Personikkerhet ved helikoptertransport til oljeinstallasjoner i havet	68

2.9	Selskapets interne undersøkelser	78
3	<b>KONKLUSJON</b>	78
3.1	Undersøkelsesresultater	78
3.2	Signifikante undersøkelsesresultater	83
4	<b>TILRÅDINGER</b>	83
4.1	Alle tilrådingene fremmes til Luftfartsmyndigheten	83
5	<b>BILAG</b>	85

## **RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE MED EUROCOPTER SUPER PUMA 332L1, LN-OBP, I NORDSJØEN 18. JANUAR 1996, CA. 40 NM SØRVEST AV SOLA**

Typebetegnelse:	Eurocopter Super Puma AS 332L1
Registrering:	LN-OBP
Kallesignal:	HKS 551
Eier:	Helikopter Service AS
Bruker:	Samme som eier
Besetning:	2
Passasjerer:	16
Havaristed:	Nordsjøen, 58° 14' N, 005° 09' Ø
Havaritidspunkt:	18. januar 1996 ca. kl. 0845

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

### **MELDING OM HAVARIET**

Den 18. januar 1996 kl. 0945 meldte en representant for Helikopter Service AS (HS) telefonisk til HSL at et helikopter av typen Super Puma hadde nødlandet i sjøen ca. 30 NM ut fra Egersund. Kort tid etter meddelte både Operasjonssentralen ved Oslo Politikammer og Hovedredningssentralen for Sør-Norge (HRSS) om det samme. Det innløp også melding om at besetningen og passasjerene var berget i god behold og var fløyet til Stavanger av to redningshelikoptre fra 330 skvadronen. Helikopteret fløt på sine nødflyteelementer, og selskapet fikk tillatelse fra HSL til å igangsette berging umiddelbart. HSL var på plass hos HS dagen etter kl. 0800 og hadde samtaler med de to besetningsmedlemmene. Det viste seg at helikopteret hadde kantret i løpet av natten pga. forverring i været og 19. januar ca. kl. 1700 sank det på ca. 285 meters dyp. På dette tidspunktet var det sterk vind i området. Da været bedret seg etter noen dager ble leting etter helikopteret igangsatt. Den 26. januar kl. 1830 innkom melding til HSL om at helikopteret var funnet av et letefartøy. Helikopteret og et hovedrotorblad ble berget 27. januar og var på plass i hangaren til HS 28. januar. HSL startet sine undersøkelser hos HS i Stavanger med 3 inspektører 29. januar 1996 kl. 0900. Med bakgrunn i internasjonale avtaler ble den franske

havarikommisjonen, Bureau Enquetes-Accidents (BEA) varslet. BEA oppnevnte 1 akkreditert representant og sendte 2 medarbeidere sammen med en teknisk rådgiver fra fabrikken til Norge for å delta i den innledende fase av undersøkelsene. BEA har senere i perioder deltatt i den tekniske delen av undersøkelsene.

## SAMMENDRAG

Et Super Puma helikopter fra Helikopter Service AS på oppdrag fra BP Norge tok 18. januar 1996 kl. 0816 av fra Sola med 16 passasjerer og en besetning på 2 for planlagt flyging til oljeinstallasjoner i Nordsjøen. Flygingen ble foretatt i skyer. Forøvrig var det gunstige værforhold med relativ lite vind og nedbør. Etter ca. 26 minutters flyging oppsto det plutselig kraftige vibrasjoner i helikopteret. Vibrasjonene var av en slik størrelse at besetningen valgte å foreta en nødlanding på havet. Først under nedstigningen kunne besetningen relatere vibrasjonene til hovedrotoren, de minsket under lav rotorbelastning og øket med økende belastning. Helikopteret brøt ut av skyer ca. 600 ft over havflaten og det ble satt ned på vannet ca. kl. 0845. Vinden var ca. 25-30 kt og bølgehøyden 3-4 m.

Etter landingen fløt helikopteret primært på de under nedstigningen oppblåste flyteelementene, som er montert på sidene av skroget. Begge redningsflåtene (en i hver "sponson") ble utløst elektrisk fra cockpit og alle passasjerene og flystyrmannen kom seg ombord i venstre flåte mens fartøysjefen forsøkte å få ned høyre flåte som hadde blåst opp på taket av helikopteret. Det oppsto dramatik da venstre flåte drev bakover og kom under halebommen. Halebommen beveget seg kraftig opp og ned i sjøen og slo mot flåten. Dette medførte at flåtens ene flytekammer punkterte. Flere falt overbord, og noen valgte å svømme tilbake til helikopteret. Alle kom seg etterhvert tilbake og inn i helikopteret.

Fartøysjefen fikk hjelp til å få ned høyre flåte, og han og 3 av passasjerene klarte å komme seg ombord i denne. På grunn av at alle liner var kuttet for å få flåten ned fra taket, drev den bort fra helikopteret. Resten av passasjerene og styrmannen ble værende igjen i helikopteret, hvor vannet sto omkring 30 cm over gulvet. Flere ble sjøsyke pga. bevegelse og sterk lukt av drivstoff som ble presset ut av tankene. Etter ca. en time kom to helikoptre fra redningstjenesten tilstede og heiste opp alle personene fra helikopteret og fra høyre flåte. Til tross for at det ble igangsatt tiltak fra selskapet for en umiddelbar berging av helikopteret ble dette mislykket da været forverret seg betraktelig i de påfølgende timene. Helikopteret snudde seg rundt i løpet av kvelden og sank neste dag til en dybde av ca. 285 m. Under forberedelsene til bergingen fra overflatestillingen ble det tatt bilder av helikopteret som tydelig viste en feil på ytterste delen av forkantskinnen på et hovedrotorblad. Helikopteret og det relevante rotorbladet ble berget fra havbunnen ca. en uke etter at de sank.

HSL har bl.a. med assistanse av Det Norske Veritas (DNV) foretatt omfattende undersøkelser av det berørte hovedrotorbladet. Gjennom disse undersøkelsene er det fastslått at en ca. 7,5 cm flik av den ytterste, øvre del av rotorbladets forkantskinne av titan hadde reist seg i luftstrømmen og forårsaket vibrasjonene. Grunnen til dette

var at titanskinnen var sterkt erodert i forkanten, samtidig som forkanten var løs i forhold til underlaget. Sammen forårsaket dette en langsgående sprekk i forkanten av skinnen. I tillegg var det utført en modifikasjon i området som svekket konstruksjonen. Aerodynamiske krefter kunne derfor virke på titanprofilet og løfte en flik av skinnen ca. 22° fra horisontalplanet. HSL har gjennomgått produksjonsprosessen og vedlikeholdsordningen for bladtypen. På bakgrunn av disse undersøkelsene mener HSL at det finnes forbedringspotensialer særlig på konstruksjons- og vedlikeholdssiden. Når det gjelder produksjonssiden ønsker HSL særlig å fremheve viktigheten av å opprettholde en løpende kvalitetsprosess med høyeste nivå av kontroll.

HSL har også foretatt omfattende vurderinger av de personrelaterte sikkerhetsforholdene som gjelder ved transport av personer med helikopter til oljeinstallasjoner i havet på den norske kontinentalsokkel. HSL mener at det også på dette felt finnes rom for forbedringer i form av utstyr og prosedyrer.

## 1 FAKTISKE OPPLYSNINGER

### 1.1 Hendelsesforløpet

- 1.1.1 Helikopter Service AS (HS) utfører etter kontrakt lufttransporttjenester for BP Norge (BPN) fra Stavanger lufthavn Sola til oljeinstallasjoner i Nordsjøen. For denne tjeneste benyttes helikopter av typen Eurocopter Super Puma 332 av forskjellige modellvarianter.
- 1.1.2 Den 18. januar 1996 skulle det på en IFR reiseplan for BPN utføres flyging med 16 passasjerer til Gyda- og Ulaplattformene. Alle passasjerene var ikledd isolerte, orange overlevingsdrakter av noe forskjellig type, men alle var typegodkjent av Sjøfartsdirektoratet. Bruk av draktene under reisen er pålagt av operatøren og er de samme draktene som er påbudt å ha ombord på oljeinstallasjonene. De 2 besetningsmedlemmene var ikledd flyselskapets mørkeblå uisolerte overlevingsdrakter. Helikopteret, med kallesignal HKS 551, tok av fra Sola kl. 0816 med beregnet ankomsttid til Gydaplattformen kl. 0945. Flystyrmannen var Flying Pilot (FP). Etter avgang fulgte besetningen vanlig utflygingsprosedyre, etablerte seg på cruise i 2 000 ft, passerte rapporteringspunktet DEPEK og etablerte seg på ALFA-trekket (216°) (se bilag 1). Cruisefasen foregikk i skyer. Det var ingen ising under flygingen.
- 1.1.3 Kl. 08:42:33, da helikopteret befant seg ca. 25 NM fra land oppsto det plutselig kraftige vibrasjoner i luftfartøyet. Det var umiddelbart vanskelig for besetningen å identifisere vibrasjonen. De kunne heller ikke registrere noen feil ved avlesing av instrumentene. Vibrasjonsnivået var imidlertid så stort at besetningen ikke fant det forsvarlig å fortsette flygingen og de bestemte seg raskt for å foreta en kontrollert nødlanding i sjøen. Fartøysjefen sendte nødmelding (MAYDAY) kl. 08:42:46, som ble besvart av Stavanger kontrollsentral (ATCC). Passasjerene ble deretter varslet om å klargjøre seg for landingen i vannet. I denne klargjøring inngikk ikke

informasjon om bruk av flytevestene ombord. En kontrollert nedstigning med motorkraft ble deretter iverksatt. Vibrasjonene minsket noe da belastningen på hovedrotoren avtok under nedstigningen.

- 1.1.4 I en høyde av ca. 600 ft brøt helikopteret gjennom skydekket. Ved ca. 400 ft ble helikopterets "Emergency flotation gear" (4 skrogmonterte flyteelementer som blåses opp) aktivisert. Etter en kort vurdering av situasjonen, og mens helikopteret ble holdt i hover, bestemte besetningen at de ville gjennomføre landingen og helikopteret ble kontrollert satt ned i vannet ca. kl. 0845. På dette tidspunkt var vinden fra 150° og ca. 25-30 kt og bølgehøyden var fra 3 til 4 meter. Vibrasjonene i helikopteret tiltok da belastningen på hovedrotoren økte ved hover og settingen.
- 1.1.5 Straks etter settingen i sjøen overtok fartøysjefen kontrollene og stoppet motorene. De to redningsflåtene, som lå pakket i henholdsvis høyre og venstre "sponson" ble utløst elektrisk fra cockpit. Drivankeret ble også utløst. Den utvendig monterte nødpeilesenderen (ELT, også kalt CPI) ble samtidig frigjort (og dermed aktivisert) fra helikopteret. Samtidig forlot flystyrmannen sin plass for å ta seg av passasjerene. På veien fra cockpit tok han på seg sin redningsvest og fra skilleveggen mellom cockpit og kabinen et medisinskrin og en portabel nødpeilesender (se figur 8). Han instruerte passasjerene om hvordan de skulle forholde seg. Det var ikke antydning til uro. Venstre kabindør (lesiden) ble åpnet av flystyrmannen. Utenfor kunne han se den venstre flåten som lå oppblåst. Han kunne også skimte den høyre flåten som hadde blåst opp på taket av helikopteret. Han fikk tak i den venstre flåten og dro den mot døråpningen. Alle passasjerene og flystyrmannen kom seg deretter raskt ombord i flåten. Denne drev straks langs helikopteret og inn under halebommen. Det ene kammeret på flåten punkterte etter en kort stund pga. at halebommens struktur slo kraftig mot flåten. Det oppsto en stund dramatisk da det gikk hull på flåten, og ved at noen av passasjerene falt i vannet i forsøk på å unngå å bli truffet av halebommen som slo kraftig opp og ned i sjøen. Til slutt klarte alle de 17 ombord i flåten å komme seg tilbake til og inn i helikopteret igjen, noen ved å svømme tilbake til venstre hoveddør.
- 1.1.6 I mellomtiden forsøkte fartøysjefen å få ned den høyre flåten som hadde blåst opp på taket av helikopteret. Han fikk etterhvert hjelp av en av passasjerene som kom tilbake til helikopteret fra den venstre flåten, og ved å kutte liner/tauverk som hadde surret seg sammen, fikk man til slutt flåten på vannet. 3 personer klarte å komme ombord i denne i tillegg til fartøysjefen, men flåten drev deretter vekk fordi det ikke var mulig å holde den inntil helikopteret med håndmakt.
- 1.1.7 Det var dermed 13 passasjerer foruten flystyrmannen igjen i helikopteret. Alle disse ble berget ca. en time etter nødlandingen, da det første helikopteret fra redningstjenesten kom til stede. De 4 personene i den høyre flåten, som nå lå ca. 200 m fra helikopteret ble berget av det andre redningshelikopteret som kom tilstede noen minutter etter det første.

- 1.1.8 Et helikopter fra selskapet Norsk Helikopter AS kom til kort tid etter nødlandingen og sirklet nær havaristen.

## 1.2 Personskade

SKADER	BESETNING	PASSASJERER	ANDRE
LETT/INGEN	2	16	
OMKOMMET			
SKADET			

## 1.3 Skade på luftfartøyet

- 1.3.1 Helikopteret ble ikke direkte skadet ved nødlandingen. På grunn av at vannet etter landingen ble stående over kabindørken kan man ikke se bort fra store saltvannskader om helikopteret hadde blitt berget fra overflateposisjonen.
- 1.3.2 Helikopteret sank dagen etter nødlandingen på ca. 285 meters dyp, men ble i alt vesentlig berget noen dager senere. Helikopteret fikk så store skader i forbindelse med at det sank til havets bunn at det må betraktes å være totalskadet. Forsikringsbeløpet var NOK 75 mill.

## 1.4 Andre skader

Ingen

## 1.5 Personellopplysninger

### 1.5.1 Fartøysjefen

- 1.5.1.1 Fartøysjefen, mann 34 år, innehar trafikkflygersertifikat for helikopter/ATPL-H. Sertifikatet var utstedt 17. august 1992 med gyldighet til 30. september 1996. Siste legeundersøkelse for trafikkflygersertifikatet ble foretatt 11. januar 1996. Fartøysjefens sertifikat er gyldig for følgende typer helikopter: AS 332, Bell 204, Bell 205 og Huges 300.
- 1.5.1.2 Fartøysjefen er utdannet i Luftforsvaret. Etter utdannelsen har han bl.a. tjenestegjort på 330-skvadronen på typen Sea King i 8 år.
- 1.5.1.3 Fartøysjefen fikk ansettelse i Braathens Helikopter AS i 1990. Dette selskap har senere inngått i Helikopter Service AS.



1.5.1.4 Fartøysjefens totale flygetid pr. 18. januar 1996 var 5 344 timer. Flygetid på aktuell helikoptertype var samme dato 2 873 timer. Han gjennomførte sin siste periodiske flygetrening 16. november 1995. Dagen før nødlandingen hadde han gjennomført obligatorisk nødtrening ved NUTEC i Bergen.

1.5.1.5 Fartøysjefen har opplyst at han ved starten på tjenesten den 18. januar 1996 var uthvilt etter en normal natts søvn.

FLYGETID	TOTAL	DENNE TYPE
SISTE 24 TIMER	0:30	0:30
SISTE 3 DAGER	5:00	5:00
SISTE 30 DAGER	25:00	25:00
SISTE 90 DAGER	117:00	102:00

## 1.5.2 Flystyrmannen

1.5.2.1 Flystyrmannen, mann 32 år, innehar trafikkflygersertifikat for helikopter/CPL-H og instrumentbevis. Han innehar videre privatflygersertifikat/PPL-A for en-motors landfly. Sertifikatene var utstedt 23. juli 1987 med gyldighet til 30. september 1996. Siste legeundersøkelse for trafikkflygersertifikat ble foretatt 13. november 1995. Flystyrmannens sertifikat er gyldig for følgende typer helikopter: Huges 300, Bell 204/205/212/412 og AS 332L/L1.

1.5.2.2 Flystyrmannen er utdannet i Luftforsvaret. Etter utdannelsen har han bl.a. tjenestegjort ved 337- og 339-skvadronen.

1.5.2.3 Flystyrmannen fikk ansettelse i Braathens Helikopter AS i 1992. Dette selskap har senere inngått i Helikopter Service AS.

1.5.2.4 Flystyrmannens totale flygetid pr. 18. januar 1996 var 4 934 timer. Flygetid på aktuell type var pr. samme dato 1 823 timer. Han gjennomførte sin siste periodiske flygetrening 17. oktober 1995.

1.5.2.5 Flystyrmannen har opplyst at han ved starten på tjenesten den 18. januar 1996 var uthvilt etter en normal natts søvn.

FLYGETID	TOTAL	DENNE TYPE
SISTE 24 TIMER	0:30	0:30
SISTE 3 DAGER	0:30	0:30
SISTE 30 DAGER	20:00	20:00
SISTE 90 DAGER	83:35	83:35

## 1.6 Luftfartøyet

### 1.6.1 Helikopterets data:

Fabrikant:	Eurocopter France
Type/modell:	Super Puma AS 332L1
Byggeår:	1990
Serienummer:	2308
Total gangtid:	8 190:27 timer

1.6.1.1 Avgangen fra Sola ble utført med maksimal avgangsvekt, 8 600 kg. Tyngdepunktet lå innenfor begrensningene.

1.6.1.2 Ved avgang var det 1 404 kg drivstoff av typen JET A-1 ombord.

### 1.6.2 Beskrivelse av hovedrotorbladets oppbygging (blad med avisingsselement)

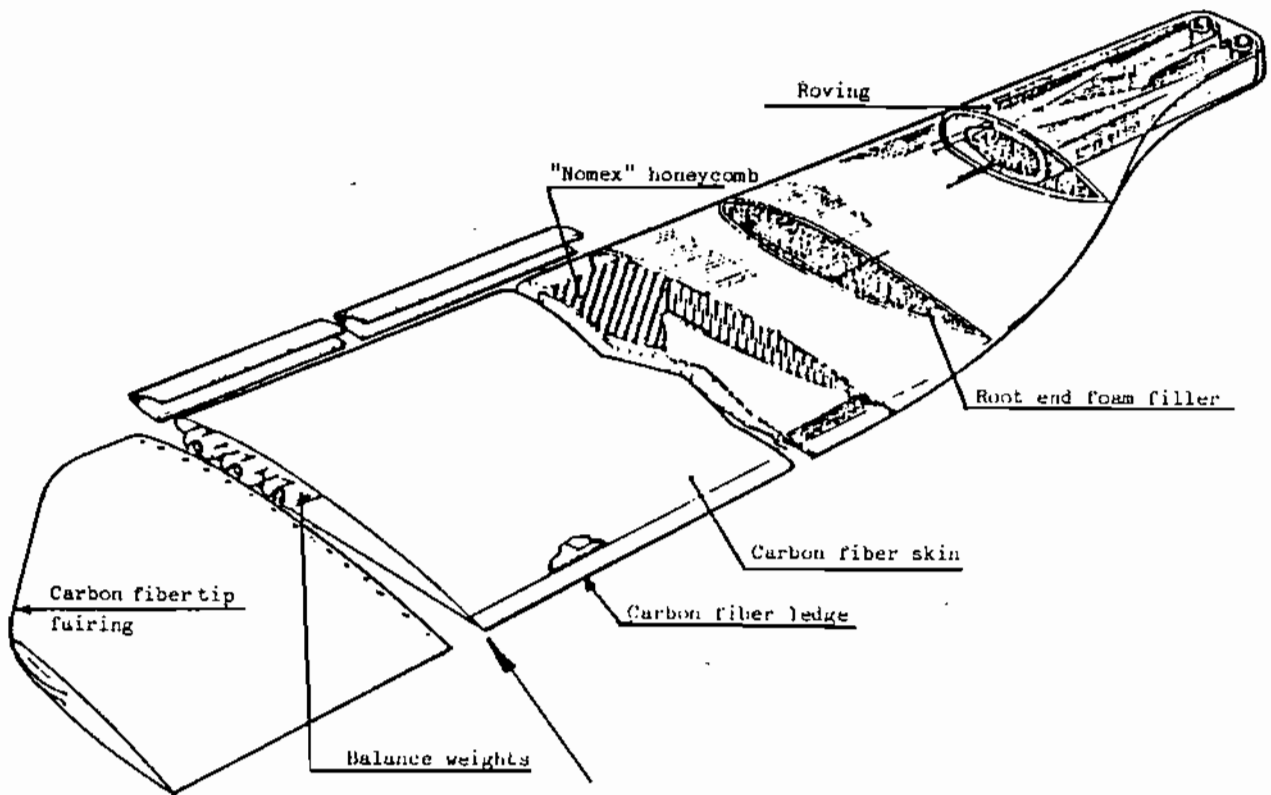
1.6.2.1 Hovedrotorbladet er ca. 6,65 m langt målt uten at bladtippen er regnet med. Oppbyggingen er vist forenklet på figur 1. Bladets kjerne består av "honeycomb" (bikubekonstruksjon), og denne er omsluttet av en hud av karbonfiber. Det meste av bladets forkant er dekket av en forkantskinne, også benevnt "erosion shield" (slitasjebeskyttelse), laget av 0,8 mm Titanium T-40 (fransk betegnelse tilsvarende ASTM Ti Grade 2 - Unalloyed Titanium). Under denne skinnen ligger et avisingsselement (et elektrisk varmeelement støpt inn i Polychloroprenegummi (Neoprene)). Et tverrsnitt av bladet er vist på figur 2. Den lagvise oppbyggingen av forkanten er vist på skisse figur 3 og bilde figur 4. Ytterenden på bladet omsluttet av en "tipcap" med forkant av stål. For denne undersøkelsen har linjen mellom bladet og bladets "tipcap" blitt definert som en "nullinje" (zero line) for målinger foretatt i bladets lengderetning. Denne nullinjen er avmerket med en pil på figur 1.

1.6.2.2 Hovedrotorbladene for Super Puma AS 332 har som utgangspunkt identisk oppbygging for blader både med avisingsselementer (De-ice) og uten avisingsselementer (Standard). Forskjellen ligger i at bladene uten avisning har erstattet de elektriske elementene med flere lag glassfiberduk. Til slitasjebeskyttelse på disse brukes en forkantskinne av rustfritt stål som er delt opp i fire segmenter.

1.6.2.3 På forespørsel opplyser fabrikken at de valgte ulegert titan til forkantskinnen på blader med avisning fordi det var det best egnede materialet som var kommersielt tilgjengelig ved utviklingen av bladtypen, og som praktisk kunne formes i ett stykke



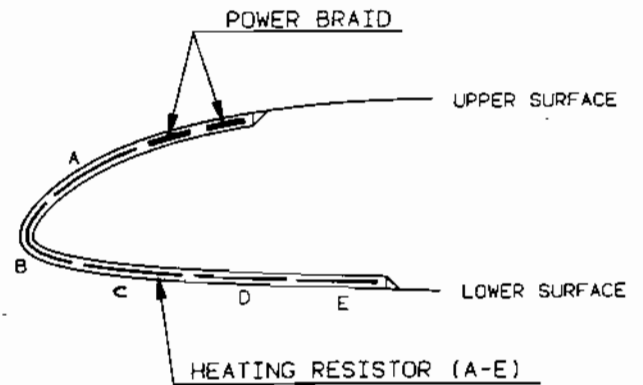
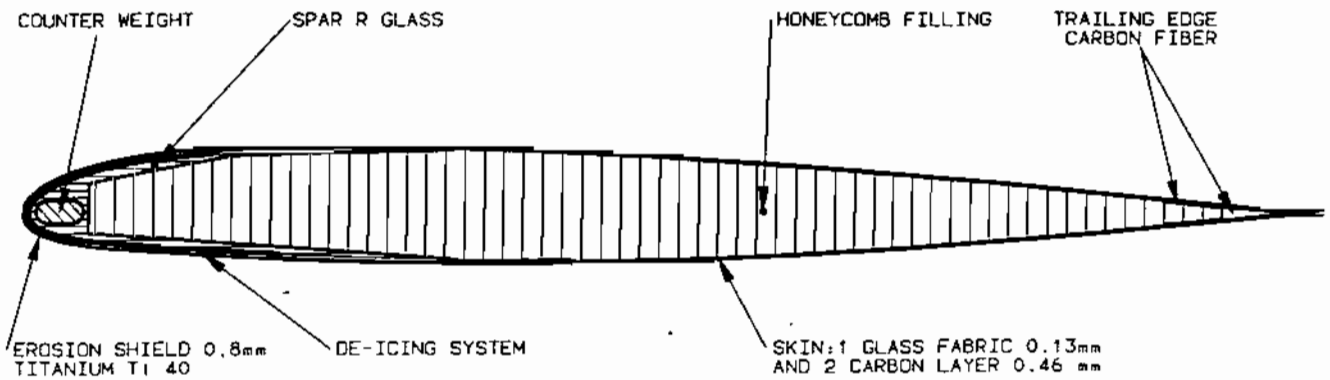
Leading edge	{	Not de-iced	{ 2 sections of stainless steel inboard : 0.4 thick 2 sections of stainless steel outboard: 0.6 thick Layer of cloth under plating
		De-iced	{ One-piece titanium strip 0.8 thick Electric heating mat under plating



Sketch illustrating the construction principle for the Super Puma MRB. The failed MRB in question is a leading edge de-iced version.



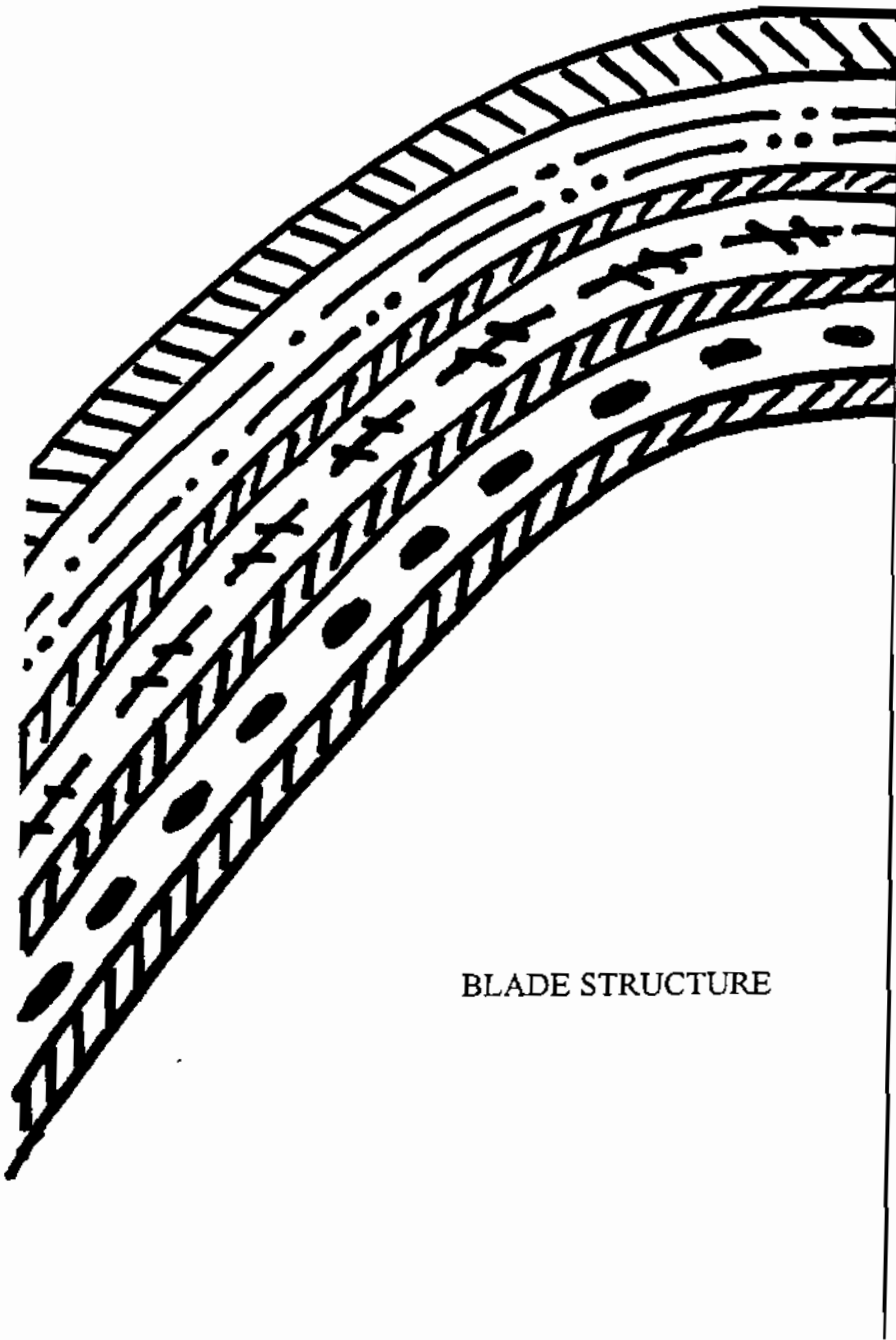
### DE-ICED MAIN BLADE 332 MK1 CROSS SECTION



 eurocopter  
F/DT.MNP-F/SPT 24/01/96

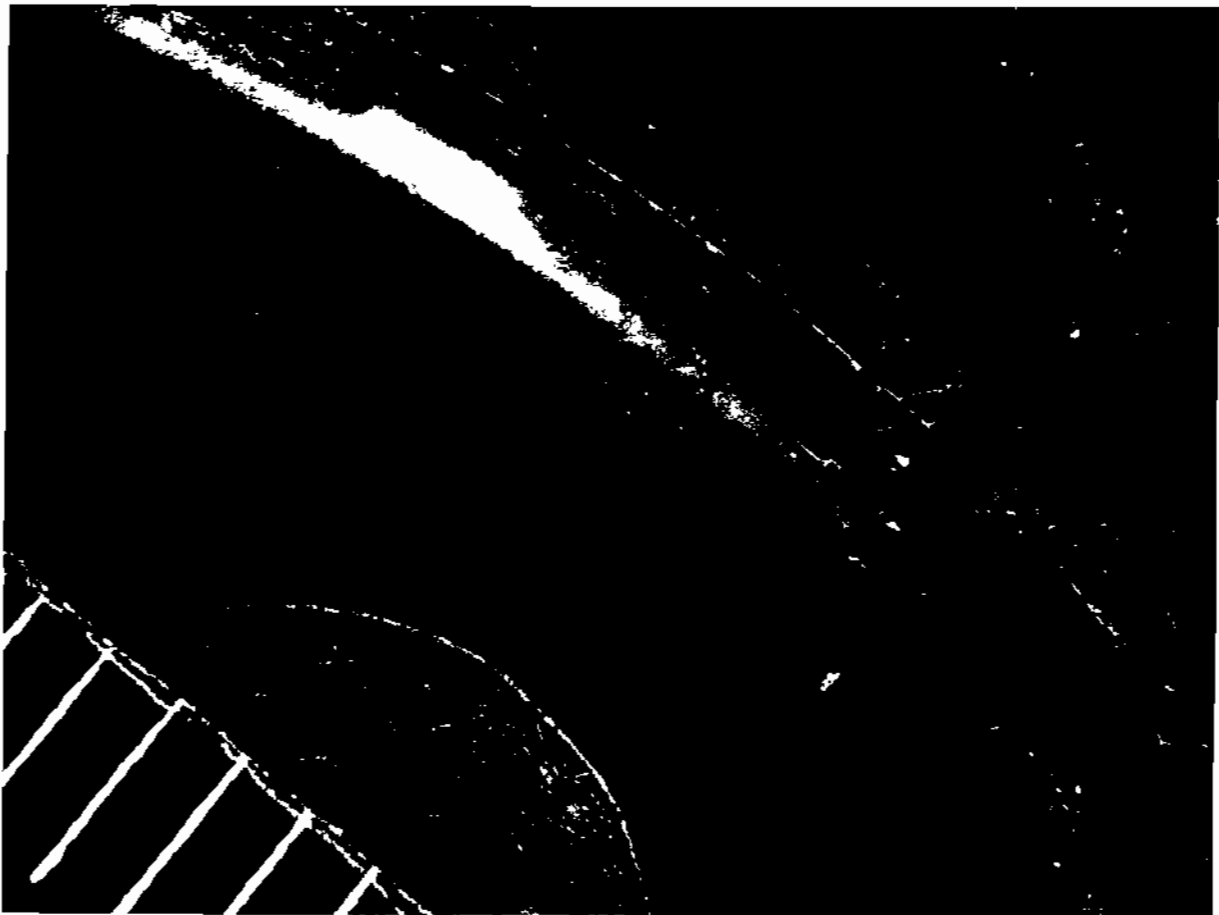
A sketched cross-section view of the MRB for a Super Puma helicopter (de-iced blade version).

SCHEMATIC ILLUSTRATION OF LAYERS IN LEADING EDGE



- TITANIUM T-40
- PRIMER I
- PRIMER II
- NEOPRENE
- FIBERGLASS CLOTH
- NEOPRENE
- RESISTORS
- NEOPRENE

BLADE STRUCTURE

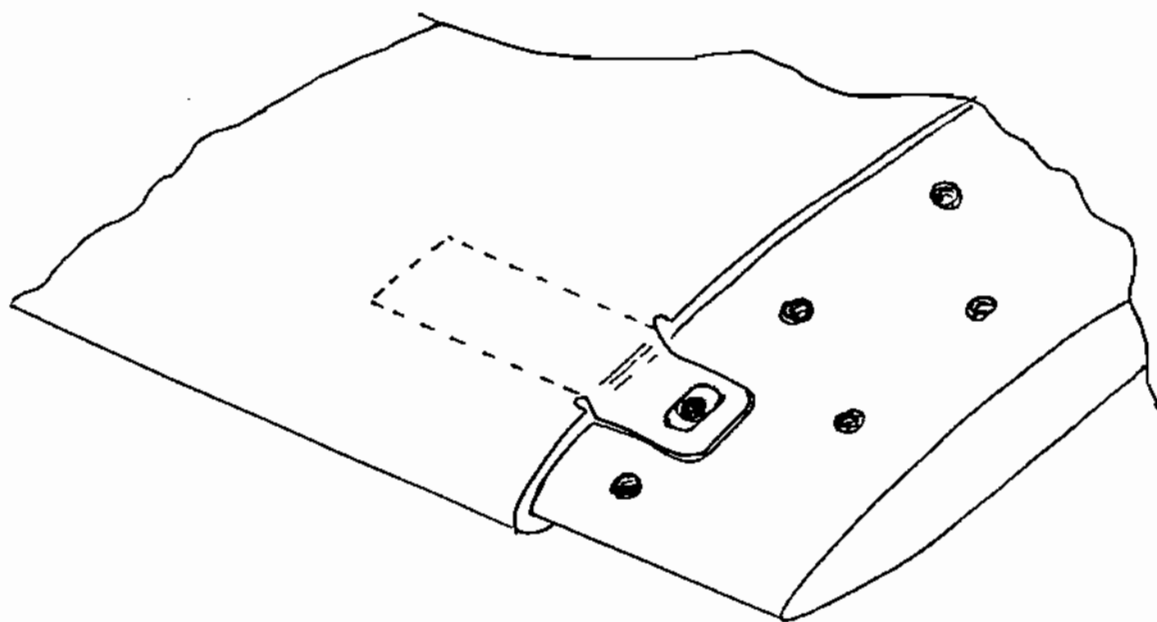
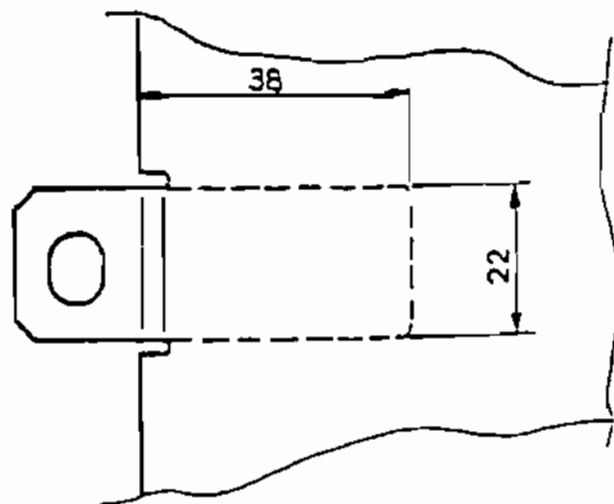


Metallographic close-up photo illustrating the composition/structure of the leading edge section of the main rotor blade.

langs hele bladets lengde. På denne måten blir avisingselementet mindre utsatt for skader som ellers kunne ha oppstått som følge av bevegelse i skjøtene mellom segmentene. Dette gir også optimal varmeledningsevne under isingsforhold.

- 1.6.2.4 Den aktuelle typen rotorblader er fra fabrikken gitt en gangtid på 20 000 timer. Ifølge opplysninger gitt fra Eurocopter er forkantskinnen kun montert for å beskytte de underliggende komponenter og selve rotorbladet. Skinnen har ingen strukturell betydning og følgelig kan den eroderes helt til det oppstår hull. Skinnen har ingen fastsatt gangtid da miljøet som bladene opereres i, blir avgjørende for levetiden på skinnen. Representanter fra Eurocopter har også opplyst at bare en liten del av forkantskinnen trengte å være vulkanisert fast til avisingselementet for å holde skinnen på plass under bruk. De langt strengere kravene til maksimale arealer med delaminering satt i vedlikeholdskravene (se bilag 2), var satt for å sørge for god varmeoverføring fra avisingselementet til forkantskinnens overflate.
- 1.6.2.5 På bakgrunn av erfaringer hvor feil hadde oppstått ved strømtilførselen til avisings-elementene, ble "Eurocopter Service Bulletin AS 332 No 01.42", datert 17. januar 1995 utgitt. Denne påla en modifikasjon på alle hovedrotorblader med P/N 332A11-0030-03. Dette arbeidet skulle utføres i henhold til Eurocopter Technical Instruction No. 230 "Redundancing of Deicer Braid Return". Arbeidet gikk ut på å skjære ut en bit av forkantskinnen ute ved "tip-cap" og gjøre en modifikasjon av den underliggende strømtilførselen til avisingselementet. Modifikasjonen førte til at et festeøre på forkantskinnen som gikk under bladets "tip-cap, og som ble holdt av en festeskruer, ble fjernet. Etter at den underliggende modifikasjonen var utført ble åpningen fylt igjen med komposittmaterialer (se figur 5). Denne modifikasjonen førte til at rotorbladet skiftet P/N til 332A11-0030-09. Eurocopter har overfor HSL opplyst at denne modifikasjonen ikke førte til nye styrkeberegninger av forkantskinnen. Grunnen til dette er at konstruktørene hadde fastslått at den gjenværende mekaniske bindingen mellom titanskinnen og avisingselementet var homogen og tilstrekkelig og at det derfor ikke var nødvendig med nye beregninger.
- 1.6.3 Historien til blad P/N 332A11-0030-09, S/N 617
- 1.6.3.1 I hovedrotorbladets loggkort står dette oppført som nytt 22. juni 1983. Det hadde da P/N 332A11-0030-02. Rotorbladet ble første gang installert på et helikopter 13. mai 1985. På ett tidspunkt skiftet rotorbladet P/N til 332A11-0030-03. Bladet har så vært gjenstand for bruk og vedlikehold i en lengere periode fram til 1991.
- 1.6.3.2 Ved en total gangtid på 2629:05 timer ble rotorbladet avmontert og sendt til Eurocopter for reparasjon. Forkantskinnen inklusiv "de-icer" element ble skiftet ved dette arbeidet som ble avsluttet 13. mars 1991. (Dette var 1 590 flytimer før nødlandingen).

FIGUR 5





- 1.6.3.3 Rotorbladet ble 26. april 1991 montert på helikopter S/N 332L-2048. I den påfølgende perioden gjennomgikk bl.a. bladet en 18 måneders inspeksjon før det ble avmontert 16. januar 1993 og lagt på lager hos HS (ref. 1.18.6.6).
- 1.6.3.4 Det aktuelle rotorbladet ble tatt ut fra lager hos HS og modifisert på bakgrunn av "Eurocopter Technical Instruction No. 230" (ref. 1.6.2.5). Modifikasjonen ble utført av personell fra Eurocopter hos HS på Sola. Et "Certificate of release to service" for utført modifikasjon på bladet ble undertegnet av en representant fra Eurocopter 16. februar 1995. Bladet hadde da en total gangtid på 3 916:24 timer.
- 1.6.3.5 Rotorbladet ble igjen tatt ut fra lager og denne gang montert på "Black position" på helikopter S/N 332L-2308 (LN-OBP) 23. oktober 1995. LN-OBP var ikke utstyrt med avisingsutstyr og hovedrotorbladenes avisingsutstyr ble følgelig heller ikke tilkøpset helikopteret. (Dette var 303 flytimer før nødlandingen).
- 1.6.3.6 Som en følge av at bladet ble montert, ble det 9. november 1995 utført en inspeksjon på rotorbladet i henhold til Master Servicing Recommendations (forkortet PRE av Eurocopter) kap. 05.41.00 (ref. 1.18.6.6) ved en bladtid på 3 959:15 timer. (Dette var 260 flytimer før nødlandingen).
- 1.6.3.7 Vedlikeholdsunderlaget foreskriver at den samme inspeksjonen også skal gjøres 200 timer etter en reparasjon. Følgelig ble dette utført 22. desember 1995 ved en bladtid på 4 113:17 timer. (Dette var 106 flytimer før nødlandingen).
- 1.6.3.8 Planleggingen av vedlikeholdet hos HS førte til at en 75 timers (SMC IS) inspeksjon og en "Detailed check of main rotor blades, without blade tip removal" (ref.1.18.6.6) ble planlagt og utført samtidig. Disse inspeksjonene ble sammen med flere andre avsluttet 6. januar 1996 ved en bladtid på 4 181 timer. Denne inspeksjonen ble utført uten anmerkninger for aktuelt hovedrotorblad. (Dette var 38 flytimer før nødlandingen).
- 1.6.3.9 16. januar 1996 gjennomgikk helikopteret en 50 timers (SMC IS1) inspeksjon. Som nevnt i 1.18.7.4 inneholder denne inspeksjonen ingen punkter som vedrører hovedrotorbladene.
- 1.6.3.10 Siste Daily Maintenance Ceck (DMC) (ref. 1.18.7.3) før havariet ble avsluttet 17. januar 1996 kl. 2400. Inspeksjonen ble utført av 2 personer. Den ansvarlige for utførelsen av inspeksjonen hadde teknikersertifikat på typen og han sjekket selv rotorbladene. Bladene ble inspisert fra en posisjon inne ved rotorhodet samt fra bakkenivå. Inspeksjonen ble gjennomført inne i hangar, uten tidspress, og uten anmerkninger for hovedrotorbladenes del.
- 1.6.3.11 Siste inspeksjon før havariet var en Pre Flight Check (PFC)(ref. 1.18.7.2) som ble avsluttet kl. 0500 om morgenen samme dag som nødlandingen skjedde. Også denne

inspeksjonen foregikk inne i hangar og uten tidspress. Ifølge teknikeren som utførte inspeksjonen på LN-OBP var de to stykker til å inspisere tre helikoptre, noe som gav tid til en ekstra grundig kontroll. Inspeksjonen av hovedrotorbladene ble utført fra bakken uten at noe ble oppdaget som kunne gi grunn for anmerkninger. (Dette var ca. 29 min. flytid før nødlandingen).

- 1.6.3.12 Hovedrotorbladet hadde ved nødlandingen en total gangtid på 4 219 timer. 1 590 av disse timene var fløyet etter at forkantskinnen var skiftet.

## 1.7 Været

- 1.7.1 HSL har mottatt følgende generelle informasjon om vær-situasjonen i Nordsjøen fra Værtjenestekontoret ved Bergen lufthavn Flesland:

Vær-situasjon:

Sørlig luftstrøm med en frontalsone vest for De Britiske Øyer og en varmfront over Sør-Norge.

Vind og vær:

Sørlig bris 10 - 15 kt, overskyet, disig og stort sett oppholdsvær.

Sikt og skybase:

Sikten kan anslås til 5 - 9 km og skybasen til ca. 1 000 ft.

Temperatur:

Sjøtemperaturen var 5° - 6°C og lufttemperaturen 4° - 5°C. Frysenivået lå i 5 000 - 7 000 ft.

- 1.7.2 Følgende TAF for perioden 0600 til 1500 UTC var utsendt:

ENZV 18015KT 9999 -RA SCT010 BKN020 PROB30 TEMPO 0609 5000 DZ  
BKN0060=

ENEK 20020KT 0100 FG VV001 PROB30 TEMPO 0615 1500 BR -DZ BKN004=

## 1.7.3 METAR for kl. 0750 UTC:

ENZV 19009KT 9999 FEW12 BKN18 04/03 Q 1024 NOSIG

ENEK 19013KT 9999 OVC006 05/04 Q1022

## 1.7.4 ROUTE FORECAST SOLA - EKOFISK

GENERAL SITUATION:	SEE SURFACE ANALYSIS
SIGN. WEATHER:	SCT DZ/BR, FG AT SEA
WIND SURFACE:	S-SE/10-15KT, S-LY/15-20KT AT SEA
WIND 2 000 FT:	170-200/15-25KT
WIND 5 000 FT:	200-220/20-30KT
WIND 7 000 FT:	220/25-30KT
VISIBILITY KM:	LAN: +10KM, TEMPO 5-9KM SEA: VER VIS 0100-0300FT, TEMPO BKN/OVC 0300-0500FT
CLOUD TOPS:	3 000-5 000FT
+6 DEG LEVEL:	---
FREEZING LEVEL:	FL050-FL070
-10 DEG LEVEL:	FL110-130
SURFACE TEMPERATURE:	P04-P05
ICING:	FBL/NIL
TURBULENCE:	- FBL=

## 1.7.5 Ifølge besetningen var værforholdene på nødlandingsstedet:

Vind 150° 25 kt, skyhøyde ca. 600 - 700 ft, sikten ca. 6 km i yr, ingen ising. Bølgehøyden var 3 - 4 m.

## 1.7.6 Det var dagslys da nødlandingen skjedde.

## 1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant.

## 1.9 Samband

1.9.1 Det er ikke rapportert noe unormalt ved radiokommunikasjonen mellom luftfartøyet og Lufttrafikkjenesten. Kommunikasjon mellom besetningen og de forskjellige kontroll- og informasjonsenheter har i ettertid vært gjort tilgjengelig for HSL.

1.9.2 Begge flygerne hadde i sine redningsvester en toveis kombinert nødradio/nødpeile-sender (121,5 MHz). Disse ble ikke forsøkt benyttet for kommunikasjon fordi flygerne ikke ville forstyrre nødpeilesignalet på samme frekvens.

Hovedredningsentralen (HRS) anfører i et notat etter redningsaksjonen at det ikke var sambandsmuligheter med "havaristen". Det var dermed ingen radiokommunikasjonsmulighet mellom deltakende redningsenheter og havaristen. Det er ikke krav til nødkommunikasjonsradio (121,5 MHz og/eller 123,1 MHz, eller maritim kanal 16) i redningsflåter eller om bord i luftfartøyer. Radiofrekvensene 121,5 MHz og 234 MHz ble blokkert av sendingene fra LN-OBP's nødpeilesender (ELT).

1.9.3 Den utvendige monterte og av besetningen aktiviserte ELT, drev etter hvert langt vekk fra havaristedet og sendte signaler i 2,5 døgn før den ble lokalisert og avstengt utenfor Karmøy (59°24,3' N og 003°45,4' Ø).

## 1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Ikke aktuelt tema.

## 1.11 Flygeregistratorer

### 1.11.1 IHUMS

1.11.1.1 I dette helikopteret var det installert IHUMS (Integrated Health and Usage Monitoring System). Systemet er utviklet av et helikopterselskap i Storbritannia. Dette er et overvåkingssystem for både tekniske og flyoperative parametre. Systemet er fremdeles under utvikling for Super Puma. Når systemet er ferdig utviklet er det meningen at dette vil utføre funksjonene for taleregistrator (CVR = Cockpit Voice Recorder), flygeregistrator (FDR = Flight Data Recorder) og HUMS = Health and Usage Monitoring System. En av konsekvensene av denne utviklingen er at den tidligere Fairchild CVR er erstattet med en Penny & Giles Combined Voice and Flight Data Recorder (CVFDR). Denne enheten er plassert i halekonen på helikopteret.

Opptakene blir gjort på magnetbånd i CVFDR, og på et magnetkort av vanlig kredittkortstørrelse. Dette kortet er plassert i cockpit i en enhet på pidestallen, Maintenance Data Recorder. Inne i kortet er det bl.a. et batteri som kan bli utladet når kortet blir utsatt for fuktighet.

1.11.1.2 IHUMS-kortet skal normalt bringes ut av helikopteret av besetningen for avlesing i en datamaskin. Dette er et punkt på Normal Checklist. På tidspunktet for nødlandingen var det imidlertid ikke noe punkt på Emergency Checklist som tilsa at kortet skulle tas ut. Dermed ble kortet igjen i helikopteret da det sank. Kortet ble senere berget sammen med helikopteret, men var da ødelagt. Som en følge av dette er Emergency Checklist for helikoptertypen senere revidert av selskapet slik at kortet også ved ditching skal tas med av besetningen.

## 1.11.2 CVFDR

1.11.2.1 CVFDR enheten og IHUMS kortet ble brakt til Aircraft Accident Investigation Branch (AAIB) på Farnborough i England for avspilling og kopiering. Til tross for at CVFDR ble med helikopteret da det sank og ble liggende noen dager på bunnen av Nordsjøen var båndet stort sett uskadet. Informasjonen fra magnetbåndet ga et godt bilde av flygingen og hendelsesforløpet de siste minuttene før nødlandingen på sjøen. FDR gav 35 avlesbare parametre. CVR-delen var av god kvalitet og ble senere også avspilt sammen med besetningen, som forklarte enkelte detaljer for HSL. Registreringen fra area-mikrofonen ble forsøkt akustisk analysert med hensyn til tekniske verdier uten resultat.

1.11.2.2 Som tidligere nevnt var IHUMS-kortet ødelagt og det var derfor ikke mulig å lese ut noen verdier fra dette.

1.11.2.3 CVFDR var utstyrt med en akustisk sender (pinger) av typen Dukane DK 100. Denne senderen skal normalt sende på frekvens  $37,5 \pm 1$  kHz. Sendingen utløses av en vannaktivisert bryter. Undersøkelser som HSL har fått utført ved Dukane viste imidlertid at enheten sendte på frekvens 38,8 kHz da den kom under vann. Søket etter helikopteret ble innledningsvis basert på sending fra den akustiske senderen. Frekvensforskyvningen førte til at den innledende fase av letingen etter helikopteret på havbunnen ble mislykket da søkeutstyret hadde et søkeområde på frekvens 37,455 -37,545 kHz.

## 1.12 **Havaristedet og flyvraket**

### 1.12.1 Havaristedet

I Nordsjøen, ca. 25 NM fra kysten ut fra Egersund (58° 14' N, 005° 09' Ø).

### 1.12.2 Helikoptervraket

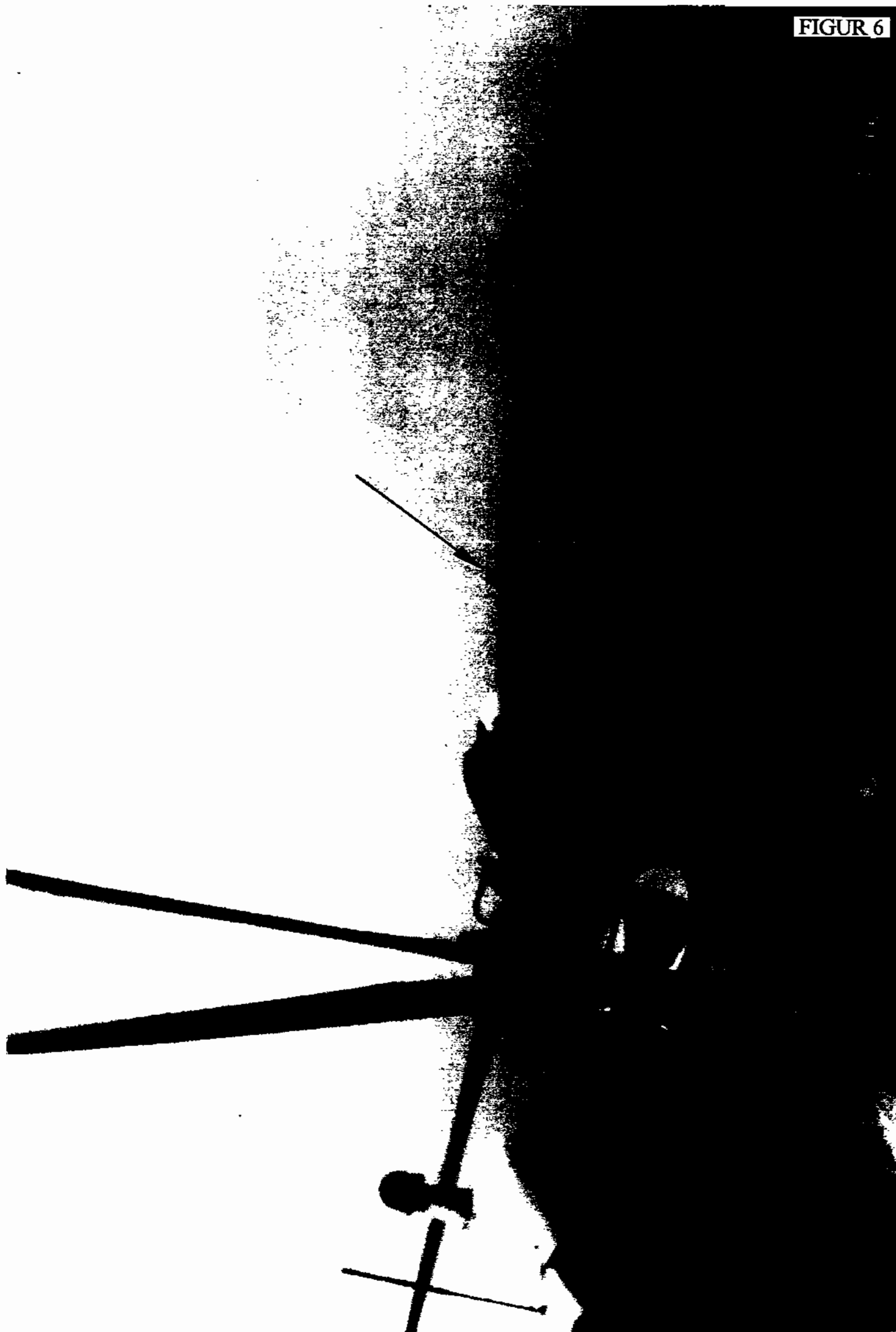
1.12.2.1 Etter evakueringen ble helikopteret liggende å flyte i sjøen. Kystvaktskipet "KV Farm" og en av Redningsselskapets skøyter gikk til havaristedet, og arbeid med å sikre og klargjøre helikopteret for berging ble igangsatt. Personell fra HS, som var

ankommet båten via helikopter, og Kystvakten benyttet lettått og plasserte to oppblåste flåter inne i kabinen og monterte heisestopper i hovedrotorsystemet. Under denne operasjonen ble helikopteret fotografert og det ble konstatert at "sort blad" (S/N 617) hadde en skade (se figur 6).

- 1.12.2.2 Været forverret seg ut over kvelden den 18. januar, og da bergingsfartøyet "Geomaster" kom til havaristedet ca. kl. 2400, fire timer forsinket, blåste det stiv kuling og bølgehøyden var 7 - 8 m. Helikopteret veltet før bergingen kunne påbegynnes, og ble liggende å flyte i sjøen med bunnen opp uten at det var mulig å fortsette arbeidet. Den 19. januar ca. kl. 1700 sank helikopteret. Søk etter LN-OBP med hydrofon ble påbegynt fra "Seaway Condor" 23. januar. Dette gav ingen resultater og det ble besluttet å søke med sonar. Senere undersøkelser av helikopterets akustiske radiofyr viste at det sendte på en frekvens som lå utenfor spesifikasjonene og at det lå utenfor frekvensområdet til søkeutstyret på "Seaway Condor". Helikopteret ble 27. januar lokalisert på ca. 285 m dyp 114 m øst for den siste kjente posisjonen. LN-OBP ble funnet liggende med nesen og øvre del av cockpittaket ned i sjøbunnen, og med tre av hovedrotorbladene knekt. Hovedrotorbladet med S/N 617 var ikke knekt og skaden ute i bladtippen ble videofilmet for dokumentasjon før arbeidet med demontering startet (se figur 7). Det aktuelle bladet ble demontert først, og brakt opp til bergingsfartøyet. Deretter ble de tre resterende bladene demontert. Helikopteret ble deretter snudd og løftet ombord i "Seaway Condor". Arbeidet nede på havbunnen ble utført ved hjelp av "Remote Operated Vehicle" (RVO), og disse fikk etter hvert store problemer med å manøvrere i sterke undervannstrømmer som oppstod. Dette førte til at bergingsoperasjonen ble avsluttet uten at de tre resterende bladene ble tatt opp.
- 1.12.2.3 Helikopteret forble relativt uskadet etter nødlandingen i sjøen. Besetningen har opplyst at ingen av hovedrotorbladene berørte sjøen før hovedrotoren stanset. Helikopteret ble imidlertid betydelig skadet etter at det gikk rundt og senere sank. Det store trykket på 285 m dyp klemte flat komponenter og strukturdeler hvor vannet ikke kunne trenge inn tilstrekkelig hurtig til å utjevne trykket. Således fikk hovedrotorbladene kompresjonsskader i honeycomb-strukturen. Anslaget mot havbunnen førte til inntrykking av nese- og cockpitseksjonen og bergingen av helikopteret førte til ytterligere skader. Oppholdet i saltvann, som varte i 9 dager, førte til store korrosjonsskader på flere av helikopterets vitale deler.
- 1.12.2.4 Helikopteret og rotorbladet ble undersøkt av HSL etter at det ble brakt inn i hangar hos HS på Sola. Det ble ved dette arbeidet ikke funnet feil eller mangler ved helikopteret som ikke kan forklares med skader som oppsto ved nødlandingen, synkingen og det påfølgende bergingsarbeidet.

Hovedrotorblad (S/N 617) ble flyttet til lokalene til Det Norske Veritas (DNV), Høvik, for nærmere undersøkelser av DNV i samarbeid med HSL.

FIGUR 6







### 1.13 **Medisinske forhold**

Det foreligger ingen medisinske forhold for noen av besetningsmedlemmene som har betydning ved denne nødlandingen.

### 1.14 **Brann**

Det oppsto ikke brann i forbindelse med nødlandingen.

### 1.15 **Overlevelsesaspekter**

#### 1.15.1 Generell informasjon

- 1.15.1.1 Besetningen på LN-OBP gjennomførte en kontrollert nødlanding i Nordsjøen vinterstid. Ved anledningen var vindstyrken og bølgehøyden av moderat størrelse og sjøtemperaturen var noen grader over null. Etter at settingen på sjøen var gjennomført med suksess, hadde passasjerer og besetning et godt utgangspunkt for å bli reddet ved en raskt gjennomført redningsoperasjon, og den ble hurtig og effektivt utført av redningshelikoptertjenesten fra Sola lufthavn.
- 1.15.1.2 Helikopteret var utstyrt med det nødutstyr for offshoreflyging som luftfartsmyndigheten krever. Helikopteret var forskriftsmessig utstyrt med nødflyteutstyr, og etter at dette ble blåst opp like før settingen, holdt helikopteret seg flytende i lang tid. Detaljer om nødutstyret er beskrevet i Bestemmelser for Sivil Luftfart (BSL) D 2-2, pkt. 5.2 og 5.5 samt relevante deler i BSL D 2-1 med unntak av punkter angitt i BSL D 2-2, pkt. 3.1. Det vil bl.a. si at det skal være flytevester til alle ombord (pluss reserver), redningsflåter i tilstrekkelig antall til å bære alle ombord og et nødradiofyrt (nødpeilesender). Det er ikke stilt spesifikke krav til redningsflåtene. Krav til besetningens plikter i nødsituasjoner og til deres nødtrening fremgår av BSL D 2-1, pkt. 9.3 og 9.4.
- 1.15.1.3 Passasjerene var utstyrt med isolerte overlevingsdrakter av forskjellig standard. Det er ikke stilt krav om dette fra luftfartsmyndighetenes side.
- Besetningen var kledd i uisolerte overlevingsdrakter. Utenpå disse var de iført blå flygerdrakt av bomull. Heller ikke for besetningen er det stilt krav om overlevingsdrakt fra luftfartsmyndighetens side.
- 1.15.1.4 De kommende felleseuropeiske bestemmelser JAR-OPS 3 sier at et selskap som ønsker å utføre flyginger over vann lenger enn 10 minutters flygetid fra land må utstyre besetningen med overlevingsdrakt når sjøtemperaturen er under 10°C. Det legges vekt på at det skal tas hensyn til draktens isolasjonsevne eller til hvilken type klær som bæres under drakten. Hensikten er at det må tas i betraktning den totale isolasjonsevnen drakten og klær som bæres under har for å kunne overleve i vann til

et redningsfartøy har nådd frem og berget personen. Drakten skal være utstyrt med isolert hette.

1.15.1.5 De berørte parter for oljeoperasjonene på norsk kontinentalsokkel, det være seg myndighetene som er engasjert i oljeutvinningen eller operatørene, er opptatt av sikkerheten for de som arbeider offshore. Personellet blir grundig sjekket og trent på land før de får reise ut til installasjonene. De blir forsynt med overlevingsdrakt, og de mottar fra arbeidsgiver informasjon om hvordan de bør være kledd under drakten. Dette engasjement for sikkerheten for personellet er primært rettet mot arbeidet på installasjonene i havet. Interessen for sikkerhetsdetaljer er ikke så sterkt utviklet hos oljeoperatørene når det gjelder transportfasen (underveisfasen). Dette blir av operatørene ansett å være luftfartsmyndighetens ansvar. Oljedirektoratet har videre fastslått at transportdelen (helikopterflygingen) faller utenom petroleumsloven.

1.15.1.6 Før hver enkelt flyging blir passasjerene vist en video som tar opp forskjellige emner av betydning for sikkerheten ved transporten. Etter at de er kommet ombord i helikopteret mottar passasjerene før avgang en sikkerhetsorientering av besetningen.

## 1.15.2 Evakuering

1.15.2.1 Etter at det var blitt bestemt at en nødlanding måtte utføres, fikk passasjerene kjennskap til dette av fartøysjefen gjennom luftfartøyets høytalersystem som også innbefatter høretelefonene (ørekløkkene). Den korte orientering han ga inneholdt følgende annonsering på norsk og engelsk:

"Vi har fått noen ukontrollerbare vibrasjoner så vi forbereder oss på å gå i sjøen. Alle får forberede seg på dette. Trekk opp glidelåsen og dra hetta over hodet. Det blir en kontrollert landing".

Dette var ikke en fullstendig "briefing" som ifølge besetningens sjekklister "Emergency passenger briefing" skulle gis til passasjerene. Denne listen innbefatter bl.a. passasjerenes bruk av sikkerhetsbelter, fjerning av briller og liknende. Sjekklisten avsluttes med en kort orientering om sittestilling for nødlanding. Bruk av flytevest blir ikke nevnt i listen, noe som derimot er indikert i den trykte sikkerhetsorienteringen som er plassert ved setene.

1.15.2.2 Etter annonseringen tok enkelte av passasjerene frem flytevesten, og noen begynte å ta den på. Dette førte til at de fleste forsøkte dette, men med vekslende hell. Det viste seg å være ganske vanskelig å iføre seg flytevesten over hetten og utenpå overlevingsdrakten. Et annet forhold som gjorde seg gjeldene var at ørekløkkene måtte fjernes. Etter at disse var tatt av og hetten på overlevingsdrakten trukket opp, var det vanskeligere for passasjerene å følge med i den annonsering/informasjon som ble gitt av besetningen.

- 1.15.2.3 Etter at fartøysjefen hadde stoppet rotoren, armerte og utfløste han elektrisk fra cockpit begge redningsflåtene. Disse var plassert i sponsonene, en på hver side. Fartøysjefen løste elektrisk ut den skrogmonterte ELT'en som dermed automatisk begynte å sende nødsignaler på 121,5 MHz. Dette er ikke ifølge nødsjekklisten som sier "Activate".
- 1.15.2.4 Helikopteret, som fløt stabilt i sjøen, hadde etterhvert lagt seg på tvers av vinden slik at venstre side kom i le. Det kan synes som om drivankeret hadde liten effekt. Hensikten med drivankeret er at det skal holde helikopterets nese opp mot vinden. Den høyre redningsflåten ble ved utløsningen og oppblåsingen tatt av vinden og ført opp på taket av kabinen, og ble der sittende fast under et rotorblad. Den venstre redningsflåten ble til å begynne med liggende rett utenfor venstre kabindør.
- 1.15.2.5 Etter at helikopteret var kommet til ro i sjøen og drivankeret var sloppet ut, forlot flystyrmannen cockpit. Han hadde iført seg sin flytevest som bl.a. inneholder en nødradio. Han unnlot å blåse opp vesten. Flystyrmannen brakte med seg førstehjelpskrinet og den portable nødpeilesenderen. Han plasserte dette ved venstre kabindør. Fartøysjefen hadde bestemt at kabindørene ikke skulle utløses, men at begge bare skulle åpnes. Flystyrmannen åpnet derfor venstre kabindør ved å skyve den fullt forover og låse den i denne posisjonen. Ved å gjøre dette ble den fremre, venstre vindus-nødutgangen blokkert. De øvrige vinduer som er utløsbare fra innsiden ble åpnet.
- 1.15.2.6 Flystyrmannen tok oppstilling ved den venstre kabindøren og beordret evakuering ut i venstre redningsflåte. Første passasjer fikk med seg nødpeilesenderen. Etterhvert kom alle 16 passasjerer pluss flystyrmannen seg ombord i denne. Flåten slo hele tiden mot siden av helikopteret samtidig som den etter hvert drev bakover og inn under halebommen. Da flåten var kommet inn under halebommen måtte passasjerene samle seg på motsatt side av flåten, og det ble der etterhvert svært trangt om plassen. På grunn av helikopterets bevegelse i bølgene slo halebommen regelmessig ned i flåten. Flere av passasjerene sammen med flystyrmannen forsøkte å holde flåten unna helikopteret, men de greidde ikke dette. De opplevde at det også var meget vanskelig å finne noe å holde seg fast i på utsiden av helikopteret. Til slutt hadde flåten fått så mange slag av utstående gjenstander på halebommen at den ene ringen i flåten punkterte. Dette førte til at noen passasjerer og flystyrmannen falt i vannet, og det kom ganske mye vann inn på dørken i flåten. En passasjer ble hengende fast på halebommen, men løsnet fra denne og ble hjulpet inn i flåten igjen. Flystyrmannen beordret på dette tidspunkt alle å returnere til helikopterets kabin. Etter en del strev greidde alle 17 å komme seg tilbake. De fleste kom seg inn i helikopteret direkte fra flåten, mens andre svømte tilbake og måtte løftes opp fra sjøen.

Den venstre flåten ble ansett som ubrukbar etter dette. Mange av passasjerene hadde på dette tidspunkt iført seg sin flytevest, mens andre ennå holdt den i hånden. Noen av overlevingsdraktene hadde flytekammer i øvre del. Ingen husket å blåse opp

dette kammeret i overlevingsdrakten. Passasjerene var iført drakter av forskjellig type avhengig av hvilket selskap de arbeidet i. Draktene holdt passasjerene stort sett tørre og varme, bortsett fra de av passasjerene som var iført drakttype uten støvler. Disse passasjerene ble etter kort tid svært kalde på føttene.

- 1.15.2.7 Da fartøysjefen så hvordan situasjonen utviklet seg for passasjerene på venstre side åpnet han høyre dør og gikk opp på sponsonen. Han forsøkte å frigjøre den høyre flåten som var blåst opp på siden/taket av helikopteret. Flere liner/tauverk fra flåten hadde hengt seg fast i en kraftig "Tie-down " krok på skrogsiden. Først etter å ha kuttet disse, greidde han etter store vanskeligheter og i samarbeid med en av passasjerene, som nå var kommet tilbake fra den venstre flåten, å få flåten løs og ned på sjøen. På grunn av at linene var kuttet, var denne flåten ikke lenger festet til helikopteret. Fartøysjefen sammen med den assisterende passasjereren hoppet ned i flåten for å stabilisere denne ved høyre kabindør. De greidde en kort stund manuelt å holde den inn mot helikopteret. Ytterligere 2 av passasjerene, som igjen var samlet i helikopteret, fikk hoppet ned i flåten før denne drev av. Helikopterets drift i sjøen var fortsatt sterkere enn flåtens, men siden denne flåten nå var på lo side, ble effekten motsatt av hvordan det hadde vært på venstre side. Også på denne siden var det vanskelig å finne noe å holde seg fast i på utsiden av helikopteret. Det ble forsøkt å kaste livline fra flåten tilbake til dem som sto i døråpningen, men uten hell. Den høyre flåten drev til slutt vekk fra helikopteret med 4 mann ombord. Da de forsto at det ikke var mulig å komme tilbake til helikopteret, startet de med å reise teltet over flåten. Etter at det var satt opp, drev flåten og helikopteret omtrent med samme hastighet. Denne flåten ble liggende i ca. 100-200 m avstand fra LN-OBP.
- 1.15.2.8 Tilbake i helikopteret var flystyrmannen og 13 passasjerer. De var nå avhengige av helikopterets flyteegenskaper og deres egne redningsdrakter sammen med flytevestene. Stemningen ombord var god til tross for at vannet nå sto ca. 30 cm over gulvet. Flystyrmannen informerte passasjerene om at redningsaksjonen var igangsatt, og at redning snarlig kunne forventes.
- 1.15.2.9 Helikopterets drivstofftanker er plassert under gulvet. Drivstoff ble presset opp av tankene gjennom tankutluftingen, og det blandet seg med sjøvannet inne i kabinen. Dette førte sammen med bølgebevegelsene til at mange av passasjerene inne i kabinen ble sjøsyke.
- 1.15.2.10 Et annet transport-helikopter (Super Puma fra Norsk Helikopter AS, NOR 005) var kommet til nødlandingsstedet. Det hovret like ved, og selv om dette helikopteret ikke hadde kapasitet til å redde noen, opplevet passasjerene dette som en positiv støtte selv om enkelte opplevet støyen som sjenerende i relasjon til å samtidig kunne snakke sammen.
- 1.15.2.11 Passasjerer har gitt uttrykk for at de observerte at besetningen frøs, særlig gjaldt dette for flystyrmannen som hadde vært i vannet. En av passasjerene som snakket med

flystyrmannen, sa at han var "dyvåt i den svarte bomullsuniformen og hakket tenner".

### 1.15.3 Redningstjenesten

1.15.3.1 Justisdepartementet har ansvaret for den administrative samordningen av redningstjenesten og de to hovedredningssentralene (HRS). De 55 lokale redningssentralene og 16 flyredningssentralene har ansvaret for den operative samordningen av redningstjenesten.

1.15.3.2 De to HRS'ene er plassert i Stavanger og Bodø. De har det overordnede koordinerende ansvar for hver sin del av landet, henholdsvis syd og nord for 65° nordlig bredde.

Hver HRS har en redningsledelse bestående av politimesteren i henholdsvis Stavanger og Bodø som formann, samt representanter fra Forsvaret, Televerket, Lufttrafikkjenesten og Helsevesenet. I tillegg er det utpekt en rekke rådgivere som kan tilkalles etter behov.

Det er fast ansatt en redningsinspektør og for tiden 12 redningsledere og kontormedarbeidere ved hver HRS. Redningsinspektøren er daglig leder, og redningslederne bemanner sentralene 24 timer i døgnet. HRS er utstyrt med sambandsutstyr, og har direkte kontakt med alle viktige samarbeidspartnere innen redningstjenesten.

1.15.3.3 HRS for Sør-Norge ble alarmert av Stavanger kontrollsentral 18. januar 1996 kl. 0843 om at LN-OBP hadde sendt nødmelding, og kl. 0844 ble anmodning om søk og redning viderefremmet til redningshelikoptertjenesten på Sola lufthavn.

1.15.3.4 Luftforsvaret driver redningshelikoptertjenesten - 330 skvadronen - med 10 Westland Sea King helikoptre. Disse er stasjonert på flystasjonene Sola, Ørland, Bodø og Banak. På hver av disse stedene står ett helikopter på én times beredskap året rundt. Dette helikopteret er til eksklusiv disposisjon for HRS. Sea King helikoptrene er utstyrt med to motorer, to redningsheiser samt system for automatisk hover. De kan med få unntak operere over sjøen under alle værforhold både dag og natt. Med kapasitet til å ta opp 18 nødstedte og en aksjonsradius på 230 NM, skal helikoptrene kunne nå frem til nødstedte innenfor operasjonsområdet innen 1,5 times direkte flyging fra sin beredskapsbase.

1.15.3.5 Ved denne nødlandingen som fant sted like etter at den normale arbeidstid ved redningsskvadronen hadde begynt, var det tilfeldigvis en komplett operativ besetning tilstede. Redningshelikopteret kunne derfor starte fra Sola allerede etter 11 minutter fra alarmer fra HRS mot oppgitt posisjon 58°14,6' N og 005°06,0' Ø. Normalt skulle det også ha vært med en lege, men han var ikke ankommet på dette tidspunkt. Det ble besluttet at han skulle bli med i et annet helikopter som startet 18 minutter etter

det første. HRS prosedyrer for varsling av "Sea King lege" er noe forskjellig i og utenfor normal arbeidstid. HRS anser at det er for mange varslingsvarianter og sambandsmuligheter. Hensikten må være å få gitt hurtig varsel til legen og at legen ved behov kan kommunisere om medisinske spørsmål. Det var også tilfeldig at det var to fullt bemannede og utstyrte redningshelikoptere tilgjengelig på Sola kort etter tidspunktet for denne nødlandingen.

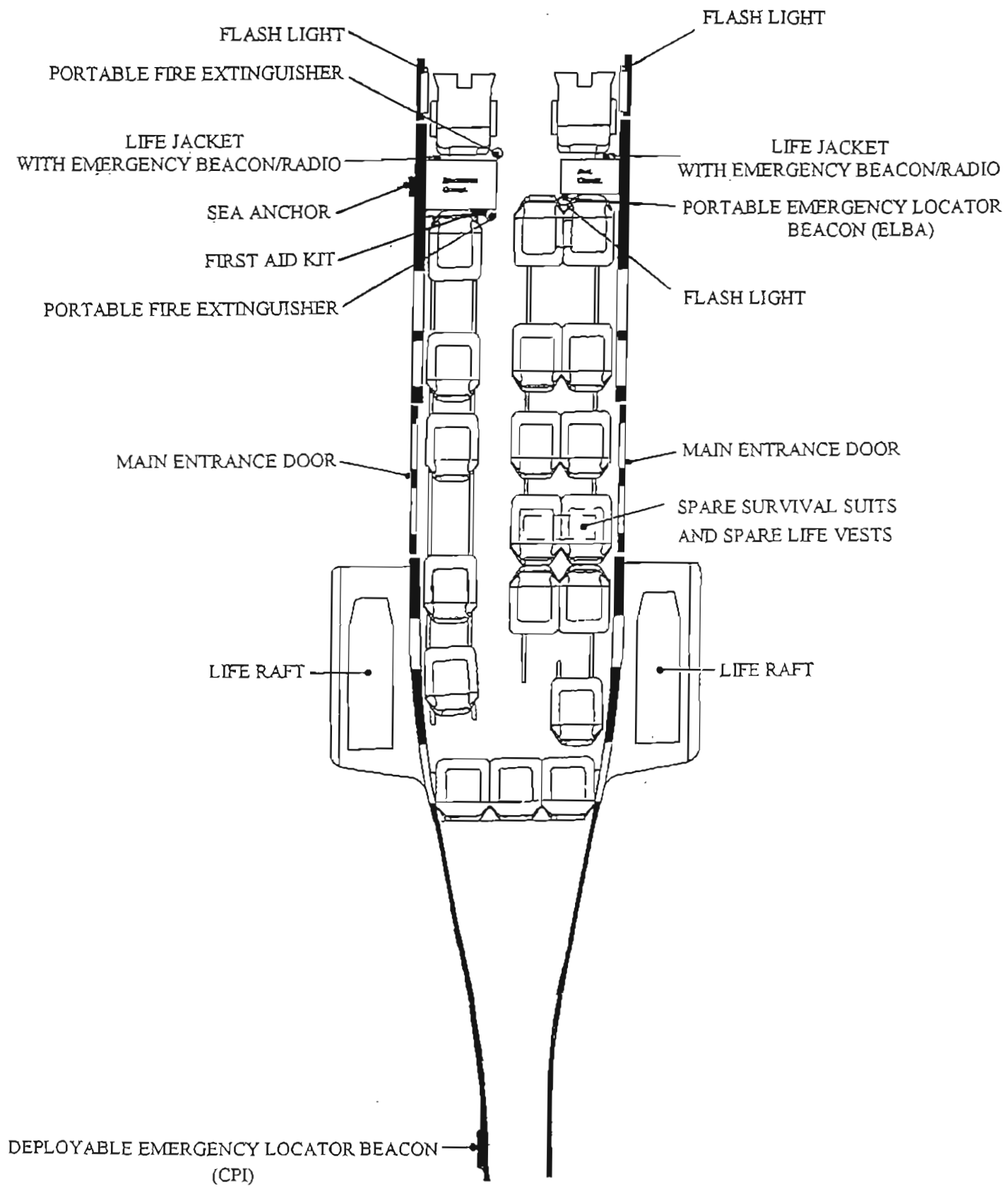
- 1.15.3.6 Etter litt under 1 time fra den kontrollerte nødlandingen i Nordsjøen ankom det første redningshelikopteret til nødlandingsstedet. Fra helikopteret ble det heist ned en redningsmann med line i sjøen. Han svømte bort til helikopteret og tok posisjon på den venstre sponsonen sammen med flystyrmannen. Fra døråpningen ble en og en av passasjerene heist ombord. Etter de første hivene tok man 2 og 2 passasjerer i seilen. Til slutt var alle 13 passasjerene og flystyrmannen trygt ombord i redningshelikopteret.
- 1.15.3.7 Mens dette pågikk ankom redningshelikopter nummer to. Dette helikopteret reddet uten problemer de 3 passasjerene og fartøysjefen som var ombord i den høyre flåten.
- 1.15.3.8 Etter at alle passasjerene og besetningen var heist ombord fløy begge redningshelikopterne til Stavanger lufthavn Sola hvor de landet henholdsvis kl. 1014 og kl. 1019. Passasjerene ble tatt hånd om. De ble etterhvert alle plassert på et hotell ved lufthavnen. Her ble de møtt av forskjellige "team" hvor hendelsen, nødlandingen og redningsaksjonen ble gjennomgått i detalj. Politiet var tilstede på hotellet og tok opp vitneforklaringer av besetning og passasjerer.

#### 1.15.4 Redningsutstyret

- 1.15.4.1 Selskapet har utstyrt helikoptertypen AS 332L1 med følgende nødutstyr (se figur 8):

- 1 skrin med førstehjelpsutstyr
- 2 brannslukningsapparater
- 3 lommelykter
- 1 livvest pr. sete pluss 4 ekstra
- 2 redningsvester for besetningen i cockpit
- 1 portabel nødpeilesender (ELT), også kalt ELB-A/ELBA
- 1 skrogmontert nødpeilesender (ELT, også kalt CPI)
- 4 ekstra overlevingsdrakter (lett type)
- 2 redningsflåter (montert eksternt)
- 1 illustrert sikkerhetsorientering i plast ved hvert sete.

### EMERGENCY EQUIPMENT LN-OBP



FOR EACH PASSENGER SEAT: LIFE VEST AND SAFETY ADVISOR

parallelt under vulkaniseringsprosessen. Denne ble så testet med destruktive riveprøver. Videre ble avisingselementene testet og oppvarmingen som dette medførte, kunne avsløre blemmer i vulkaniseringen. Den ferdige forkantskinnen inneholdende avisingselementer ble så returnert til Eurocopter for montering på hovedrotorblader. Disse hovedrotorbladene kunne være produsert nye, eller de kunne være gamle blader som har blitt returnert fabrikk for overhaling/reparasjon, og hvor den gamle forkantskinnen og avisingselementene hadde blitt fjernet. Eurocopter utførte sluttkontroll av tilstanden til vulkaniseringen av forkantskinnen ved en "tappingtest" (se bilag 2).

- 1.16.1.4 Under et besøk som HSL, sammen med DNV, gjorde hos BEA/Eurocopter i september 1996 ga Paulstra en orientering om, og en demonstrasjon av produksjonsprosessen for forkantskinner med avisingselementer. Det ble da opplyst at prosessen i hovedsak hadde vært uforandret siden forkantskinnen til blad S/N 617 ble produsert. Det var imidlertid to mindre forandringer. Eurocopter gikk i 1995 over til også å "sandblåse" forkantskinnene før de ble levert til Paulstra, og Paulstra hadde forbedret kontrollen med tykkelsen på de to lagene med primer som ble påført før vulkaniseringsprosessen. Produksjonsprosessen slik den ble presentert for HSL gav inntrykk av stor nøyaktighet.
- 1.16.1.5 Eurocopter ønsket, i samarbeide med BEA etter havariet å undersøke hvordan Glycol og saltvann virket på prøver vulkanisert på samme måte som for hovedrotorblader med forkantskinne av titan. Riveprøvene viste at bindingen ikke ble svekket etter at et teststykke hadde ligget nedsenket i Glycol i 5 dager ved romtemperatur. Det samme forholdet gjentok seg med en prøve i saltvann under de samme forholdene. Prøven ble revet opp og delingen skjedde i Polychloroprenegummien. Ifølge opplysninger gitt fra Eurocopter var det imidlertid mulig å rive den resterende gummi og de to lagene med primer av titanplaten for hånd 7 dager senere.
- 1.16.1.6 For at HSL skulle få bedre kunnskaper om vulkanisering ble Trelleborg Viking i Mjøndalen kontaktet. Dette firmaet har lang erfaring i å vulkanisere gummi til metaller. De opplyste at den nøyaktige bindemekanismen i en vulkaniseringsprosess ikke er fullstendig kartlagt, men at det oppstår en kjemisk reaksjon mellom metallmolekylene og primer-molekylene. Samtidig oppstår det en kjemisk binding mellom primer-molekylene og gummi. Dette gir en kjemisk binding mellom metall og gummi formidlet av den eller de mellomliggende lag med primer. Best kontakt ville det bli hvis metalloverflaten var helt ren og polert. Dette er vanskelig å gjennomføre i praksis slik at avfetting og rensing ved f.eks. glassblåsing vanligvis benyttes. På spørsmål om mulige feilmekanismer ble det opplyst følgende muligheter:
- Feil behandling av metalloverflaten (manglende avfetting, mangelfull fjerning av oksydebelegg, feil ruhet, forurensninger tilført under blåseprosess eller høy fuktighet)



- For lang tid fra rengjøring av overflaten til påføring av primer (ny oksydering, forurensning eller tilførsel av fuktighet)
- Feil ved primer eller manglende tilpasning til metallet og gummien
- Feil ved påføring av primer (alder, viskositet, omrøring, tykkelse av påføring, tilført forurensning og overholdelse av tørketider)
- Feil ved gummi (alder, renhet, jevn tykkelse og uten hull og feil)
- Dårlig kontroll av temperatur og luftfuktighet under arbeidsprosessene
- Luftinneslutninger mellom metall og gummi
- Feil ved vulkaniseringsprosessen (trykk, temperatur og variasjoner i disse).

På spørsmål om mulige påvirkninger som kan svekke en ellers god vulkanisering ble følgende nevnt:

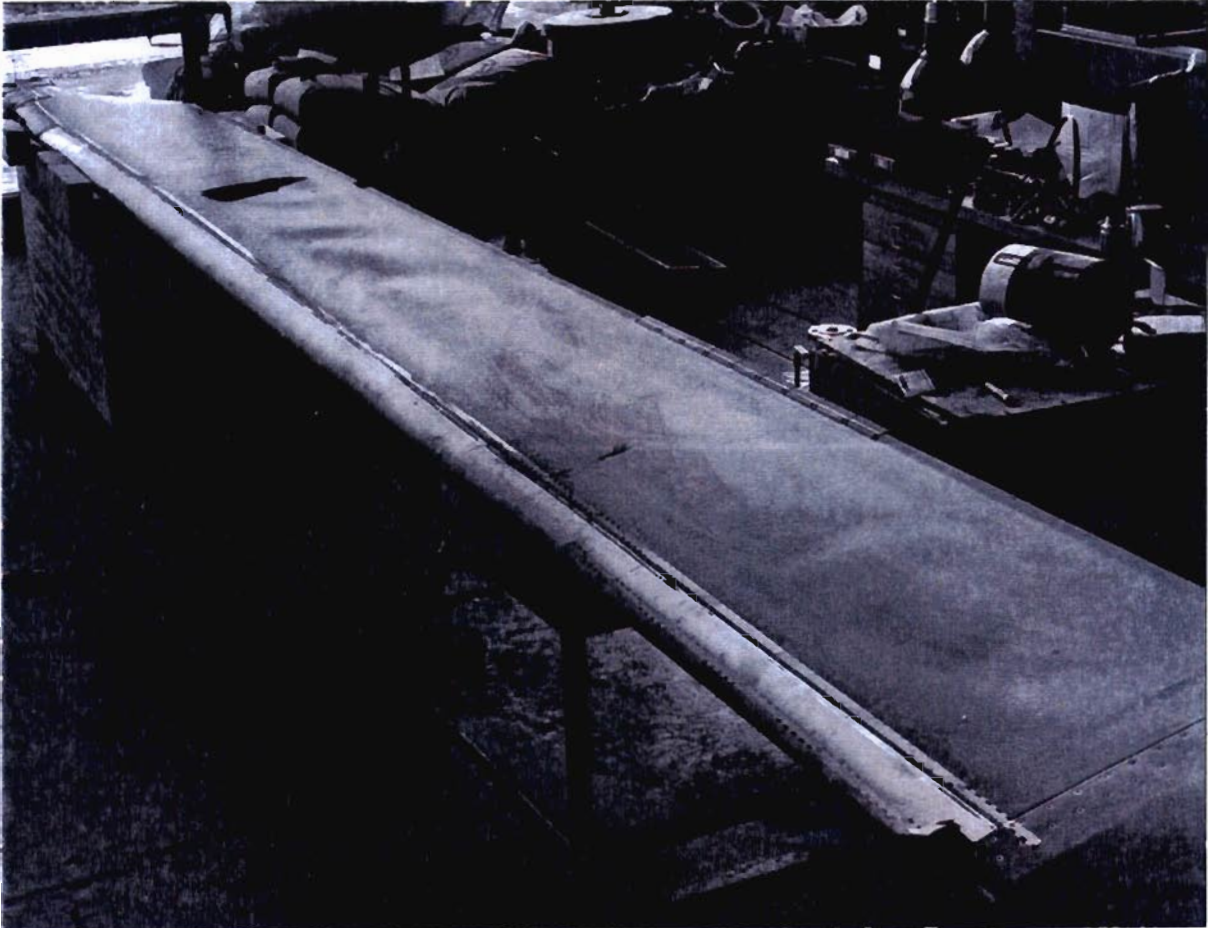
- For høy driftstemperatur under bruk
- Inntrenging av kjemikalier som ødelegger bindingen
- Gummen blir utsatt for kjemikalier som ødelegger eller sveller gummen
- Dynamiske påkjenninger kan over tid gi degradering av festet
- Metall-legeringen kan inneholde stoffer som degraderer festet

Det ble også opplyst at det var stor forskjell på sjøvannsbestandigheten til forskjellige typer Polychloroprenegummi.

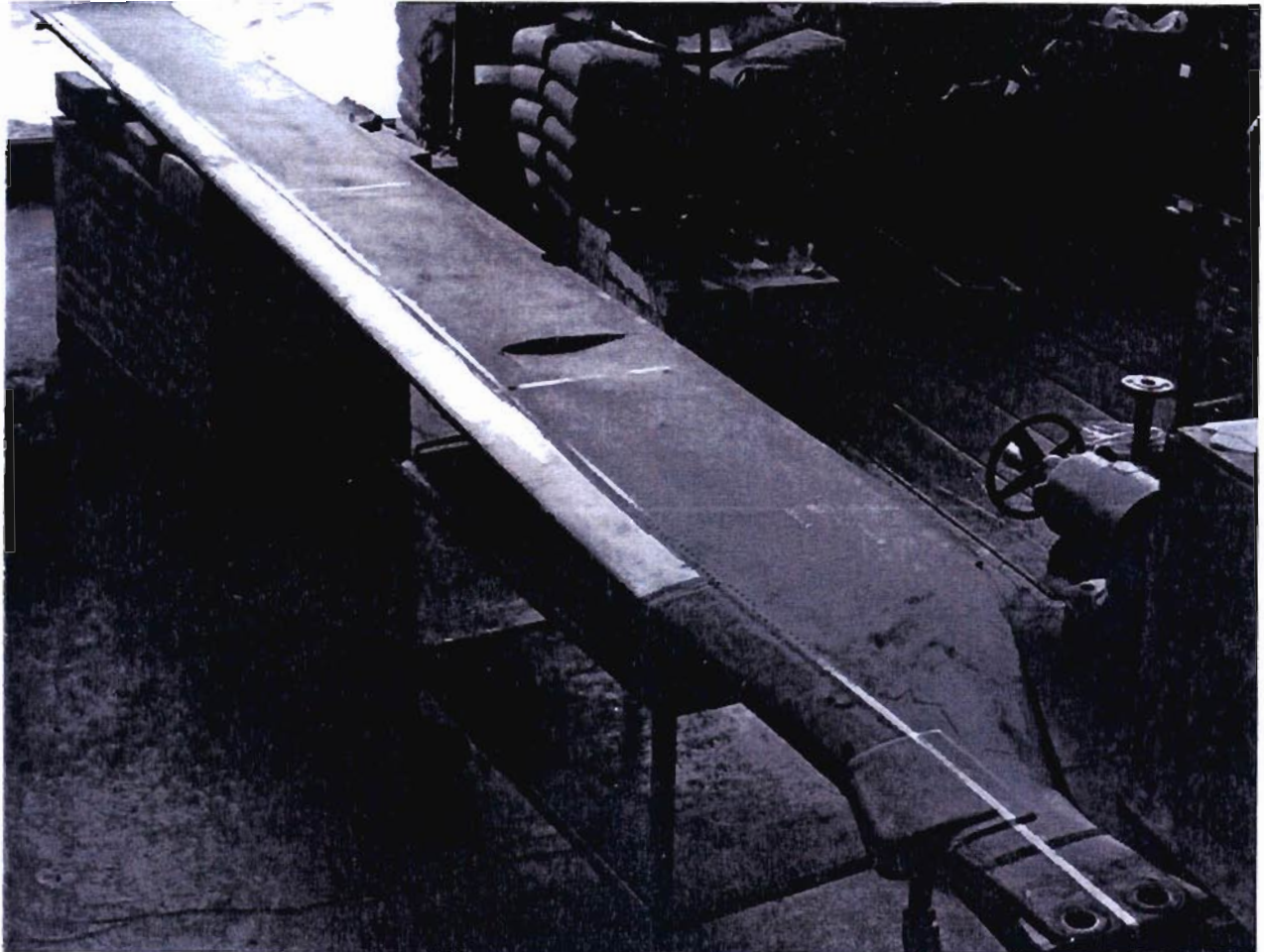
## 1.16.2 Visuell beskrivelse av hovedrotorblad S/N 617 etter hevingsarbeidet

1.16.2.1 Hovedrotorbladet ble betydelig skadet av vanntrykket da det sank ned på ca. 285 m dyp sammen med helikopteret. Den luftfylte honeycomb-kjernen ble trykket sammen på en slik måte at hele bladet med forkantskinne ble påvirket. Som vist på bildene på figur 9 og figur 10 har trykket også presset hull i blad huden. Skadene i blad huden har ført til at vann har strømmet inn i bladets kjerne slik at trykket har blitt utlignet og bladet har for en stor del fått tilbake sin opprinnelige profil. Da bladet ble mottatt av HSL var bladkjernen gjennomvåt av vann. Vanntrykket har ført til at deler av strukturen i bladets forkant har løsnet fra bladkjernen (se figur 11A-12B) på oversiden ca. 180 - 320 cm fra nullinjen. Fra 317 - 537 cm fra nullinjen (se figur 12B-14A) har også strukturen i forkant gitt etter, men forkantskinnen er løs fra det underliggende avisingsselementet (overgangssonen er merket med pil på figur 12B).

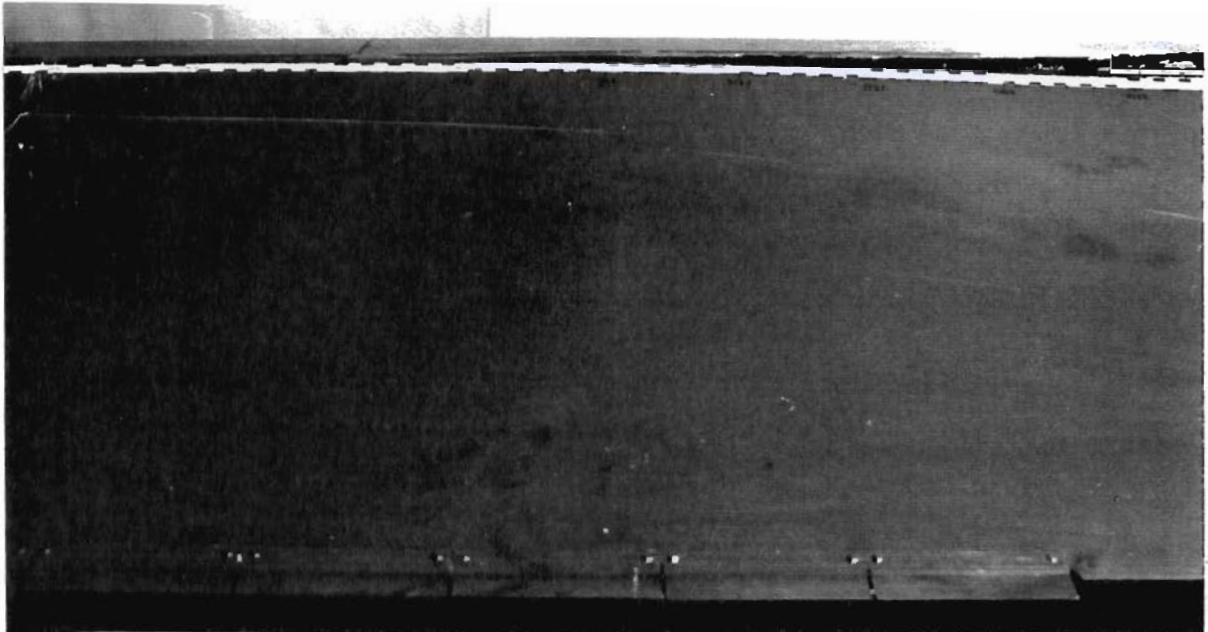
1.16.2.2 Bladet har få andre skader som en følge av havariet og det påfølgende bergingsarbeidet. HSL har valgt å se bort fra disse skadene da de ikke har hatt betydning for havariet, men har med bistand fra DNV gransket den ytterste 1 m av bladet grundig.



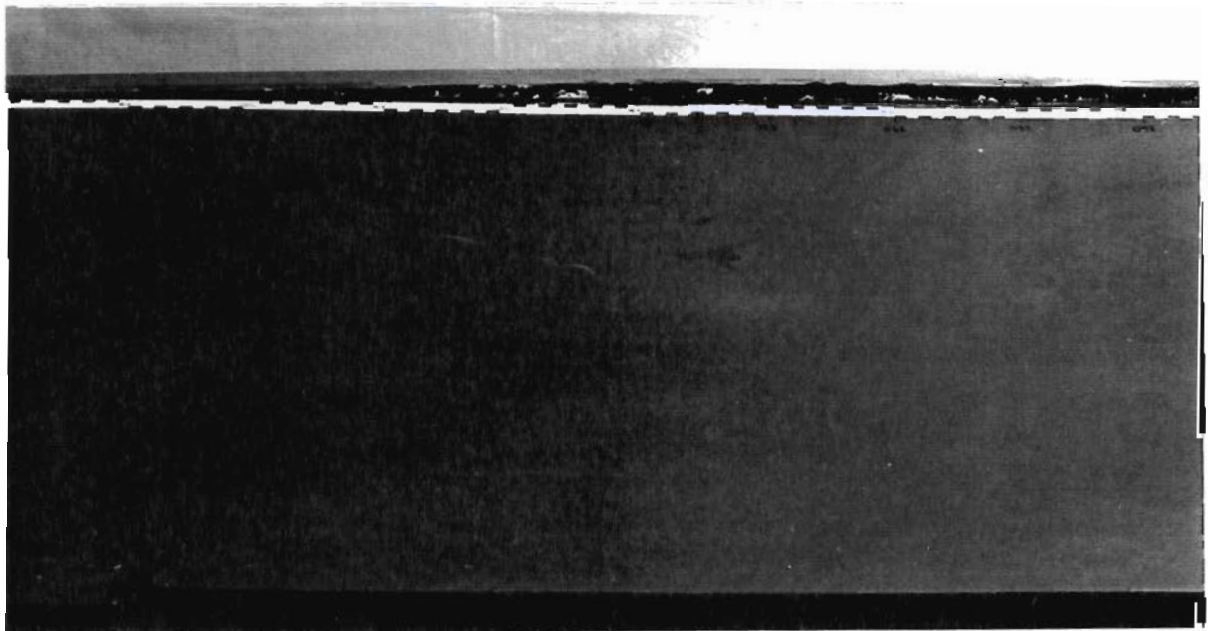
General view of the upper surface of the failed main rotor blade. The tip cap is seen down to the right. Adjacent to this cap a local section of the protective Ti-strip is seen deformed by bending (lift separation).



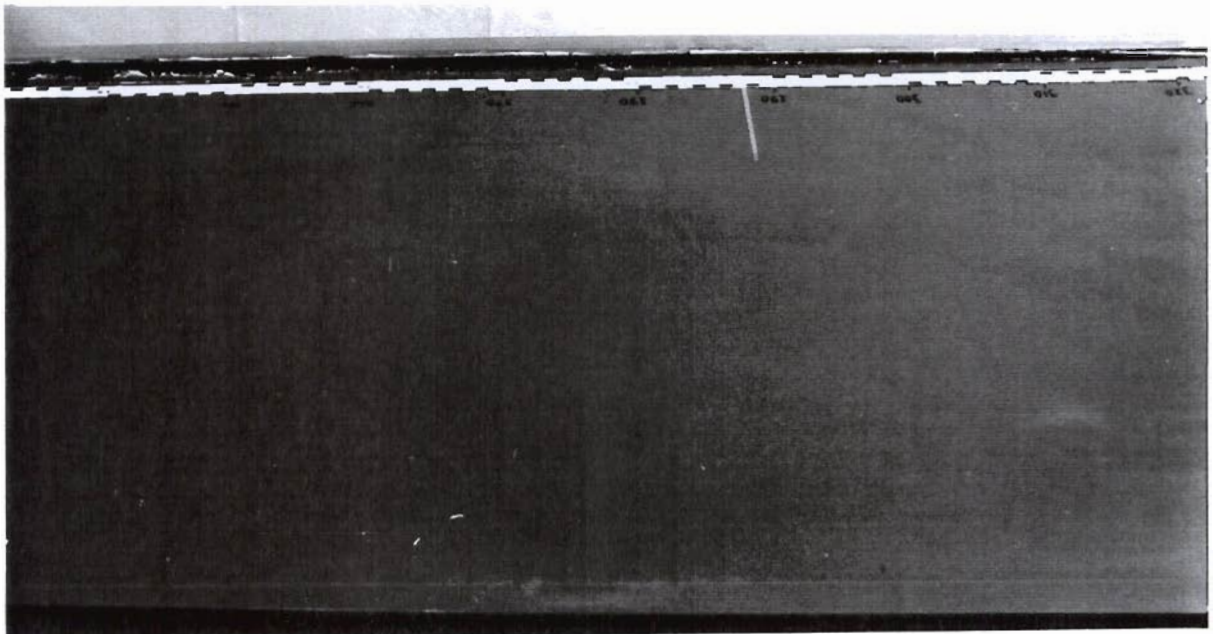
General view of the lower surface of the failed main rotor blade. The outer end of the blade is located at the top of the photo.



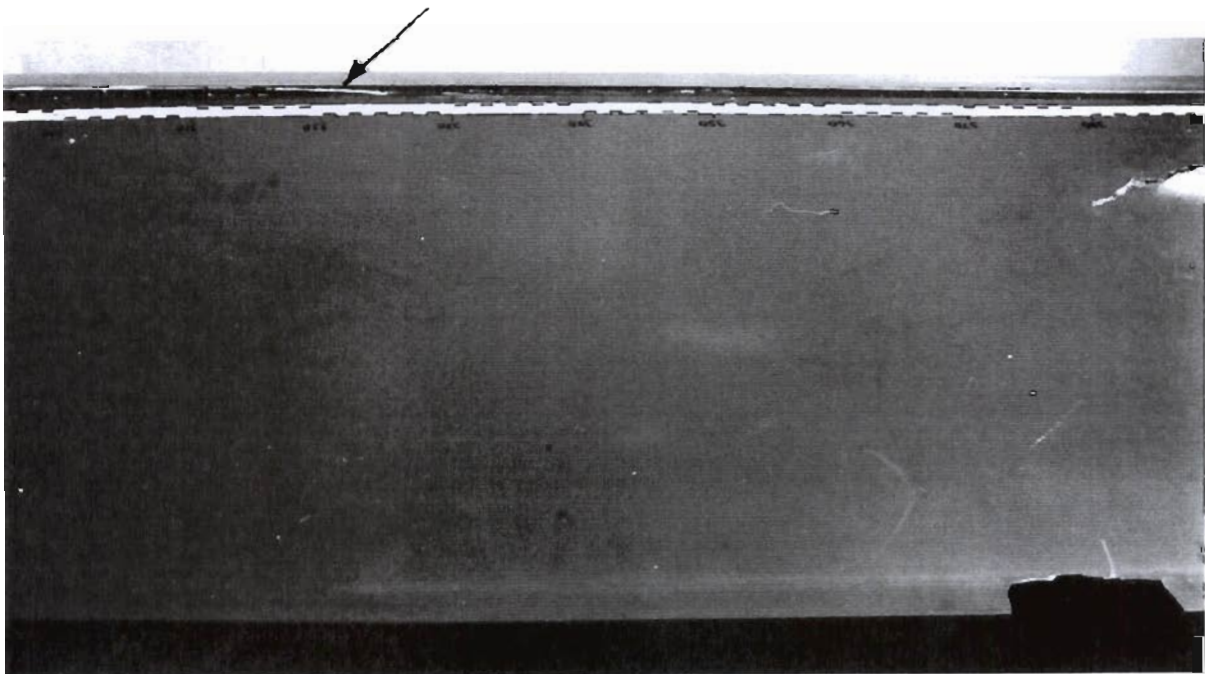
MRB upper surface 1.3 - 2.1 m away from the "zero line", seen towards the leading edge. Separation between the protective Ti-strip and the underlying skin is noted, as well as internal skin separation by rupture (seen uppermost).



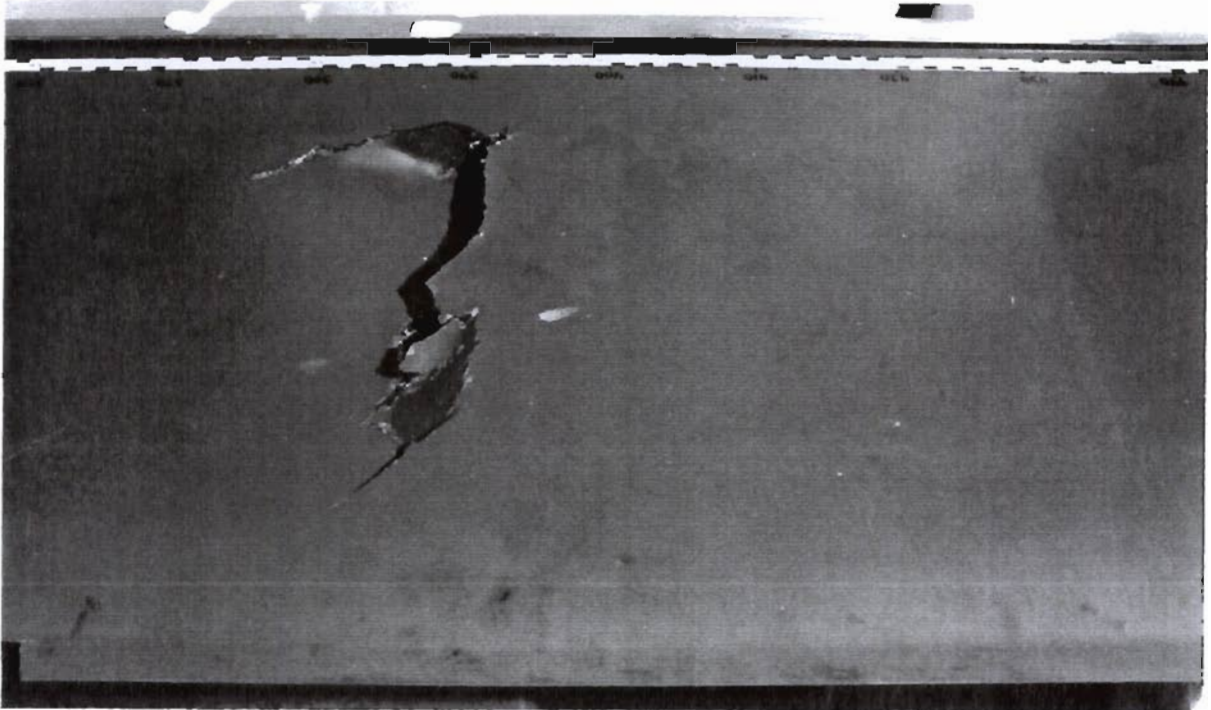
MRB upper surface 1.8 - 2.6 m away from the "zero line", seen towards the leading edge. Internal skin separation by rupture below the protective strip is noted.



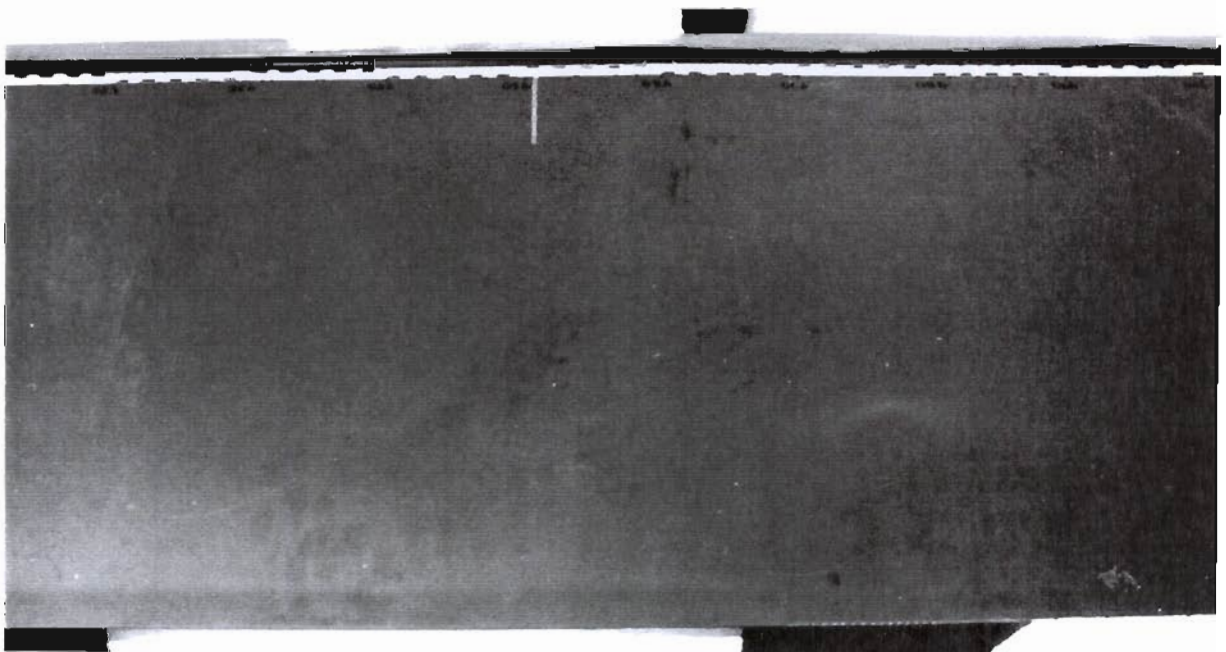
MRB upper surface 2.4. - 3.2 m away from the “zero line, seen towards the leading edge. Internal skin separation by rupture below the protective strip is seen.



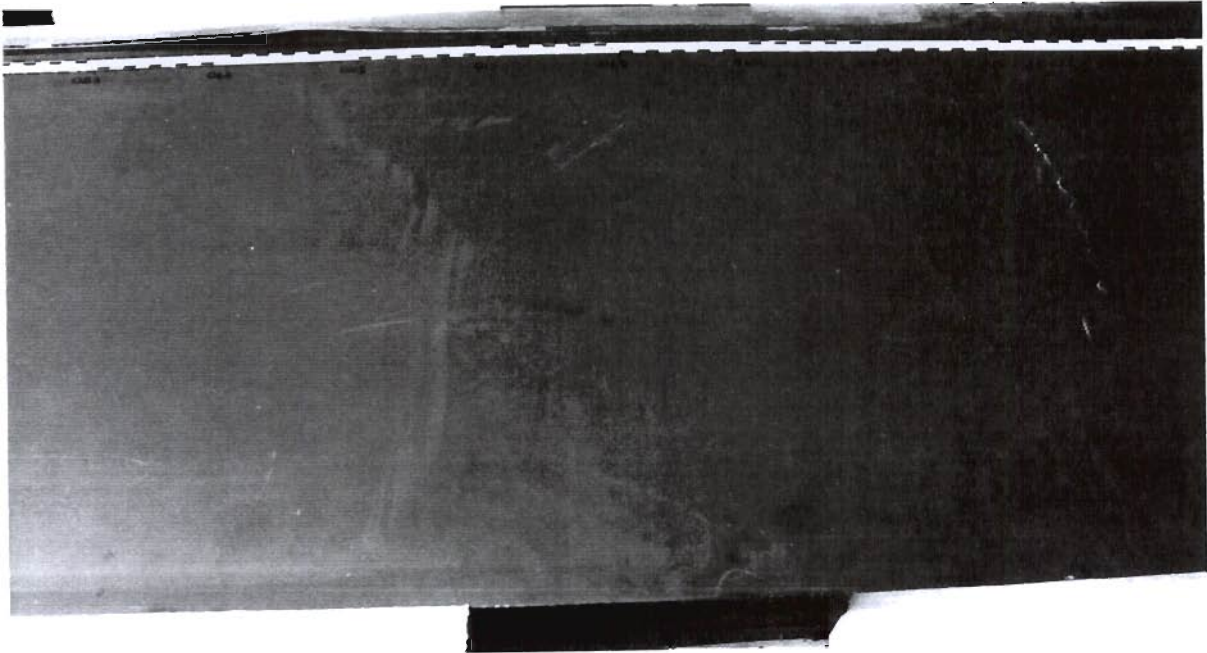
MRB upper surface 3.0 - 3.9 m away from the “zero line”, seen towards the leading edge. Internal skin by rupture (left) as well as strip bonding separation (right) are observed.



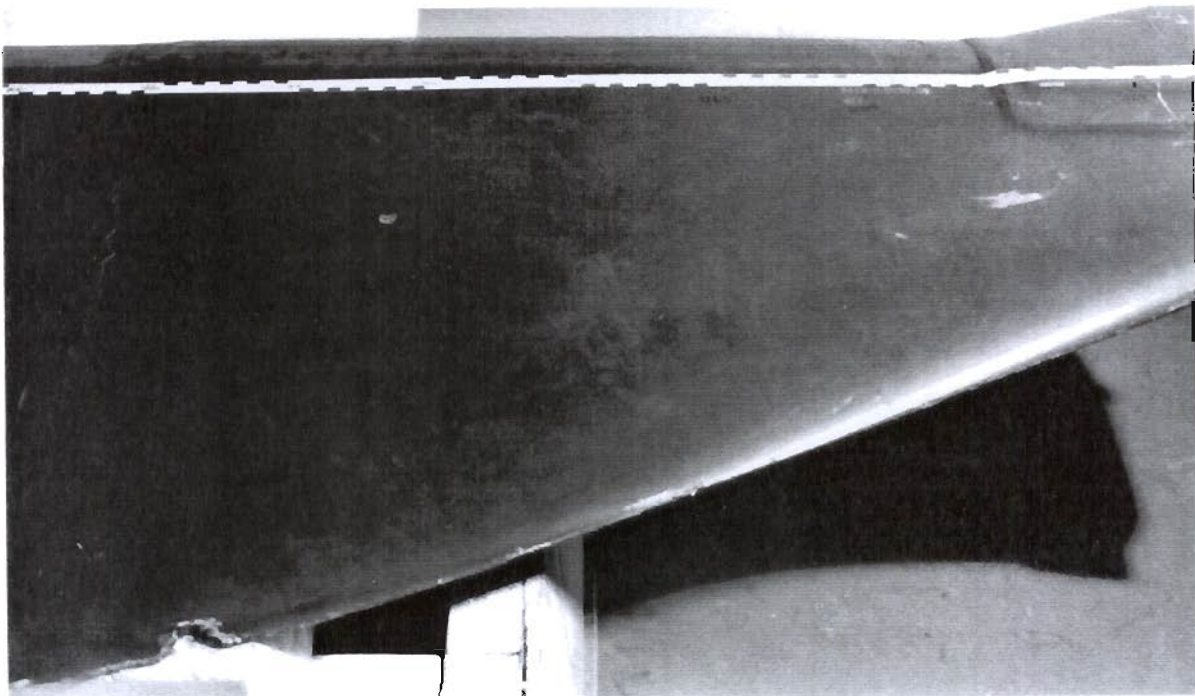
MRB upper surface 3.6 - 4.4. m away from the "zero line", seen towards the leading edge. Separation between the protective strip and the underlying blade structure is noted.



MRB upper surface 4.2. - 5.0 m away from the "zero line", seen towards the leading edge. Separation between the protective strip and the underlying blade surface is seen.



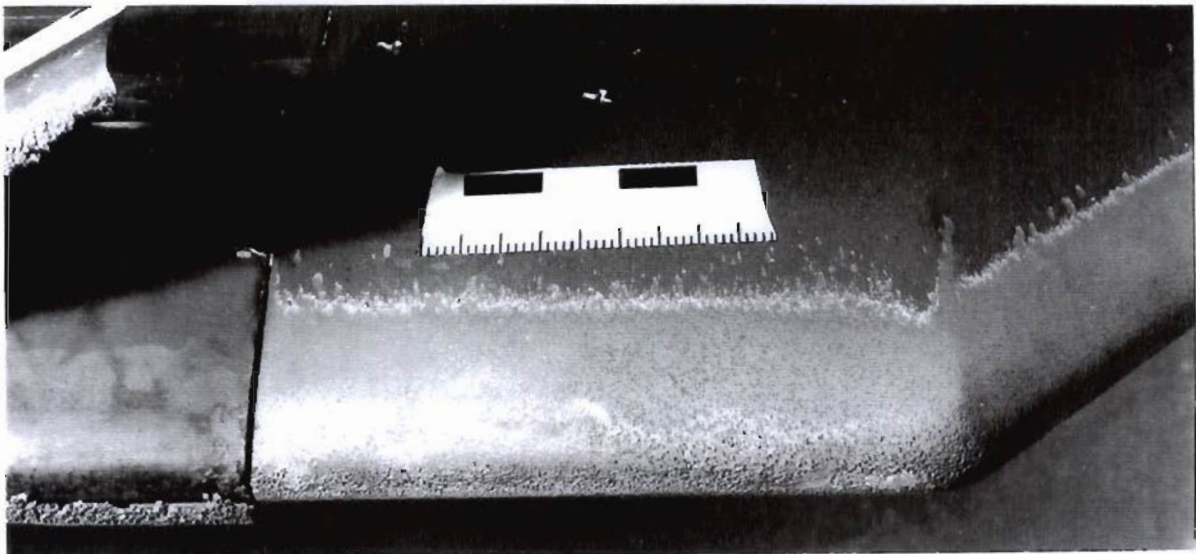
MRB upper surface 4.8. - 5.6. m away from the “zero line”, seen towards the leading edge. Protective strip separation is noted locally.



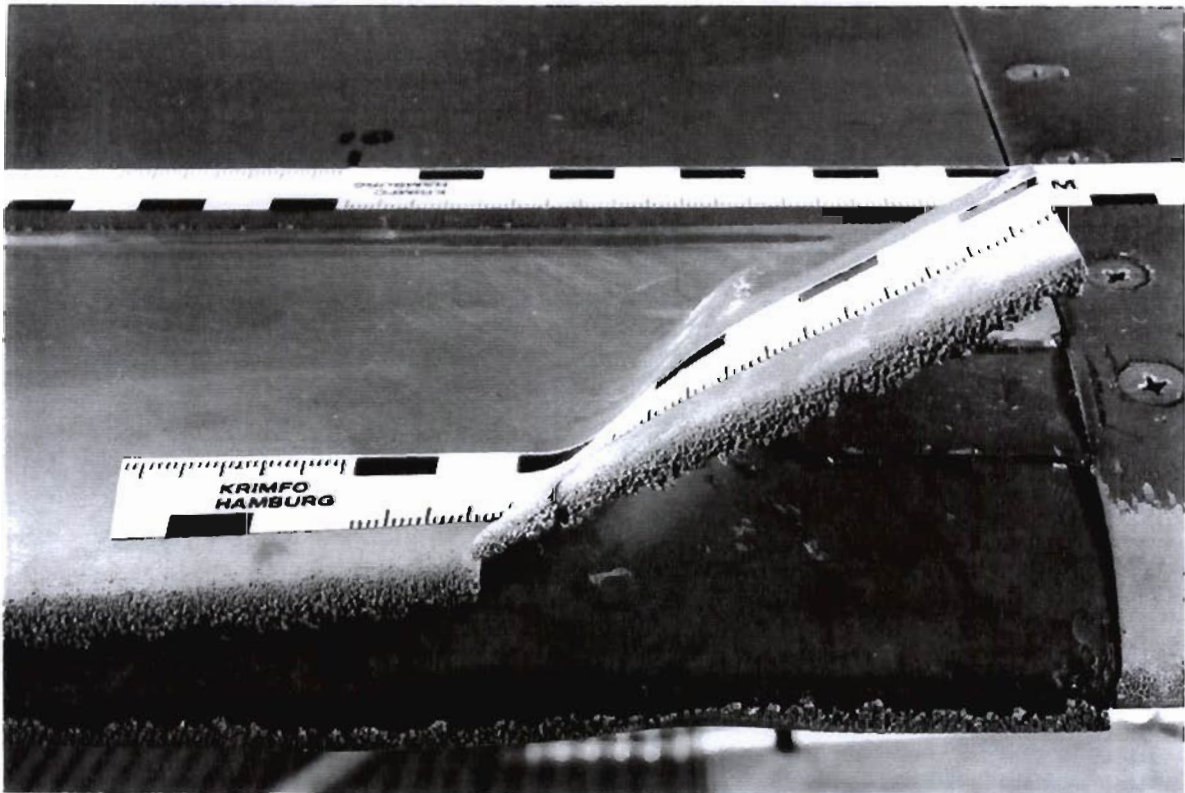
MRB upper surface 5.4. - 6.2. m from the “zero line”, seen towards the leading edge.

- 1.16.2.3 Langs de ytterste 285 mm av bladet målt fra nullinjen (se figur 15B-16B) har forkantskinnen en åpen sprekk (heretter benevnt hovedsprekk). En flik på oversiden av forkantskinnen er bøyd opp i en lengde av 75 mm og i en vinkel av ca. 22° (se figur 17). Skissen viser også et rektangulært stykke som har blitt fjernet fra forkantskinnen (ref. 1.6.2.5 "Eurocopter Technical Instruction No. 230"). Sprekker har startet fra hjørnene i denne utskjæringen. Skissen viser også at til sammen 8 tverrsprekker går fra hovedsprekken langs forkantskinnen. Fliken som har løftet seg fra underlaget er foldet langs en 55 mm linje som går mellom en av tverrsprekkene og en sprekk med utgangspunkt i det bakre hjørnet av utskjæringen.
- 1.16.2.4 Forkantskinnen er erodert i forkant langs store deler av bladets lengde. Erosjonsskadene er markert økende mot bladtippen og forkantskinnen er stedvis perforert langs de ytre 285 mm.
- 1.16.2.5 En bulk på undersiden av forkantskinnen 36 - 58 mm fra "nullinjen" ble undersøkt nærmere i Optical Stereo Microscope (OSM). Det ble ved disse undersøkelsene funnet riper i senteret av bulken som har en vinkel på ca. 20° i forhold til bladets lengderetning. Ripene var skinnende og så ut til å være nye. Denne bulken er ikke synlig på et undervannsfoto som ble tatt av området før avmontering og hevingen ble påbegynt (se forskjell på figur 7A og 7B).
- 1.16.3 Kartlegging av tilstanden til vulkaniseringen mellom forkantskinnen og avisingsselementet på hovedrotorblad S/N 617 etter havariet
- 1.16.3.1 I et forsøk på å kartlegge eventuell delaminering mellom forkantskinnen og avisingsselementet ble hovedrotorbladet sjekket i henhold til Eurocopter Maintenance Manual, MET 62.10.00.603 "Bonding checks by tapping" (se bilag 2). Resultatene er markert på figur 18. Deler av dette resultatet ble verifisert ved at forkantskinnen stedvis ble fjernet fra bladet (se figur 19A-21A). Under arbeidet med å fjerne forkantskinnen ble det konstatert at skinnens "hefte" til underlaget enten var meget god eller manglet helt. Det ble ikke konstatert "dårlig hefte". I rapport nr. 96-3548, utarbeidet av DNV, omtales dette slik:
- "The general impression related to the aspect of bonding is that there is no stage between "bonding" and "no bonding". Therefore, the expressions "good bonding" or "poor bonding" are irrelevant. Where bonding exists, a considerable force is required to separate the Ti-strip from the underlying primers and blade structure. Within the debonded areas no force at all is needed for the corresponding separation."
- 1.16.3.2 Overflaten på underlaget som kom til syne etter at forkantskinnen ble fjernet, hadde en grå farge sammenfallende med fargen på "Primer I" (ref. 1.16.1.2). Figur 7B, 20 og 21A viser at overflaten stedvis har brune striper som minner om "penselstrøk". Skillet mellom forkantskinnens hefte til underlaget og områder uten hefte følger stedvis mønsteret til "penselstrøkene". For om mulig å finne årsaken til disse brune

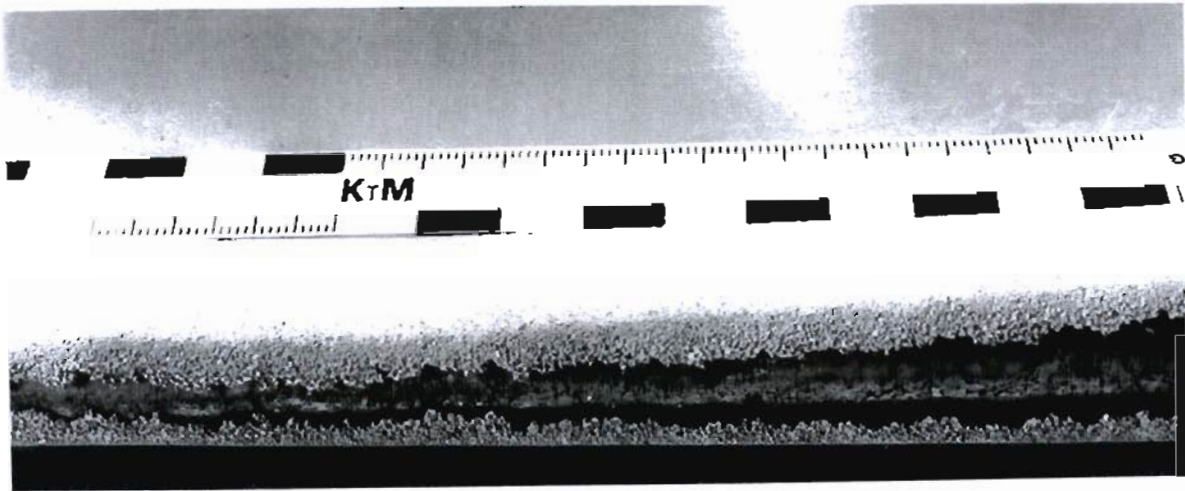




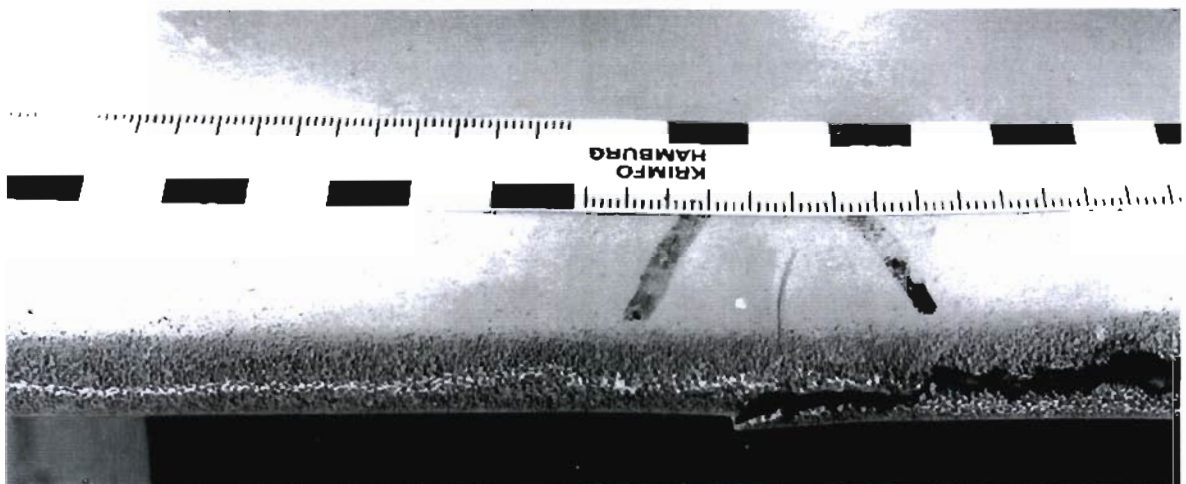
Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the tip cap.



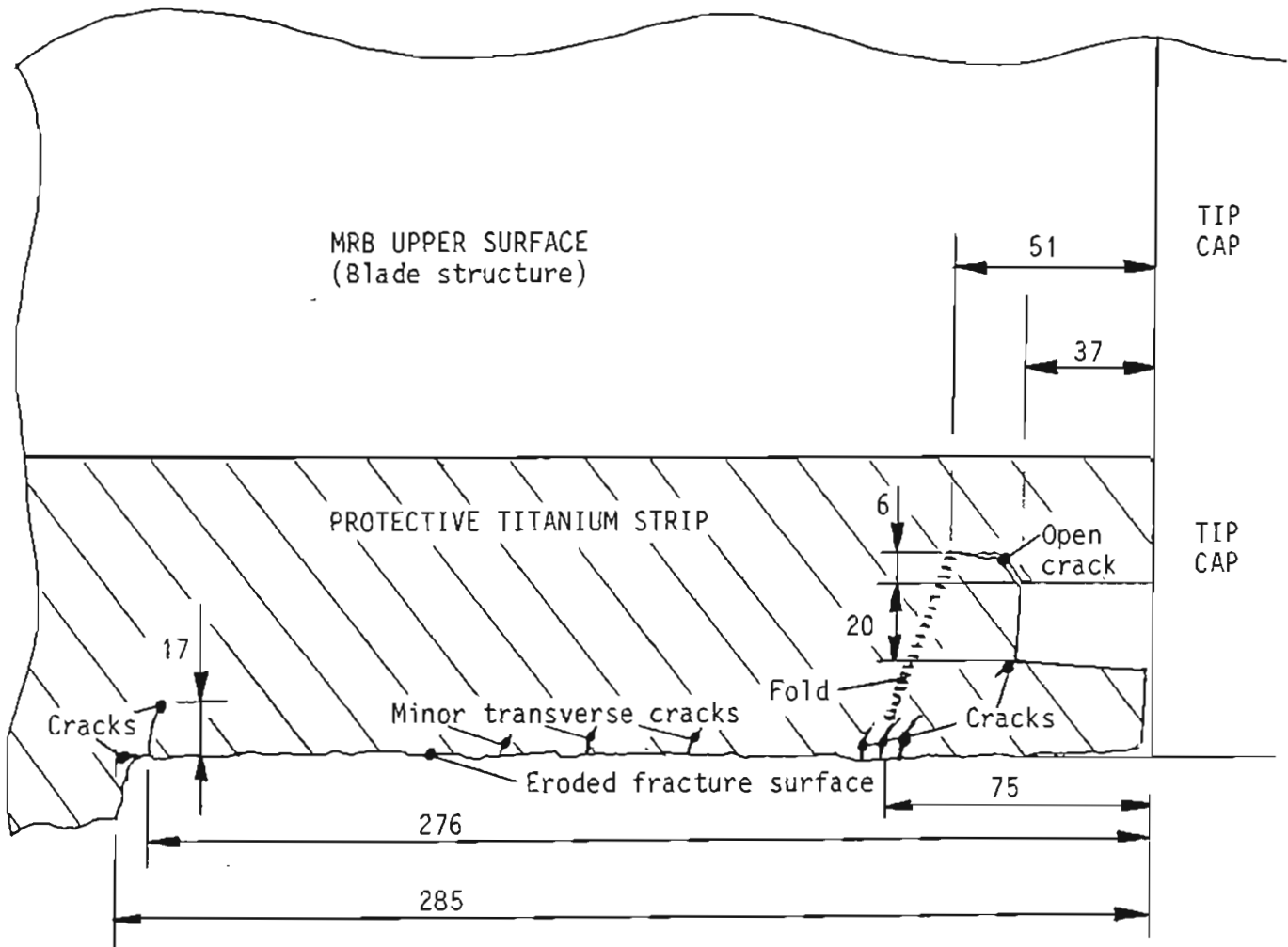
Detail registration photo showing the fracture deformation and surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the outer 0,12 m of the protective Ti-strip.



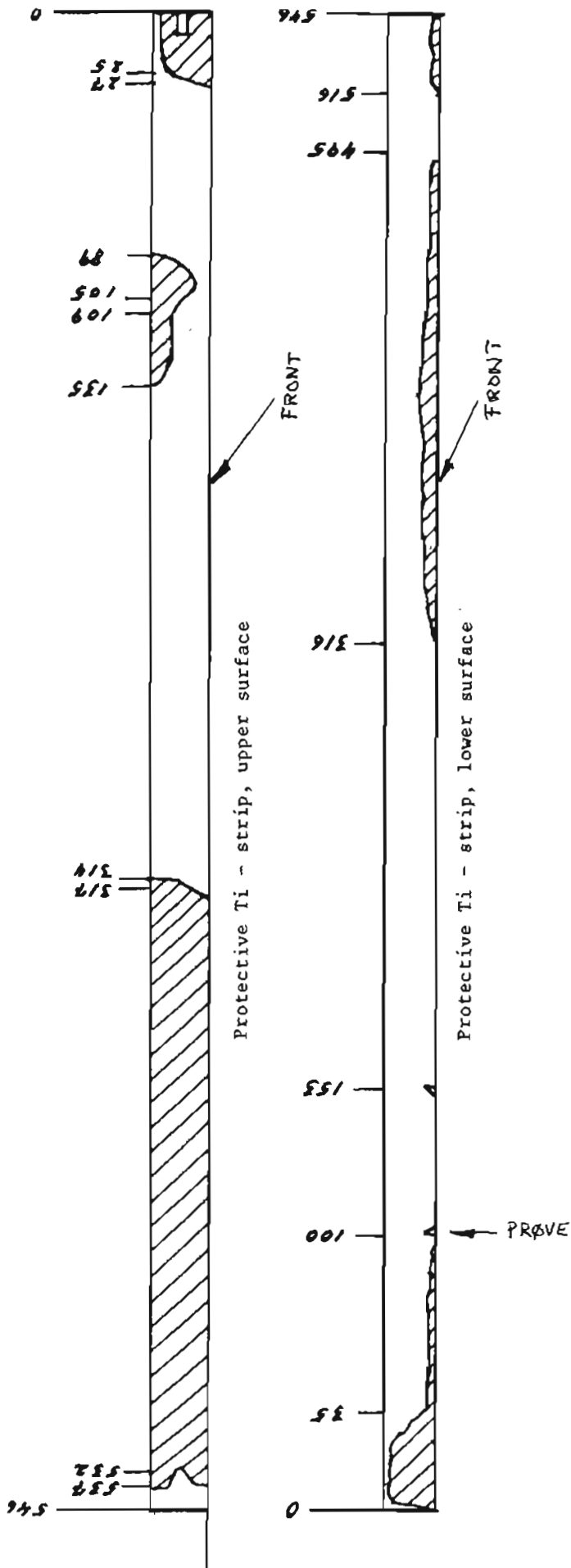
Detail registration photo showing the fracture deformation and surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,10 - 0,24 m away from the “zero line”.



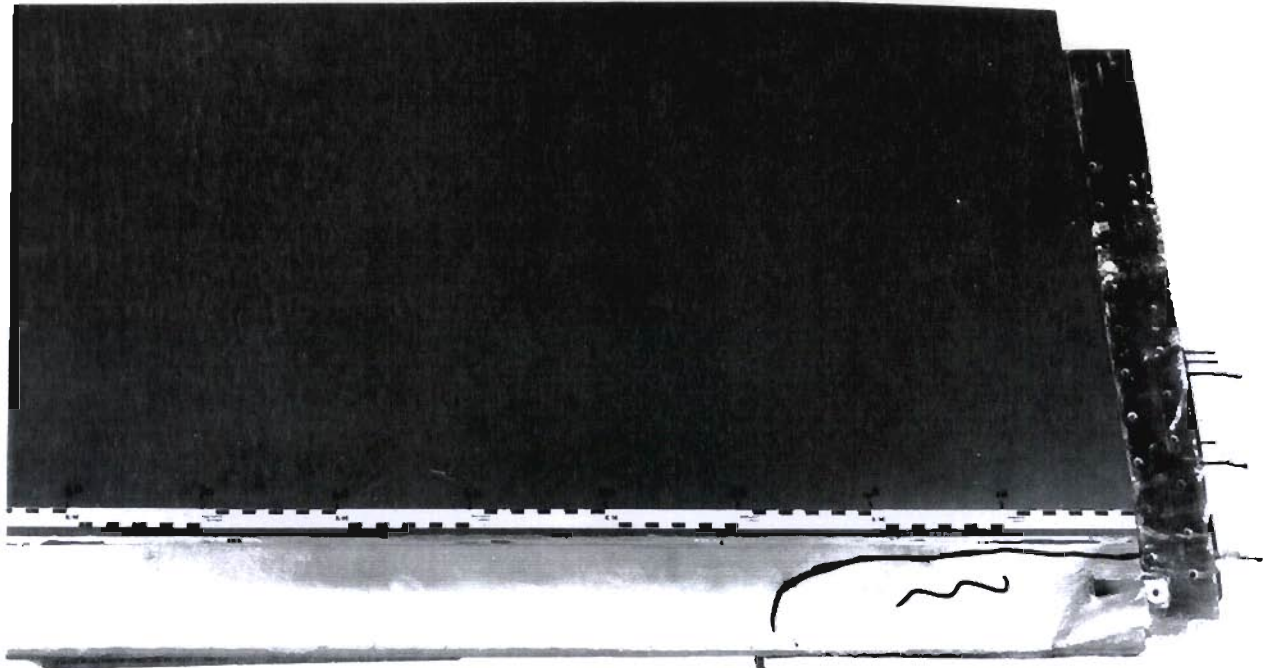
Detail registration photo showing the fracture deformation and surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,23 - 0,38 m away from the “zero line”.



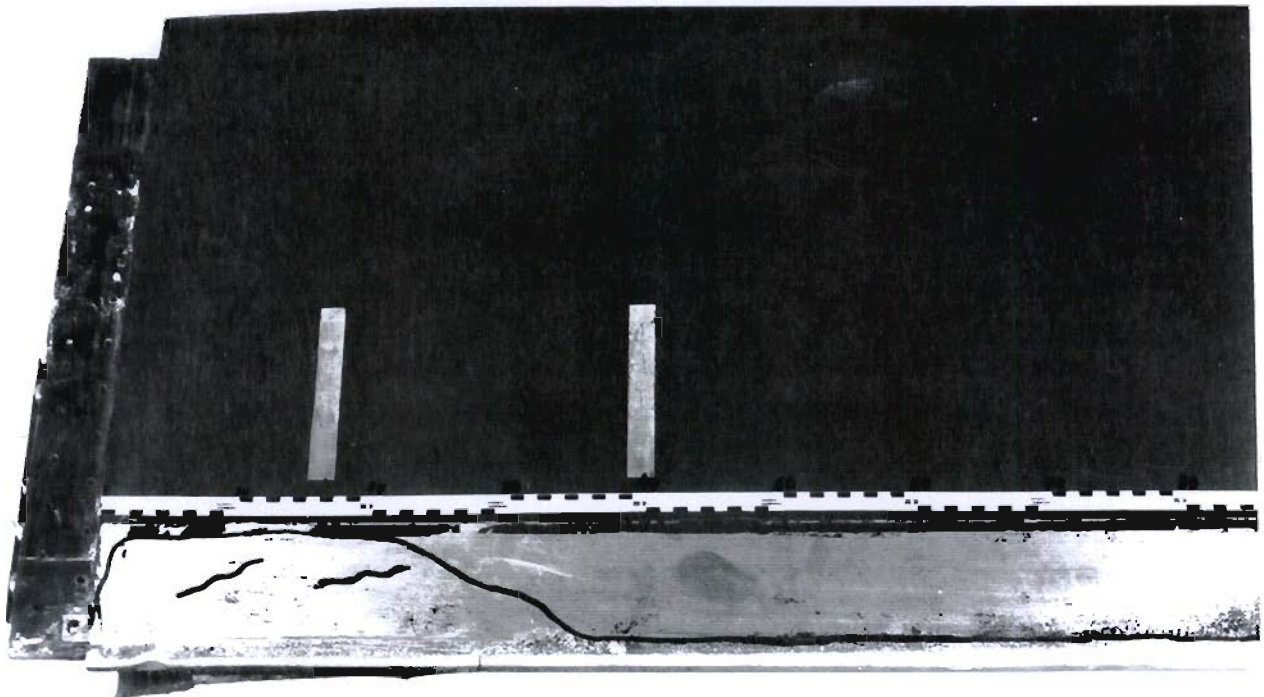
Sketch illustrating the pattern of folds, cracks and fractures seen at the outer end of the protective Ti-strip of the MRB S/N 617. All dimensions given in millimetres (mm).



Sketch showing the pattern of bonding, based on the acoustic tapping method. The shaded areas represent areas where lack of bonding was indicated. All locations given in centimetres (cm) away from the "zero line".



General view of the upper surface of the outer section of the failed MRB, illustrating the borderline of bonding for the protective Ti-strip at the outer end. The borderline determination is based on acoustic tapping.



General view of the lower surface of the outer section of the failed MRB, illustrating the borderline of the bonding for the protective Ti-strip at the outer end. The borderline determination is based in acoustic tapping.

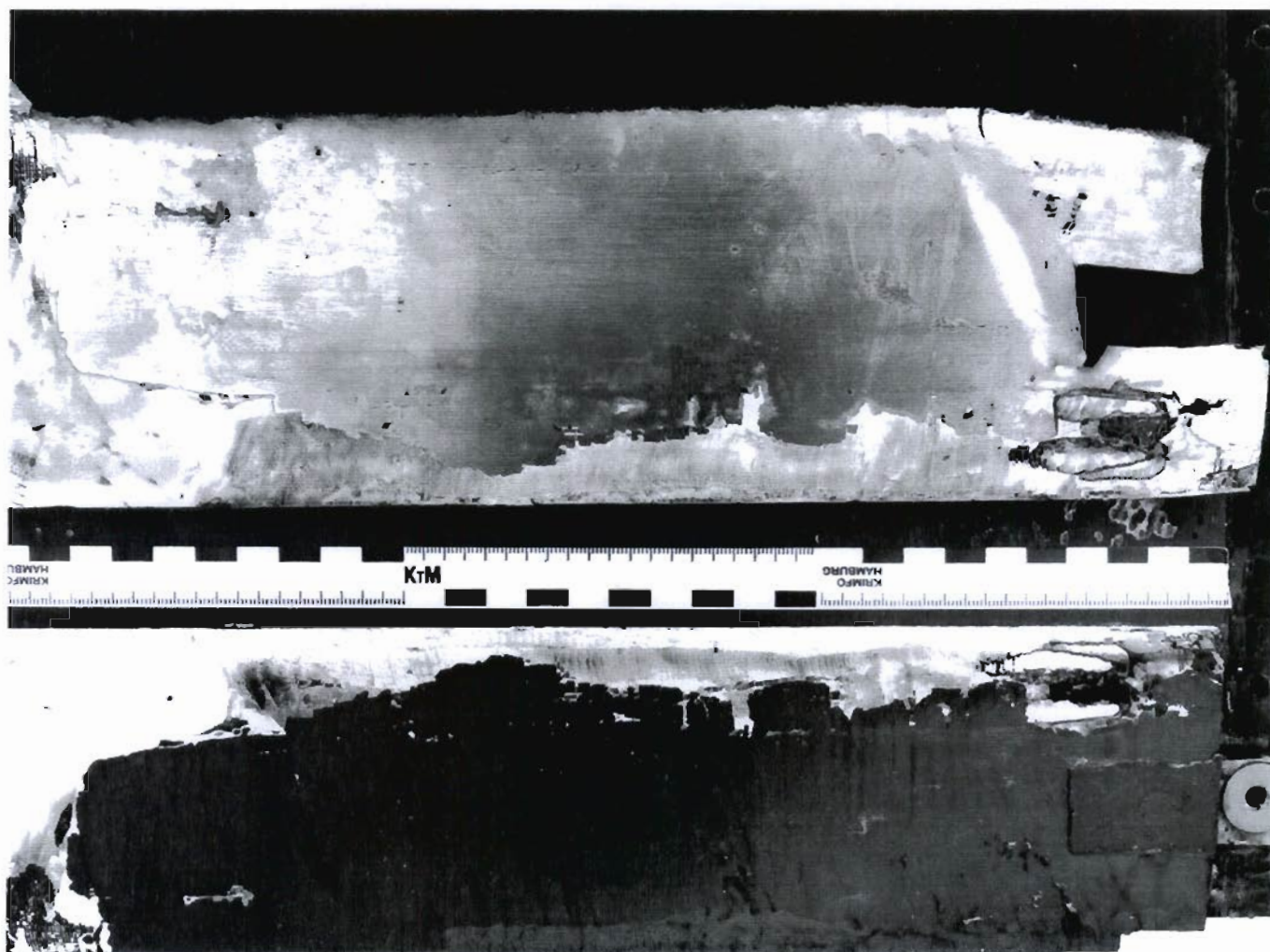


Photo showing the bonding surface of the protective Ti-strip (top) and the mating bonding surface of the blade structure (below). The geometry of the adhesive bonding for the upper blade surface should be compared with the borderline photo shown in Fig. 19A.

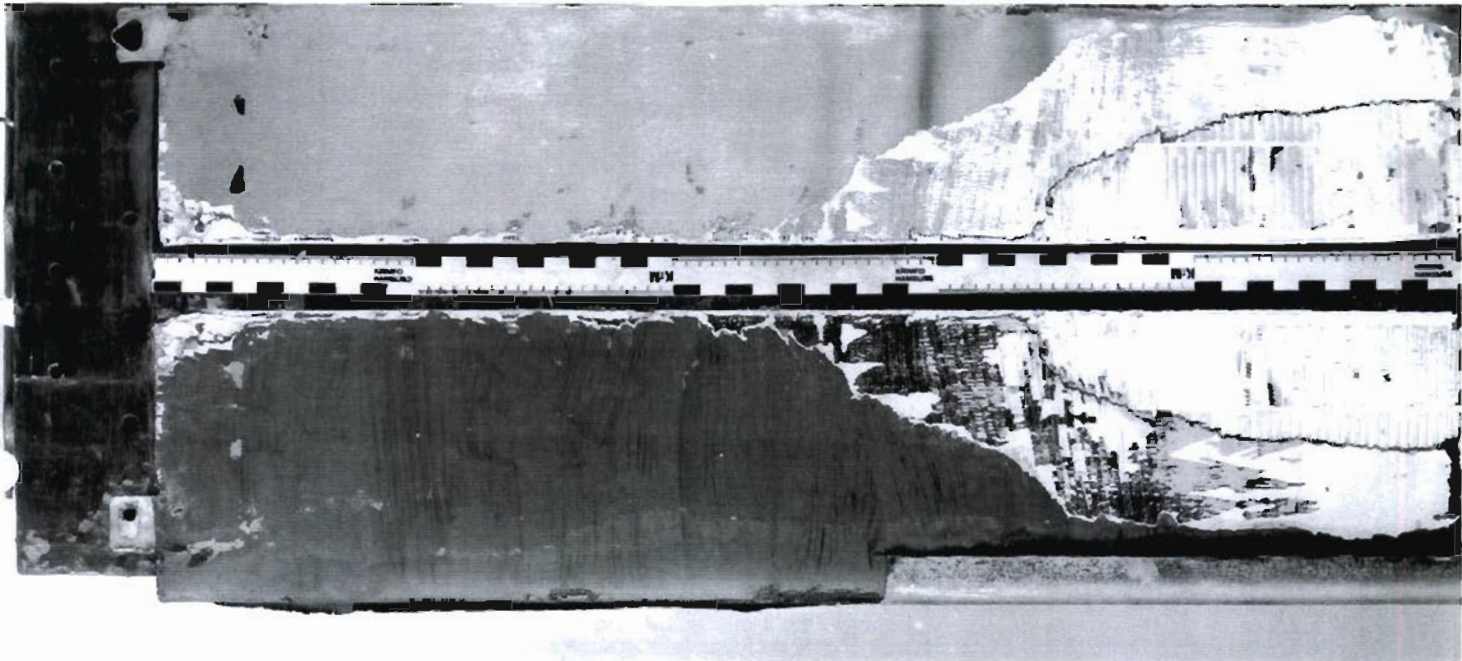
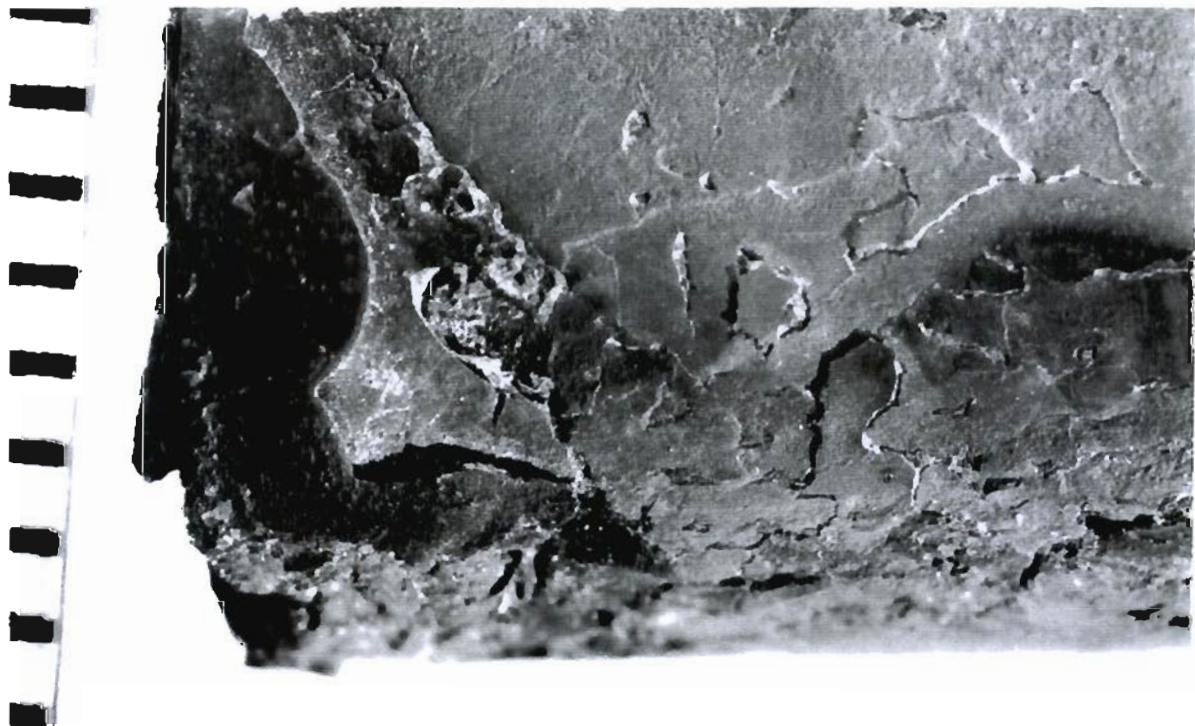


Photo showing the bonding surface of the protective Ti-strip (top) and the mating bonding surface of the blade structure (below). The geometry of the adhesive bonding for the lower blade surface should be compared with the borderline photo shown in Fig. 19B.

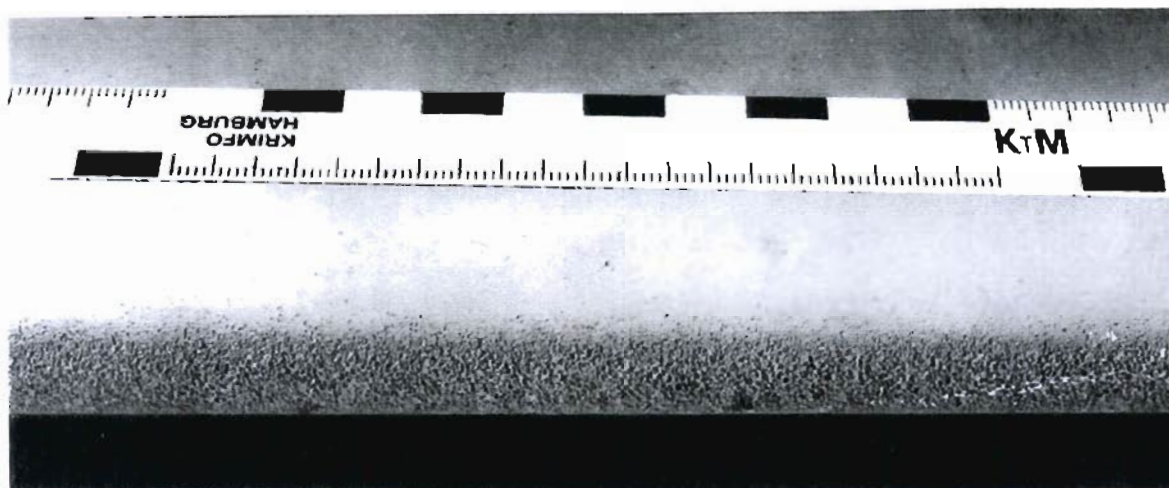


Close-up photo showing surface details of the blade structure of the leading edge.

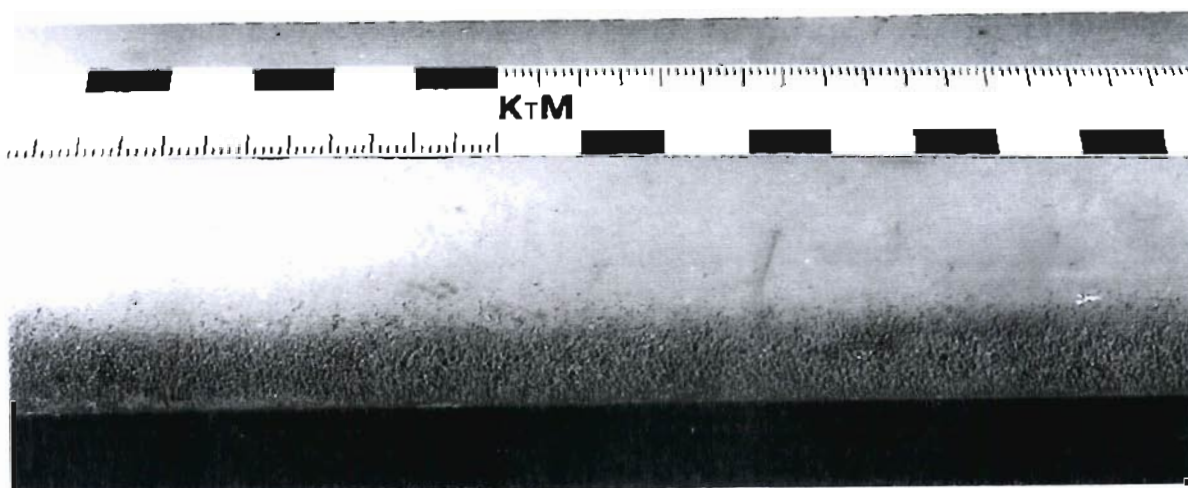
stripene ble prøver undersøkt av DNV i Scanning Electron Microscope (SEM), og Energy Dispersive Spectrometric (EDS) analyser ble foretatt uten at det var mulig å finne forskjeller av interesse mellom "brun" og "grå" overflate.

- 1.16.3.3 Det ble også kuttet ut en prøve 27 mm inn i bladets forkant 100 cm fra nullinjen. Denne prøven ble tatt i et område hvor "tapping" testen indikerte god heft mellom forkantskinnen og underlaget (ikke delaminering). Etter at prøven, som representerer et snitt inn i bladet, ble tatt ut løsnet bladstrukturen og avisingselementet fra forkantskinnen. Avtrykk fra forkantskinnen i Primeren/Polychloroprenegummien indikerte imidlertid at materialene har hatt god kontakt selv inne i den minste radien på forkantskinnen.
- 1.16.3.4 Figur 21B viser et nærbilde av overflaten ved nullinjen etter at forkantskinnen har blitt fjernet. Det mørke feltet til venstre på bildet representerer en forhøyning av overflaten som har ført til redusert kontakt mellom forkantskinnen og underlaget. Dette kan sees som ujevnheter i overflaten til venstre på bildet.
- 1.16.3.5 Det var for øvrig ikke mulig å finne variasjoner eller forskjeller i overflatebeskaffenheten i de områdene som var uten heft. Dette tyder på at delamineringene hadde oppstått grunnet samme feilmekanisme (-er).
- 1.16.4 Erosjon av forkantskinnen av hovedrotorblad S/N 617
- 1.16.4.1 Som innledningsvis nevnt var forkantskinnen erodert i framkant og i økende grad mot bladtippen (se figur 15B, 16A/B, 22A/B, 23A/B og 24). Denne erosjonen har delvis gjennomhullet (se figur 25B, 26A/B), og fjernet deler av skinnen (se figur 27A/B, 28A/B, 29A/B og 30). For på best mulig måte å finne ut hvor mye materiale som manglet fra skinnen, ble sprekkehalvdelen fotografert av DNV og så fotografisk koplet sammen. Resultatet ble tegnet av på papir (se figur 31). Sort felt på skissen representerer manglende materiale, og hvitt felt representerer områder hvor deformasjon av skinnen har ført til at halvdelen overlapper. Det er viktig å merke at de sorte områdene representerer det maksimale areal som kan ha erodert bort, og ikke nødvendigvis situasjonen før den siste flyturen ble påbegynt. Da fragmenter av Ti-materialet i ettertid lett kunne fjernes fra forkantskinnen er det sannsynlig at den siste flyturen, opprivingen av sprekken og synkingen/bergingen av helikopteret kan ha påvirket den totale mengde materiale som mangler ifølge skissen.
- 1.16.4.2 Figur 32A viser tydelig at materialet under forkantskinnen (avisingselementet) har små "nålestikk" inn i overflaten av Polychloroprenegummien. En undersøkelse foretatt av DNV viste at disse "hulene" kunne gå 1 - 2 mm inn under overflaten, men at de med unntak av et brunt fargestoff var tomme. Dette peker ifølge DNV sterkt mot at den mest skadelige erosjonen under hovedrotorbladenes bruk har vært forårsaket av vandrdåper (liquid impingement erosion). Dette beskrives som "progressive loss of original material from a solid surface due to continued exposure to impacts by liquid drops or jets" (ref. "Standard Terminology Relating to Wear and Erosion", G

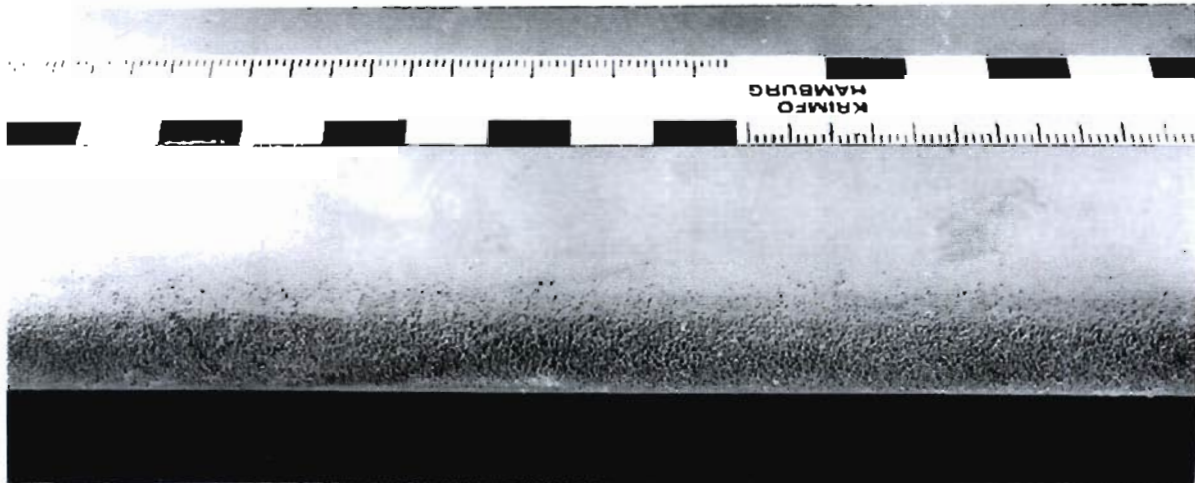




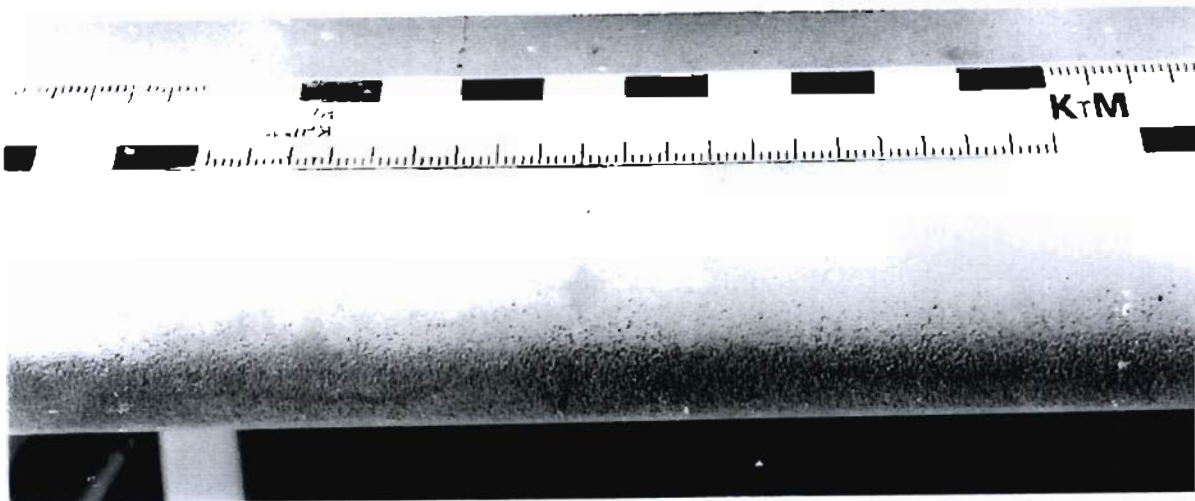
Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,38 - 0,52 m away from the "zero line".



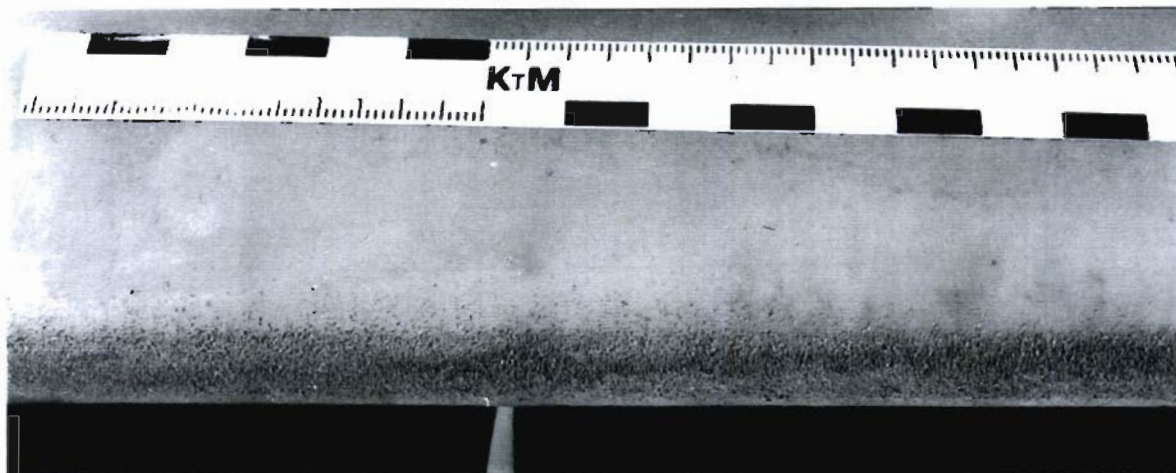
Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,53 - 0,66 m away from the "zero line".



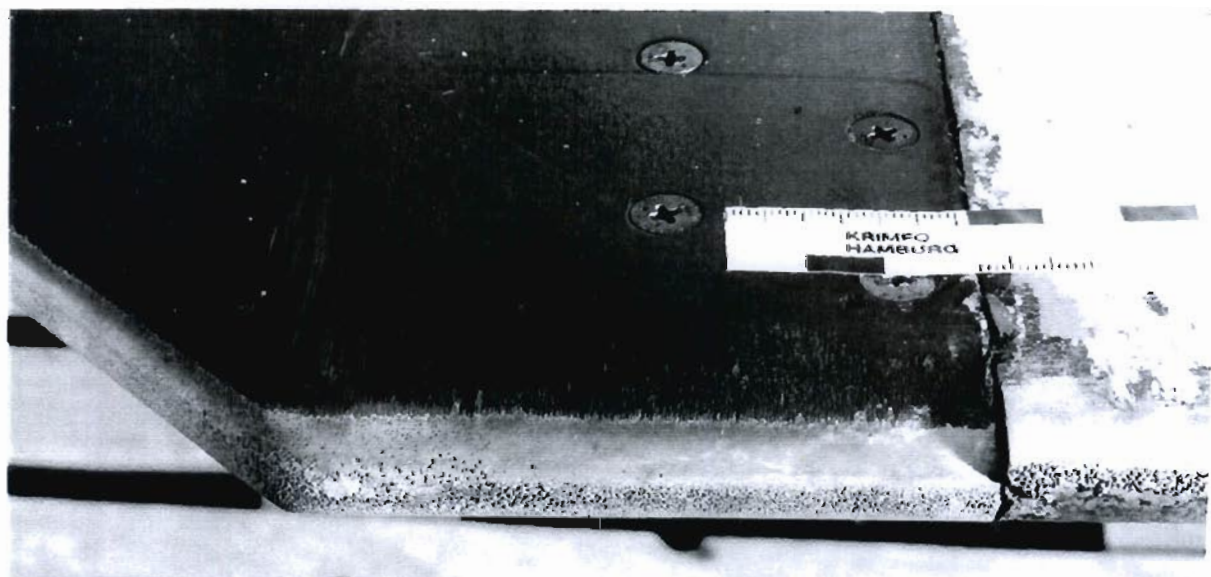
Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,66 - 0,79 m away from the "zero line".



Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,79 - 0,92 m away from the "zero line".



Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent upper surface of the protective Ti-strip, 0,92 - 1,05 m away from the "zero line".



Detail registration photo showing the surface wear suffered by the leading edge and the adjacent lower surface of the tip cap.



Detail photo from interior corner of modification cut-out. The crack in this corner of the protective Ti-strip is found somewhat open due to material deformation.

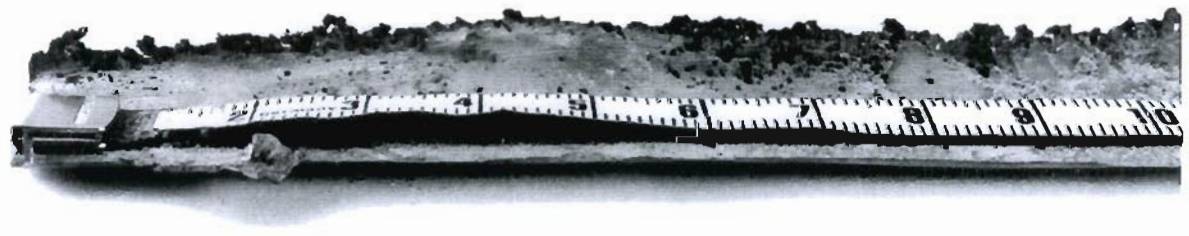


Photo illustrating the fracture profile in the outer portion of the protective Ti-strip. The interior (bonding) surface 0 - 0,1 m from the "zero line" (left) is seen.

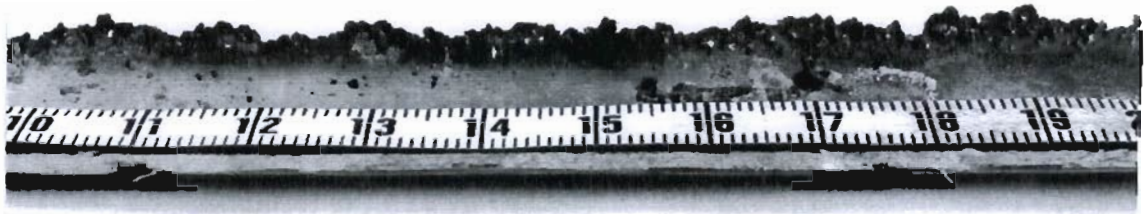


Photo illustrating the fracture profile in the outer portion of the protective Ti-strip. The interior (bonding) surface 0.1 - 0.19 m away from the “zero line” is seen.

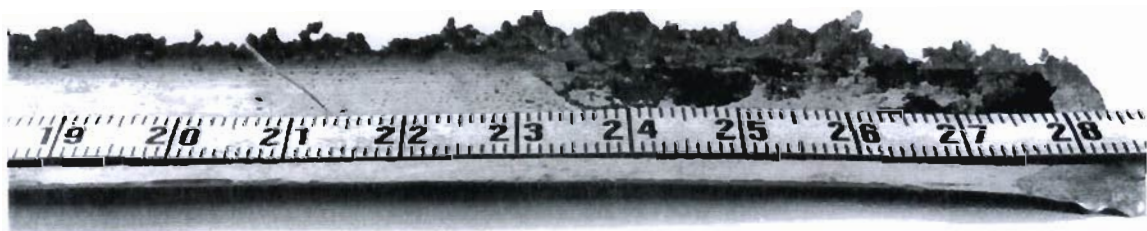
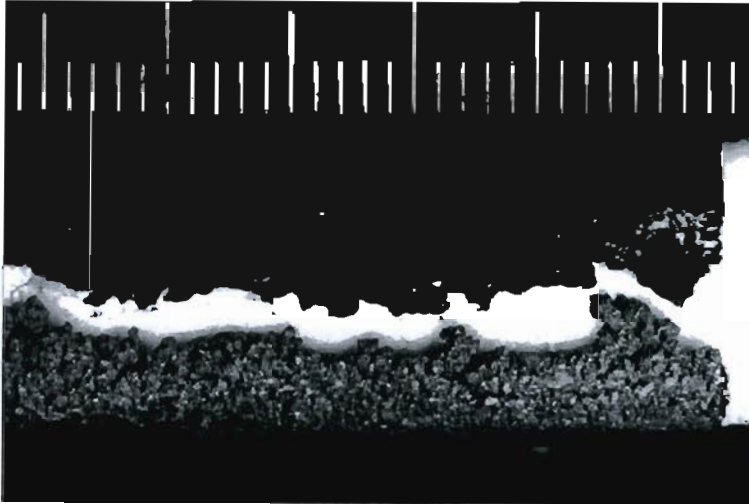
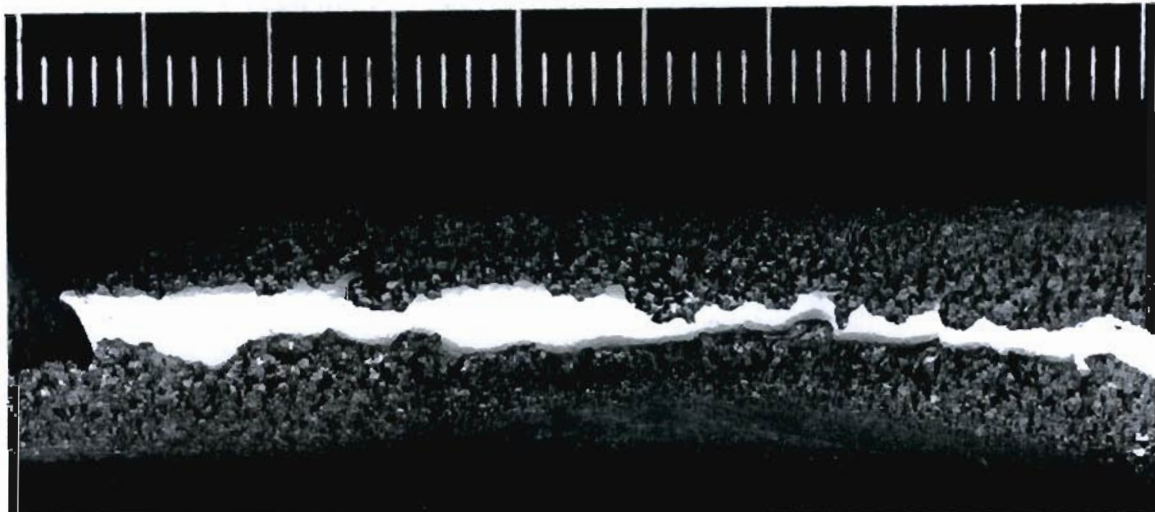


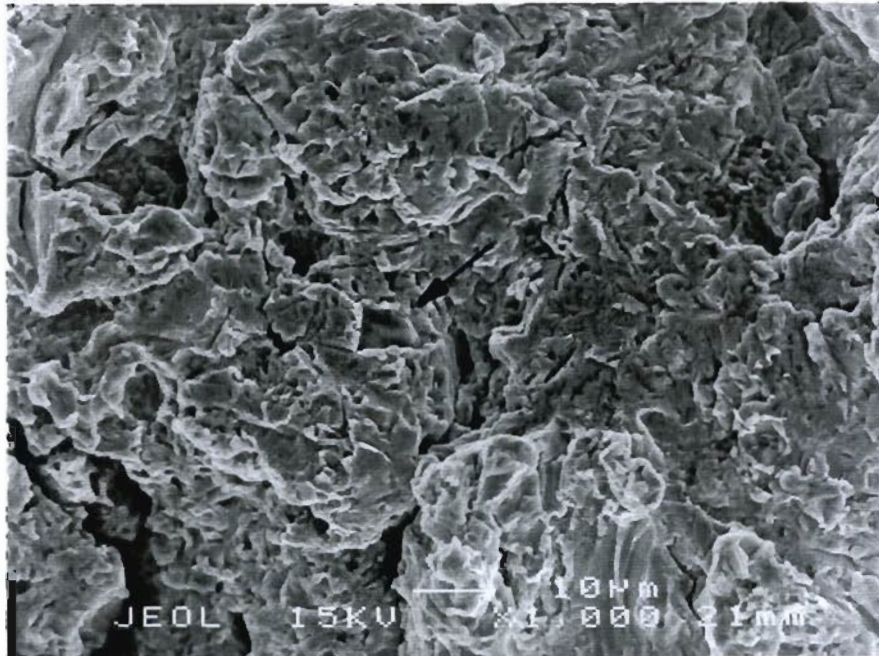
Photo illustrating the fracture profile in the outer portion of the protective Ti-strip. The interior (bonding) surface 0.19 - 0.285 m away from the “zero line” is seen.



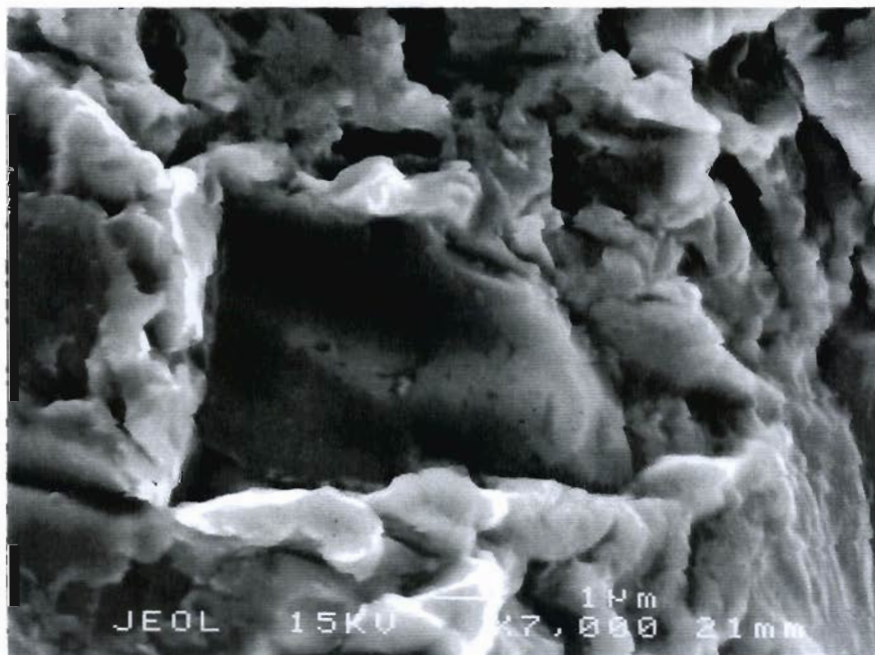
Detail photo showing the fracture profile and the leading edge wear of the outer cut section of the protective Ti-strip. The "zero line" is located at the right hand side of this photo.



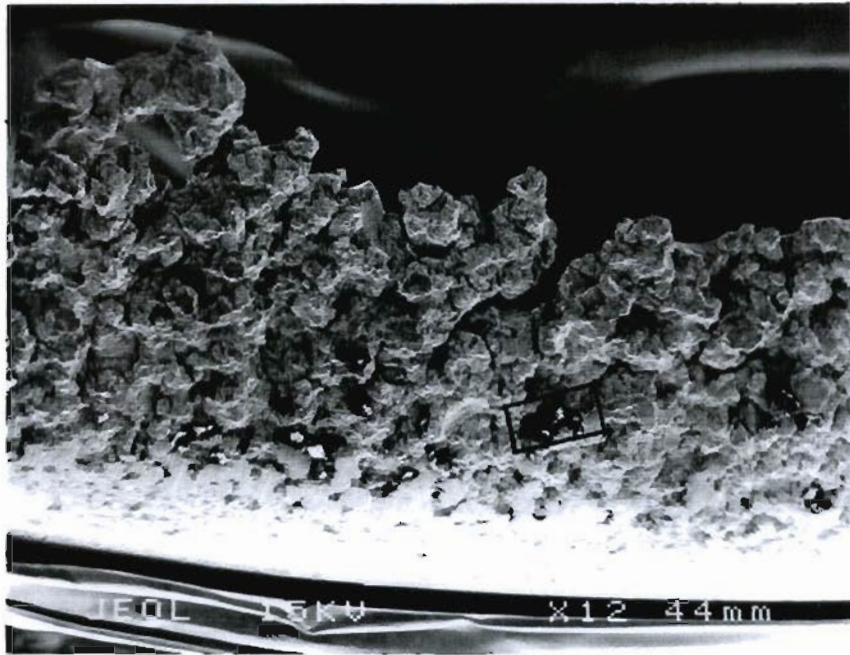
Detail photo showing the fracture profile and the leading edge wear of the second cut section from the outer end of the protective Ti-strip.



General micropattern appearance of the fracture surface from the section S1. A foreign matter particle is seen embedded in the Ti surface (arrowed). SEM-photo, magnification x 1000.

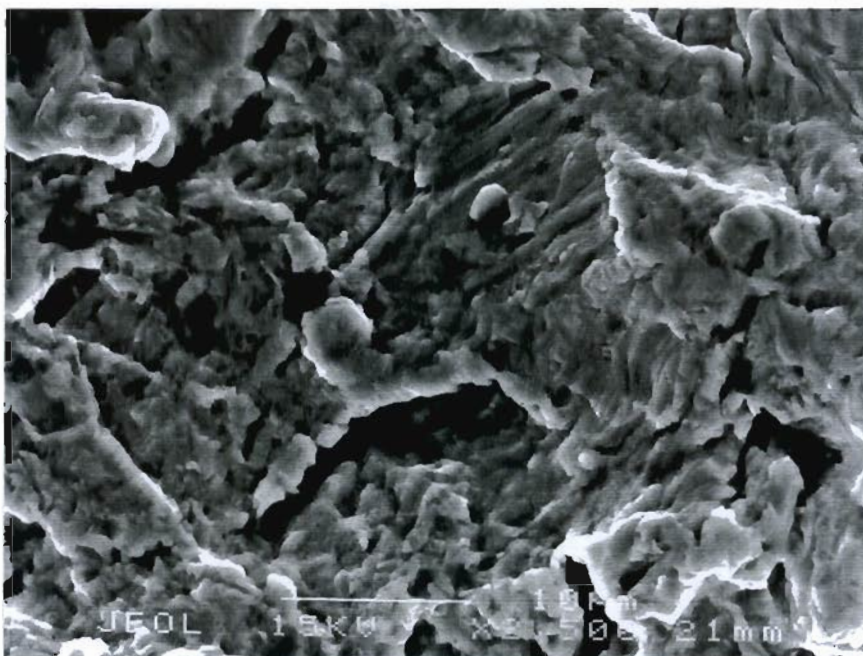


SEM close-up photo of the particle arrowed in Fig. 33A. By the EDS analysis carried out, the particle in question was found to be a sand particle. Magnification x 7000.

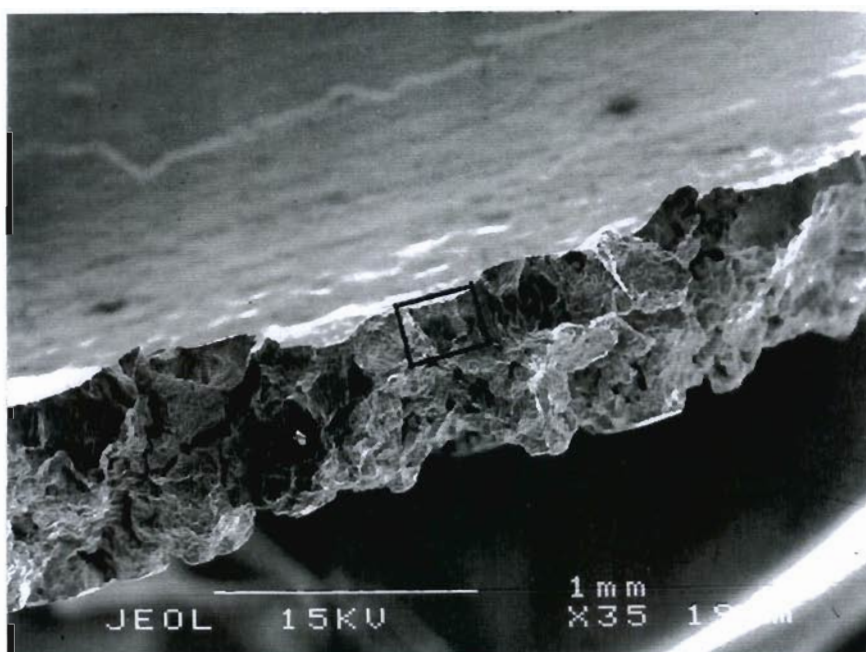


Eroded fracture surface from section S1, close to the section S2.  
SEM-photo, magnification x 12.

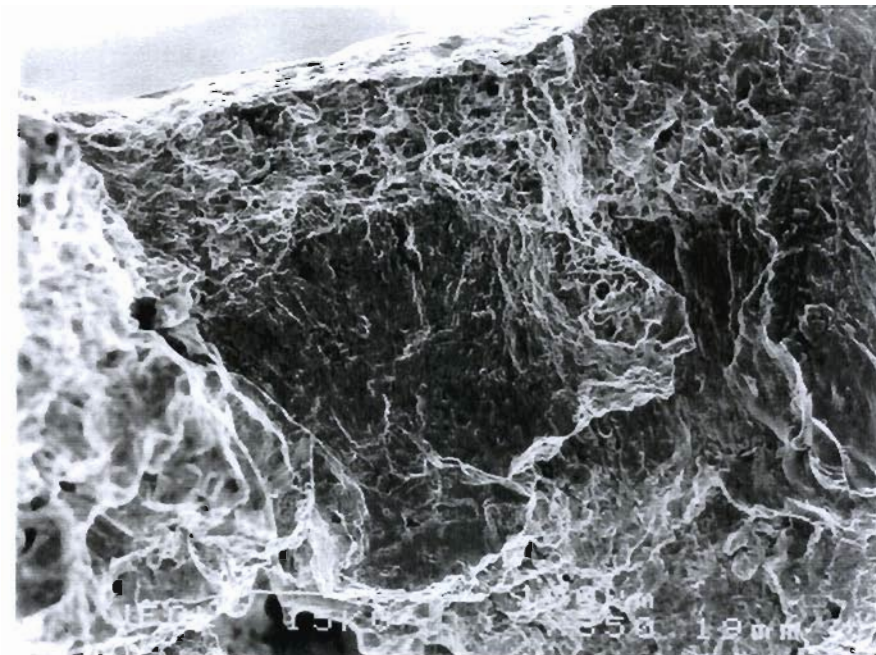




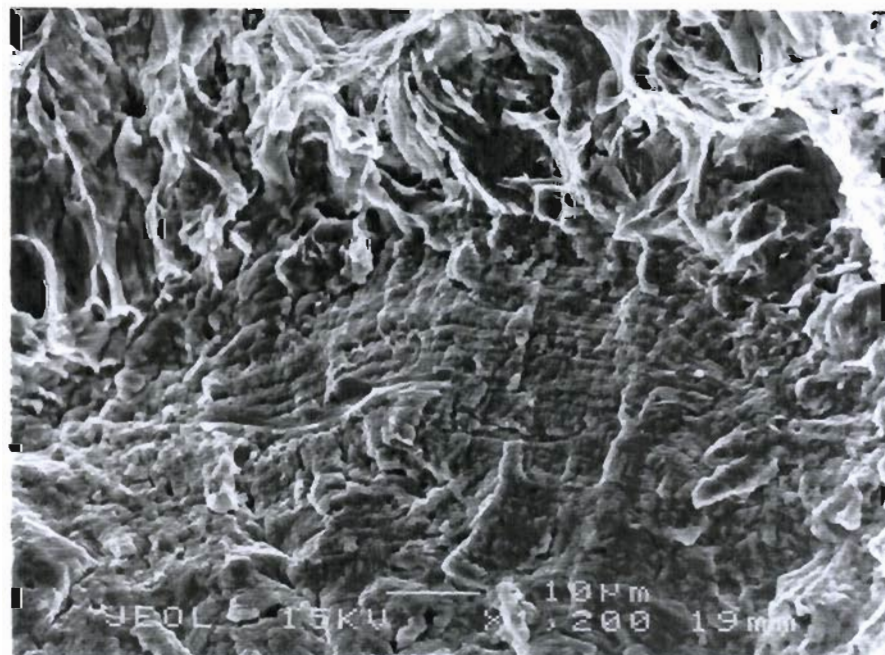
SEM-photo of a fracture micropattern from section S1, showing fatigue striations.  
Magnification x 2500.



General SEM view of the section S1 fracture surface. The inner surface of the Ti-strip is located to the upper half of the photo. A close-up of the framed area is seen on the next figure.  
Magnification x 35.



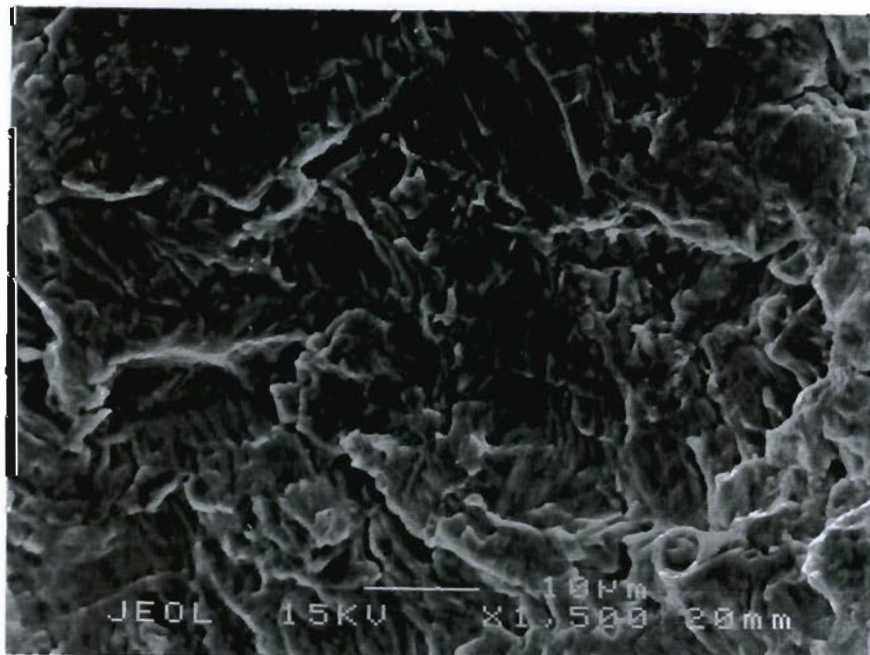
Another smooth fracture surface area in the section S1, detail from the area framed in Fig. 35B.  
SEM-photo, magnification x 350.



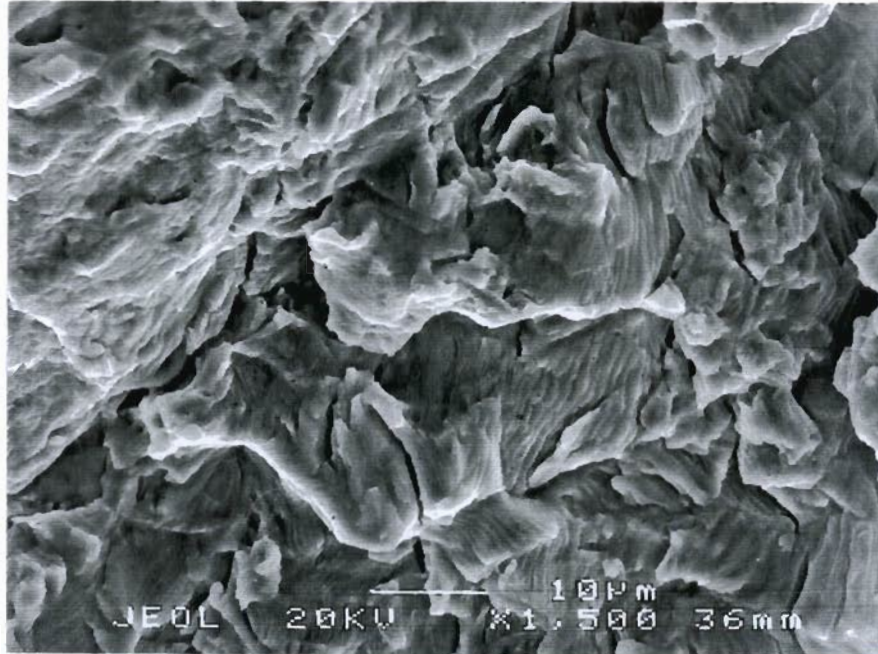
SEM-photo illustrating the transition zone between the fatigue and the final rupture (top of photo) towards the inner surface.  
Magnification x 1200



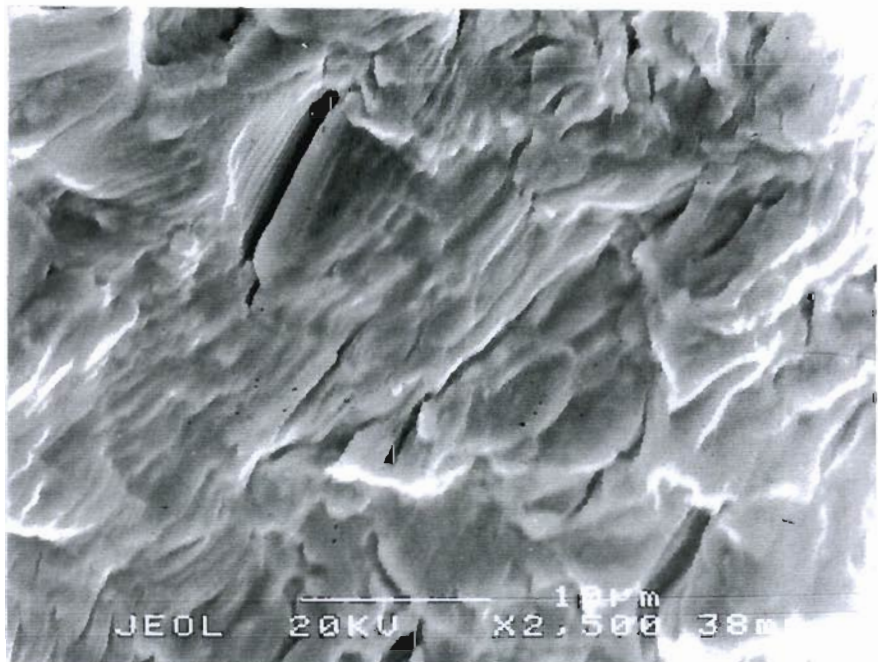
A transverse crack surface in the protective Ti-strip. The longitudinal fracture through the eroded zone is seen down to the left. Section S3. SEM-photo, magnification x 13.



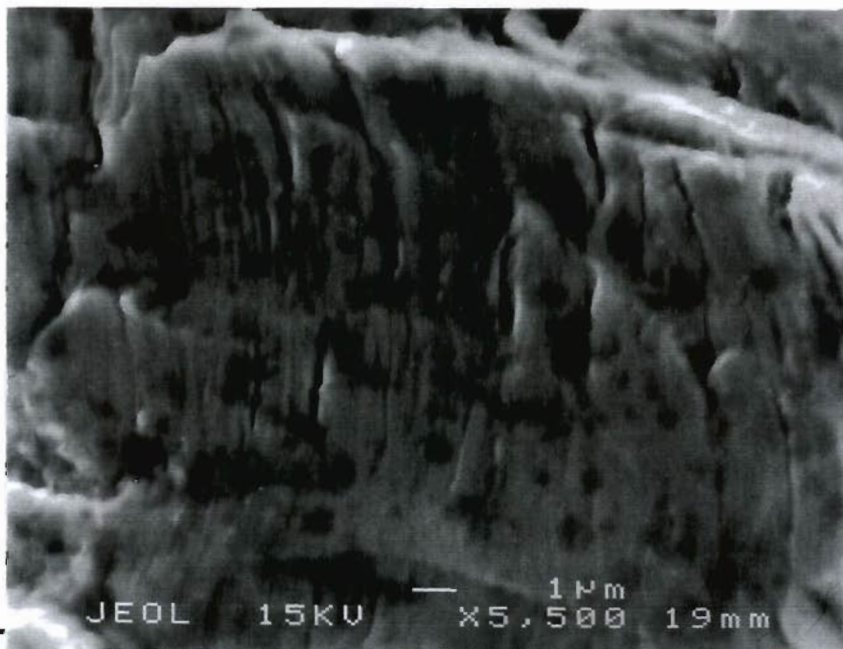
SEM close-up of a local area close to the crack start position seen down to the left in Fig. 37A. Magnification x 1500.



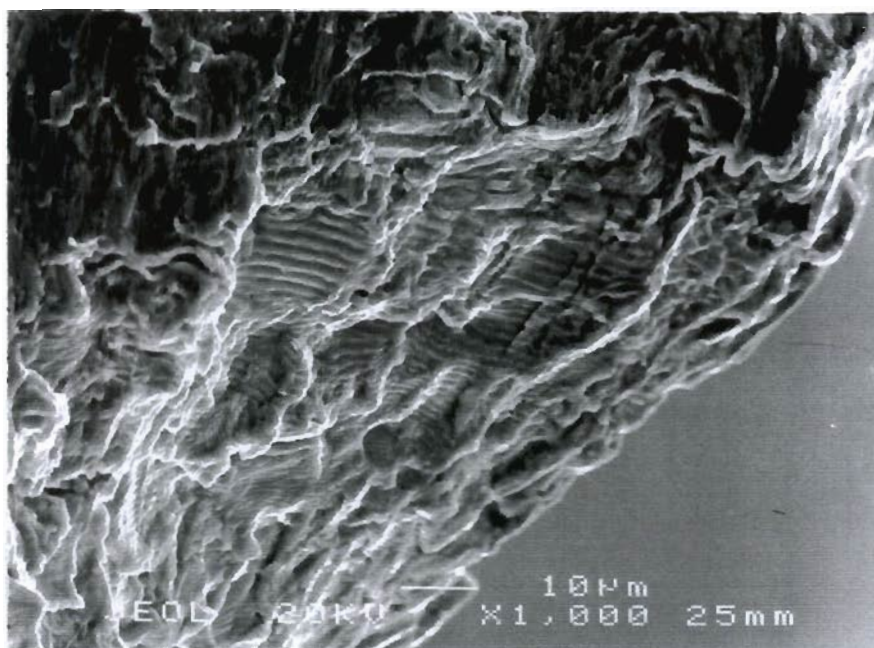
SEM close-up of a local area close to the toe (to the right) of the transverse crack surface seen in Fig. 37A.  
Magnification x 1500.



SEM detail photo representing the micropattern close to the crack toe.  
A fatigue mode of cracking is seen.  
Magnification x 2500.



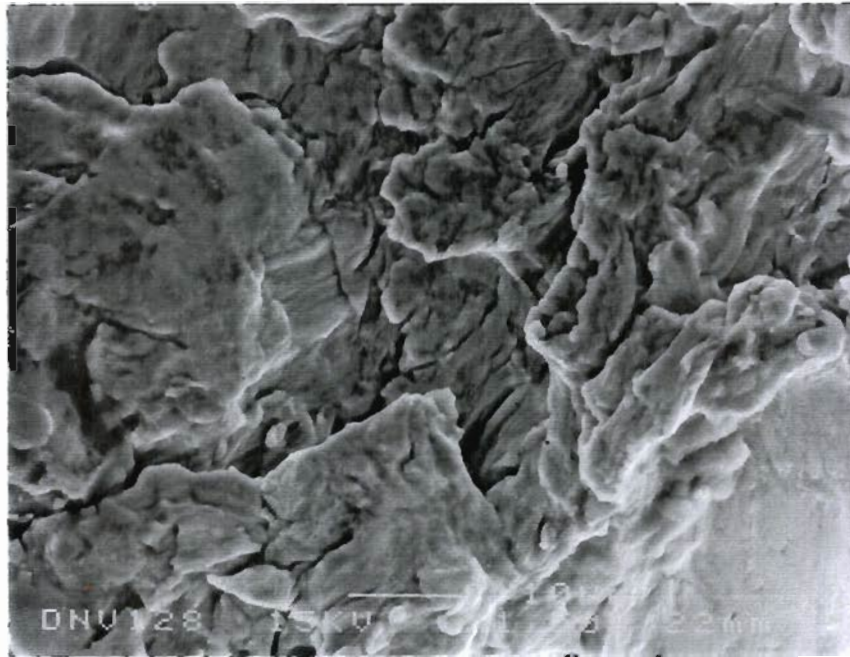
SEM detail photo representing a local area close to the toe of the transverse crack surface shown in Fig. 37A. Fatigue striations are stated. Magnification x 5500.



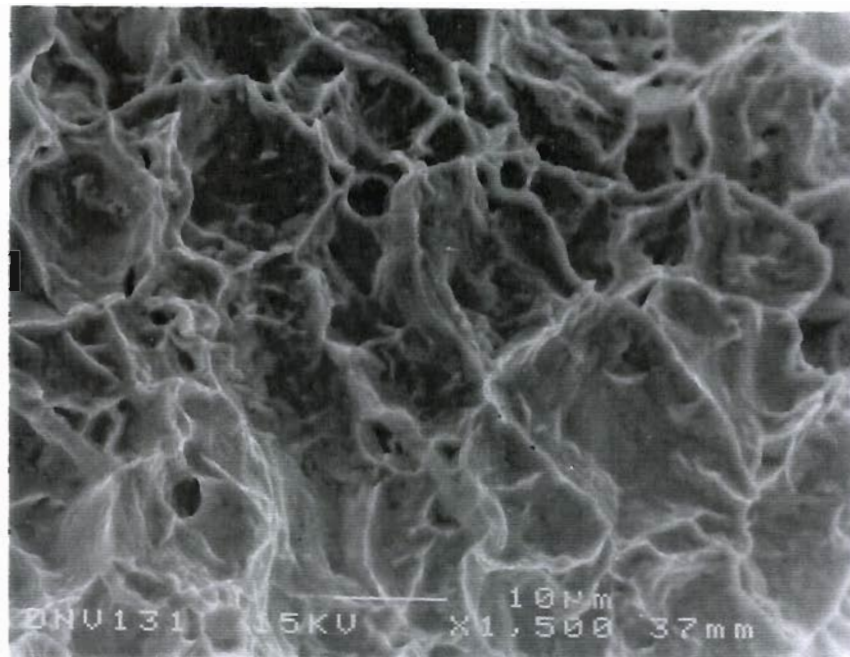
SEM-photo representing a transverse crack surface located to the section S2. The location in question is from the start zone of the crack. Magnification x 1000.

lastveksel utgjøres av en omdreining av helikopterets hovedrotor tilsvarer det ca. 86 min. flyging. På spørsmål fra HSL har Eurocopter sagt seg enig i at en omdreining fra hovedrotoren utgjør en lastveksel.

- 1.16.5.3 Den andre sprekken ble undersøkt på tilsvarende måte som den første. Det ble også her konstatert at sprekken var forårsaket av tretthetsbrudd. Lastvekslene ble ikke teller.
- 1.16.5.4 Figur 17 viser at sprekker hadde startet fra begge hjørnene av utskjæringen etter modifikasjonen, "Eurocopter Technical Instruction No. 230". Arbeidet med å fjerne utskjæringen hadde etterlatt forholdsvis markerte spor etter verktøy. Den lengste og mest åpne av disse sprekke ble undersøkt langs sprekkes overflate med SEM. Det ble igjen konstatert tretthetsbrudd selv om noe av mikrostrukturen var skadet av "hamring" (se figur 40A). De uventet mange funnene av tretthetsbrudd som ble gjort i sprekke, og det forhold at denne sprekken også var forårsaket av tretthetsbrudd langs hele lengden, førte til at DNV laget en prøve med et overbelastningsbrudd (ductile overload) i det samme materialet. Figur 40B viser at denne mikrostrukturen er helt forskjellig fra strukturen på figur 40A.
- 1.16.6 Metallografiske undersøkelser av forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617
- 1.16.6.1 Et tverrsnitt av hovedsprekken i S2 ble slipt og undersøkt. Resultatet er gjengitt på figur 41A/B og 42A/B. DNV beskriver dette i sin rapport slik:
- "It should be noted that in Fig. 142 (HSL figure 42A) numerous single cracks have started from the severely eroded surface (i.e. from grooves/cavities) and penetrated the material more or less in straight direction towards the inner (bonding) surface (cracks seen almost parallel). In Fig. 143 (HSL 42B) however, a branched cracking from the bottom location of the grooves/cavities is noted.
- Based on the SEM-examination of the crack surfaces from the section S2, it should be expected that the majority of the cracks seen in Fig. 140 (HSL 41A) - Fig. 143 (HSL 42B) are fatigue cracks, initiated from the bottom of erosion grooves/cavities propagating towards the inner surface."
- 1.16.6.2 Et snitt av forkantskinnen ble slipt for å undersøke metallens mikrostruktur. Det ble ikke funnet uregelmessigheter ved denne undersøkelsen.
- 1.16.6.3 To prøver av forkantskinnen ble undersøkt med Vickers hårdhetstester. Et trykk på 1 kg (HV 1) ble benyttet. Resultatet viste en hardhet på 151 - 165, HV5. Dette er et forventet resultat for T-40/ASTM Ti Grade 2.



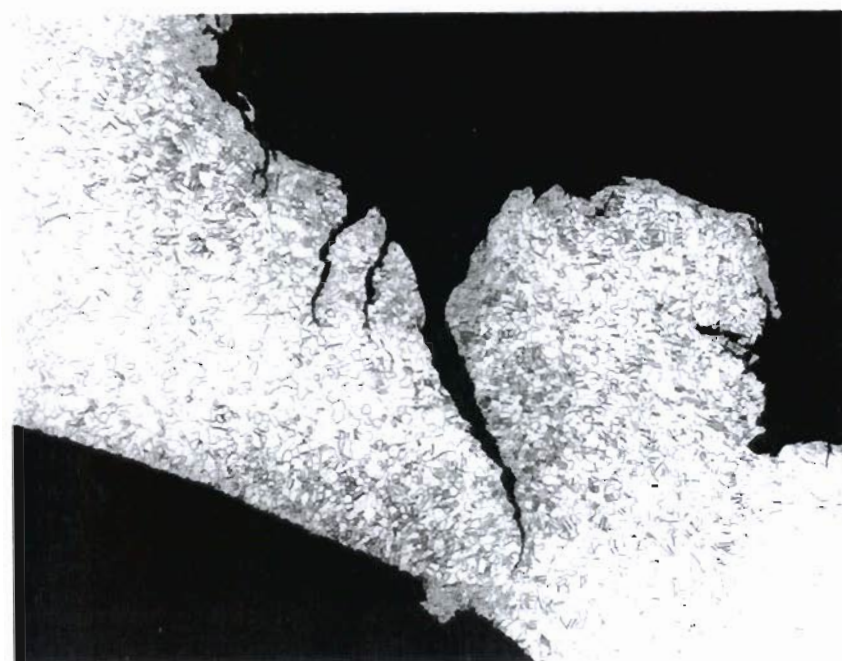
Fracture micropattern at the toe (inner end) of the crack from the modification corner.  
SEM-photo, magnification x 1500.



Fracture micropattern for the comparison of fracture mode, ductile material overload made by VERITAS.  
SEM-photo, magnification x 1500.

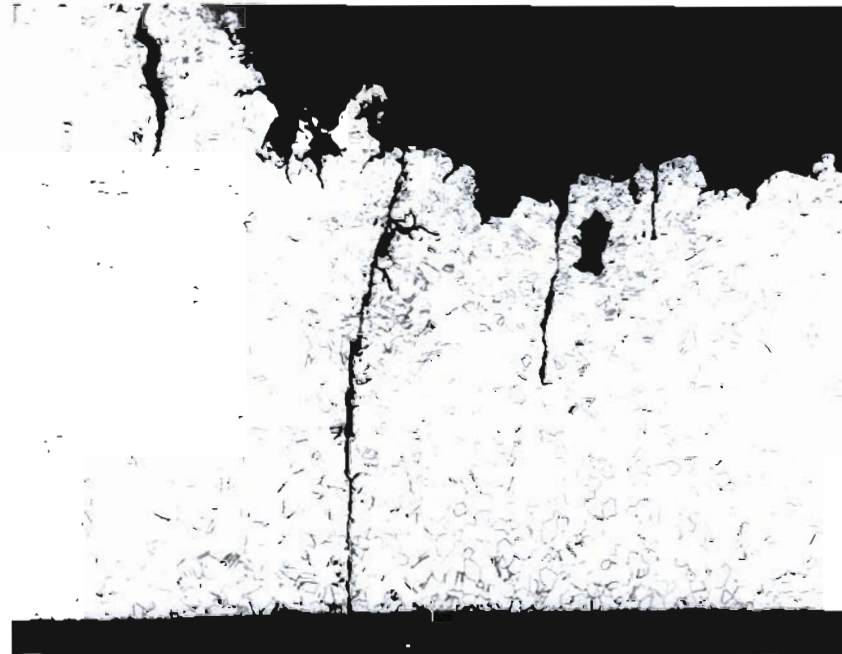


Transverse section through the leading edge zone of the protective Ti-strip.  
Magnification x 20.



Close-up photo of a cracked and severely eroded area shown in Fig. 41A.  
Magnification x 100.





Micrograph illustrating the situation of erosion and cracking within a local transverse section of the protective Ti-strip, leading edge position. Magnification x 160



Micrograph illustrating a branched, local cracking, initiated from the complex geometry of the bottom surface of the eroded pits. Magnification x 200

1.16.7 Kjemisk analyse av materialet i forkantskinnen til hovedrotorblad S/N 617

Materials Testing (MTS) Norge AS foretok en spektrografisk analyse av materialet fra forkantskinnen. Resultatet viste at materialet lå innenfor spesifikasjonene til T-40/ASTM Ti Grade 2.

1.16.8 Undersøkelse av overflatebehandlingen på innsiden av forkantskinnen til hovedrotorblad S/N 617

Under besøket hos Paulstra i Frankrike fikk DNV overlevert en prøve av det grad 100 papiret som ble brukt til å pusse forkantskinnen før primeren ble påført. Med dette papiret laget DNV en prøve og sammenlignet denne med overflatebehandlingen gitt til forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617. Resultatet av denne prøven er vist på figur 43A/B. Det er verd å merke at skinnen preparert av DNV er pusset med nytt papir. Prøver utført med slitt papir gav resultater som var mere sammenfallende med den opprinnelige overflaten på hovedrotorblad S/N 617. Disse prøvene ble også målt med Mitutoyo Surf-test 301 med sammenfallende resultat. Variasjonen i resultatene blir av DNV vurdert til å være innenfor det som kan forventes når forskjellige personer pusser med papir med varierende grad av slitasje.

1.16.9 Matematisk beregning av bøyemoment

I et forsøk på å få oversikt over de krefter som kan ha påvirket bøyingen av fliken av forkantskinnen på hovedrotorbladet til LN-OBP ble bøyemomentet forsøkt beregnet av DNV. Den matematiske beregningen viser at for å oppnå det nødvendige bøyemomentet kreves et flatetrykk på 3,2 - 3,6 kg/cm<sup>2</sup>.

1.16.10 Konklusjon i DNV rapport nr. 96-3548

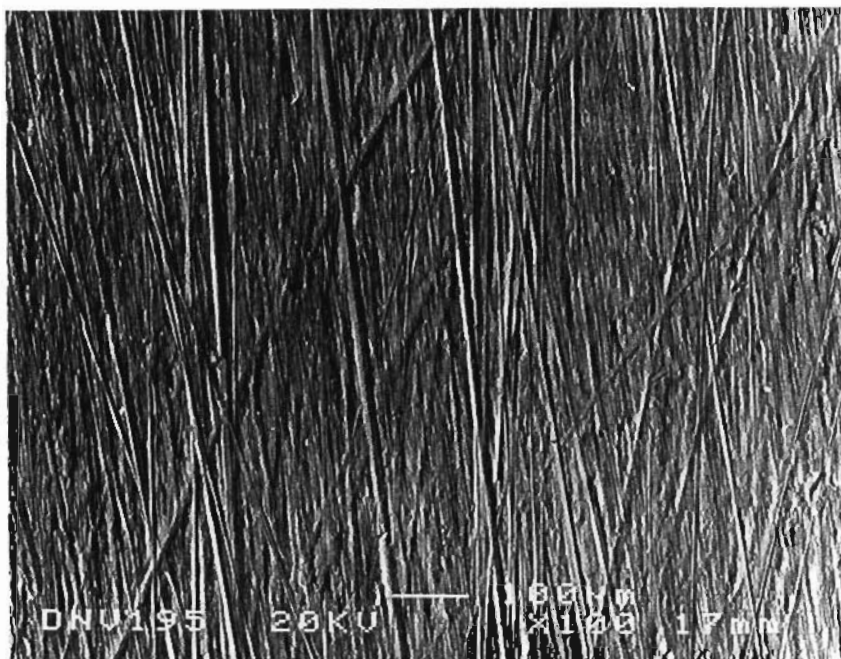
DNV skriver bl.a. i sin konklusjon i rapporten:

"The significant leading edge erosion damage, the de-icer return braid modification, and the lack of bonding are all found to be contributors to the vital fold at the outer end of the protective Ti-strip."

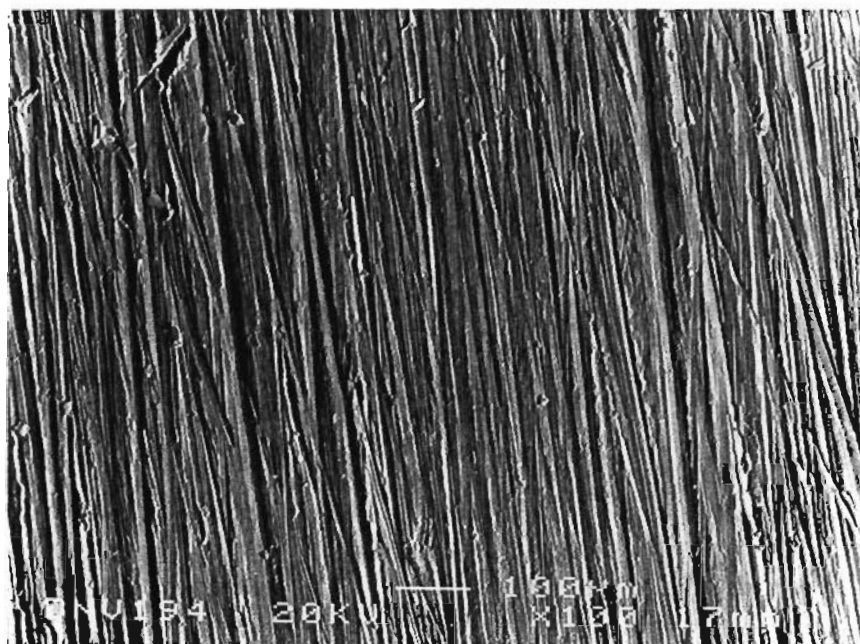
1.16.11 Undersøkelser av andre hovedrotorblader som har vært montert på helikoptre tilhørende HS

1.16.11.1 I anledning havariet med LN-OBP ble HSL gitt anledning til å undersøke andre hovedrotorblader som har blitt tatt ut av tjeneste hos HS. Av særlig interesse var bladene med S/N 733, 811 og 905. Disse tre rotorbladene har alle fått utført modifikasjonen "Eurocopter Technical Instruction No. 230".

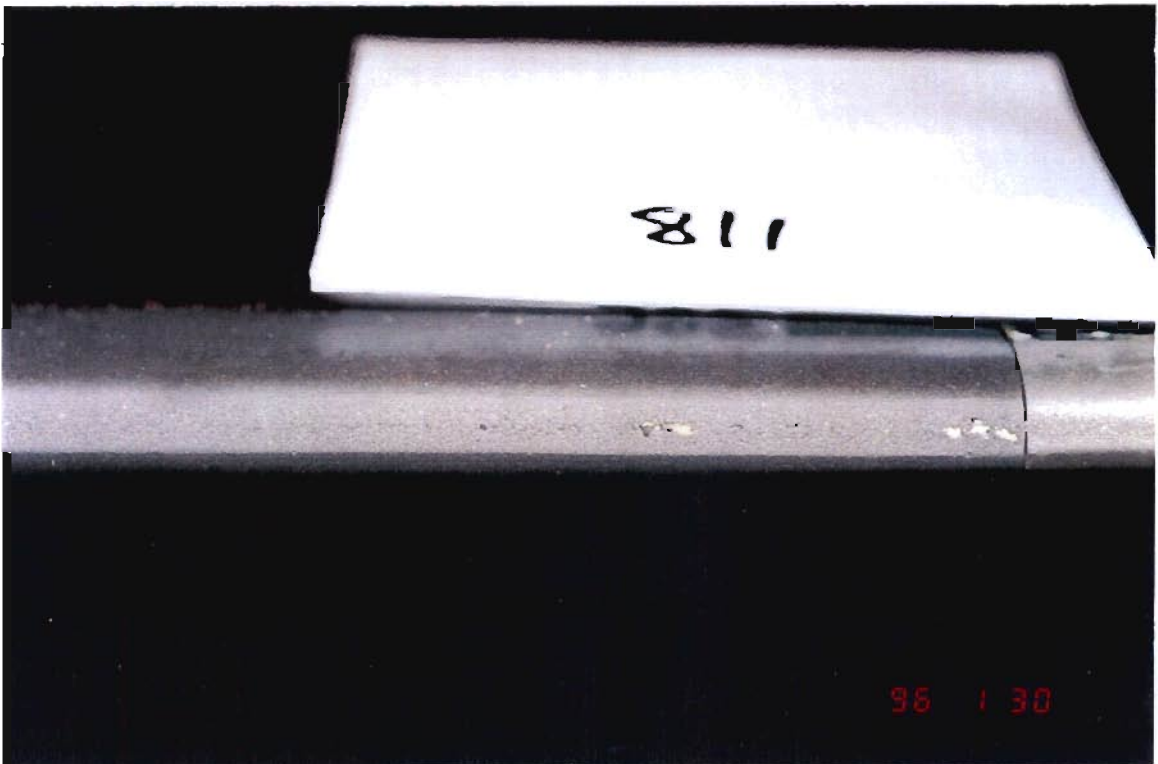
1.16.11.2 Forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 733 (se figur 44A) hadde en gangtid på 2 333 timer da bladet ble avmontert for reparasjon 28. oktober 1995. Som en kan se



SEM-photo illustrating the rate of original hand grinding undertaken on the bonding surface of the Ti-strip.  
Magnification x 100.



SEM-photo illustrating the rate of hand grinding undertaken on the bonding surface of the Ti-strip by VERITAS. Note that a brand new sheet of the specified (100µm) abrasive paper was used by this grinding operation.  
Magnification x 100.



av bildet var skinnen perforert med små hull. Bildet viser ingen synlige sprekker langs skinnen.

- 1.16.11.3 Forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 811 (se figur 44B) hadde en gangtid på 1 731 timer da bladet ble avmontert for reparasjon 23. oktober 1995. Som en kan se av bildet var skinnen perforert flere steder. Bildet viser ingen synlige sprekker langs skinnen.
- 1.16.11.4 Forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 905 (se figur 45A/B) hadde en gangtid på 1 731 timer da bladet ble avmontert 23. oktober 1995. Det ble da oppdaget perforering langs store deler av forkantskinnens ytre del. Skadene på forkantskinnen var så store at HS besluttet å fjerne en del av denne for å foreta egne undersøkelser. Bildet ble tatt etter at deler av skinnen var fjernet og viser et mønster som indikerer hvor forkantskinnen hadde god heft til underlaget (hvit), og grå overflate tilsvarende den som ble funnet under forkantskinnen på blad S/N 617. Bildet viser også at erosjonen har gjennomhullet skinnen og fortsatt inn i Polychloroprenegummien slik at de elektriske elementene i avisingsselementet har blitt avdekket. Ifølge opplysninger gitt fra HS hadde ikke forkantskinnen løsnet som følge av denne erosjonen.

Som følge av havariet med LN-OBP ble det igangsatt en intern undersøkelse hos HS for å fastslå omstendighetene omkring skadene på hovedrotorbladet S/N 905. Det ble da slått fast at helikopteret hadde fløyet 2:22 timer fra siste "Daily Maintenance Check" og til skaden ble oppdaget. Det ble videre avdekket at det ikke ble skrevet Teknisk Rapport på bakgrunn av den erosjonsskaden som ble funnet. Ifølge uttalelser fra teknisk ledelse i HS skulle dette aktuelle tilfellet ha vært rapportert.

#### 1.16.12 Akustisk sender (Underwater acoustic beacon)

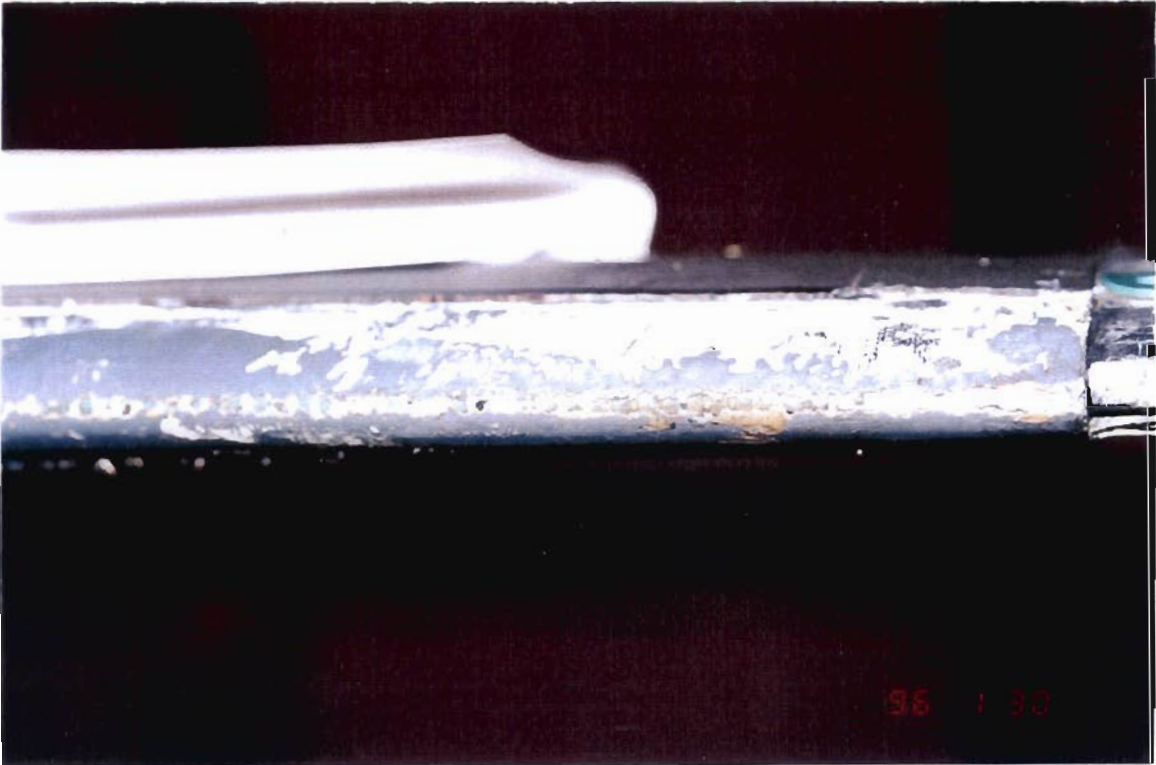
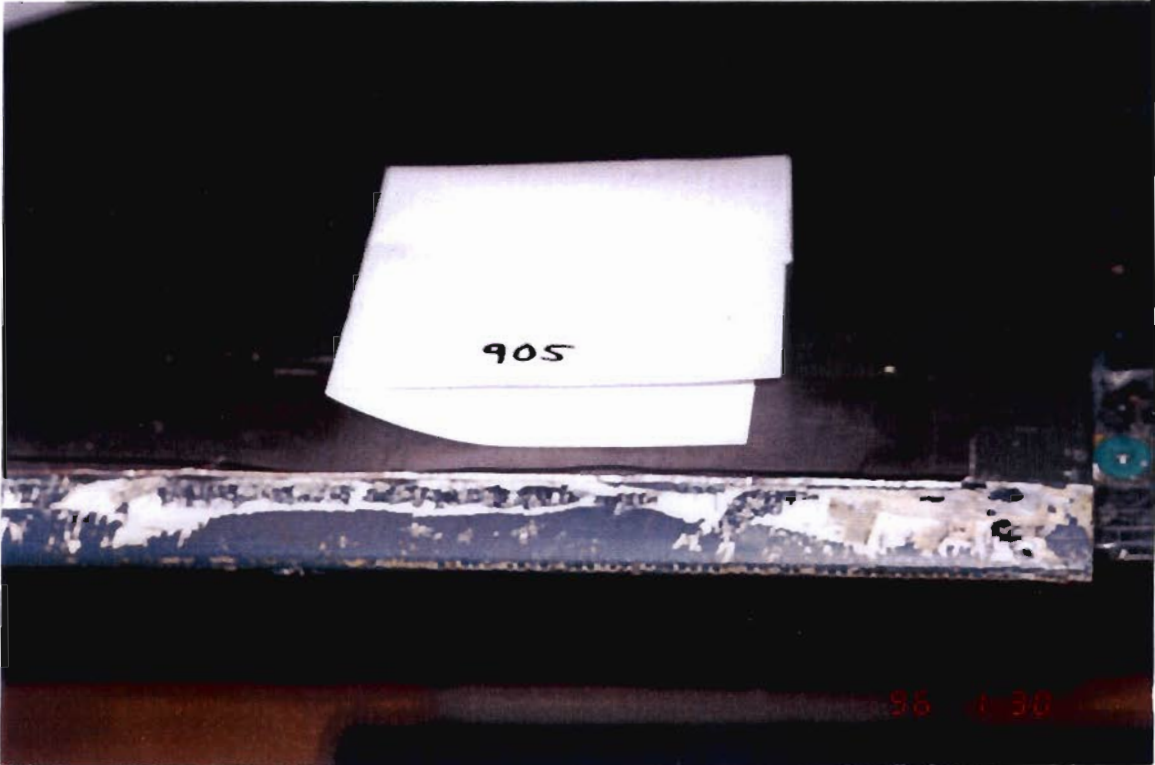
Den kombinerte ferd- og taleregistratør var forskriftsmessig utstyrt med et akustisk sender (pinger). Hensikten med dette er å gjøre det mulig å finne igjen registratørene hvis de har havnet på bunnen av sjø/hav ved en ulykke eller hendelse som medfører at luftfartøyet synker. Ved denne ulykken forsøkte bergingsmannskapet å søke på den frekvens som er oppgitt å være det normale frekvensområdet for en slikt sender, uten resultat. HSL har senere fått senderen undersøkt hos fabrikanten, Dukane. I sin rapport etter undersøkelsen sier fabrikanten at årsaken til at senderens frekvens lå utenfor spesifikasjonene var at det hadde oppstått innvendig delaminering av enheten. Årsaken til denne delaminering kunne ikke fastslås.

### 1.17 **Organisasjoner og ledelse**

#### 1.17.1 Luftfartsverket (LV)

Luftfartsverket utfører bl.a. adgangskontroll og virksomhetstilsyn overfor de respektive luftfartsselskaper. Dette betyr bl.a. at denne myndighet godkjenner det enkelte selskaps sikkerhetsstandard som beskrives gjennom selskapets samlede

FIGUR 45 A/B



håndboksystem, og fører tilsyn med at denne standard opprettholdes av organisasjonen.

## 1.17.2 Helikopter Service AS

### 1.17.2.1 Selskapet innehar følgende godkjenninger fra LV:

Lisens nr. 003  
Air operators Certificate 003  
JAR-145 approval number 003

I tillegg har den amerikanske luftfartsmyndigheten FAA gitt selskapet "Foreign Repair Station" sertifikat (Air Agency Certificate No. CZ5Y797M).

1.17.2.2 Som en av verdens ledende helikopteroperatører har selskapet bygget opp en omfattende administrasjon og dokumentasjon i tråd med selskapets størrelse. Med dokumentasjon menes i første rekke selskapets flyoperative-, flytekniske- og administrative håndboksystem. Systemet er bygget på det tradisjonelle tre-nivå systemet, strategisk nivå (Kvalitetshåndboken), taktisk nivå (f.eks. Flight Operations Manual og Maintenance Operations Manual) og operasjonelt nivå (Flight Manuals og Maintenance Requirements Manuals) (se figur 46).

1.17.2.3 Selskapets kvalitetssystem er organisert slik at det finnes en kvalitetssjef i stabsfunksjon til administrerende direktør. Kvalitetssjefen er delegert oppgaven å overvåke selskapets samlede kvalitetssystem. Henholdsvis flyoperativ og flyteknisk avdeling har ansvar for å bygge opp sine egne kvalitetssikringssystemer. For å ivareta oppbyggingen og gjennomføringen av revisjoner av disse systemer, har avdelingene egne kvalitetssikringsenheter med egen leder.

1.17.2.4 Eurocopter har en fast "field representative" hos selskapet. Denne har kontor i selskapets administrasjonsbygg på Sola, slik at kontakten er permanent, men for det meste uformell.

## 1.18 **Andre opplysninger**

### 1.18.1 Fastsettelse av flysikkerhetsstandard

Et luftfartsforetagendes flysikkerhetsstandard fremkommer som foretagendets samlede håndboksystem. Deler av dette system skal godkjennes av sikkerhetsmyndigheten (LV), som dermed godkjenner foretagendets flysikkerhetsnivå. Etter ulykken, som denne rapport omhandler, har sikkerhetsmyndigheten utgitt BSL D 1-1 hvor det settes krav om at den etablerte flysikkerhetsstandard i et foretagende skal kvalitetssikres gjennom et påvist kvalitetssystem.

### 1.18.2 Vedlikehold av flymateriell - krav fra Luftfartsverket (LV)

MAINTENANCE OPERATIONS MANUAL

SYSTEM DOCUMENTATION

INTERNAL MANUALS

Description and use of manuals

The Company issues the manuals shown in Figure 2. The figure indicates the applicable authoritative ranking of each individual manual.

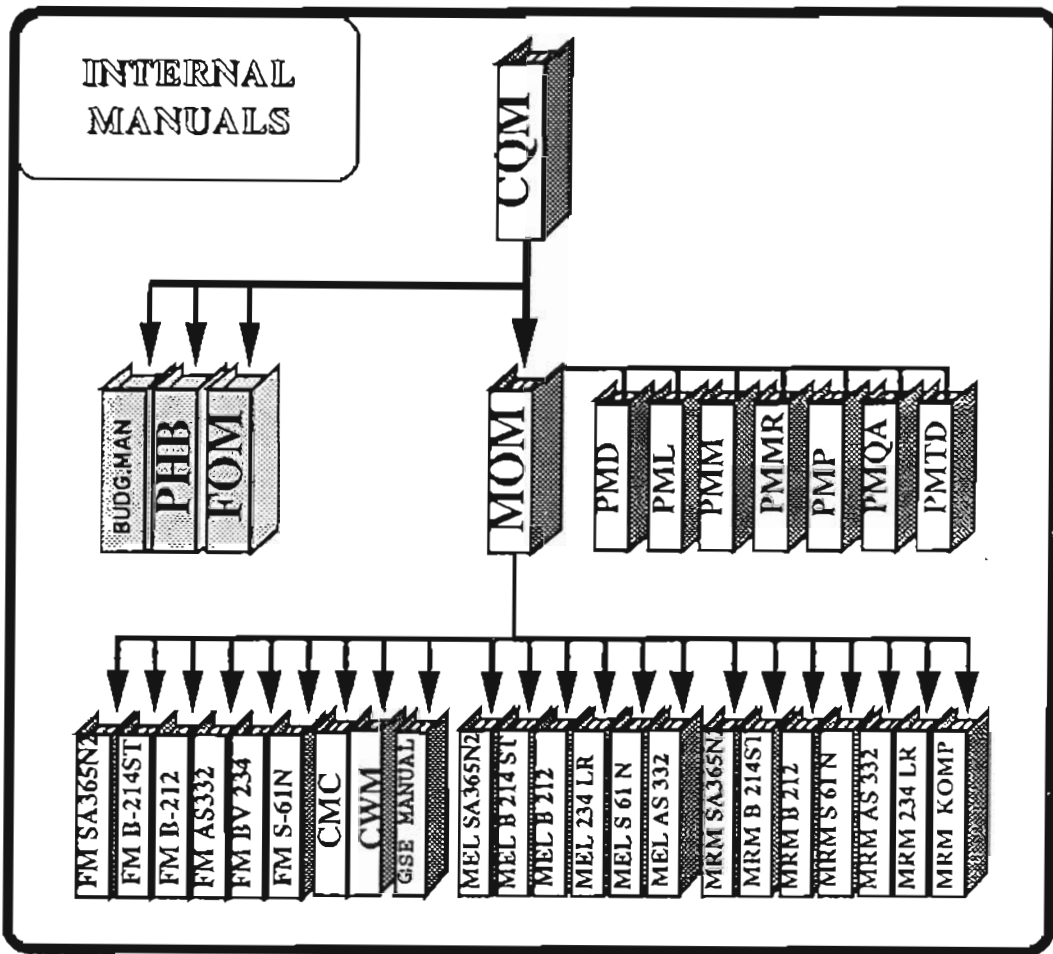


Figure 2

Anyone who becomes acquainted with circumstances indicating that the manuals must be revised is obligated to report this to the responsible issuer.



LV har i BSL B 3-2, pkt. 3.3.1 fastsatt at vedlikehold og modifikasjon av flymateriell skal foregå i samsvar med et system som er godkjent av myndigheten. Videre sier den samme forskriften:

"3.1.2 Vedlikehold skal omfatte to typer gjøremål:

- a) Rutinevedlikehold
- b) Ikke-rutinevedlikehold

Anm. 1: Rutinevedlikehold skal utføres etter spesifiserte intervaller. Hensikten med rutinevedlikehold er å hindre en nedsatt grad av den innebygde konstruksjonsmessige standard.

Anm. 2: Ikke-rutinevedlikehold er arbeider som er et resultat av:

- rutinevedlikehold
- rapportering
- tilstandsovervåking

3.1.3 Vedlikeholdsprogram skal generelt inkludere en eller flere av følgende primære vedlikeholdsprosesser:

- tidsbegrensning (Hard Time)
- tilstandskontroll (On Condition)
- tilstandsovervåking (Condition Monitoring)

3.2 Vedlikeholdsordningen skal være godkjent av Luftfarstverket.

8.4.1 Arbeider skal utføres etter metoder og til den standard som er angitt i fabrikantens vedlikeholdsunderlag. Dersom slik ikke finnes....."

### 1.18.3 Vedlikehold av flymateriell - selskapets vedlikeholdsordning

- 1.18.3.1 Selskapet har i sitt tekniske håndboksystem beskrevet hvordan vedlikeholdssystemet for de respektive helikoptertyper utarbeides, hvordan vedlikeholdet utføres og hvordan det overvåkes. Utgangspunktet for vedlikehold av selskapets helikopterflåte er fabrikantenes anvisninger. Dette er i tråd med LVs bestemmelser referert i 1.18.1. I tillegg har selskapet i sitt håndboksystem fastsatt at egne erfaringer skal medtas som grunnlag for fastsettelse av vedlikeholds nivået. I håndboksystemet beskrives både styrende kralelementer og generelle- og prinsipielle regler som har vesentlig innflytelse på hvordan vedlikeholdssystemet konstrueres, utøves og følges

opp (se figur 47). Fra det omfattende håndboksystemet har HSL valgt å presentere en del observasjoner fra den delen av håndboksystemet som er styrende dokumenter og dermed obligatoriske, samtidig som de er relevante for denne undersøkelsen. Observasjonene er fra de styrende dokumenter Kvalitetshåndboken, Maintenance Operations Manual m/tilhørende Procedures Manuals og Maintenance Requirement Manual. Følgende inndeling er valgt:

- Generelt
- Programregler (regler for hvordan systemet bygges opp)
- Utførelse
- Revisjon og overvåking av systemet

### 1.18.3.2 *Generelt*

Følgende kan siteres fra Maintenance Operations Manual (MOM):

"MOM 06-01-05 General

The purpose of maintenance is to retain the reliability and performance specifications that are built into equipment during its design, manufacture and modification.

MOM 06-00-20 Basic Principles

All materials must be safeguarded in accordance with terotechnological principles for good management, communication, resource management, monitoring reliability and costs for the duration of the working life of the materials at Helikopter Service AS.

MOM 02-02-20 Main duties, Planning

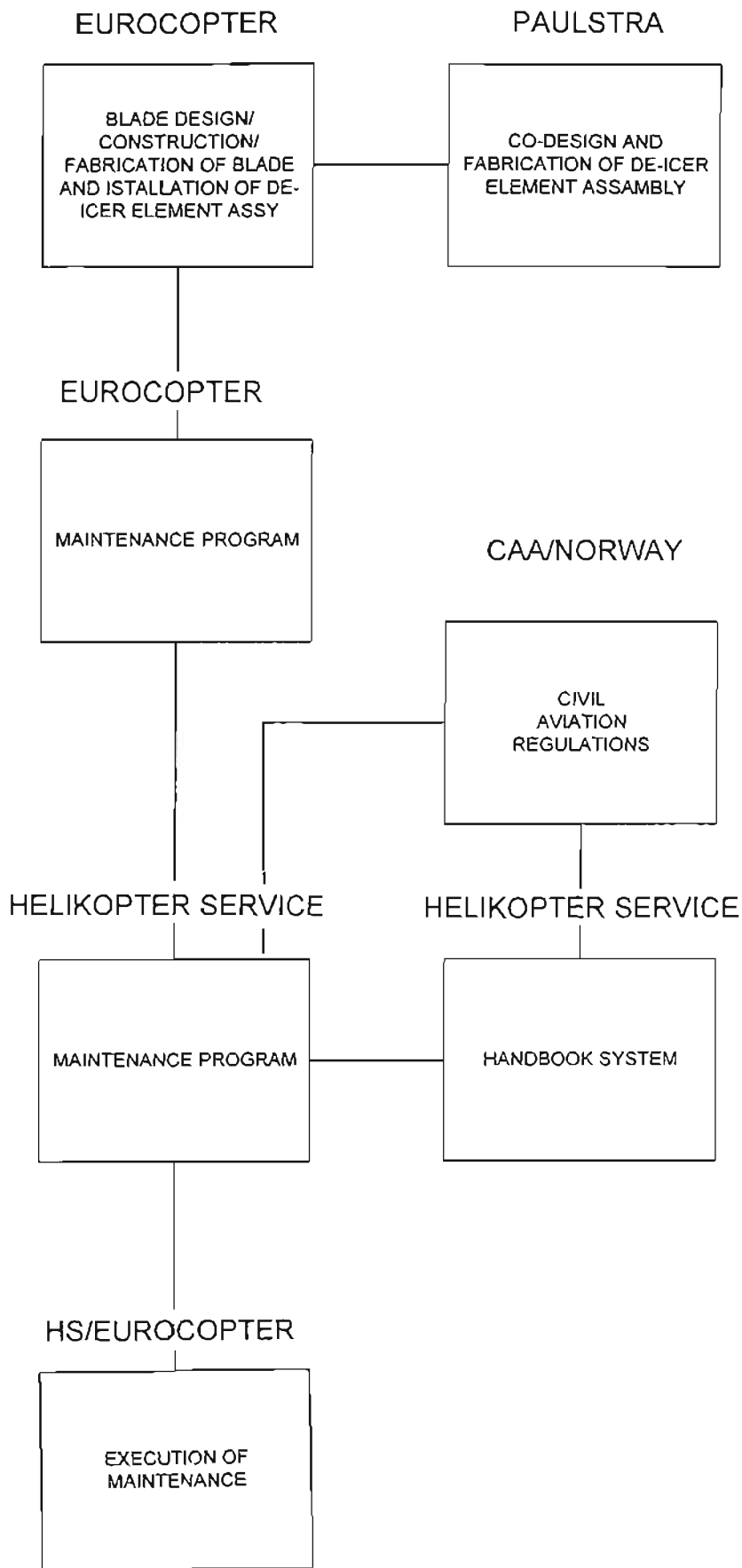
The Engineering Manager is responsible for execution of maintenance activities in accordance with a defined standard and within the stipulated time frames and resource budgets. The activities must be reflected in a Maintenance Requirement System, the implementation of which is planned in other departments."

### 1.18.3.3 *Programregler*

Følgende kan siteres fra MOM, Procedure Manual, No. 01, Technical Data (PMTD) og Maintenance Requirement Manual (MRM):

"PMTD 01-09, Reliability Follow-up-General, page 1

It is the duty of Helikopter Service AS to develop a maintenance program for its helicopters which is suitable for maintaining a reliability that these helicopters have been design to meet.



Helicopters like other aircraft are delivered with a maintenance program from the factory. For newer types of aircraft the maintenance programs have been developed on the basis of an interactive process such as MSG2/3. This means that the design and maintenance have been adapted so that the remaining unreliability is within acceptable limits.

PMTD 01-10, Reliability Follow-up, MSG-2/MSG-3 , page 3

The original maintenance program was derived on the basis of a systematic evaluation process. In the following MSG-3 logic has been used as the point of departure. For most aircraft operated by HS the factory has not made any introductory MSG-3 analysis. However, a more or less formalized process has been carried out to define the maintenance program for all aircraft.

MOM 06-00-20, Execution, Basic Principles

The Maintenance program must only contain items that satisfy "MSG-3 Applicability and Effectiveness Criteria" (See MSG-3 documentation).

The consequence analysis must follow a so-called "Top Down" method (MSG-3) in which an evaluation of how the main system can fail is made first, then the subsystem and finally the component and detail.

PMTD 01-10, Reliability Follow-up, MSG-2/MSG-3, page 4

HS has based its maintenance program on the three maintenance processes in accordance with FAA Advisory Circular 120-17a. The maintenance processes are the same as mentioned in the discussion of MSG-2 above. The processes are discussed on Page 1 of the HS Maintenance Requirement List for all aircraft types.

#### NOTE

Da det relevante hovedrotorbladet i selskabets Maintenance Requirement List har HT (Hard Time) og OC (On Condition) listet som vedlikeholdsprosesser refereres følgende om OC fra PMTD (HSLs kommentarer), sitat:

"On-condition maintenance implies that information on the condition of a component or system is used to control the maintenance actions. If the method for checking the condition is adequate (i.e. both the technology and interval) a failure will be detected before it results in a critical situation and corrected. All maintenance actions will be planned then.

The rate for unplanned maintenance actions is thus an expression of the fact that:

- The technology for failure detection is not adequately reliable
- The inspection/test interval is too long in relation to the failure development rate". Sitat slutt.

MOM 06-01-05 Execution, Maintenance System, General, page 2

Our planned maintenance program is documented in the Maintenance Requirement Manual (MRM). This is designed according to a logical method based on the equipment's normal function and how it can malfunction and what effect each individual malfunction can have on safety and economy.

Maintenance for which there is no documentation that it is based on the equipment's reliability characteristics, i.e. its malfunctions types, frequency and probability as a function of its service life, age, cost data, etc. must be analyzed again on the basis of the information that is currently available."

MRM AS332L1 00-01-00, page 1

The purpose of this Maintenance Requirement Manual is to document the maintenance program for the helicopter and its component. The documentation is based on the initial maintenance requirements set by the helicopter manufacturer and the certifying agencies. This together with the operational environment and experience, does form the basis for the issue and development of a preventive maintenance program documented in this MRM."

#### 1.18.3.4 *Utførelse*

Følgende siteres fra Maintenance Operation Manual (MOM):

"MOM 06-00-20 Execution, General, Basic Principles, page 1

All work must be performed in accordance with approved procedures or established HS quality standard.

The quality requirements for work must be known to and understood by whoever manage and perform the work.

MOM 06-03-10 Execution, Implementation, General

When individual work tasks are carried out the work supervisor must ensure that the assigned tasks are delegated in such a manner that the necessary technical competence is present.

Each individual must carry out the task so that the defined quality is achieved. Inspection of own work must be a natural part of all work.

The supplemental control function must confirm that the defined quality has been achieved.

Nonconformity must be followed through so that corrective measures can be taken.

MOM 06-03-20 Execution, Implementation, Control and Management of maintenance work, page 1

The performance of maintenance work on aircraft and components must be based on approved specifications, and it must be carried out in accordance with the stipulated instructions and procedures through the use of qualified personnel and the correct tools and equipment"

#### 1.18.3.5 *Revisjon og overvåking av vedlikeholdssystemet*

Følgende siteres fra håndbok for kvalitet (HFK - også kalt CQM, se figur 46) og Procedures Manual - Technical Data (PMTD):

" HFK 01-01-15, Direktør Teknisk

Direktøren er personlig godkjent av Luftfartsverket som ansvarlig for det tekniske tilsynet for verkstedets virksomhet og har kontroll med produksjonsprosessen der sikkerhet inngår som en sentral oppgave. Her inngår et pålitelighets-kontrollprogram som er tilknyttet Maintenance Review Board som sikrer det formelle grunnlag for justering av vedlikeholdsprogram og prosesser.

Direktørens styringsdokument er Maintenance Operation Manual (MOM) med underliggende prosedyremanualer.

HFK 02-00-01 Kvalitetssystemet, Generelt, Kvalitetssikring, side 1

For å oppnå de overordnede mål har Helikopter Service AS et integrert system for kvalitetssikring.

Kvalitetssikringen skal sikre at selskapets organisasjon, inkludert leverandører og kunder, arbeider for å oppnå kvalitet gjennom systematisk oppfølging av alle aktiviteter. Den oppnådde kvalitet skal sikres gjennom verifikasjon og dokumentasjon.

HFK 02-02-01, Instruks, ASB (Aviation Safety Board)

ASBs hensikt er å overvåke bedriftens risikonivå mht. operative og tekniske hendelser, basert på informasjoner fra avviks- og revisjonsrapporter.

PMTD 01-07, Reliability Follow-up-Description, Purpose, page 1

Maintenance at HS must follow the principles of Reliability Centred Maintenance, RCM (Reliability Controlled Maintenance). This means that the reliability of the aircraft must be kept within acceptable limits through a maintenance program that gives optimal economy. The purpose of reliability follow-up is to monitor the results of the maintenance program and its implementation at HS

with the aim to maintain an acceptable helicopter reliability by means of adequate maintenance.

PMTD 01-08, Reliability Follow-up-MRB, Purpose

The objective of HS is to ensure that the planned maintenance functions in the best possible manner to achieve reliable operation of helicopters.

The MRB must ensure that the targeted criteria for operations and maintenance of helicopters is maintained.

By actively using empirical data from operations and maintenance requirements, specifications and implementation of maintenance processes must be continuously updated.

The MRB must ensure that important problems not covered by the established administrative procedures and of long-term significance are revealed and dealt with.

PMTD 01-08, Reliability Follow-up-MRB, page 2

The MRB(T) is responsible for:

- Conducting quarterly reliability reviews of empirical data in order to recommend preventive measures.
- Measuring the effectiveness of the existing maintenance program and specifications.

#### 1.18.4 Selskapets tekniske håndbøker - andre observasjoner

##### 1.18.4.1 Ved gjennomgang av de styrende tekniske håndbøkene har HSL merket seg flere andre uttalelser av mer generell art, som eksempelvis:

MOM 02-02-01, Functional Description, Vice President Maintenance and Engineering.

The Vice President Maintenance and Engineering is responsible to live up to the company's Internal Control System which encompasses duties involving health, safety and working environment for all employees in his area.

In accordance with the regulations in JAR-145, he can delegate responsibility to his department managers and staff functions.....

MOM 03-10-10, Quality Assurance Elements, Basic principles, page 1

The governmental laws and regulations have established the minimum requirements to Safety that shall be met by air transport companies. The authorities require air transport companies to have an Internal Control system

for assuring that the requirements of either side are being met. The Quality Assurance System of the Company shall take care of these requirements.

MOM 03-10-10, Quality Assurance Elements, Basic Principles, page 1

The word Quality is defined as a result of an activity that is in a condition that it was preliminary set to be.

By coordinating the different QA requirements to a total, so this requirements will cover all necessary functions to produce all our products and services, we have got our QA System.

The responsibility for the Company's total QA System, is delegated to the Quality Assurance Manager.

QA takes it for granted that we are looking on the next part of the production chain as our Customers."

- 1.18.4.2 Ved gjennomgangen av bøkene er avdekket flere trykkfeil og manglende figurer hvor slike er henvist.
- 1.18.4.3 Det er grunn til å merke seg at teknisk direktør og linjeledere direkte under han har MOM m/tilhørende prosedyrehåndbøker som styrende dokumenter, bortsett fra sjefen for ingeniøravdelingen hvor det i vedkommendes instruks ikke finnes henvisninger til styrende dokumenter.
- 1.18.5 Vedlikeholdsunderlag
  - 1.18.5.1 Helikopterets hovedrotorblader ble vedlikeholdt basert på et vedlikeholdsunderlag utviklet av produsenten Eurocopter. I dette vedlikeholdsunderlaget ble hovedrotorbladene gjenstand både for vedlikehold basert på helikopteret sett under ett og for vedlikehold rettet spesielt mot hovedrotorbladene som en selvstendig enhet.
  - 1.18.5.2 HS har som bruker utviklet et vedlikeholdssystem som bygger på vedlikeholdsunderlaget foreskrevet av Eurocopter samt norske luftfartsbestemmelser og egne erfaringer. Dette blir nærmere beskrevet nedenfor ved at vedlikeholdsunderlaget til Eurocopter og siden HS blir beskrevet i detalj.
- 1.18.6 Vedlikeholdsunderlag fra Eurocopter
  - 1.18.6.1 Eurocopter beskriver helikopterets vedlikeholdsprogram i "Master Servicing Recommendations" (Også forkortet PRE av Eurocopter). Kapittel 05.21.00 beskriver "Daily Checks" som er delt opp i:



- Check before the first flight of the day (B.F.F.). Denne er beskrevet på følgende måte:

"This inspection is intended to ensure that the aircraft is flightworthy following overnight parking and preparation at the airfield, and therefore any re-conditioning work."

- Turn-around check (i.e. one for each flight) (T .A.). Denne er beskrevet på følgende måte:

"The purpose of this check is to detect possible consequences of flight at the earliest possible time."

- Check after the last flight of the day (A.L.F.). Denne er beskrevet på følgende måte:

"This check is intended to determine whether the aircraft can be scheduled for the next day of flying. It takes place after a post-flight check and after any work undertaken as a result of crew reports or abnormalities found on the ground.

Aircraft documents must be accurately filled in after this inspection."

- 1.18.6.2 Check before the first flight of the day (B.F.F.) beskrives i vedlikeholdsunderlaget MET 05.21.00.601. Under overskriften "PRELIMINARY STEPS" står følgende:

"Set up access ladders to:

- The transmission deck as per version.
- The TRH: When setting up the ladder, handle it with care to ensure that it does not hit the tail rotor blades.  
(The same precautions should be taken when the ladder is removed)"

Under overskriften "CHECK" står følgende omtale om inspeksjon av hovedrotorblader:

- Main rotor blades                      - Visual check at distance, no dents"

PRE henviser også til "Checking the optional Equipment" med referanse til vedlikeholdsunderlaget MET 05.21.00.604. I denne håndboken listes "Rotor De-icing" som slik utstyr som krever en spesiell inspeksjon. Inspeksjonen beskrives ikke spesifikt for B.F.F, men skal utføres ved hver flyging ifølge punkt 10:

"10 ROTOR DE-ICING (STATIONS 3, 5 and 8)

10.1 On Each Flight

Perform a general inspection of the system (condition attachment)"

Innledningsvis beskriver boken at arbeidet skal gjøres med: "Spesial tools: None". (se figur 48 for henvisning til stasjon 3, 5 og 8).

- 1.18.6.3 Turn-around check (T.A.) beskrives i vedlikeholdsunderlaget MET 05.21.00.602. Ifølge denne skal hovedrotorbladene inspiseres:

"Visual check for dents from ground."

Ifølge MET 05.21.00.604 skal "Optional Equipment" inspiseres på samme måte som for B.F.F.

- 1.18.6.4 Check after the last flight of the day (A.L.F.) beskrives i vedlikeholdsunderlaget MET 05.21.00.603. Innledningsvis forklares at inspeksjonen skal gjøres uten spesialutstyr, men med stige opp til transmisjonsplattformen. Et avsnitt med generell beskrivelse av arbeidsoppgavene ved A.L.F. gir ingen informasjon om inspeksjon av rotorblader. Videre siteres:

"6 CHECK STATION 3 - M.G.B. AND MAIN ROTOR, L.H. SIDE

- 6.1 M.G.B compartment : cleanliness
- 6.2 Main blades : general condition - skins - TE strips - tabs  
stainless steel protection (visual check:  
delamination - impacts - scoring - cracks -  
distortion).  
: condition of protective strips (lower surface):  
bond separation - blisters - cuts.

CAUTION: IF ICING CONDITIONS HAVE BEEN  
ENCOUNTERED IN FLIGHT CAREFULLY CHECK  
THAT THERE ARE NO DENTS ON THE  
FOLLOWING:  
- underside of main blades  
- tail blades  
- horizontal stabilizer  
- cowlings

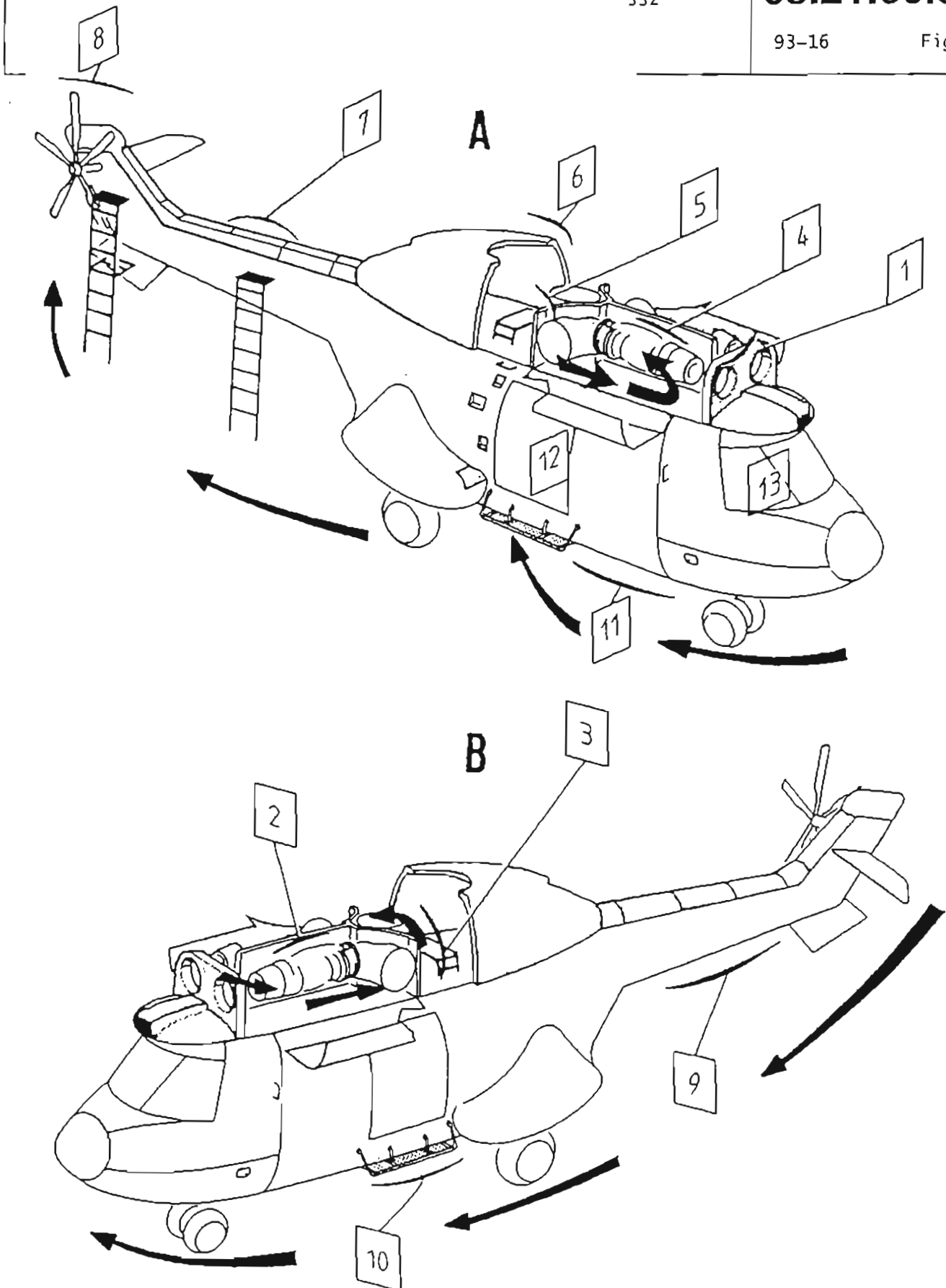
On main rotor blades 332A11.0022, 332A11.0024, 332A11-0030, all dash numbers, carry out a daily visual check of the trailing edge section between 100 and 700 mm from the blade attachment bushings.

332

05.21.00.603

93-16

Fig. 1



- if a succession of small spaced defects (morse-code type sentence) (detail of defect: fig. 2, item 7) is found at the joint (8), check evolution of the defect. (See Work Card 62.10.00.603)."

Beskrivelsen av inspeksjonen for høyre side er identisk med hensyn til hovedrotorblader.

"Checking the optional equipment" MET 05.21.00.604 har tillegg for "Rotor De-icing" som gjelder for A.L.F. Sitat:

"10.2 After the Last Flight of the Day

INSPECTION OF STATION 3 and 5 - MGB and MAIN ROTOR

- Main rotor blades:
- Condition of leading edge protective strip: bonding separation - impacts- deformation - cracks.....
  - Condition - locking of electrical connectors - cable loom and bonding wires."

- 1.18.6.5 PRE lister under kap. 05.22.00 en inspeksjon som gjelder helikopteret, og som skal utføres for hver 100 time. Denne inspeksjonen gjelder ikke blader med aktuelt dele- nummer.

De større inspeksjonene listet i PRE, og som omhandler helikopteret, har ingen ved- likeholdspunkter vedrørende hovedrotorbladene. De resterende inspeksjonene blir iverksatt på bakgrunn av tider knyttet til hvert enkelt hovedrotorblad.

- 1.18.6.6 Neste inspeksjon som listes i PRE og som omhandler helikopterets hovedrotorbla- der, har et intervall på 500 timer. Teksten i kap. 05.23.00 lyder: "Detailed check of main rotor blades, without blade tip removal." og den aktuelle underlagsreferansen er MET 62.10.00.603 except § 8. (Dette er en trykkfeil, det skal være § 9, HSLs komm.) Dette er referanseunderlag for alt vedlikehold av det aktuelle hovedrotor- bladet (se bilag 2).

En 18 måneders kalenderinspeksjon i kap. 05.33.01 omhandler hovedrotorblader, og har følgende ordlyd: "Detailed check of main rotor blades, with blade tip removal". Også denne refererer til MET 62.10.00.603.

PRE kap. 05.41.00 sier at hovedrotorbladene skal inspiseres i henhold til MET 62.10.00.603 except § 9, henholdsvis 50 og 200 timer etter installering av nytt, overhelt eller reparert blad.

- 1.18.6.7 PRE omhandler under kap. 05.52.00 "Severe Climate Conditions". Her listes:

- Tropical and Damp Atmosphere
- Salt-laden Atmosphere
- Sand-laden Atmosphere
- Cold weather.

Ved "Salt-laden Atmosphere" foreskrives at rotorbladene vaskes i henhold til MET 60.00.00.304 hver 25. time, og at helikopterets struktur vaskes med ferskvann hver 7. dag. Ved hovring og flyging i lav høyde skal helikopterets struktur vaskes ved hver A.L.F. "Salty atmosphere" defineres som:

"- Aircraft based on-board ship or operating more than 50% of its time within 1 km from the coast.

or

- Aircraft operating more than 50% of its time over the sea at low altitude (less than 1000 ft)."

Ved "Sand-laden Atmosphere" foreskrives at hovedrotorbladene sjekkes for erosjon i henhold til MET 62.10.00.603 (visual check) hver 10. time.

- 1.18.6.8 "Main blades into storage and removal from storage" MET 62.10.00.901 gir informasjon om lagring av hovedrotorblader. Ifølge opplysninger gitt der skal bladene inspiseres i henhold til MET 62.10.00.603 når de tas ut fra lager.
- 1.18.6.9 Etter ulykken utgav Eurocopter France en "Telex Service 10009/0045/96" datert 14. februar 1996. Denne beskriver følgende tillegg til A.L.F:

"During the check at station 8

(Tail rotor transmission - tail rotor)

Bring each main rotor blade onto the tail boom centerline and check that there are no perforations in the leading edge metal protective strip, in particular at the blade tip approximately 1 meter (This way the operator is positioned at a suitable distance to carry out the check)."

#### 1.18.7 Vedlikeholdsunderlag hos Helikopter Service AS

- 1.18.7.1 Helikopteret ble vedlikeholdt i henhold til et vedlikeholdsprogram utarbeidet av HS. Dette er beskrevet i selskapets "Maintenance Requirements Manual" (MRM). Denne boken er godkjent av LV. Som tidligere nevnt er dette programmet for en vesentlig del bygget på vedlikeholdsunderlaget fra Eurocopter.

MRM kap. 2 "Daily Maintenance Checks" omhandler:

- A "Pre Flight Check" (PFC)
- B "Daily Maintenance Check" (DMC)

1.18.7.2 Om selskapets "Pre Flight Check" (PFC) står bl.a. følgende:

"To be performed prior to each helicopter departure in accordance with the "Pre Flight Check List" in MET 05.21.00.601 and "Checking the optional equipment" in MET 05.21.00.604 when operating from established on-shore bases and whenever an ICAO type II Technician is available."

I praksis erstatter denne inspeksjonen både B.F.F. og T.A. inspeksjonene beskrevet av Eurocopter.

1.18.7.3 Om selskapets "Daily Maintenance Check" (DMC) står bl.a. følgende:

"DMC shall be carried out under the responsibility of a Licensed Aircraft Technician (ICAO Type II) AS 332 at intervals not to exceed 24 clock hours or 10 operating hours".

Perform the inspection in accordance with Daily Maintenance Check located in this MRM Chapter 00-06-00 and expanded lists "Check after last flight of the day" in MET 05.21.00.603 and "Checking optional equipment" in MET 05.21.00.604."

Selskapets DMC er formet som en sjekklister hvor hovedrotorbladene er oppført slik:

"Main Rotor Blades	GVI"
--------------------	------

GVI beskrives i selskapets MOM kap. 06-00-30 side 5 slik:

"GVI = General Visual Inspection

The General Visual Inspection is a visual inspection to evaluate a technical standard/condition combined with physical contact and measurements (when required) under the following conditions:

- The distance to the relevant parts/components must permit physical contact when necessary in order to determine the condition of the material.
- Work platforms etc. are used as required.
- Doors and hatches are opened or dismantled to enable physical contact.
- Removal of parts or components is not normally carried out.

- Cleaning may be necessary. Oil and grease must be wiped away. An attempt must be made to determine the cause of oil or grease spots and necessary repair evaluated.
- The aids used are normally a light and mirror. Additional lighting and equipment is used as required."

1.18.7.4 Neste inspeksjon foreskrevet i MRM som gjelder helikopteret, er en SMC 1S1 (50 timers) inspeksjon. Denne inneholder ingen punkter som omhandler hovedrotorbladene.

1.18.7.5 "SMC 1S 75 HOUR CHECK" gjelder helikopteret og skal ifølge MRM utføres hver 75 flytime. Under "Subtask No. 927" står følgende:

"INSPECTION OF MAIN ROTOR BLADES.	Doc. ref. info.
1 Clean Main Rotor Blades Using mild detergent	MET 60.00.00.304
2 Perform a visual inspection of Main Rotor Blades for general condition	MET 62.10.00.603"

Denne inspeksjonen er ikke et krav fra Eurocopter, men den fulgte med helikoptrene som en del av vedlikeholdsprogrammet etter overtagelsen fra Braathens Helicopters AS, og har siden inngått som en del av vedlikeholdsprogrammet hos HS.

De større inspeksjonene listet i MRM, og som omhandler helikopteret, har ingen vedlikeholdspunkter vedrørende hovedrotorbladene (komponenter). De resterende inspeksjonene blir iverksatt på bakgrunn av tidsintervaller knyttet til hvert enkelt hovedrotorblad.

1.18.7.6 Selskapets vedlikehold vedrørende komponenter er knyttet til et dataverktøy. En del av dette verktøyet er en database som inneholder "Maintenance Requirement List" (MRL). Denne inneholder bl.a. en oversikt over hvilke vedlikeholds krav hver enkelt komponent er underlagt. En utskrift fra denne listen fra 19. januar 1996 for P/N 332A11-0030-09 viste :

"500 H	Perform inspection of Main Rotor Blade i.a.w. MET 62.10.00.603, EXCEPT "Inspection; 4. Tip Components all blades, Tip Cap removed". Tolerance limit: ± 50 hours.
18 MO	Perform inspection of Main Rotor Blade Tip Cap Components i.a.w. MET 62.10.00.603, ONLY "Inspection; 4. Tip Components all blades, Tip Cap removed".
20000 H	Replace Main Rotor Blade i.a.w. MET 62.10.00.401."

- 1.18.7.7 Etter nødlandingen har selskapet kommet med flere revisjoner av vedlikeholdsunderlaget for AS 332L/L1. HS revisjon 244E beskriver at "Main Rotor Blade Leading Edge metal protective strip" skal inspiseres fra "normal reading distance" ved DMC. Sjekklisten for DMC er forandret i henhold til dette:

"Main Rotor Blades                      DVI"

DVI beskrives i selskapets MOM kap. 06-00-30, side 3, som "Detailed Visual Inspection"

1.18.8 Utførelse av vedlikeholdsarbeid hos HS.

- 1.18.8.1 HS har delt opp vedlikeholdsarbeid i tre nivåer:

- "Line Maintenance"
- "Base Maintenance"
- "Workshop Maintenance"

Selskapets "Pre Flight Check" og "Daily Maintenance Check" inngår normalt i det arbeidet som utføres på nivå "Line Maintenance". HSL hadde samtaler med de 2 teknikerne som utførte siste henholdsvis PFC og DMC på det aktuelle helikopteret før havariet. Disse samtaler gav inntrykk av en god forståelse for hvilke vedlikeholdsunderlag som var gjeldende for gjennomføringen av inspeksjonene. De aktuelle uttrykkene fra vedlikeholdsunderlaget "Visual check at distance, no dents" og "Perform a general inspection of the system (condition attachment)" (Ref. 1.18.5.2) og "GVI" (Ref. 1.18.7.3) ble alle forstått som inspeksjoner som kunne utføres på avstand uten at inspeksjonspunktet skulle kunne berøres. Teknikerne var også innforstått med at A.L.F. (MET 05.21.00.603) bare krevde at bladene skulle inspiseres fra stasjon 3 og 5 (se figur 48). Det var videre enighet om at ett av kriteriene for å skifte rotorblad var hull i forkantskinnen. Med hull mente de ethvert hull som var synlig med øyet. Det var enighet om at det var vanskelig å vurdere erosjonen langs forkantskinnen fra bakkenivå (se figur 49) eller fra stasjon 3 og 5 ved rotorhodet.

- 1.18.8.2 Den ene av teknikerne var ukjent med at det hadde vært utført en modifikasjon på det aktuelle bladet, den andre av de to var kjent med at rotorbladet hadde blitt modifisert, men var usikker på hva modifikasjonen innebar. Ifølge opplysninger fra teknisk ledelse i HS benyttes Teknisk Avdelingsinformasjon TAI, eller Maintenance Alert Notice MAN for å informere teknikere i selskapet. Det hadde imidlertid ikke blitt gitt noen informasjon om den aktuelle modifikasjonen. Dette begrunner selskapet med at modifikasjonen ikke fikk noen betydning for teknikerne eller vedlikeholdet generelt. Det var derfor ikke nødvendig med noen informasjon, mente ledelsen.

- 1.18.8.3 Etter samtaler med flere teknikere i selskapet fikk HSL inntrykk av at mange av dem ved DMC inspiserer den ytre delen av rotorbladene samtidig med at halerotoren ble inspisert. Inspeksjonen av halerotoren ble utført fra en arbeidsplattform oppe



FIGUR 49



ved halerotoren, og under forutsetning av at hovedrotoren kunne svinges fritt, gav dette bedre muligheter til å inspisere hovedrotorbladene på nært hold. Teknikerne i selskapet gav videre uttrykk for at det var få problemer forbundet med vedlikehold av "de-icer" blader og at titanskinner var mer motstandsdyktige overfor erosjon enn stålskinner.

- 1.18.8.4 Selskapet har opplyst at rotorbladene ble vasket ved DMC når det var påkrevet grunnet saltavleiringer. Bladene ble spylt med vann under lavt trykk fra en posisjon ved stasjon 3 og 5 (se fig. 48).
- 1.18.8.5 "SMC 1S 75 HOUR CHECK" ble normalt utført på "Line Maintenance" nivå. Bladene ble ved denne inspeksjonen vasket med mildt grønnsåpevann av teknikere/fagarbeidere.
- 1.18.8.6 Inspeksjonene for hver 500. bladtime samt kalenderinspeksjonen ved 18 måneder ble normalt utført på "Base Maintenance" nivå med bladene montert på helikopteret. Den siste 500 timers inspeksjonen på det aktuelle bladet ble utført i hangaren på Sola uten anmerkninger. MET 62.10.00.603 stiller ingen krav til kvalifikasjonene til den som skal utføre "Bonding Checks by Tapping" (se bilag 2), men inspeksjonen skal utføres med et 80 mm x 8 mm sylindrisk stål objekt med avrundede ender. Dette verktøyet har bare vært tilgjengelig på bladverkstedet og inspeksjonen ute i hangaren har normalt blitt gjennomført med mynter.
- 1.18.8.7 Bladverkstedet (Workshop Maintenance) har normalt bare arbeidet med "de-ice" blader ved spesielle anledninger, modifikasjoner og ved forsendelser og mottak fra Eurocopter i Frankrike. "De-ice" blader sendes tilbake til fabrikken for skifte av forkantskinne, og verkstedets hovedoppgave er vedlikehold og reparasjoner av "standardblader" til Super Puma og andre helikoptertyper. HS har godkjennelse fra Eurocopter til å skifte forkantskinne på "standardblader" og har dermed opparbeidet betydelig kompetanse på typen. Dette kombinert med selskapets betydelig høyere antall flytimer med "standardblader" gjør at selskapet i stor grad har rettet oppmerksomheten mot "standardbladene" og de problemene disse har vært beheftet med.
- 1.18.8.8 Selskapet har opplyst at prosedyrene i henhold til MET 62.10.00.901 ikke ble fulgt ved lagring av hovedrotorblader ved selskapets base på Sola. Hovedrotorblad S/N 617 ble således ikke gjenstand for inspeksjon i henhold til MET 62.10.00.603 da det ble tatt ut fra lager og montert på LN-OBP i oktober i 1995.
- 1.18.8.9 Selskapet har opplyst til HSL at selskapets teknikere ikke har egen funksjonsbeskrivelse. Etter en debatt om dette hvor også fagforeningen ble trukket inn, ble det besluttet å velge en modell hvor de enkelte oppgaver, standarder, rettigheter og plikter ble beskrevet flere steder i selskapets vedlikeholdssystem.

- 1.18.9 Erfaring med bruk av hovedrotorblader med avising på helikoptre av typen Super Puma 332
- 1.18.9.1 Basert på opplysninger gitt fra Eurocopter var det i januar 1996 på verdensbasis totalt logget ca. 400 000 timer med hovedrotorblader med avising. Dette er "bladtimer" og tilsvarer ca. 100 000 timer fløyet med helikopter. Av disse timene hadde HS logget ca. 100 000 "bladtimer". HS var derfor klart den største bruker av denne bladtypen.
- 1.18.9.2 Ifølge opplysninger gitt fra Eurocopter ble blader med forkantskinne av titan (De-iced) skiftet pga. uforutsette feil etter gjennomsnittlig 2 450 timers drift. Det tilsvarende tallet for "Standardblader" var 8 400 timer. Gjennomsnittlig tid mellom skifte av titanforkantskinner m/element var 2 000 timer. Oversikten fra Eurocopter viste videre at 24,7% av alle bladene som ble returnert til fabrikkene, kom fra HS og var sendt til reparasjon pga. hull i forkantskinnen grunnet erosjon. Fabrikkene hadde ikke mottatt hovedrotorblader fra andre operatører enn HS hvor erosjon langs forkantskinnen har vært utløsende grunn til avmontering. Retur grunnet hull i forkantskinnen utgjorde 39 blader og representerte 55,7% av alle bladene som ble returnert til fabrikkene fra HS.
- 1.18.9.3 Eurocopter har videre opplyst at 15 hovedrotorblader har blitt returnert til fabrikkene grunnet "De-icer debonding". Av disse utgjorde ca. 50% blader hvor denne delamineringen hadde skjedd mellom forkantskinnen og avisingselementet. Ett av disse tilfellene førte til at Eurocopter 22. mars 1994 utga Lettre Service No. 1205-62-94 hvor det ble innskjerpet at eksisterende vedlikeholdsrutiner med hensyn til inspeksjon av hovedrotorblader måtte følges nøye.
- 1.18.9.4 Teknisk personell i HS har opplyst til HSL at forkantskinner av titan normalt har blitt skiftet etter 1 500 - 2 000 timer flyging. Det ble opplyst at det ikke hadde vært spesielle luftdyktighetsproblemer med "titan-blader" i selskapet, og at de utskiftninger som har vært foretatt av denne typen blader med begrunnelse i erosjon dermed har hatt rene økonomiske implikasjoner. Dette har ført til svært høyere driftskostnader, noe som har vært akseptert i selskapet, men som ikke har ført til noen debatt om påliteligheten i relasjon til sikkerhet.
- 1.18.9.5 Eurocopter hevder overfor HSL at HS på regulære tekniske møter aldri har reist debatt overfor Eurocopter om høy erosjonsrate på forkantskinner av titan. HS på sin side hevder at Eurocopter var meget klar over den høye erosjonsraten, og at denne skyldtes rutinemessige operasjoner i regnvær. HSL kan ikke se at hverken HS eller Eurocopter overfor den andre part på et formelt plan har tatt opp til debatt problemet med høy erosjonsrate. Det har imidlertid vært påpekt at det har eksistert en kontakt av mer uformell karakter mellom fabrikanten og HS via fabrikkens "field representative" som var lokalisert hos HS.

1.18.9.6 HSL har ikke mottatt opplysninger om lignende tilfeller hvor en forkantskinne av titan har forårsaket aerodynamiske forstyrrelser ved at deler av skinnen har løsnet og foldet seg ut i luftstrømmen.

#### 1.18.10 Operative forhold

1.18.10.1 Bruk av "titan-blader" har ikke vært et normalt flyoperativt krav i selskapet for flyging til oljeinstallasjoner i Nord-sjøen. Super Puma helikoptre i HS har tidvis blitt fløyet med slike blader uten at disse har vært elektrisk tilkoblet, eller uten at slikt avisingsutstyr har vært montert på helikoptret. Teknisk personell i HS har opplyst at dette ved anledninger skyldtes manglende tilgang på "Standardblader". "Titan-blader" har også vist seg å gi bedre flygeegenskaper med et generelt lavere vibrasjonsnivå.

1.18.10.2 LV har fastsatt standard flygehøyder for flyging til oljeinstallasjoner. Dette er gjort bl.a. i samarbeide med helikopterselskapene.

Typiske flygehøyder er 2 000 ft - 3 000 ft. Disse flygehøydene kan etter avtale med flykontrollen avvikes ved særlige værforhold. Ved meget sterk vind er det typisk at flygingen foregår ved 1 000 ft.

#### 1.18.11 Personsikkerhet ved transport med helikopter til oljeinstallasjoner i havet utenfor norskekysten

1.18.11.1 Med bakgrunn i at det gjennom årene har skjedd flere ulykker med helikopter i Nordsjøbassenget bestemte HSL i denne saken å se nærmere på personsikkerheten ved transport med helikopter til og fra oljeinstallasjoner på den norske kontinental-sokkel. HSL fant at det var grunn til å se nærmere på følgende forhold:

- Myndigheter som har påvirkning overfor personsikkerheten
- Redningstjenesten generelt
- HRS- varsling og samband
- Forhold ombord i helikoptret .
- Krav om overlevingsdrakter for flygere og passasjerer
- Krav om bruk av redningsvester - harmonisering til overlevingsdrakter
- Nødradiofyr - krav og bruk
- Samband
- "Hostile sea"
- Sikkerhetsopplæring
- Redningsutstyr i helikoptret
- Andre forhold

1.18.11.2 For å skaffe best mulig bakgrunn for ovennevnte forhold har HSL, i tillegg til HS hatt samtaler og intervjuer med en rekke instanser og personer, f.eks. Oljedirektoratet, BP Norge, arbeidstaker- og arbeidsgiverorganisasjoner i oljebransjen,

Hovedredningssentralen for Sør-Norge og 330-skvadronen på Sola. I tillegg har HSL deltatt i demonstrasjon i bruk av redningsflåter m.m. ved NUTEC i Bergen.

- 1.18.11.3 I 1996 ble det av Justis- og Politidepartementet opprettet et utvalg for å revurdere redningshelikoptertjenesten. Utvalget avga innstilling "Utredning om redningshelikoptertjenesten" den 12. desember 1996.

1.18.12 Arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjonene i oljebransjen.

HSL har under denne undersøkelsen også hatt samtaler med representanter for arbeidsgiver - Oljeindustriens Landsforening-(OLF) og arbeidstakerorganisasjoner - Oljearbeidernes Fellessammenslutning-(OFS)/Norsk Olje og Petrokjemisk Fagforbund-(NOPEF) innen oljebransjen. Ved disse møtene ble det diskutert helikopterpassasjerenes sikkerhet i relasjon til personlig utstyr og trening.

Fra samtalen med de respektive organisasjonene kan oppsummeres følgende:

1.18.12.1 OLF

OLF har utarbeidet sikkerhetsopplegg for alle ansatte som arbeider på installasjoner i Nordsjøen. Innenfor dette opplegget er det laget sikkerhetskurs som alle må gjennomføre før de tillates å arbeide i Nordjøen. Inkludert i kurset er en generell del om helikoptertransporten. Bakgrunnen for at oljebransjen fant dette nødvendig var at mange tar seg arbeide i Nordsjøen "uten å ha sett sjøen". Ca. 35% av oljearbeiderne kunne ikke svømme. Oljedirektoratet har akseptert OLF-normene for sikkerhetskursene og de respektive operatørselskapene er pålagt å holde kravene. Innenfor sikkerhetskravene ligger også at passasjerene om bord i helikoptrene skal benytte overlevingsdrakt med samme kravspesifikasjon som for bruk på installasjonen.

Det ble gitt uttrykk for at det burde legges mer vekt på erfaringsoverføring fra nasjonale og internasjonale hendelser/ulykker i oljerelatert helikoptertransport.

Det ble for øvrig lagt vekt på at det er LV som er ansvarlig myndighet når det gjelder transport av personer med helikopter til oljeinstallasjonene i Nordsjøen.

1.18.12.2 OFS/NOPEF

Begge organisasjonene mente at det fremdeles var slik at mange av deres medlemmer opplever det som en risiko å fly ut i Nordsjøen med helikopter, men at det var lite realistisk med andre transportløsninger. Samtidig ga de uttrykk for at tilliten til helikopterselskapene var stor. Det var også en klar mening om at ikke alle helikoptertypene var særlig passasjervennlige, og at de var adoptert fra militære konstruksjoner tilpasset det sivile markedet. Begge organisasjonene la vekt på at kurset hos NUTEC i Bergen, hvor det bl.a. demonstreres evakuering fra fullskalamodell under vann, burde være obligatorisk for alle. I dag er det opp til den enkelte operatør om

de vil benytte seg av NUTEC-kurset. Av høydepunkter som fremkom under samtale-  
lene med arbeidstakerorganisasjonene kan nevnes:

- Den grunnleggende trening varierer avhengig av hvor arbeiderne er ansatt. Best  
trening får de som er ansatt i "primærselskapene". Det ble ansett som optimalt om  
trening i forbindelse med helikoptersikkerhet (f.eks. hos NUTEC) ble gjort sam-  
men med en flygebesetning.
- Avklaring om bruk av helikopterets flytevester i tillegg til overlevingsdrakter (på  
sikkerhetskurset blir det opplyst at flytevester ikke skal benyttes hvis draktene har  
flyteelementer). Vurdering av standard type overlevingsdrakt med oppblåsbare  
flyteelementer.
- "Strobe-lights" på drakter
- Kniv på draktene
- Kvalitetskontroll av vanninnsig i draktene.
- For dårlig standard på P/A (Public Address) systemene. Det er for stor forskjell på  
hvordan flygerne benytter P/A systemene til informasjon. "Head-set" med ledning  
kan være farlig.
- Arbeidstakerorganisasjonene er ikke gitt plass i "Rådet for helikoptersikkerhet i  
Nordsjøen".
- Bekledningen under overlevingsdrakten har betydning for overlevelsestid i vann.  
Det er imidlertid slik at jo varmere bekledning som passasjerer har under drakten,  
desto dårligere komfort blir det under reisen. Det er normalt at passasjerer har van-  
lig tøy under drakten, f.eks. jeans og skjorte.

### 1.18.13 BP Norge (BPN)

- 1.18.13.1 BPN var oppdragsgiver ved denne flygingen. Med dette menes at BPN hadde en  
langsiktig kontrakt med HS for personelltransport til operatørens driftsplattformer i  
Nordsjøen. Foruten de luftfartsmessige sikkerhetskrav var således samtlige passa-  
sjerer ombord underlagt BPNs krav og sikkerhetsbestemmelser, herunder sikker-  
hetsopplæringen i henhold til OLFs regler.
- 1.18.13.2 HSL hadde kort tid etter ulykken samtaler med relevante personer hos BPN og de-  
res underleverandører, som også hadde personell ombord. Operatøren viste stor in-  
teresse når det gjaldt HSLs undersøkelser om personsikkerheten ombord i heli-  
koptrene. I tillegg opprettet BPN en egen arbeidsgruppe etter ulykken som hadde  
som mandat å samle og utrede de erfaringer som ble gjort av besetningen og passa-  
sjerene under nødlandingen. Følgende områder var av interesse:

- Overlevingsdrakter
- Flåter
- Livvester
- Prosedyrer
- Kommunikasjon
- Opplæring

Områdene blir diskutert i denne rapportens analysedel.

#### 1.18.14 Ulykke med Super Puma helikopter i britisk sektor.

Det engelske Luftfartsverket (CAA) har etter helikopterulykken med en Super Puma ved Cormorant Alpha plattformen i Nordsjøen i 1992 utarbeidet en rapport om sikkerhet og redning ved helikoptertrafikk over hav: "CAP 641 Report of the review of helicopter offshore safety and survival". Denne rapporten ble laget etter tilrådinger i "Aircraft accident report 2/93" fra den engelske havarikommisjon (AAIB) som utredet ulykken.

Rapporten fra CAA avsluttes med 17 tilrådinger. Disse inneholder få radikale forslag for fortsatt helikoptertrafikk i Nordsjøen, men tar opp en del av problemene ved disse operasjonene. Man belyser et eventuelt forbud mot flyging i værforhold som ikke egner seg for "ditching", og man ser på tidsfaktoren for overlevelse i vann ved en mulig gjennomført redning av passasjerer og besetning.

Hendelsesforløpet ved havariet ved Cormorant Alpha plattformen og LN-OBP's nødlanding i Nordsjøen er svært forskjellige. HSL har valgt å ta ut enkelte eksempler fra rapporten som samsvarer mellom disse to hendelsene. Ellers anbefaler HSL at rapporten blir gjennomgått av alle berørte parter av operasjonene ved oljeutvinningen på norsk sokkel, såvel myndigheter, transportselskaper som operatører.

- Når tekniske problemer med et helikopter utvikler seg slik at det fører til nødlanding på havet skal muligheten til å bli reddet (med eller uten redningsflåte) være svært god ved hjelp av en redningstjeneste som kan lokalisere, ta opp og frakte de ombordværende til et trygt sted.
- Kontroll over uttak av personell for arbeide i Nordsjøen og realistisk nødtrening av passasjerene i Nordsjøen kan best gjøres av oljeselskapene.
- Lærdom fra hendelser og ulykker bør brukes i nødtreningen.
- Luftfartsverkets inspektører bør formelt godkjenne alle deler av nødtreningsgjennomgang for besetning og passasjerer (briefing og video) slik at en høy standard blir oppnådd.
- Den engelske The Air Navigation Order (ANO) krever at besetning skal være iført isolert overlevingsdrakt når sjøtemperaturen er under + 10° C. Det diskuteres hvordan besetningen best kan være beskyttet uten at noen fullgod løsning gis.

- Passasjerene skal være iført overlevingsdrakt. Disse bør fortrinnsvis være av ens konstruksjon for å lette standardisert trening og briefing. For å kunne overleve i kaldt vann må hansker være tilgjengelig i overlevingsdrakten, og disse må bli tatt på så snart som mulig.
- Erfaring har vist at etter en nødlanding på vann er det ofte slik at helikopteret på grunn av sitt høyt beliggende tyngdepunkt etter kort tid vil velte. Utløsning av kabindører kan på enkelte helikoptertyper bare foretas så lenge helikopteret flyter normalt i sjøen. Etter at helikopteret har veltet og ligger opp/ned er dette vanskelig å utføre. Man anbefaler derfor at kabindørene utløses kort etter settingen på sjøen.
- Redningsflåtene skal kunne brukes like godt selv om de etter utløsning og oppblåsing ligger opp/ned.
- Det mangler harmonisering mellom bruk av overlevingsdrakt og bruk av livvest.
- Det stilles spørsmål om beredskapen til redningshelikoptrene er tilstrekkelig høy.

#### 1.18.15 IHUMS - utvidet bruksområde

1.18.15.1 Tankegangen bak utviklingen av IHUMS-systemet er i største grad av vedlikeholdsmessig karakter og i mindre grad flyoperativt betinget. Dette betyr at de parametre som registreres i IHUMS-systemet primært benyttes til overvåking av helikopterets tekniske "helsetilstand" på preventiv basis. For eksempel kan utviklingen av en lagerfeil i rotorens drivsystem stoppes på et tidspunkt hvor konsekvensen av en feilutbedring er langt mindre enn om feilen skulle ha bli oppdaget gjennom det tradisjonelle vedlikeholdssystemet.

1.18.15.2 I overvåkingen av den tekniske "helsetilstanden" benyttes et antall akselerometre montert på forskjellige steder på helikopteret som signalgivere for vibrasjonsnivå. Eurocopter har antydnet muligheten av å kunne utvikle dette systemet til om mulig å registrere det vibrasjonsnivå som helikopteret i dette tilfelle ble utsatt for når bladfeilen oppsto, og om dette samtidig kan gi flygerne meningsfulle informasjoner for vurdering av hvorvidt fortsatt flyging vil være mulig.

#### 1.18.16 Selskapets interne undersøkelser i forbindelse med ulykken

Etter at nødlandingen var et faktum opprettet selskapet rutinemessig en undersøkelsesgruppe på 5 personer. I likhet med HSL tok den interne gruppen for seg både de flytekniske aspektene og forhold vedrørende flyoperative prosedyrer, redningsutstyr, evakuering og opplæring. I sin rapport kommer den interne gruppen med en rekke anbefalinger som i hovedsak også er berørt av HSL i denne rapport. Av tekniske forhold legges vekt på kvalitetssikring av produksjonsprosessen og forbedring av vedlikeholdsprosesser. Av andre forhold som nevnes er samordning av opplæring hos NUTEC og selskapets prosedyrer, krav om "grab-lines" på flottørene, samordning av bruk av flytevest/overlevingsdrakt, sikring av liner/tauverk i flåtene og anbefaling om å lande med vinden inn fra venstre (i stedet for høyre som nå) for effektiv nytte av drivanker.



## 1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

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

## 2 ANALYSE

### 2.1 Flyoperative forhold

#### 2.1.1 Generelt

2.1.1.1 LV har, bl.a. i samarbeide med helikopterselskapene, fastsatt de gjeldende standardhøyder og korridorer for flyging til oljeinstallasjoner i havet. To av de viktigste bakgrunner for slike valg har vært:

\* Valg av gunstigste høyder i relasjon til ising

\* Forsvarets behov for å kunne overvåke havstrekninger og samtidig vite hvor den omfattende helikoptertrafikken foregår.

2.1.1.2 Bruk av rotorblader med avising har normalt ikke vært noe krav ved flyging til oljeinstallasjoner i Nordsjøen. Normalt flyr de fleste Super Puma helikoptre i slik trafikk uten avisingsutstyr fordi de valgte høyder normalt ikke gir isingsproblemer. Dette medfører samtidig at rotorblader lettere blir utsatt for "liquid impingement erosion" (dråpe-erosjon) i de valgte høyder. Grunnen til at dråpe-erosjon typisk er fremtredende i slike flygehøyder er at dråpestørrelsen i regnvær forstørres gjennom sin ferd mot lavere luftlag. Typisk dråpestørrelse i de relevante flygehøydene kan derfor ligge mellom 1 til 2 mm, noe som må regnes å være store regndråper. Store dråper har ved forsøk vist seg å ha ugunstigere erosjonseffekt enn svært små dråper.

#### 2.1.2 Den aktuelle flygingen

2.1.2.1 Flygingen startet som en vanlig rutineflyging til oljeinstallasjoner i Nordsjøen. Besetningens forberedelser var i overensstemmelse med gjeldende prosedyrer og bestemmelser. Flygingen var normal til vibrasjonene oppsto ca. 26 minutter etter avgang. Det var innledningsvis vanskelig for besetningen å lokalisere vibrasjonsskilden. De valgte derfor umiddelbart å foreta en nedstigning for eventuelt å utføre en kontrollert nødlanding på havet. Etter en kort revurdering av situasjonen lavt over havflaten, besluttet besetningen å gjennomføre landingen. HSL anser at denne beslutning var riktig.

2.1.2.2 Den briefing som ble gitt passasjerene før nedstigningen, var ikke helt i samsvar med nødsjekk-listen, et forhold som bør vurderes av selskapet. Forøvrig har selskapets interne undersøkelsesgruppe pekt på andre forhold som også kan forbedres, f. eks. når det gjelder treningskoordineringen med NUTEC i Bergen og fordeling av arbeidsoppgaver mellom flygerne ved bruk av nødprosedyrer.

## 2.2 Årsaken til at det oppstod vibrasjoner i helikopteret før nødlandingen

2.2.1 Det kan fastslås at vibrasjonene som besetningen og passasjerene opplevde før nødlandingen, skyldtes at en flik av forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617 bøyde seg og ble stående ut i luftstrømmen. Dette førte ikke til ubalanse pga. vektforskyvning, men forstyrrelser i luftstrømmen rundt bladtippen grunnet fliken førte til at det oppstod aerodynamisk ubalanse og vibrasjoner sammenfallende med turtallet på hovedrotoren. Aerodynamisk ubalanse vil være avhengig av rotorsystemets belastninger, og dette forklarer hvorfor besetningen merket minskning i vibrasjonene under nedstigningen og en betydelig økning i vibrasjonenes intensitet da de gikk inn i hover før helikopteret ble landet i sjøen.

2.2.2 Det er grunn til å tro at fliken bøyde seg ut i luftstrømmen og stabiliserte seg i løpet av kort tid. Etter at sprekke hadde svekket forkantskinnen tilstrekkelig til at fliken kunne bøye seg, stabiliserte fliken seg raskt i en posisjon hvor aerodynamiske krefter ble balansert mot sentrifugalkraften. Dette underbygges av at besetningen merket at vibrasjonene kom plutselig.

## 2.3 Mekanismene som førte til at en flik av forkantskinnen løftet seg fra underlaget

2.3.1 HSL mener at fliken av forkantskinnen løftet seg fra underlaget som en følge av at aerodynamiske krefter oversteg grensen for de mekaniske belastninger som skinnen kunne motstå. Den ytre delen av forkantskinnen var på dette tidspunktet svekket av tre forhold:

- Som følge av bl.a. erosjon, en langsgående sprekk på 285 mm som startet ved "nullinjen" og som hadde flere tverrsprekker.
- Manglende hefte til underlaget.
- En modifikasjon som svekket skinnens styrke ved tippen, hadde fjernet et festeøre og hadde verktøymerker som utviklet sprekker ut fra hjørnene av utskjæringen.

(Disse tre forholdene analyseres nærmere under punktene 2.3.3, 2.3.4 og 2.3.5)

Fliken ble som følge av dette bare holdt på plass av et 55 mm langt parti mellom en tverrsprekk av hovedsprekken og en sprekk fra det bakre hjørnet av utskjæringen (se figur 17).

- 2.3.2 Beregninger foretatt av DNV viser at bøyemomentet som skal til for å folde fliken tilsvarer et flatetrykk på 3,2 - 3,6 kg/cm<sup>2</sup>. Dette er et flatetrykk som ikke kan oppstå grunnet stagnasjonstrykk ved underlyds-hastigheter, og som derfor ikke kan oppstå ved hovedrotorbladenes tipp. HSL mener at tilstrekkelig kraft til å bøye fliken likevel kan ha oppstått ved at belastningen har øket som en følge av svingninger og resonanse.
- 2.3.3 Erosjon langs skinnens forkant
- 2.3.3.1 Undersøkelser foretatt langs forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617 (ref. 1.16.4) viste at store deler av skinnens materiale ved tippet var borte grunnet erosjon. Det er videre slått fast at dette kommer av dråpeerosjon, "Liquid Impingement Erosion". HSL mener at denne erosjonen kan forklares med operasjonsmønsteret til HS med mye flyging i regn og fuktig vær. Dette medfører at forkantskinnen under store deler av tiden utsettes for en rekke kollisjoner med vandrdråper ved høy hastighet.
- 2.3.3.2 I det eroderte området hadde det oppstått en rekke små sprekker (se figur 41A-42B). Disse sprekke har så koblet seg sammen og dannet hovedsprekken vist på figur 17. Det er derfor en klar sammenheng mellom hovedsprekkens dannelse og erosjonsmønsteret på forkantskinnen. Tversprekkene har på samme måten startet i det området hvor erosjonen har vært stor, men flere av disse har gått inn i deler av skinnen som ikke har vært påvirket av erosjon.
- 2.3.3.3 Bygget på opplysninger gitt fra HS og Eurocopter anser HSL at erosjonen på hovedrotorblad S/N 617 har vært normal eller noe over det som kan forventes ved en gangtid på 1 590 timer. HSL har ikke funnet opplysninger som tyder på at forkantskinnen har vært utsatt for unormale belastninger eller unormal erosjon den siste tiden før ulykken.
- 2.3.3.4 HSL kan ikke fastslå den eksakte tilstanden på forkantskinnen med hensyn til erosjon og sprekker da siste PFC ble avsluttet kl. 0500 om morgenen før avgang. Det er imidlertid grunn til å mene at forkantskinnen var gjennomhullet av erosjon og sprekker. HSL mener at en visuell inspeksjon på nært hold hadde vært tilstrekkelig til å avsløre dette, men finner det mindre sannsynlig at dette kunne ha blitt oppdaget fra bakkenivå.
- 2.3.4 Manglende hefte til underlaget.
- 2.3.4.1 Til sammen 39 hovedrotorblader med forkantskinne av titan har blitt returnert til Eurocopter med hull som følge av erosjon. Ingen av disse hadde løse fliker på forkantskinnen. Hovedrotorblad S/N 733, 811 og 905 som ble undersøkt hos HS hadde

heller ikke synlige sprekker eller løse fliker. Dette til tross for at hovedrotorblad S/N 905 hadde betydelig større skader enn S/N 617 grunnet erosjon. Dette understreker at erosjon alene ikke er tilstrekkelig til at fliken løsner, men at dårlig hefte også har vært en forutsetning.

2.3.4.2 DNV slår fast i sin rapport at sprekke i forkantskinnen har store andeler med trettetsbrudd. Trettetsbrudd dannes under påvirkning av lastveksler. Disse lastvekslene blir i hovedsak forårsaket av den varierende hastigheten på luftstrømmen over rotorbladet avhengig av om bladet går bakover eller forover sett i forhold til flygeretningen. HSL mener at disse variasjonene i hastighet vil påvirke en løs forkantskinne langt sterkere enn en tilsvarende skinne som holdes fast av en vulkanisering til underlaget. Dette indikerer etter HSLs mening at fliken har vært løs i en periode og samtidig blitt påvirket av normale lastveksler. Sammen med erosjonsskader og modifikasjonen har dette ført til sprekke dannelser i forkantskinnen. Beregninger foretatt av DNV om at en av tverrsprekke har eksistert i 86 min. må bare betraktes som anslagsgivende, men HSL anser at sprekke har oppstått en tid før avgangen forut for havariet.

2.3.4.3 HSL mener at de betydelige områdene med forkantskinne som har løsnet fra bladet, i det alt vesentlige skyldes forhold forut for havariet. Dette kan underbygges av følgende resonnement:

Vann trengte ikke inn i honeycomb-kjernen i hovedrotorbladet da helikopteret fløt opp-ned i vannet fordi bladet var uskadet og tett. Da helikopteret sank brukte det forholdsvis kort tid på å gå ned på 285 m dyp. Vanntrykket på huden til hovedrotorbladene økte da raskt, og honeycomb-kjernen ble utsatt for et trykk som førte til flatklemming av store deler av bladet. Dette førte også til at bladets forkant ble trykket sammen, eller at bladets kerne løsnet fra forkanten (se figur 11A og 14A). Dette satte bladets forkant og forkantskinne under et spenn som gradvis avtok etterhvert som vannet strømmet inn i bladkjernen og utlignet trykket. Denne nedbøyningen førte imidlertid til at forkantskinnen løsnet fra oversiden av avisingsselementet i en lengde av 223 cm. Dette underbygger det forhold at den store delaminerte flaten langs bladets overside ikke kan være en følge av over en ukes påvirkning av sjøvann. HSL mener heller ikke at de 17 timene hvor helikopteret fløt opp-ned i saltvann har påvirket vulkaniseringen i vesentlig grad. Et angrep på vulkaniseringen fra saltvannets side, som antydte av Eurocopter, burde i så fall ha ført til en gradvis delaminering på de stedene som tillot kontakt med vann først, for så å arbeide seg videre innover. Det inntegnede mønsteret på figur 18 tyder ikke på at dette har vært tilfelle.

2.3.4.4 De områdene av bladet som etter bergingsoperasjonen viste seg å være delaminert synes ikke å ha påviselige forskjeller med hensyn til beskaffenhet eller feilmekanismer. HSL mener derfor at det må være den samme mekanismen som har utløst delamineringen. Det har imidlertid ikke lyktes HSL å finne hvilken feilmekanisme som har forårsaket dette. Da det ikke har vært mulig å finne noe "uvanlig" i bladets

historie anser HSL at delamineringen ikke har sin årsak i bladets "bruk", men at feilen ble introdusert under produksjons- og bytteprosessen i 1991.

2.3.4.5 HSL mener på bakgrunn av et samlet helhetsinntrykk at forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617, før havariet, hadde betydelige områder med sterkt svekket eller manglende hefte til underlaget. Et slik område ved bladets tipp har påvirket utviklingen av sprekkmønsteret på forkantskinnen og vært en forutsetning for at fliken kunne løfte seg fra underlaget og bøye seg opp i luftstrømmen. De resterende områdene med svekket eller manglende hefte ble etter bergingsaksjonen funnet å totalt mangle hefte til underlaget.

### 2.3.5 Modifikasjonen

2.3.5.1 Modifikasjonen, Eurocopter Technical Instruction No. 230, svekket etter HSLs mening forkantskinnen i området ved "nullinjen". Denne svekkelsen skjedde på tre områder.

- Et festeøre på forkantskinnen ble fjernet.
- Den rektangulære utskjæringen av forkantskinnen reduserte skinnens strukturelle integritet og formet fliken som senere bøyde seg langs en fold og løftet seg opp i luftstrømmen.
- Den rektangulære utskjæringen etterlot hjørner med liten radius og verktøymerker som tillot sprekkdannelser.

2.3.5.2 HSL mener utformingen av modifikasjonen på denne måten var bidragende til at fliken løsnet og bøyde seg på det aktuelle tidspunktet. En forkantskinne uten modifikasjon ville tålt det totale belastningsbildet langt bedre. Muligheten til å oppdage erosjonshullene i forkanten før det fikk alvorlige konsekvenser hadde da vært større.

## 2.4 **Eurocopters rolle i forbindelse med konstruksjon, produksjon og vedlikehold av det aktuelle hovedrotorbladet**

2.4.1 Forkantskinner av titan på hovedrotorblader hadde ifølge Eurocopter en gjennomsnittlig levetid på 2 000 driftstimer. Tilsvarende tall fra HS indikerer at forkantskinnen måtte skiftes etter 1 500 - 2 000 driftstimer. Disse skiftene var i hovedsak forårsaket av erosjon i forkantskinnen. Dette kan medføre at et hovedrotorblad i løpet av den totale forventede gangtiden må skifte forkantskinnen mellom 9 - 13 ganger. HSL finner på bakgrunn av dette grunn til å sette spørsmålsteget ved hvor godt egnet ulegert titan er som materiale til forkantskinner på hovedrotorblader som utsettes for dråpe-erosjon. Det må også settes spørsmålsteget ved bruken av slikt materiale, når det kan påvises at belastninger som dråper utsetter materialet for ved normal flyge- og rotorhastighet, ligger i området ved materialets flytegrense.

2.4.2 Produksjonsprosessen av bladets avisingsselement inneholder en rekke kritiske punkter som kan være utslagsgivende for om resultatet skal bli optimalt (ref.

1.16.1.6). Prosessen setter derfor strenge krav til nøyaktighet og kvalitetskontroll. Dette gjelder både for utførelse og materialbruk. HSL har ikke vurdert produksjonsprosessen i 1991, men har forstått at det er gjort forbedringer frem til 1996. Undersøkellesarbeidet på forkantskinnen tyder imidlertid på at "tapping"-inspeksjonen ikke avslører alle former for delaminering mellom forkantskinnen og det underliggende avisingselementet (ref. 1.16.3.3). HSL kan derfor ikke utelukke at feil i vulkaniseringen kan ha passert "tapping"-inspeksjonen som utføres i produksjonsprosessen uten å ha blitt oppdaget. På bakgrunn av en samlet vurdering av tilgjengelig informasjon, mener HSL at det foreligger overveiende grunner til å hevde at delamineringen som er avdekket på blad S/N 617 må kunne spores tilbake til produksjons- og bytteprosessen som ble benyttet i 1991 (ref.2.3.4.4).

- 2.4.3 Da undersøkelsen av bladet ble påbegynt var det for HSL ukjent hvilken mekanisme som førte til den høye erosjonsraten langs forkantskinnen. Hverken Eurocopter eller HS informerte om at høy erosjonsrate var et kjent fenomen og at dette skyldtes utstrakt flyging i regn. I ettertid gis det av begge parter inntrykk av at dette var et kjent problem. HSL kan ikke se at hverken HS eller Eurocopter overfor den andre part på et formelt plan har tatt opp til debatt problemet med høy erosjonsrate. Uformell kontakt om problemet skal ha medført at Eurocopter stilte seg negativt til konstruksjonsendringer pga. de økonomiske konsekvenser dette ville ha fått.

HSL mener at selskapet burde ha formalisert kontakten med Eurocopter om konsekvensen av dråpe-erosjon. En slik formalisering ville etter HSLs mening kunne ha dannet grunnlag for forbedringer av bladkonstruksjonen og initiert en revurdering av vedlikeholdsprogrammet sett i relasjon til de klimatiske forholdene som HS opererer under.

- 2.4.4 I vedlikeholdsprogrammet fra Eurocopter for daglige inspeksjoner (B.F.F, T.A, og A.L.F) settes det ingen krav til at forkantskinnen skal inspiseres på nært hold (ref. 1.18.6.1 - 1.18.6.4). Beskrivelsen av at bladene skal inspiseres fra stasjon 3 og 5 gir etter HSLs mening ingen mulighet til å avdekke små hull og skader i forkantskinnen ute ved bladtippen. Høyden på hovedrotoren gir heller ikke muligheter til å foreta en grundig inspeksjon av området fra bakken. Kravet til at hovedrotorbladene skal vaskes for hver 25 timer ved flyging i saltholdige operasjonsforhold fører nødvendigvis til nærhet til bladet, men dette arbeidet kreves ikke utført av teknisk kyndig personell. En grundig inspeksjon foretatt av kvalifisert personell forutsettes derfor bare utført for hver 500 flygetime (Dette under forutsetning av at helikopteret flyr 500 timer på under 18 mnd). Hvis det ikke oppstår tvilstilfeller, skader blir oppdaget eller annet arbeid må utføres i området, kan et hovedrotorblad risikere bare å bli underkastet en grundig inspeksjon i det aktuelle området 3 - 4 ganger i løpet av forkantskinnens levetid. Dette gir etter HSLs mening ikke tilstrekkelige garantier for at delaminering, hull og sprekker i forkantskinnen oppdages i tide.

- 2.4.5 HSL mener at vedlikeholdsprogrammet reflekterer at Eurocopter i liten grad har forutsett at forkantskinnen kunne skape aerodynamiske forstyrrelser hvis deler av den løsnet. Fabrikken har i vesentlig grad fokusert på forkantskinnen som en

beskytter av det underliggende avisingsselementet og ikke som opphav til mulige aerodynamiske problemer. Delaminering av forkantskinnen har i første rekke vært uønsket fordi dette ville føre til redusert varmeoverføring fra avisingsselementene til bladets overflate. Dette har følgelig vært begrensende ved kriteriene gitt i MET 62.10.00.603 (se bilag 2).

- 2.4.6 Et vedlikeholdsprogram som inneholder klare kriterier for hvor store områder som kan være delaminert viser etter HSLs mening at Eurocopter var klar over at delaminering av forkantskinnen kunne representere et problem. Det forhold at Eurocopter mottok blader for reparasjon grunnet delaminering mellom forkantskinnen og avisingsselementet understreker dette. HSL mener at dette burde ha ført til en høyere årvåkenhet fra fabrikkens side med hensyn til hvilken sikkerhetsrisiko en ugunstig delaminering kunne gi.
- 2.4.7 Metoden for å avsløre delaminering (bonding checks by tapping) har etter HSLs mening en svakhet ved at den i hovedsak avslører delaminering hvor det er manglende kontakt mellom lagene. Metoden avslørte ikke at prøven (ref. 1.16.3.3) var delaminert og HSL mener at dette kan være en medvirkende årsak til at "dårlig" eller "manglende" hefte ikke ble oppdaget ved inspeksjonen utført av HS på hovedrotorblad S/N 617, 38 flytimer før nødlandingen.
- 2.4.8 HSL mener at Eurocopter under utarbeidelsen av Eurocopter Technical Instruction No. 230 ikke tok tilstrekkelig hensyn den svekkelse som modifikasjonen påførte forkantskinnen. Et tenkt scenario med to ugunstige faktorer kombinert, dvs. maksimalt tillatt erosjon og delaminering i forkanten av skinnen, ville etter HSLs mening være realistisk sett med bakgrunn i at fabrikken hadde mottatt hovedrotorblader for reparasjon grunnet både erosjon og delaminering. En slik mulighet burde derfor vært vurdert ved utarbeidelsen av modifikasjonen.

## 2.5 Vedlikeholdet hos HS

### 2.5.1 Utførelsen av vedlikehold på hovedrotorblad S/N 617 hos HS

- 2.5.1.1 HSL finner ingen grunn til å betvile en samvittighetsfull utførelse av de to siste inspeksjonene som ble foretatt på helikopteret forut for havariet. Inspeksjonene ble ifølge de involverte utført i henhold til innarbeidede rutiner og gjeldende vedlikeholdsunderlag. Inspeksjonene ble gjennomført fra en posisjon ved rotorhodet og fra bakkenivå. HSL mener at de skadene som på dette tidspunkt med all sannsynlighet hadde oppstått på hovedrotorblad S/N 617, ikke var synlige fra inspeksjonposisjonene, men at de kunne ha blitt oppdaget hvis bladet hadde blitt inspisert på "kloss hold". På sjekklisten for DMC utarbeidet av HS er forkortelsen GVI benyttet (ref. 1.18.7.3). Definisjonen til denne forkortelsen gitt i MOM beskriver en inspeksjon hvor det settes krav til mulig fysisk kontakt med objektet som kontrolleres. Kravet er imidlertid ikke absolutt da uttrykk som "as required" og "when necessary" benyttes i veiledningen. HSL setter spørsmålsteget ved bruken av GVI i DMC-sjekklisten

så lenge den bruker "Expanded Check List" MET 05.21.00.603 og MET 05.21.00.604 som referanse. Disse referansene omtaler kun inspeksjoner foretatt fra stasjon 3 og 5. Dette gir manglende samsvar mellom sjekklisten og sjekklistens underlagsmateriale. HSL sitter likevel igjen med det inntrykk at teknikere i selskapet i en viss utstrekning tilstrebet nærkontakt ved inspeksjon av bladene, men at dette ble utført på individuell basis uten særskilt tilretteleggelse fra selskapets side.

2.5.1.2 Hovedrotorbladene på LN-OBP ble ifølge opplysninger gitt fra selskapet inspisert i henhold til MET 62.10.00.603 hele tre ganger i løpet av de siste 260 timer. Den siste inspeksjonen på hovedrotorblad S/N 617 ble utført 38 timer før nødlandingen. De tre inspeksjonene ble avsluttet uten anmerkninger. Dette kan forklares ved at bladet ikke hadde delamineringer under forkantskinnen på disse tidspunktene, eller at inspeksjonene som ble utført ikke avdekket eventuelle mangler eller delamineringer. HSL fikk ved undersøkelsen av det aktuelle hovedrotorbladet god erfaring i å benytte inspeksjonsmetoden "tapping" som beskrevet i MET 62.10.00.603. Særlig gav muligheten til å verifisere resultatene god informasjon om metoden. HSL mener at typen "tapping"-verktøy ikke hadde avgjørende betydning for resultatet av undersøkelsen, men at det var av stor betydning at en opparbeidet seg en viss erfaring. De resultatene som HSL fikk ved undersøkelser av hovedrotorblad S/N 617 tyder på at "tapping"-inspeksjonen ikke avslører alle former for delaminering mellom forkantskinnen og det underliggende avisingselementet (ref. 1.16.3.3). HSL mener at helikopteret ikke kan ha fløyet i flere timer med opp mot 50% av forkantskinnen på det aktuelle hovedrotorbladet løs forut for nødlandingen (se figur 18). Det synes derfor å ha eksistert områder med sterkt svekket vulkanisering før havariet. Disse områdene har så løsnet helt under påkjenningene etter nødlandingen slik at et mønster med "bonding" og "no bonding" har oppstått. Det er derfor nærliggende å anta at slike områder med sterkt svekket vulkanisering heller ikke blir avslørt av inspeksjoner etter "tapping"-metoden.

## 2.5.2 Erosjonsskadene på hovedrotorblad S/N 905

Erosjonsskadene på hovedrotorblad S/N 905 kan bare forklares ved at dette bladet hadde hatt en uvanlig høy erosjonsrate eller at eksisterende hull i forkantskinnen hadde blitt oversett ved tidligere inspeksjoner. Begge alternativene gir etter HSLs mening grunn til bekymring. Det er derfor grunn til å stille spørsmål ved hvorfor ikke erosjonsskadene på dette bladet utløste en undersøkelse på et tidligere stadium, og ikke som tilfelle, etter at LN-OBP havarete.

## 2.5.3 Selskapets vedlikeholdsordning

2.5.3.1 Selskapets tekniske håndboksystem, og særlig de styrende dokumenter, beskriver prosesser som griper inn i fastsettelsen av vedlikeholdsunderlaget og gjennomføringen av vedlikeholdet i selskapet. Med bakgrunn i sitatene som er gjengitt i 1.18.3 og 1.18.4 stiller HSL spørsmål i hvilken grad selskapet har fulgt egne retningslinjer og forutsatte intensjoner. HSL vil derfor i dette kapittel nærmere vurdere noen



elementer fra de styrende dokumenter som kommisjonen mener har betydning for utviklingen av det flytekniske vedlikehold i selskapet.

- 2.5.3.2 I MOM 06-01-05 sies det at vedlikeholdet skal "retain the reliability and performance specifications that are built into equipment during design, manufacture and modification". HSL har ikke blitt kjent med at HS har stilt spørsmål ved hva som kan forventes i så henseende av hovedrotorblader med forkantskinne av titan. Følgelig vil det være vanskelig for vedlikeholdssystemet å opprettholde en pålitelighet som er ukjent. I en høringskommentar uttaler HS at de benytter anerkjente prinsipper for pålitelighetsoppfølging nedfelt i et dokument fra den engelske luftfartsmyndigheten CAA om Condition Monitored Maintenance. Følgelig mener HS at de har full kontroll på hva som kan forventes av pålitelighet når det gjelder rotorblader med titanforkant. Det hevdes videre at konstruert pålitelighet av selskapet defineres som "det som operatøren opplever av pålitelighet av nytt materiell etter at det settes i normal drift". HSL deler ikke uten videre slike oppfatninger. Det operasjonsmønster og dermed den belastning som titan-forkantene utsettes for i regnværsflyging typisk for HS, har vist seg å ligge i grenselandet for det angjeldende materiale i forkantskinne. En slik forutsetning synes ikke å være lagt inn i grunnlaget for "konstruert pålitelighet". Et annet forhold med hensyn til pålitelighetsteknikk er at teknikken gir rom for å kunne justere vedlikeholdsintervaller. HSL kan ikke se at HS har benyttet pålitelighetsteknikker som har medført endringer i vedlikeholdsprosesser eller intervaller eller på andre måter har tatt hånd om problemet med mekanikken som er tilstede ved dråpe-erosjon på titan-blader.
- 2.5.3.3 Det er videre interessant å merke seg at HS hevder bruk av teroteknikk i MOM 06-00-20 som styrende faktor i vedlikeholdet. Etter HSLs oppfatning betyr dette at alle elementer som påvirker et produkts livssyklus-kostnader skal styres for å oppnå et best mulig resultat. En av de fremtredende forhold nevnt i litteraturen omkring teroteknikk er at konstruksjonsprosessen spiller en helt sentral rolle. Grovt sett skal det være konstruktørens oppgave å forsøke å "konstruere vekk" vedlikehold og "konstruere inn" driftspålitelighet. Det er imidlertid ikke bare under konstruksjonsfasen at konstruktøren er sentral. Under hele livssyklusen til et produkt er det avgjørende at det er løpende og konstruktiv informasjonsstrøm mellom konstruksjonsnivå, produksjonsnivå, vedlikehold og andre nøkkelfunksjoner for at den "terotekniske ringen" skal være sluttet. HSL mener at det kan være særlig krevende å gjennomføre prinsipper for teroteknologi i luftfart fordi den "terotekniske ringen" ikke slutes innen egen organisasjon. Derfor blir flere aktører i så fall avhengige av hverandre i et system hvor ikke alltid de samme målsettinger kan forenes. HS hevder at de er den aktøren i "ringen" som utfører sin "definerte" rolle ved bl.a. tilbakemeldinger til fabrikanten. Etter HSLs mening kan det ikke sees at den erfarte driftssikkerheten/driftsøkonomien som blader med titanforkanter har hatt i selskapet, har medført endringer i konstruksjon eller vedlikehold. Det er vanskelig for HSL å se hvordan de terotekniske prinsipper har vært iverksatt i praksis vedrørende hovedrotorblader med forkanter av titan og hvilken betydning slike prinsipper i så fall skulle ha hatt. Det er også etter HSLs mening vanskelig å se hvordan en slik teknikk kan være vedlikeholdsstyrende når selskapet selv sier at det ikke finnes noen nøyaktig definisjon

av begrepet, ei heller nedfelt i standarder eller bestemmelser. Etter HSLs mening burde selskapet ha definert de terotekniske prinsippene ved eksempelvis å ha benyttet en anerkjent definisjon/standard og redegjort for den i sine håndbøker. Committee for Terotechnology, oppnevnt av UK Ministry of Technology fastsatte som eksempel en slik definisjon i 1975 .

- 2.5.3.4 I selskapets MOM 06-00-20 (ref. programregler under 1.18.2.3) er det fastsatt som krav at vedlikeholdsprogrammet kun skal inneholde "items that satisfy MSG-3 Applicability and Effectiveness Criteria". Disse kriterier inneholder bl.a. elementer av både sikkerhets- og økonomivurdering. Hvis man f.eks. tar for seg sikkerhetskriteriet under arbeidsoppgaven "Inspection" i MSG-3 Planning document, fastslås det at arbeidsoppgaven må "reduce the risk of failure to assure safe operations", altså sikkerhetsstyrende. Kriterier fra MSG-3 skal altså være krav for alle delementer i vedlikeholdsprogrammet. Om slike kravelementer egentlig skal gjelde blir etter HSLs mening mer usikkert ved lesing av PMTD 01-10. Det er fastslått, bl.a. på bakgrunn av informasjon fra fabrikken, at det grunnleggende vedlikeholdet av hovedrotorblader av angjeldende type ikke har vært basert på en prosess med utgangspunkt i MSG-2/3 eller tilsvarende prosess. Det kan heller ikke sees at noen tilsvarende prosess for øvrig har vært benyttet på senere tidspunkt. Det blir derfor etter HSLs mening for stor avstand mellom kravet i MOM 06-00-20 og det reelle grunnlaget som kan være benyttet for fastsettelse av vedlikeholdet for rotorblader med forkantskinner av titan.
- 2.5.3.5 Selskapet skriver at de har ansvar for å utvikle et vedlikeholdsprogram som ivaretar den pålitelighet som er konstruert inn i helikoptrene. Det hevdes videre at det løpende vedlikehold av rotorblader av aktuell type er basert på kriterier for "On Condition" (OC). Selskapet har i PMTD (ref. 1.18.3.3) definert kriterier for denne vedlikeholdsprosessen. Etter HSLs mening har ikke selskapet fulgt sine egne standarder fastsatt i PMTD vedrørende "OC maintenance". Denne vedlikeholdsprosessen bygger bl.a. på at en inspeksjon skal kunne påvise luftdyktighet (safe operation) til neste periodiske inspeksjon av samme område skjer, og at den siste fysiske, og registrerte tilstand skal kunne vurderes mot den tilstand som ble registrert ved forrige inspeksjon. Med andre ord skal en feilutvikling kunne observeres i god tid før en feil oppstår. Disse prinsipper er altså fastslått i nevnte prosedyrehåndbok. HS har erfart at forkantskinner av titan måtte skiftes etter 1 500 til 2 000 driftstimer. Dette medfører at en detaljert inspeksjon av forkantskinnen i prinsippet blir utført 3-4 ganger i løpet av denne driftstiden, forutsatt at det ikke oppstår spesielle problemer eller at vedlikeholdsprogrammet av andre grunner blir påvirket. Basert på kunnskap med denne bladtypen mener HSL at en slik inspeksjonsfrekvens ikke er forenelig med de prinsippene som "OC maintenance" bygger på.
- 2.5.3.6 I MOM 06-01-05 (ref.1.18.3.3) påstås det at vedlikeholdsprogrammet som er dokumentert i MRM er utviklet på bakgrunn av en "Logical method" hvor det bl.a. skal avdekkes feilmodi og hvilken effekt slike feil kan ha på sikkerhet og økonomi uten at det er tatt noe forbehold om unntak av regelen. Samtidig slås det fast i MRM 00-01-00 at "together with the operational environment and experience, does form

the basis for the issue and development of preventive maintenance program documented in this MRM". HSL mener at selskapet med slike uttalelser synes å ha bygget inn forutsetninger for å ivareta selskapets definerte vedlikeholds nivå uten at en kan se at dette kommer til uttrykk i vedlikeholdsprogrammet.

HS har gitt uttrykk for at hverken selskapet eller fabrikanten har ansett slitasjen på titanforkantene som noe sikkerhetsproblem. Selskapet uttaler at bladtypen derimot har demonstrert en høyere sikkerhet i forhold til blader med segmenterte forkanter av stål. Siden selskapet har erfaring med både delaminering og erosjon på titan-blader ville det ikke ha vært unaturlig om selskapet hadde foretatt en risikovurdering av slike kombinasjoner, særlig fordi vedlikeholdsprogrammet skal være utviklet etter metoder som avdekker feilmodi og hvilken effekt dette kan ha på sikkerhet. I denne sammenheng kan det påpekes at selskapet har vektlagt at sikkerhetsarbeidet er en kontinuerlig forbedringsprosess og at dette skal integreres i det daglige arbeidet i alle avdelinger.

2.5.3.7 På bakgrunn av ovennevnte vurderinger er HSL av den oppfatning at HS ikke har benyttet sin driftserfaring og sine egne vedlikeholdsforutsetninger til å ha utviklet et vedlikeholdsprogram for "titan-blader" som har vært tilfredsstillende nok til å ivareta mulige feil som kunne forstyrre det forutsatte konstruksjonsnivå gjeldende for denne typen blader.

2.5.3.8 Det forhold at selskapets teknikere ikke har egen funksjonsbeskrivelse setter etter HSLs mening høye krav til oversikt og tilgjengelighet til selskapets håndboksystem. Likeledes legger dette et stort ansvar på selskapet med hensyn til oppdatering, etterutdannelse og innføring i selskapets rutiner. HSL mener at selskapets omfattende og til dels tungt tilegnelige håndboksystem kan være et hinder for at den enkelte tekniker skal kunne sette seg inn i, og få en god forståelse av disse rutinene.

2.5.3.9 Den utførte modifikasjonen (se 2.3.5.1) på forkanstskinnen var delvis ukjent hos teknikere i selskapet. Selskapets tekniske ledelse har forklart at det ikke ble funnet behov for å informere teknikere om modifikasjonen da den ikke fikk noen betydning for vedlikeholdet eller styringen av dette. HSL deler ikke en slik oppfatning og mener at enhver modifikasjon i prinsippet burde informeres om til det personell som utsteder attest om luftdyktighet. Selskapets tekniske ledelse burde etter HSLs mening drøfte dette med mekanikerforeningen i selskapet.

## 2.5.4 Pålitelighetsovervåking

2.5.4.1 HS beskriver i sine håndbøker et omfattende kontrollsystem basert på kvalitetstekniske prinsipper nedlagt i selskapets Håndbok for kvalitet og i kvalitetssikringssystemene som er beskrevet for de respektive avdelinger. Det synes for HSL som om det er flere metoder som benyttes for overvåking av vedlikeholdssystemet i HS. Det som er svært vanskelig å se er om det gis rom for unntak fra de overvåkingsprinsipper som er nevnt i HFK og PMTD. Med andre ord, hvis det er et totalkrav at

vedlikeholdet "must follow the principles of Reliability Centered Maintenance", sammen med en rekke andre krav som er diskutert i det ovennevnte, må HSL kunne anta at vedlikeholdet av "titan-blader" også faller inn under prinsippene for pålitelig- hetsovervåking.

2.5.4.2 De innledende undersøkelsene ga HSL den oppfatning at "titan-blader" ikke hadde vært underlagt noen oppmerksomhet med hensyn til de overvåkingsprinsipper som er nevnt ovenfor. Det ble bekreftet fra flere hold i selskapet at det heller ikke har vært noen grunn til å følge opp "titan-blader" i større grad enn andre blader. Det faktum at utskiftningstakten grunnet erosjon på forkantskinner har vært vesentlig høyere for "titan-blader" enn for "stål-blader" var kun erkjent som en økonomisk konsekvens og var ikke noe sikkerhetsproblem. Selskapet hevder at forholdet omkring påliteligheten for "titan-blader" var tatt opp uformelt med produsenten ved noen anledninger. Eurocopter skal ha stilt seg negativ til konstruksjonsendringer pga. økonomien. På bakgrunn av en slik situasjon måtte selskapet etter HSLs mening derfor vite at sikkerheten måtte ivaretas av vedlikehold og ikke konstruksjons- endring. At selskapet ikke kunne gjøre noe med en slik situasjon, som de selv hev- der, oppfatter HSL som lite tilfredsstillende.

2.5.4.3 En kommentar fra selskapet i høringsrunden gir uttrykk for at "titan-blader" fikk normal oppmerksomhet i Maintenance Review Board (MRB). Selskapet hevder alt- så på den ene siden at slitasjen på "titan-bladene" ikke ble definert som noe sikker- hetsproblem. På den annen side hevder selskapet at "titan-blader" fikk normal be- handling i MRB. Siden selskapet har hevdet at slitasjen på "titan-bladene" ikke var noe sikkerhetsproblem må en slik konklusjon derfor ha kommet fra MRB, eller på annen måte vært basert på vurderingen fra MRB. HSL stiller spørsmål ved om en slik vurdering har vært den beste, siden det er påvist at behandlingen av bladet i MRB ikke har forårsaket noen vedlikeholdsmessig endring.

## 2.5.5 Selskapets totale koordinering av håndboksystemet

2.5.5.1 Det er HSLs oppfatning at det i luftfartsselskap ofte mangler et klart koordinerende ledd for selskapets håndboksystem. Med andre ord, det som skrives i en bok blir ikke nødvendigvis i full overensstemmelse med andre interne bøker. Dette kommer bl.a. av at håndbøker ofte skrives av forskjellige "forfattere" og tilhører forskjellige avdelinger/seksjoner. Videre finnes det en rekke eksempler på at feil i teksten ikke blir rettet opp fordi den ikke er utsatt for kritisk gjennomgang. Altfor ofte viser det seg at slike avvik ikke blir avdekket i kvalitetsrevisjoner. Ved andre undersøkelser har HSL avdekket klare avvik i håndboksystemet av betydning for sikkerheten. Da håndboksystemet skal avspeile selskapets teoretiske sikkerhetsnivå vil en vurdering av håndbøkernes standard være en naturlig del av undersøkelser som HSL gjennom- fører. At HSL også ved denne undersøkelsen setter fokus på håndboksystemet faller derfor naturlig.

- 2.5.5.2 HSL har i rapportens 1.18.3, 1.18.4, 2.5.3 samt 2.5.4 pekt på forhold i håndboksystemet til selskapet som både kan være uklare og i enkelte tilfeller feilaktige. I tillegg til de kommentarer som er gitt under 2.5.3 kan nevnes (ref. 1.18.4):
- Uttrykket "delegering av ansvar" er etter HSLs mening prinsipielt organisatorisk feilaktig.
  - At ordet "Quality" kan defineres som "resultatet av en aktivitet som er i en tilstand den på forhånd var ment å være" synes for HSL både å være en helt ny måte å de finere ordet på og av tvilsom riktighet.
  - At Quality Assurance Manager er delegert det samlede ansvar for selskapets kvalitetssystem kan ikke være riktig.
  - At "QA tar det for gitt at man skal se på neste ledd i produksjonsprosessen som våre kunder" kan synes som en uklar formulering. At en kvalitetsenhet eventuelt ser på noe i organisasjonen som "granted", er i seg selv urimelig, men verre blir det når denne "selvfølgeligheten" (kunde/leverandør) ikke er særlig vektlagt i den samme dokumentasjonen. Selskapet må i så fall kunne påvise hvor internrelasjonen i forholdet kunde/leverandør er klart beskrevet som et kvalitetsverktøy.

Ovennevnte er kun noen eksempler fra selskapets tekniske håndboksystem som viser at det finnes tekst som burde ha vært gjenstand for en mer kritisk gjennomgang og eventuell revisjon.

- 2.5.5.3 Et så omfattende håndboksystem som HS har, er krevende for organisasjonen. På bakgrunn av de undersøkelser som HSL har gjort i denne sak bør det kunne fastslås at selskapet med fordel burde foreta en kritisk gjennomgang av håndboksystemet både tekstmessig og koordineringsmessig. Selskapet bør også vurdere om hvor og hvordan ansvaret for tekst og koordinering bør forvaltes og overvåkes.

## 2.6 Luftfartsverkets godkjenninger og tilsyn

- 2.6.1 Som tidligere nevnt og kommentert har Helikopter Service AS bygget opp et omfattende håndboksystem. Etter HSLs mening må dette i utgangspunktet betraktes som profesjonelt. Det er imidlertid HSLs erfaring fra tidligere undersøkelser at håndbøker kan få en tendens til å bli noe for ambisiøse og inneholde forutsetninger som går lenger enn selskapene selv kan ha behov for i sin daglige drift. Feil som er skrevet inn har en tendens til å bli stående pga. at ingen har direkte ansvar for kvalitetsstandarder. Dette synes også å gjelde for HS. Som nevnt i 2.5.5 kan det også i enkelte tilfeller stilles spørsmål ved den totale koordinering av håndbøkernes innhold.
- 2.6.2 HSL har i denne rapport pekt på flere forutsetninger i HSs håndboksystem som kunne ha vært påvirkende til å ha oppdaget en utviklende feil på det omtalte hovedrotorbladet på LN-OBP. LV har godkjent selskapets samlede håndboksystem. HSL er

innforstått med at LV ikke i detalj godkjenner innholdet i bøkene, men mere som et system av bøker. Det er imidlertid etter HSLs mening grunn til å hevde at LV burde være mere aktpågivende ved sitt løpende virksomhetstilsyn når det gjelder vedlikeholdsmessige prinsipielle forhold av betydning for styring av vedlikeholdet og som er beskrevet i selskapets dokumentasjon. Med dette menes forhold som HSL særlig har pekt på under pkt 2.5.3 og 2.5.4 i denne rapport. LV bør dermed etter HSLs mening sette seg så godt inn i håndbøkernes innhold at de er med på en kontinuerlig vurdering i det løpende virksomhetstilsynet og at alle håndbøker av betydning for sikkerhet dermed blir gjennomgått med en viss frekvens.

## 2.7 Sammenfatning av den flytekniske analysen i 2.2 - 2.5

- 2.7.1 HSL fastslår med sikkerhet at en løs flik av forkantskinnen på hovedrotorblad med S/N 617 førte til at det oppsto vibrasjoner i helikopteret, noe som igjen førte til beslutningen om å nødlande på sjøen. Fliken løsnet pga. tre forhold som i kombinasjon representerte en direkte trussel mot flysikkerheten, og som dermed utløste nødlandingen med påfølgende havari og tap av helikopteret. Dette forhold synes utløst av et enkeltstående tilfelle. Oppbygging av sikkerhetsbarrierer mot enkeltstående tilfeller som igjen er et resultat av mer eller mindre tenkbare kombinasjoner av feil, er en vanskelig prosess, men den er ikke umulig. HSL mener at man ikke er sikret mot at liknende forhold kan oppstå uten en løpende kritisk vurdering av produksjonsprosessen og forbedring av rutiner for vedlikehold av det omtalte hovedrotorbladet.
- 2.7.2 Produksjonsprosessen av bladets avisingselement inneholder en rekke kritiske punkter som er utslagsgivende for om resultatet skal bli optimalt. På bakgrunn av den presentasjon som ble gitt HSL hos Paulstra høsten 1996, har HSL intet grunnlag for å kritisere den demonstrerte produksjonsprosessen når det gjelder vulkanisering av avisingselementet til forkantskinnen. Prosessen setter imidlertid strenge krav til nøyaktighet og kvalitetskontroll. Feil kan derfor oppstå hvis det ikke kontinuerlig arbeides mot optimalisering og forbedringer av prosessen, noe som HSL har fått inntrykk av tas alvorlig av både Eurocopter og Paulstra. På bakgrunn av en samlet vurdering av tilgjengelig informasjon, mener allikevel HSL at det foreligger overveiende grunner til å hevde at delamineringen som er avdekket på blad S/N 617 må kunne spores tilbake til produksjons- og bytteprosessen som ble benyttet i 1991 (ref.2.3.4.4).
- 2.7.3 HSL mener at de aktuelle hovedrotorbladene med forkantskinne av titan har vært lite egnet til typiske driftsforhold i Nordsjøen. Dette har ført til en høy utskiftningstakt av forkantskinner grunnet erosjon. HSL mener at fabrikanten ikke har utnyttet det potensialet som har ligget i tilgjengelig informasjon til å foreta risikoanalyser under utvikling og revisjon av bladets vedlikeholdsprogram, og ved vurderinger forut for utarbeidelsen av Eurocopter Technical Instruction No. 230. Ulykken var medvirkende til å vise at det vedlikeholdsprogrammet som var utviklet av Eurocopter

ikke var tilstrekkelig til å avdekke de tre avgjørende faktorene som sammen hadde direkte innvirkning på helikopterets sikkerhet.

2.7.4 HSL finner ikke grunn til å kritisere det vedlikeholdsarbeidet som har vært utført av teknisk personell fra HS på hovedrotorblad S/N 617, og som har vært basert på selskapets gjeldende vedlikeholdsunderlag. Det må samtidig kunne fastslås at selskapets vedlikeholdsunderlag basert på fabrikantens (Eurocopter) ikke har hatt innebygde egenskaper for å fange opp en feilutvikling som skjedde nettopp i dette tilfellet. En gjennomgang av håndboksystemet hos HS viser også at disse bøkene inneholder beskrivelser av prosesser og praksis som, hvis de i større grad hadde vært utnyttet, hadde representert et betydelig forbedringspotensiale. En bedre utnyttelse av de systemer som HS allerede hevder at de benytter, ville etter HSLs mening ha ført til en kritisk gjennomgang av "titan-bladenes" vedlikeholdssituasjon i selskapet og fokusert på sikkerhet og ikke bare på økonomi.

## 2.8 **Personersikkerhet ved helikoptertransport til oljeinstallasjoner i havet**

### 2.8.1 Myndighetsansvar - hvem bestemmer hva?

2.8.1.1 HSL har i løpet av undersøkelsene vedrørende denne ulykken fått innsikt i det antall myndigheter som på en eller annen måte enten regulerer operasjonene i petroleumsindustrien i Nordsjøen eller har øvrig betydning for operasjonene. Følgende oppsummering kan gjøres:

- Sivil luftfart med helikopter er regulert gjennom Luftfartsloven, Kongelig resolusjon av 8.1.61, departementale vedtak (Samferdselsdepartementet), forskrifter fastsatt av LV, helikopterselskapenes driftshåndbøker og håndbok for lufttrafikk-tjenesten. LVs forskrifter skal avspeile de internasjonale standarder som Norge har forpliktet seg til å følge.
- Lover og forskrifter som regulerer oljevirkksomheten er dekket gjennom Petroleumsloven (Oljedirektoratet), Arbeidsmiljøloven og Forurensningsloven (Miljøverndepartementet).
- Flyging med forsvarets redningshelikoptere er regulert av Forsvarsdepartementet, mens legebemanningen er regulert gjennom Sosial- og helsedepartementet.
- Redningsoperasjonene er regulert gjennom lover og bestemmelser fra Justis- og politidepartementet.
- Sjøfartsdirektoratet godkjenner sjøfartsmessig utstyr, bl.a. redningsdrakter.
- Statens Teleforvaltning godkjenner radioutstyr i luftfartøy, inklusive nødradiopeilesendere (ELT).

I tillegg finnes det regler fastsatt av oljebransjen.

- 2.8.1.2 Det er altså et stort antall myndigheter/organisasjoner som påvirker sikkerheten for arbeidstakerne i oljeindustrien i havet utenfor norskekysten. Dette gjelder også til en viss grad for sikkerheten til de ca. 400 000 passasjerer som fraktes årlig ombord i helikoptrene til og fra oljeinstallasjonene. Når så mange myndigheter kommer inn i bildet kan det fort bli visse gråsoner hvor det er uklart hvilken myndighet som regulerer. Et liknende forhold er det også i engelsk sektor av Nordsjøen omtalt i "CAP 641: Report of the review of helicopter offshore safety and survival" (ref. 1.18.14). Et eksempel på hvordan de forskjellige regelverk påvirker en situasjon for passasjerene er at Luftfartsverket krever at det skal være redningsvester ombord i alle luftfartøy. Det foreligger en trykt instruks i luftfartøyene (benevnes "For your safety") om når og hvordan disse skal brukes. Det er både vanskelig, upraktisk og i utgangspunktet unødvendig for passasjerene å iføre seg disse når de allerede er iført redningsdrakter med "lunger". Redningsdrakter for passasjerene ombord i helikoptre er krav fra oljebransjen. Et annet eksempel er at beredskapstiden for redningshelikopterne må sees i relasjon til krav om hvilken påkledning og hvilke øvrige hjelpemidler som må kreves for at en nødstedt skal kunne bli reddet innenfor en akseptabel tid. Disse forhold styres også av forskjellige myndigheter.
- 2.8.1.3 HSL er kjent med at den Europeiske luftfartsorganisasjonen JAA har nedsatt en arbeidsgruppe som vurderer sikkerheten ved helikopteroperasjonene. Etter HSLs mening er det imidlertid gode grunner for at alle involverte myndigheter, og ikke bare luftfartsmyndigheter, setter seg sammen for å se på den totale sikkerheten ved persontransporten til og fra installasjoner i havet utenfor norskekysten. Med dette mener HSL alt fra opplæring av passasjerer og besetning, gjennom påkledning til den offentlige redningstjenesten.
- 2.8.2 Redningstjenesten
- 2.8.2.1 Som tidligere nevnt i rapporten er Redningstjenesten underlagt Justis-og Politidepartementet og ledes av de to hovedredningssentraler (HRS) som er plassert i henholdsvis Sola (HRS Sør-Norge) og Bodø (HRS Nord-Norge). Ved ulykker i Nordsjøen alarmeres redningshelikoptertjenesten (330-skvadronen) på Sola lufthavn. Denne har en pålagt beredskap på 1 time. For å få med lege i besetningen skal denne varsles etter en egen rutine som varierer med tid på døgnet. Dette kan føre til ytterligere utsatt avgang. Ifølge "Utredning om redningshelikoptertjenesten" avgitt 12.12.1996 er det et fylkeskommunalt ansvar å sørge for legebemanning på redningshelikoptrene på beredskap. HSL anser at legen (om han skal være en del av bemanningen) må ha vakt på basen på samme måte som besetningen for øvrig.
- 2.8.2.2 Det er planlagt at et redningshelikopter eksempelvis skal kunne nå frem til den nødstedte Nordsjø-arbeideren i posisjon lengst vekk fra Sola innen 1,5 times direkte flyging. Med den beredskap redningsskvadronen har i øyeblikket, må den nødstedte være utstyrt med hjelpemidler til å kunne overleve i minst 2,5 til 3 timer før forventet redning kan finne sted. Dette må være et utgangspunkt for myndighetene for å fastsette krav på standard og mengde på det redningsutstyr som skal medbringes



ved persontransport over Nordsjøen. 2,5 timer i sjøen på vinterstid synes etter HSLs mening lang tid med det redningsutstyr som i dag er i bruk. HSL anser at myndighetene bør overveie å høyne beredskapen for redningshelikopterne slik at tiden den nødstedte er utsatt for kulde og fuktighet kan kortes ned. Dette er i samsvar med innstillingen i "Utredning om redningshelikoptertjenesten" hvor det antydes at reaksjonstiden for redningsoppdrag bør settes til 15 minutter døgnet rundt. Dette må selvsagt gjelde ved samtlige redningsbaser.

### 2.8.3 HRS- flere varslingsvarianter og samband

- 2.8.3.1 Leder ved HRS uttrykte i samtale med HSL en tid etter nødlandingen at han anså beredskapstiden på en time betenkelig høy, og at den skulle vurderes av et utvalg (se 1.18.11.3). Det ble også presisert at varslingsrutinene til redningsskvadronen fungerte utmerket, men at rutinene for varsling av lege kunne komplisere og eventuelt forsinke starten av en redningsaksjon.

Hovedredningssentralene er utstyrt med avansert sambandsutstyr, og har direkte kontakt med alle viktige samarbeidspartnere innen redningstjenesten. Dette gjør det mulig å bearbeide innkomne meldinger på en hurtig og effektiv måte. Derved kan koordinering og kontroll av redningsaksjoner utføres. Ved denne nødlandingen var de nødstedte også utstyrt med sambandsutstyr, men det ble ikke benyttet bl.a. med den begrunnelse å ikke forstyrre nødpeilesignalene. Det oppsto ikke behov for kommunikasjon fordi redningsaksjonen kom så hurtig igang, og det var visuell kontakt med havaristen allerede kort tid etter nødlandingen.

- 2.8.3.2 Et forhold som HSL vil peke på er at utløsning og aktivisering av ELT kan vanskeliggjøre kommunikasjon på enkelte nødfrekvenser. HSL anser at de berørte myndigheter bør vurdere i hvilken grad det skal være nødvendig å ha kommunikasjon med nødstedte fra luftfartsulykker/hendelser i havet og om det i denne sammenheng bør vurderes bruk av maritim sambandskanal.

### 2.8.4 Briefing og evakuering

- 2.8.4.1 Etter at de tekniske problemene med helikopteret oppsto gjennomførte besetningen med dyktighet prosedyren for ditching. De på helikopteret påmonterte flytehjelpe-midler fungerte som de skulle, og det holdt seg flytende som forutsatt (og lenge etter redningen av passasjerene). En forutsetning for en vellykket evakuering og overlevelse er avhengig av at helikopteret har tilstrekkelig flyteevne, stabilitet, praktiske nødutganger og effektive livbåtutstyr. Ved denne nødlandingen var flyteevnen og stabiliteten god. Videre må også passasjerer og besetning være utstyrt med det best tilgjengelige redningsutstyr.

- 2.8.4.2 Fartøysjefen ga under nedstigningen passasjerene en kort orientering om de problemer som hadde oppstått, og besetningens videre planer. En generell annonsering (Emergency passenger briefing) er skrevet på side 2 i Emergency/Abnormal

Checklist. Fartøysjefen fulgte ikke den trykte orienteringen. Dette er forståelig pga. den korte tid som var tilgjengelig. Han konsentrerte seg om bruken av passasjerenes overlevingsdrakter.

2.8.4.3 Bruk av flytevest er ikke dekket i orienteringen, men dette er markert i den trykte sikkerhetsorientering som er plassert i setene. Etter at det for passasjerene var klart at en nødlanding på sjøen ville finne sted, tok noen frem flytevestene og med vekslende suksess forsøkte de å ikle seg dem utenpå overlevingsdraktene. Ettersom draktene var av forskjellig konstruksjon, noen med flytekammer andre uten, er det vanskelig å lage en generell veiledning for hvordan disse hjelpemidlene skal utnyttes. HSL anser at det er behov for en klargjøring på dette området. En klar fordel ville det være om en standard på draktene ble brukt.

2.8.4.4 De problemene som oppsto senere ved evakueringen fra helikopteret bør analyseres av kyndig redningspersonell i samarbeid med LV for eventuelt å forbedre bruken av utstyret. En analyse av hvorvidt dette redningsmateriellet er det best egnede for operasjon i Nordsjøen bør også grundig gjennomgås. I første omgang var bare den ene redningsflåten tilgjengelig og den ble etter kort tid delvis ødelagt. Etter at den andre flåten med store vanskeligheter ble gjort tilgjengelig var anvendeligheten begrenset ettersom den ikke lenger var fastgjort til helikopteret.

2.8.4.5 Slik denne evakueringen etterhvert utviklet seg var de fleste passasjerene og flystyrmannen etter kort tid avhengig av helikopterets flyteevne og overlevingsdraktenes egenskaper. HSL anser at når dette fungerte så bra så må det i ettertid delvis tilskrives at værforholdene var gunstige og at redningstjenesten kunne komme så hurtig til stede. Et annet viktig moment var at alle de nødstedte hadde gjennomgått adekvat trening og at både besetningen og passasjerene beholdt den nødvendige ro.

## 2.8.5 Krav om overlevingsdrakter for flygere og passasjerer

2.8.5.1 Både passasjerer og besetning i helikoptertrafikken i Nordsjøen blir utstyrt med overlevingsdrakter. Krav om redningsdrakt fremkommer ikke fra luftfartsmyndigheten, men fra de forskjellige oljeoperatørene. Det er gjennom petroleumsloven bestemt at alle som oppholder seg på en installasjon i Nordsjøen skal ha overlevingsdrakt tilgjengelig. Operatørene har samtidig bestemt at disse draktene også skal brukes under transportdelen. Oljebransjen opplyser til HSL at dette ikke minst er begrunnet i at 35% av de som arbeider på oljeinstallasjonene ikke kan svømme. Operatørene har fått 4 forskjellige drakttyper godkjent av Sjøfartsdirektoratet. Det har vist seg vanskelig å komme frem til en fullgod løsning som tilfredsstillende alle krav/ønsker en slik overlevingsdrakt bør ha. Det dreier seg om farge på drakten, bruk kombinert med livvest, refleks, lys (strobe lights), mansjetter, hansker, svømmebriller og kniv.

2.8.5.2 For passasjerenes del, siden de normalt bare er iført disse draktene under transporten til og fra installasjonene, er det primære krav at den nødstedte skal kunne

overleve nedsenket i kaldt vann over et tidsrom før redning finner sted. De draktene som i dag er tilgjengelige, og som er godkjent av Sjøfartsdirektoratet, tilfredsstillende til en viss grad denne målsetningen. HSL anser at det er uheldig at draktene er av forskjellig utførelse og av forskjellig design. Noen er med støvler (sokker), andre uten, noen med flytekammer, andre uten. Da denne nødlandingen fant sted viste det seg at draktenes muligheter heller ikke ble fullt utnyttet. Ingen av passasjerene benyttet seg av flytekammerne, og de av passasjerene som hadde drakter uten føtter ble hurtig kalde på bena. At det var hansker i ermene på drakten var ukjent for enkelte. Siden oppholdet for passasjerene med drakten på, er av relativt kort varighet, blir kravet til komfort ikke så viktig. Hygienisk bruk av drakt er også et moment det skal tas hensyn til.

- 2.8.5.3 For besetningen, som normalt vil være iført overlevingsdrakten en hel arbeidsdag, er problemet annerledes. Her er kravet til komfort i arbeidssituasjonen større, og dette er blitt en viktig forutsetning ved utformingen av drakten. Besetningsmedlemmene har imidlertid viktige oppgaver ved enhver nødsituasjon. Det må derfor være en forutsetning at draktene er av en slik konstruksjon varmemessig at besetningen til enhver tid kan ta vare på passasjerene.

Ved denne nødlandingen var besetningen iført et antrekk som besto av en uisolert overlevingsdrakt uten hette og hansker og med en blåfarget flygerdress av bomull utenpå. Under overlevingsdrakten var de lett kledd. Dette antrekket kunne ikke forhindre at begge besetningsmedlemmene ble alvorlig nedkjølte. Dersom de ikke hadde blitt reddet så raskt ved denne nødlandingen, kunne besetningen lett ha kommet i en meget alvorlig situasjon slik at passasjerene hadde blitt overlatt til seg selv, eventuelt måtte ha tatt vare på en ikke funksjonsdyktig besetning. HSL finner det derfor betenkelig at besetningen ikke er bedre beskyttet mot nedkjøling enn de var i dette tilfellet. Videre finner HSL det også betenkelig at besetningen var iført et mørkt antrekk når alt annet utstyr av betydning for å bli sett på havet er farget orange.

HSL er kjent med at selskapet i samarbeid med de ansatte arbeider på løsninger med forskjellige drakttyper for besetningen som skal kunne kombinere muligheten for å oppholde seg i kaldt vann over tid, og samtidig kunne være nødvendig komfortable. Siden det arbeides kontinuerlig på forbedring av dette utstyret, og at det vil fremkomme nye krav om overlevingsdrakt for besetningsmedlemmer når JAR OPS-3 blir gjort gjeldende, vil HSL ikke fremme noen tilråding i denne forbindelse. HSLs synspunkter bør allikevel vektlegges i den fremtidige prosessen om valg av antrekk for besetningsmedlemmene.

- 2.8.5.4 Et forhold av stor betydning for både passasjerer og besetning er hva de er iført under overlevingsdrakten. Det er anbefalt (f.eks. i JAR) at varmt tøy (thermal liners) brukes under overlevingsdrakten når sjøtemperaturen er lavere enn + 10° C. Det vil for operasjoner over Nordsjøen si stort sett hele året. HSL anser at både selskapet, operatørene og myndighetene må informere alle reisende i Nordsjøen om viktigheten av å være godt kledd under overlevingsdrakten. Samtidig bør myndighetene i samarbeid med operatørene i petroleumsindustrien kontinuerlig overveie om det

utstyr som er tilgjengelig for passasjerer og besetning i dag, er det best egnede. Det gjøres for øvrig oppmerksom på at det i de kommende JAR om helikopterflyging legges vekt på nettopp isolasjonsevnen til påkledningen under drakten.

- 2.8.5.5 Helikopteret er utstyrt med 4 ekstra overlevingsdrakter, (Quick donning suits), hvorav 2 er beregnet for bruk av besetningen. Ingen av disse draktene kom til anvendelse.
- 2.8.6 Krav om bruk av redningsvester - harmonisering til bruk av drakter
- 2.8.6.1 I norske forskrifter, BSL D 2-1, står det at det ombord i luftfartøyet skal medbringes redningsvest eller tilsvarende flyteanordning. Med "tilsvarende flyteanordning" menes f.eks. at stolens sittepute er beregnet (og utstyrt) som flyteanordning. Som tidligere nevnt i rapporten fikk HSL under samtale med passasjerene inntrykk av at det hersket forvirring med hensyn til bruk av redningsvesten. Et annet forhold som fremkom under samtalene, påviste at det var meget vanskelig å iføre seg vestene utenpå overlevingsdrakten. Dette forhold fremkom også ved undersøkelsen av Super Puma ulykken i engelsk sektor. I det tilfellet holdt nødstedte på å drukne pga. at den kun delvis festede vesten gled opp og gjorde det vanskelig å holde hodet over vannet. HSL anser at det er et behov for å tilpasse dette redningsutstyret til hverandre. Det må her bemerkes at dagens overlevingsdrakter ikke er utstyrt med lys, slik at passasjerene etter dagens ordning må bruke livvest for å dekke luftfartsbestemmelsene som sier at vesten skal være utstyrt med lys.
- 2.8.6.2 HSL mener at LV i samarbeid med helikopterselskapene og oljebransjen må se nærmere på passasjerenes pålagte bruk av overlevingsdrakter (pålagt av oljeoperatørene) og om det samtidig skal kreves bruk av redningsvest ved nødlanding i havet og hvordan en slik kombinasjon kan brukes i praksis.
- 2.8.6.3 Et resultat av høringsrunden for denne rapport er at HSL ble gjort oppmerksom på av LV at land som opererer tunge helikoptre over havområder gjennom JAA har vurdert problemområdene relatert til bruk av redningsutstyr for passasjerene. Dette har bl.a. ført til at ordlyden i de kommende JAR-OPS 3, pkt. 3.825 er blitt en skjerpeelse av teksten i ICAO Annex 6. De kommende felleseuropeiske bestemmelsene (JAR) sier at helikoptre som flyr over vann, skal være utstyrt med en livvest med lys for hver person. Det tillates ikke brukt alternativt "likeverdige flyteutstyr", f.eks. seteputer.

I JAA Helicopter Sub Committee har det ved flere anledninger vært diskutert hvor detaljert man skal regulere hver enkelt passasjerbefordring og derved det utstyr den enkelte passasjer skal være utstyrt med. Konklusjonen pr. dato er at man ikke har gjort krav om "Survivals Suits" gjeldende for passasjerer. En arbeidsgruppe nedsatt av denne komiteen, "Helicopter Offshore Safety Survivability Working Group", har dette som spesialområde. I denne gruppen er det samlet ekspertise med lang

erfaring fra helikopterflyging på kontinentalsokkelen.

Et av problemene som bl.a. er pekt på i denne rapporten angående passasjerenes påkledning, er at oljeoperatørene pålegger passasjerene bruk av drakter, mens forskrifter fastsetter bruk av livvester. Kombinasjonen har vist seg å være farlig. Etter HSLs mening er det urovekkende at JAR-OPS 3, slik som ordlyden er pr. dato ikke ivaretar det problemet som både er reist av engelske myndigheter og nå HSL, nemlig hvordan passasjerenes overlevingsdrakter og et samtidig krav om bruk av redningsvest eventuelt kan koordineres på en sikker måte. Etter HSLs mening bør kombinasjonen prøves ut under så realistiske forhold som mulig.

## 2.8.7 Nødpeilesender (ELT) - krav om type og bruk

2.8.7.1 Lokalisering av luftfartøy som har nødlandet, kan være meget tidkrevende. LV har derfor i BSL D 2-2 tatt inn krav om at alle norskregistrerte helikoptre skal være utrustet med automatisk nødradio(-peilesender), engelsk betegnelse Emergency Locator Transmitter (ELT). HSL antar her at bruken av uttrykket "VHF-nødradio" i nevnte BSL er feil og skal bety nødradiopeilesender. Krav til ELT'en er:

- Ved havari skal den automatisk begynne å sende på nødfrekvensene 121,5 og 243 MHz
- Den skal kunne slås på fra cockpit
- Den skal være uavhengig av krafttilførsel fra luftfartøyet
- Den skal være vanntett
- og den skal være motstandsdyktig og normalt ikke bli ubrukelig som følge av et havari.

2.8.7.2 I Norge er 3 forskjellige typer nødpeilesendere godkjent (ref. bilag 3 til BSL D 2-1) nemlig automatisk fastmontert, automatisk utløsbar og automatisk bærbar.

LN-OBP var utstyrt med 4 ELT'er, en utløsbar, en bærbar og to i besetningens livvester som også kan brukes til kommunikasjon. Den utløsbare ble aktivert og utløst fra cockpit. Den sendte, og drev etter hvert langt vekk fra helikoptret. Den ble først etter 2½ døgn funnet og deaktivert. Den bærbare ELT'en ble tatt ombord i venstre flåte, men ble aldri aktivert pga. de problemene som oppsto der.

2.8.7.3 De kommende JAR OPS-3 sier at alle helikoptre som opererer over vann, skal være utstyrt med minst en ELT pr. redningsflåte. Det blir tilrådet at disse ELT'ene skal kunne operere på frekvensene enten 406 MHz og 121,5 MHz eller bare på 121,5 MHz. Det skal bemerkes at det ikke lenger er krav om bruk av frekvensen 243 MHz hverken i ICAO Annex 10 eller de kommende JARs. Etter HSLs mening er LV's krav om ELT foreldet (fra 1981) og burde ha avspeilet kravene i ICAO Annex 10.

Ved denne nødlandingen ble det aldri forsøkt kommunisert på noen nødradiofrekvens slik at noen blokkering av signalene fra den utløste ELT'en ikke fant sted. HSL anser at myndighetene bør vurdere bruken av de forskjellige frekvensbånd slik at muligheten for en blokkering av livsviktig kommunikasjon i fremtiden blir forhindret.

- 2.8.7.4 Det er grunn til å stille spørsmål om riktigheten av å utløse ELTen i dette tilfellet. I nødsjekklisten står det "Activate" (ikke "Deploy"). Etter HSLs mening betyr dette klart at den skrogmonterte ELT skal aktiveres for signalgiving og ikke noe annet. Etter kommisjonens mening var det uheldig i dette tilfelle at den ble frigjort fra helikopteret. Dette medførte at ELTen hurtig drev vekk fra helikopteret og fikk etter hvert liten verdi for redningsaksjonen. Samtidig sendte den kontinuerlig og var nærmest uten muligheter for å bli stoppet hvis været var dårlig. Den ville derfor skape vanskeligheter for en ytterligere, og kanskje mer reell nødsituasjon, hvor søk ville være avhengig av peilesignaler fra andre nødstedte. LV bør se på både hensiktsmessigheten ved typer ELT i bruk på helikoptre som brukes i oljerelatert virksomhet og hvordan de skal brukes.

## 2.8.8 Samband - bruk av 121.5 MHz - mulig bruk av maritim kanal 16

- 2.8.8.1 I et notat gjort av HRSS etter redningsaksjonen ved nødlandingen 18. januar 1996 angående sambandsmuligheter med "havaristen" står det:

"Det var ingen radiokommunikasjonsmulighet mellom deltagende redningsenheter og havaristen. Det er ikke krav til kommunikasjonsradio (121,5 og/eller 123,1, eller kanal 16) i redningsflåter eller om bord i luftfartøyer."

- 2.8.8.2 Ved nødlandingen hadde begge flygerne hver sin nødradio som kunne operere på frekvensen 121,5MHz både som nødpeilesender og som radio. Disse radioene kom ikke i bruk ettersom det ikke oppsto behov for kommunikasjon. Det må gjøres oppmerksom på at det ikke er noe myndighetskrav om nødradiosamband i luftfart. HSL anser at det bør vurderes om det med tanke på mulig blokkering pga. ELT-sendingen burde være mulig for de nødstedte å kommunisere på maritim kanal som både har en meget høy grad av tilgjengelighet i det maritime miljø og selvsagt til redningshelikopterne. HSL er kjent med at det finnes på markedet enkle nødradioer hvor denne mulighet er til stede. HSL mener at berørte myndigheter bør vurdere problematikken omkring radiokommunikasjonen med nødstedte etter helikopterulykker/hendelser på havet.

## 2.8.9 Vurdering av "Hostile sea"

- 2.8.9.1 "Hostile sea", fiendtlig/ugjestmildt hav, er en betegnelse som brukes om havstrekninger nord(sør) for 45°N (S). Dette fremkommer f.eks. i de kommende JAR-OPS 3. Nordsjøen kommer med andre ord i denne kategori. For at nødstedte i dette

område skal ha de beste muligheter for å kunne reddees må en rekke forhold være tilfredsstillende:

- helikopteret må være utstyrt for operasjon over slikt farvann
- passasjerer og besetning må være godt trent og utstyrt
- en redningstjeneste må ha et tilpasset utstyr
- redningstjenesten bør ha en beredskap som er tilpasset slik at nødstedte lengst vekk i området kan være reddet innen 3 timer
- de berørte myndigheter må regulere operasjonene
- værforholdene må være akseptable
- bølgehøyden må ikke være større enn at en vellykket ditching kan foretas.

Det kan for øvrig nevnes at enkelte operatører i offshoreindustrien har vurdert ikke å tillate helikopteroperasjoner når værforhold og bølgehøyde går ut over bestemte verdier.

#### 2.8.10 Sikkerhetsopplæring av flygere og passasjerer

2.8.10.1 Sikkerhetsopplæringen for transportfasen blir utført ved forskjellige institusjoner. Flygerne blir i hovedsak trent ved NUTEC ved Bergen. Undervisningen som gis passasjerene, dekker sikkerhets- og beredskapsopplæring både for helikopterflygingen og for oppholdet på installasjonen.

HSL har fått et generelt inntrykk av at treningen er grundig, og at deltakerne er tilfredse med mengde trening og de periodevise repetisjoner (se forøvrig 2.8.11.5). HSL anser at større grad av samtrenting mellom flygere og passasjerer vil være formålstjenlig og vil kunne høyne sikkerheten. Samtidig vil dette kunne gi de berørte større forståelse for de forskjellige personellgruppers problemer/ansvar ved en redningssituasjon.

2.8.10.2 HSL anser at den store erfaringsmengde 30 års petroleumsoperasjoner i Nordsjøen har gitt helikopterselskaper og operatører må utnyttes fullt ut. Det foretas stadig utredninger om forskjellige sider ved denne industrien/transporten. Det er viktig at internasjonale erfaringer blir utvekslet, og at denne informasjon er tilgjengelig for de berørte. HSL anser at oppdatering basert på erfaringer fra redningsoperasjoner må utnyttes maksimalt i sikkerhetsopplæringen.

#### 2.8.11 Helikopterets redningsutstyr

2.8.11.1 Helikopteret var forskriftsmessig utstyrt med redningsutstyr. Hvordan utstyret ble brukt og fungerte er i detalj behandlet i avsnitt 1.15.2.

Som tidligere nevnt vil HSL rette oppmerksomheten på behovet for en avklaring på bruk av redningsvest når passasjerene i utgangspunktet er utstyrt med overlevingsdrakt. Videre setter HSL spørsmålstegn ved operasjonen av flåtene som ikke var spesielt vellykket hverken for venstre eller høyre redningsflåte. At dette under redningsoperasjonen ikke avstedkom større problemer anser HSL må tilskrives de gode værforhold. Selskapet bør vurdere om flåtenes monteringssted, festeanordning (liner m.m.) og utstyr er optimalt. Merking av liner/tauverk bør revurderes (f.eks. at hele linen som holder flåten til helikopteret skal være rød). Prosedyren med armering og utløsning av begge flåter samtidig fra cockpit bør vurderes. Videre bør alt utstyr ombord i flåten være i samsvar med informasjon gitt under treningen.

- 2.8.11.2 Drivankeret fungerte ikke etter hensikt. Dette kan forklares med at helikopteret i henhold til selskapets prosedyrer ble satt ned på vannet med vinden ca. 30° inn fra høyre og dermed drev over drivankeret. Selskapet har i sin internrapport etter ulykken pekt nettopp på dette forholdet og vil vurdere om prosedyren endres til å sette helikopteret på vannet med vinden fra motsatt side. HSL er enig i at en slik vurdering er nødvendig.
- 2.8.11.3 Det oppsto behov for kniv ved flere anledninger. Selskapet sammen med operatørene bør vurdere hvorvidt overlevingsdrakten bør være utstyrt med kniv.
- 2.8.11.4 Det ble uttrykt behov for, etter at passasjerene var kommet i flåten, noe å holde seg fast i på begge sider av helikopteret.
- 2.8.11.5 På bakgrunn av den trening som fartøysjefen hadde gjennomført hos NUTEC like før nødlandingen hadde han inntrykk av at det skulle være padleåre (-r) i flåten. HS hadde fjernet denne (disse) for flere år siden. Dette reiser spørsmålet om hvordan selskapet koordinerer nødtreningen til besetningene med selskapets egne spesifikasjoner og standarder når slik trening foregår eksternt. Selskapet bør i fremtiden sørge for at nødtreningen er realistisk i forhold til hvordan selskapets helikoptre er utstyrt.
- 2.8.11.6 De "Tie-down kroker" som er montert på skrogsiden av helikopteret bør dekkes med deksler siden disse skapte store problemer med at tauverk fra flåten satte seg fast i kroken på vindsiden av helikopteret.
- 2.8.12 "Top-cover"-helikopter
- 2.8.12.1 Et helikopter fra Norsk Helikopter AS kom til kort tid etter landingen på sjøen. Helikopteret holdt seg i nærheten av havaristen inntil redningshelikopterne kom til stede. Dette helikopteret ble av passasjerene opplevet som psykologisk støtte og derfor et positivt element. Det samme har HRS gitt uttrykk for i forbindelse med en evaluering som ble foretatt etter redningsaksjonen.



- 2.8.12.2 Et forhold som imidlertid må iakttas nærmere av HRS i denne sammenheng er at noen av passasjerene opplevet støyen fra dette helikopteret som sjenerende, ikke minst i forbindelse med den verbale kommunikasjon som var nødvendig mellom personene i havaristen.

## 2.9 Selskapets interne undersøkelser

HSL mener at det i flysikkerhetens navn er meget positivt at et luftfartsforetagende har stående rutiner for intern behandling av hendelser og ulykker. Et viktig moment for å utføre et slikt arbeide er å ha fornøden objektivitet. HS har i denne saken gjennom den oppnevnte undersøkelsesgruppen utført et godt, objektivt arbeide i så måte og kommet med en rekke tilrådinge og tiltak som både har kortsiktige og langsiktige sikkerhetsaspekter. HSL merker seg allikevel at selskapet i sin rapport berører vedlikeholdsprogrammet for angjeldende helikopter, men unnlater å ta stilling til de generelle og prinsipielle vedlikeholdsmessige forhold som er beskrevet i selskapets håndbøker og som kan påvirke programmet, særlig gjelder dette styrende dokumenter. Som begrunnelse for dette svarer selskapets ledelse at den interne undersøkelsesgruppen kom frem til at det ikke forelå kritikkverdige forhold i vedlikeholdsprogrammet eller styringen av dette. HSL mener at det kunne være formålstjenlig for flysikkerheten at undersøkelsesgruppens vurdering fremkom tydelig i den interne rapporten og hvilken begrunnelse som eventuelt lå bak gruppens konklusjon på dette området.

## 3 KONKLUSJON

### 3.1 Undersøkelsesresultater

#### 3.1.1 Generelt

- a) Helikopteret hadde gyldig registrerings-, miljø- og luftdyktighetsbevis.
- b) Helikopterets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte grenseverdier.
- c) Besetningen innehadde nødvendige sertifikater og hadde gjennomgått fastlagt trening.
- d) Besetningens arbeids- og hviletid forut for nødlandingen var innenfor bestemmelsene.
- e) Det foreligger ingen medisinske forhold for noen av besetningsmedlemmene som har betydning ved denne nødlandingen.

- f) Værforholdene ved nødlandingen: Vind 150° 25 kt, skyhøyde ca. 600 - 700 ft, sikt ca. 6 km i yr, ingen ising, lufttemperatur 4° - 5°, sjøtemperatur 5° - 6° og bølgehøyde 3 - 4 m.
- g) Helikopteret var utstyrt med det nødutstyr for offshoreflyging som luftfartsmyndigheten krever.
- h) Helikopterets kombinerte ferd- og taleregistrator var utstyrt med en akustisk sender (pinger) som sendte feilaktig på en for høy frekvens grunnet en innvendig feil..
- i) Helikopteret var utstyrt med en CVFDR. Informasjonen fra magnetbåndet var stort sett uskadet til tross for oppholdet på bunnen av Nordsjøen.

### 3.1.2 Tekniske forhold

- a) Helikopteret ble vedlikeholdt på grunnlag av et vedlikeholdssystem godkjent av Luftfartsverket (LV).
- b) LN-OBP var ikke utstyrt med komplett avisingsutstyr. Følgelig var hovedrotorbladenes avisingselementer heller ikke tilkopleet eller benyttet.
- c) Forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617 hadde en total gangtid på 1 590 timer ved nødlandingen.
- d) Vibrasjonene som besetningen opplevde før nødlandingen, var forårsaket av en flik av forkantskinnen på hovedrotorblad S/N 617 som løftet seg fra underlaget og foldet seg ut i luftstrømmen.
- e) Erosjonen langs forkantskinnen har hovedsakelig blitt forårsaket av vanndråper (liquid impingement erosion).
- f) En stor del av sprekkmønsteret på forkantskinnen har blitt dannet som en konsekvens av dynamiske belastninger (fatigue cracks).
- g) Det var ingen formell kontakt mellom Eurocopter og HS hvor problemet med høy erosjonsrate på forkantskinnen av titan ble tatt opp til debatt. HS har i henhold til fabrikken hverken rapportert eller beklaget seg over den relativt høye utskiftingsraten.
- h) HSL har ikke funnet at hovedrotorbladet har vært utsatt for "unormale" belastninger som har ført til det aktuelle skademønsteret forut for nødlandingen.

- i) Selskapets Maintenance Requirement List oppgir at hovedrotorbladet vedlikeholdes i henhold til prosessene Hard Time (HT) og On Condition (OC).
- j) Det aktuelle rotorbladet ble ifølge opplysninger gitt av HS inspisert i henhold til MET 62.10.00.603 tre ganger i løpet av de siste 260 timene, senest 38 timer før nødlandingen. Disse inspeksjonene har blitt avsluttet uten anmerkninger.
- k) Tester foretatt på det aktuelle hovedrotorbladet har vist at den foreskrevne "tapping"-metode ikke avslørte alle former for manglende hefte mellom forkantskinnen og det underliggende materiale.
- l) Teknikerne som utførte henholdsvis den siste DMC og PFC forut før avgang den aktuelle dagen gjorde ingen anmerkninger for hovedrotorbladenes del.
- m) Med grunnlag i undersøkelsen av bladet finner HSL grunn til å mene at forkantskinnen reelt ikke var luftdyktig da siste DMC og PFC ble utført. Denne vurderingen er basert på luftdyktighetskriteriene i MET 62.10.00.603.
- n) Vedlikeholdsprogrammet for hovedrotorblader med forkantskinne av titan innebar at bladet i prinsippet ble gjenstand for en detaljert inspeksjon hver 500 driftstime. Basert på kunnskap med denne bladtypen mener HSL at en slik inspeksjonsfrekvens ikke er forenelig med de prinsipper som "OC maintenance" bygger på.
- o) HSL finner ingen grunn til å kritisere det arbeidet som, basert på selskapets vedlikeholdsunderlag, ble utført av selskapets teknikere på hovedrotorblad S/N 617 ved siste DMC og PFC.
- p) Det er påvist tretthetsbrudd i sekundærsprekker (tverrsprekker) i ytre 28,5 cm av forkantskinnen. Disse sprekker har med stor sannsynlighet vært tilstede før helikopterets siste avgang. Det er videre sannsynlig at sprekken ikke kunne oppdages med foreskrevet vedlikeholdsprosedyre.
- q) Hovedrotorbladets forkantskinne ble modifisert i henhold til "Eurocopter Technical Instruction No. 230". Utarbeidelsen av denne modifikasjonen medførte ingen strukturelle beregninger fra fabrikken. Grunnen til dette var at konstruktørene hadde fastslått at den gjenværende bindingen mellom titan-skinne og avisingsselementet var homogen og tilstrekkelig, og at det derfor ikke var nødvendig med nye beregninger.
- r) Den av Eurocopter utførte modifikasjon på forkantskinnen ble ikke meddelt teknikerne i selskapet. Selskapets ledelse begrunner dette med at modifikasjonen ikke fikk noen vedlikeholdsmessig konsekvens og for øvrig ikke krevde noen andre hensyn fra vedlikeholdsorganisasjonen.

- s) En rekke utsagn i HSs tekniske håndboksystem gjør etter HSLs mening det nødvendig for selskapet kritisk å gjennomgå håndboksystemet både tekstmessig og koordineringsmessig.
- t) Den aktuelle bladtypen hadde på havaritidspunktet på verdensbasis logget ca. 400 000 bladtimer. Av dette hadde HS logget 100 000 bladtimer.
- u) Så langt HSL erfarer er det aktuelle havariet det eneste kjente tilfellet der deler av en forkantskinne av titan på helikopter av typen Eurocopter AS 332 har løsnet på en slik måte at det har fått operasjonelle konsekvenser.

### 3.1.3

#### Personsikkerheten

- a) Alle passasjerene var ikledd isolerte overlevingsdrakter (pålagt av arbeidsgiver) typegodkjent av Sjøfartsdirektoratet, men av noe forskjellig type.
- b) Besetningen var iført blå uisolerte overlevingsdrakter som ikke kunne forhindre at de ble våte og begge kom til å fryse.
- c) Alle passasjerene hadde gjennomgått adekvat nødtrening. Slik nødtrening utføres ved forskjellige institusjoner.
- d) Den nødtrening som flygerne gjennomgikk hos NUTEC hadde avvik i relasjon til selskapets standard.
- e) Da det var bestemt at nødlanding skulle utføres sendte fartøysjefen nødmelding som ble mottatt av Stavanger kontrollsentral.
- f) Redningsflåtene ble utløst elektrisk fra cockpit. Den høyre flåten (den i lo) blåste opp på taket av helikopteret og ble sittende fast under rotoren.
- g) Det var nødvendig å kutte alle liner for å frigjøre den høyre flåten. På bakgrunn av dette klarte de ombordværende ikke å holde flåten til helikopteret, og den drev vekk med kun fire personer ombord.
- h) En av "Tie-down krokene" som er montert på skrogsiden av helikopteret skapte problemer for frigjøring av høyre flåte pga. at flåtens liner/tauverk hang seg opp i kroken.
- i) Det oppsto behov for bruk av kniv ved flere anledninger. Passasjerenes drakt er ikke utstyrt med kniv.

- j) Den venstre flåtens øvre ring ble punktert av halebommens struktur.
- k) Helikopterets drivanker ble utløst, men var til ingen nytte.
- l) Den skrogmonterte nødpeilesenderen ble ved feil prosedyre frigjort fra helikopteret og samtidig automatisk aktivert. Den drev vekk fra helikopteret og ble etter to og et halvt døgn lokalisert ved Karmøy og deaktivert.
- m) Den bærbare nødpeilesenderen ble tatt ombord i venstre flåte, men ble aldri aktivert.
- n) De nødstedte savnet noe å holde fast i langs helikopterets flottører (grab lines) etter at de entret flåtene.
- o) 13 passasjerer og flystyrmannen ble reddet av det første redningshelikopteret fra det flytende helikopteret ca. 1 time etter nødlandingen.
- p) 3 passasjerer og fartøysjefen ble omtrent samtidig reddet fra høyre flåte av det andre redningshelikopteret.
- q) Overlevingsdraktens utstyr ble ikke fullt utnyttet.
- r) Det viste seg å være vanskelig å iføre seg livvest utenpå overlevingsdrakten.
- s) Besetningen fant det ikke formålstjenlig å bruke sine nødradioer.
- t) Redningshelikoptertjenesten er pålagt én times beredskap året rundt.
- u) Det er planlagt at et redningshelikopter fra sin base skal kunne nå frem til den nødstedte i havet utenfor norskekysten, og i en posisjon lengst vekk fra basen innen 1,5 times direkte flyging.
- v) Det må anses som et heldig forhold at en komplett operativ redningsbesetning var tilgjengelig ved tidspunktet for nødlandingen slik at redningshelikopteret kunne starte 11 minutter etter at alarmen hadde gått. At ytterligere et helikopter var tilgjengelig med komplett besetning kort tid etter det første, må også anses som heldig.
- w) Et helikopter fra selskapet Norsk Helikopter AS kom til kort tid etter nødlandingen og sirklet nær havaristen. Dette ble av passasjerene på den ene siden opplevet som betryggende, men samtidig pga. støy sjenerende for kommunikasjonen mellom personene i havaristen.

## 3.2 Signifikante undersøkelsesresultater

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

- a) På tidspunktet for nødlandingen var den ytre delen av forkantskinnen svekket av erosjon/perforering.
- b) Undersøkelsen har vist at forkantskinnen forut for nødlandingen har hatt områder med manglende eller svekket hefte til underlaget.
- c) En modifikasjon på forkantskinnen utført av Eurocopter, svekket skinnen strukturelt ved bladtippen.
- d) Erosjon/perforering, manglende eller svekket hefte og modifikasjonen representerte hver for seg ingen trussel mot flysikkerheten. Disse faktorene i kombinasjon svekket imidlertid forkantskinnen tilstrekkelig til at en flik på skinnen løftet seg fra underlaget og foldet seg ut i luftstrømmen. Dette fordi de aerodynamiske kreftene oversteg grensen for de mekaniske belastningene som skinnen på det aktuelle tidspunktet kunne motstå.
- e) Etter HSLs mening finnes det forbedringspotensiale ved fabrikantens (Eurocopter) konstruksjon og vedlikeholdskrav når det gjelder hovedrotorbladenes forkantskinner av ulegert titan. De vedlikeholdsmessige vurderinger bør være basert på logiske metoder og i relasjon til bruken av slike blader under varierende operasjonsforutsetninger.
- f) Det må fastslås at selskapets vedlikeholdsprogram for angjeldende helikoptertype, som er basert på fabrikantens, ikke har hatt innebygde egenskaper for å fange opp den feilutvikling som nettopp skjedde i dette tilfelle. HSL mener at en bedre utnyttelse av de prosesser og de prinsipper som er nedlagt i selskapets styrende dokumenter kunne ha forbedret vedlikeholdsprogrammet.

## 4 TILRÅDINGER

### 4.1 Alle tilrådingene fremmes til Luftfartsmyndigheten.

Det tilrås at:

- 4.1.1 Fabrikken (Eurocopter) gjennomgår konstruksjonsgrunnlaget for hovedrotorblader med forkantskinner av Titanium T-40 i relasjon til "liquid impingement erosion".

- 4.1.2 Fabrikken og Helikopter Service AS endrer vedlikeholdsprogrammet for hovedrotorblader med forkantskinner av Titanium T-40 for om mulig å forhindre at en liknende situasjon som denne rapporten omhandler, oppstår igjen.
- 4.1.3 Helikopter Service AS foretar en kritisk gjennomgang av sitt tekniske håndboksystem, særlig gjeldende for styrende dokumenter, både med den hensikt å vurdere det tekstmessige innholdet og koordineringen.
- 4.1.4 Luftfartsverket vurderer koordineringen av bruk av luftfartøyets redningsvester samtidig med bruken av passasjerenes overlevingsdrakter for personer som fraktes til og fra oljeinstallasjoner i havet med helikopter.
- 4.1.5 Luftfartsverket vurderer om det bør innføres krav om nødradio for bruk i flåter i helikoptre som flyr til oljeinstallasjoner i havet, og om disse bør kunne kommunisere på maritim sambandskanal.
- 4.1.6 Luftfartsverket og Statens Teleforvaltning vurderer gjeldende forskrifter når det gjelder type, benevnning og bruk av nødpeilesendere (ELT), og som gir mest nytteverdi for helikoptre som flyr til oljeinstallasjoner i havet.
- 4.1.7 Luftfartsverket vurderer type og bruk av redningsutstyr i helikoptre som flyr til oljeinstallasjoner i havet.
- 4.1.8 Helikopter Service AS vurderer å finne løsning (-er) som forhindrer at liner/tauverk fra flåtene kan henge seg fast i de "Tie-down kroker" som sitter på siden av helikopteret.
- 4.1.9 Luftfartsverket sørger for at det finnes et kontrollsystem hos luftfartsselskapene som sikrer at akustiske sendere (pinger) sender på foreskrevet frekvens.
- 4.1.10 Justis- og Politidepartementet vurderer krav om kortere beredskapstid for besetninger til redningshelikopterene enn dagens krav, jamfør anbefaling i "Utredning om redningshelikoptertjenesten" av 12. desember 1996.

## 5 BILAG

1. Havaristedet.
2. Utdrag fra Eurocopter Maintenance Manual (MET), 62.10.00.603.
3. Aktuelle forkortelser.

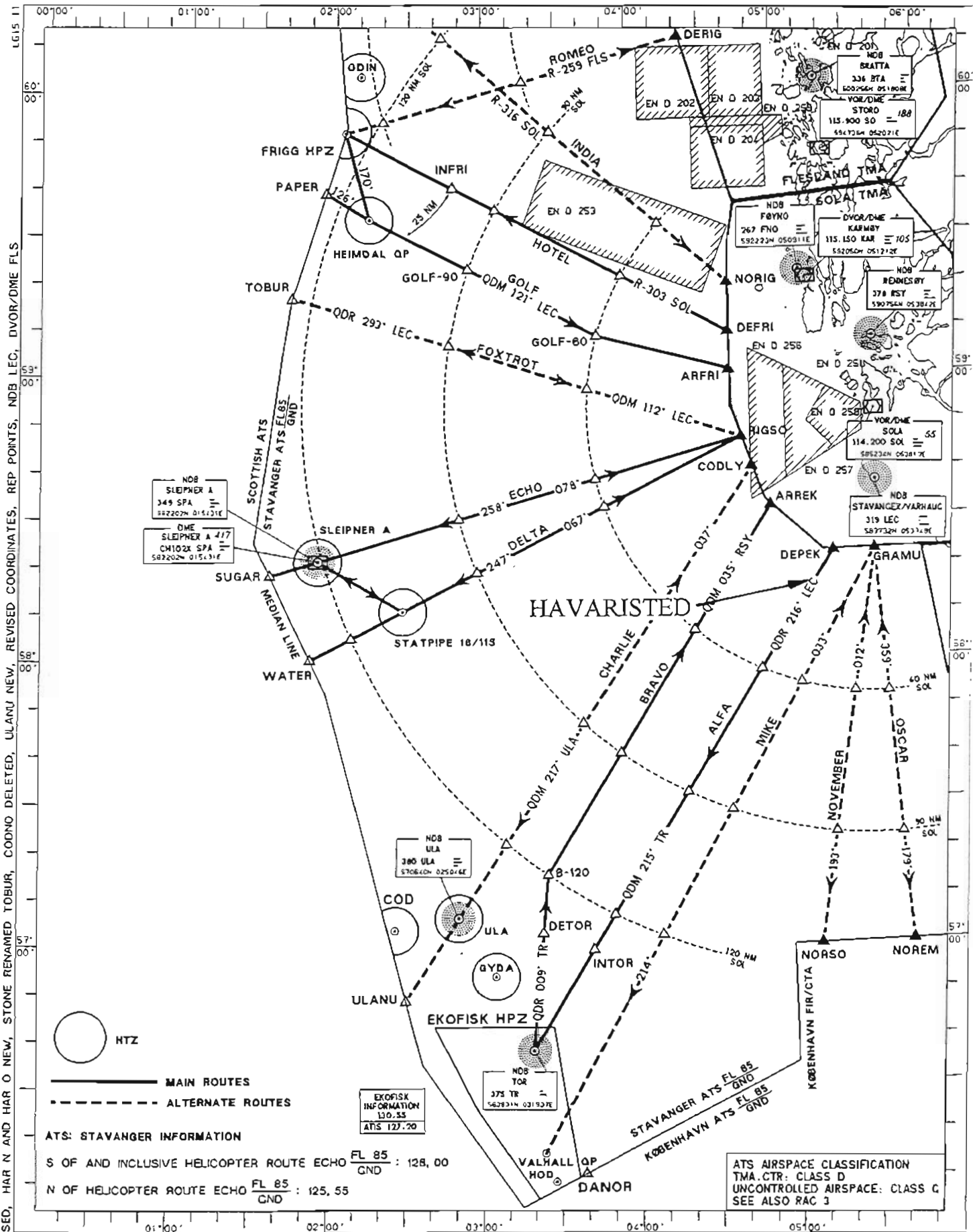
HAVARIKOMMISJONEN FOR SIVIL LUFTFART (HSL)

Fornebu, 31. mars 1998



# HELICOPTER ROUTES - NORTHERN NORTH SEA - PART

SCALE: 1:2 000 000



REPORTING POINTS:

ARFRI	590140N	044000E	FRIGG OP	595242N	020354E	NORSO	570000N	051030E
ARREK	583253N	045521E	GOLF 60	590931N	034654E	PAPER	593948N	015606E
B-120	571537N	032537E	GOLF 90	592346N	025424E	RIGSO	584727N	044415E
CODLY	584122N	044815E	GRAMU	582303N	053631E	SUGAR	581854N	013525E
DANOR	561211N	033853E	HEIMDAL OP	593426N	021344E	TOBUR	591738N	014249E
DEFRI	590950N	044000E	INFRI	594109N	024744E	TOR	563831N	031937E
DEPEK	582214N	051901E	INTOR	565952N	034307E	ULANU	564908N	023021E
DERIQ	601211N	042144E	NOREM	570000N	054612E	WATER	580109N	015142E
DETOR	570322N	032336E	NORIG	592018N	044000E			

CHANGES: HAR C REVISED, HAR N AND HAR O NEW, STONE RENAMED TOBUR, CODNO DELETED, ULANU NEW, REVISED COORDINATES, REP POINTS, NDB LEC, DVOR/DME FLS

## 62.10.00.603

BONDING CHECKS BY TAPPING:

- Sound check the blade over total bonded area
- Separations which may not be immediately apparent can be detected by lightly tapping the skin with an 80 mm x 8 mm dia. cylindrical metal object (STEEL) rounded at both ends.
- Unbonded areas give a "hollow" sound different from those produced by well bonded areas.
- Different sounds may also be obtained in a same area, owing to the various filler materials used (honeycomb, foam, roving, metal mass, etc.). (Fig.1 Detail A).
- Sound checks by tapping also produce a different sound over repaired areas. Refer to log-card.

R

8. DE-ICING ELEMENT

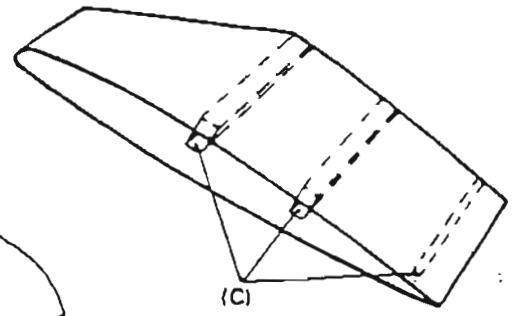
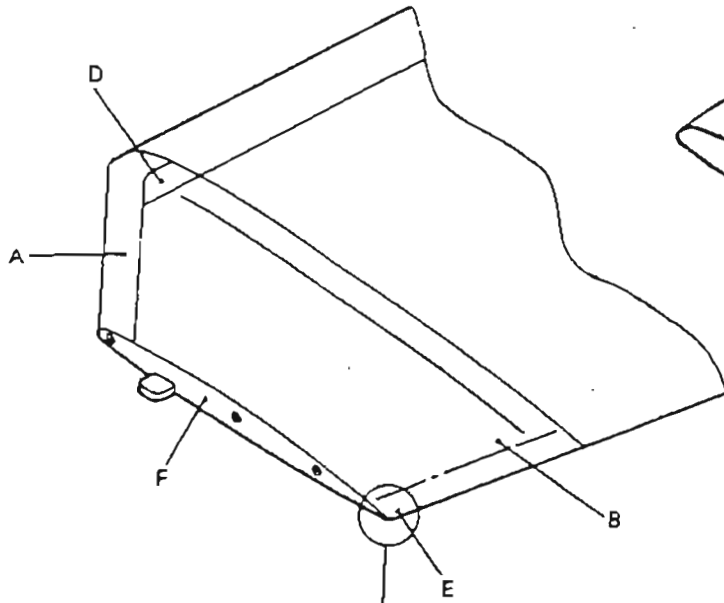
LOCATION	DEFECT	CRITERIA	Rks	CARD No.
TITANIUM LEADING EDGE Fig.4 DET.B (item 1)	SCORE OR IMPACT WITH SHARP EDGE	No defect is permissible  If defect with Max. depth 0.3 mm  If defect greater.	5  10	/  20.60.00.422
	PERFORATION	No defect is permissible  If defect	1	/
AREA A1 Fig.9 DET.A	SEPARATION	Chordwise width less than 10 mm over entire length of L.E.  (max. surface : 100,000 mm <sup>2</sup> for all areas A, B, C).	6	

8 DE-ICING ELEMENT (Cont'd)

LOCATION	DEFECT	CRITERIA	Rks	CARD No.
AREA A1 Fig.4 DET.C	DENT WITH NO PERFORATION	12 defects acceptable per leading edge provided that they are within the limits below: - They should not cause vibration - No damage caused to the de-icing system - Located in area A1 and more than 50 mm from the ends of the leading edge - Located in a circle of dia. 8 mm - Depth less than 0.5 mm - Distance between 2 dents 250 mm	6	
		If defect greater same criteria as in previous paragraph with following modifications : - 8 defects acceptable, 20 mm spanwise and 5 mm chordwise. - Depth between 0.5 mm and 1 mm.	5	20.60.00.404
		If defect greater	10	
BLADE REDUNDANCY 332A.11.0030 .09 et .10 POST MOD OP.40626 Fig. 9 DET.B	EROSION	No defect is permissible.  If defect.  If defect with glass cloth visible.	11  5  10	62.10.00.791
	SEPARATION	No defect is permissible.  If defect.	10	
DE-ICER	ELECTRICAL DISCONTINUITY	No defect.	14	62.10.00.606

8 DE-ICING ELEMENT (Cont'd)

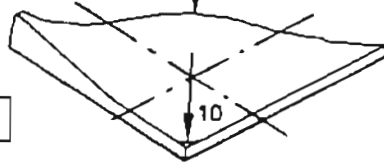
LOCATION	DEFECT	CRITERIA	Rks	CARD N°
AREA B Fig.9 DET.A) (except hatched area in Fig. 11 DET. C)	SEPARATION	On individual surface less than 5500 mm <sup>2</sup> Total surface area less than 22000 mm <sup>2</sup>	6	62.10.00.763.
		If separation coming to an edge max. width 10 mm (Max. surface area 100,000 mm <sup>2</sup> for all areas A, B, C).	5	
AREA C Fig.9 DET A (except hatched area in Fig. 11 DET. B)	SEPARATION	Internal bond separation, 10 mm max. chordwise dimension over the complete length of the L.E.	6	62.10.00.763
		If separation reaches the edge: 3 areas max., with 20 mm chordwise and 12 mm spanwise dimension (Max. surface area : 100,000 mm <sup>2</sup> for all areas A, B, C).	3	
AREA D Fig.9 DET.A (except hatched area in Fig. 11 DET. B)	SEPARATION	DO NOT CHECK		
Fig.11 DETAILS B and C (hatched area)	SEPARATION	<u>Item a :</u> If 15 mm chordwise defect.	5	62.10.00.763
		If defect greater.	10	
		<u>Item b :</u> If defect less than or equal to 10 mm chordwise and 300 mm spanwise.	5	62.10.00.763
		If defect greater.	10	



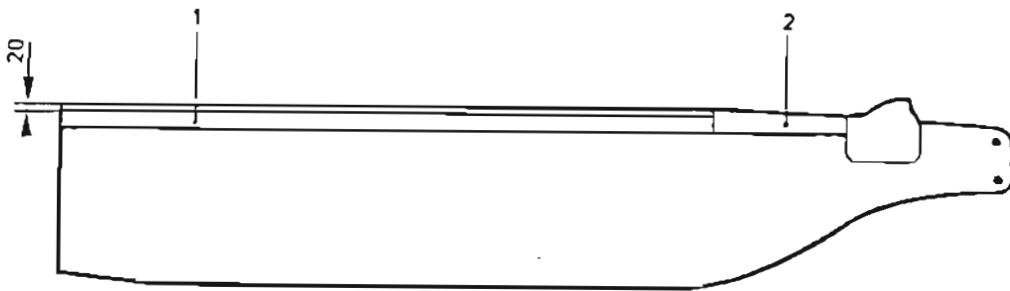
**A**

11.32.521.00

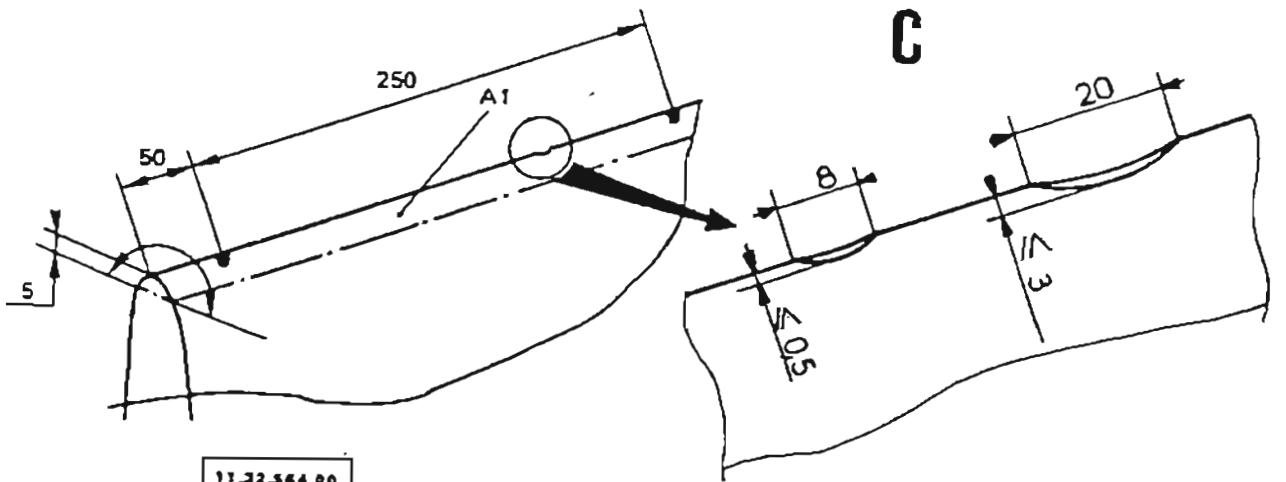
11.65.541.00



**B**



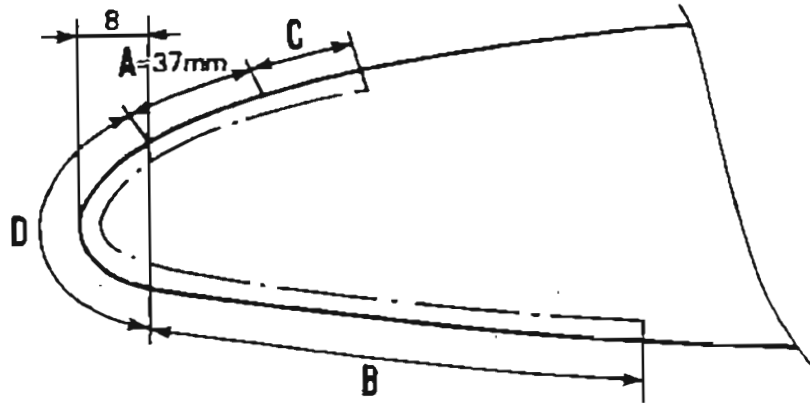
11.32.678.00



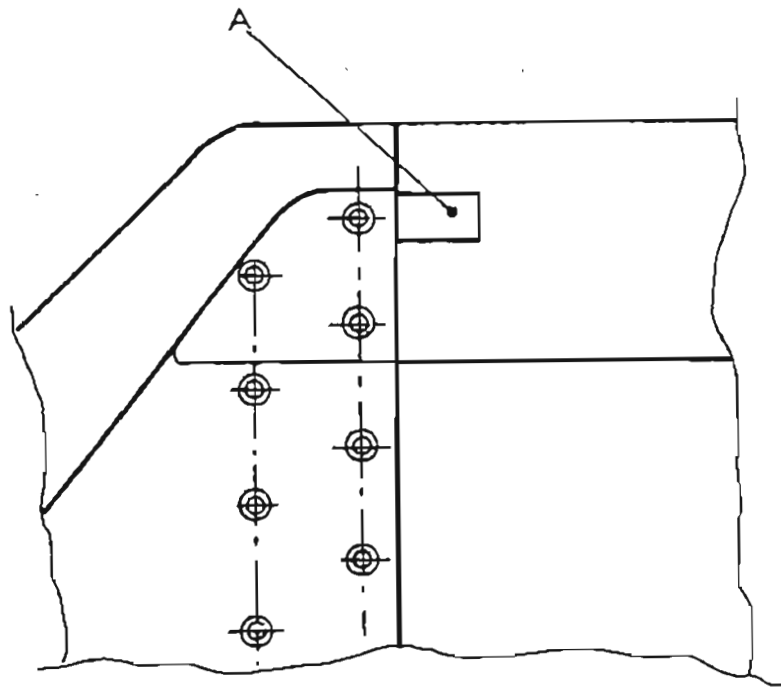
**C**

11.32.564.00

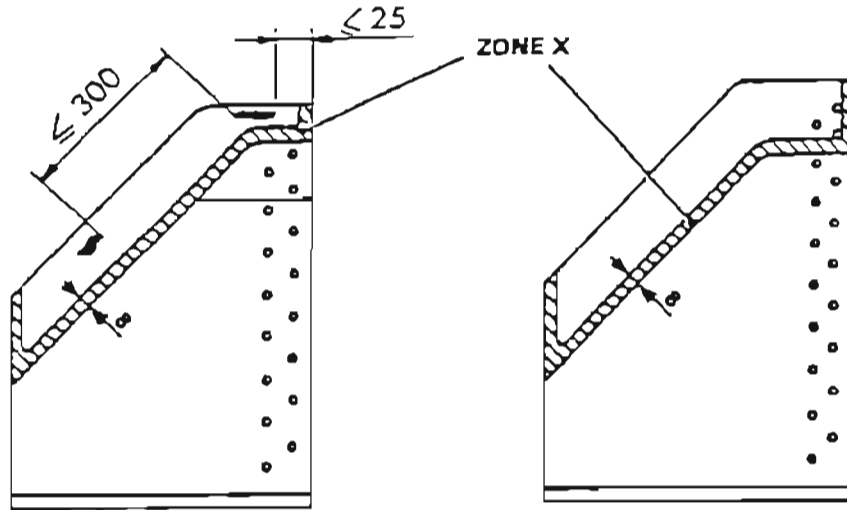
A



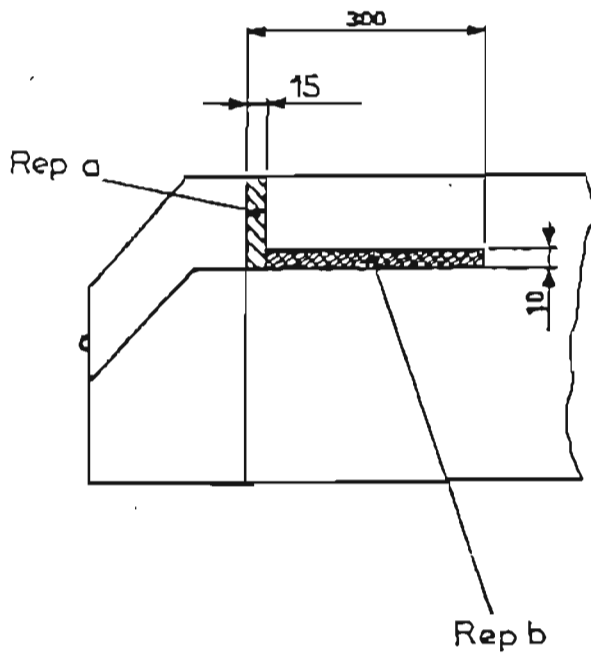
B



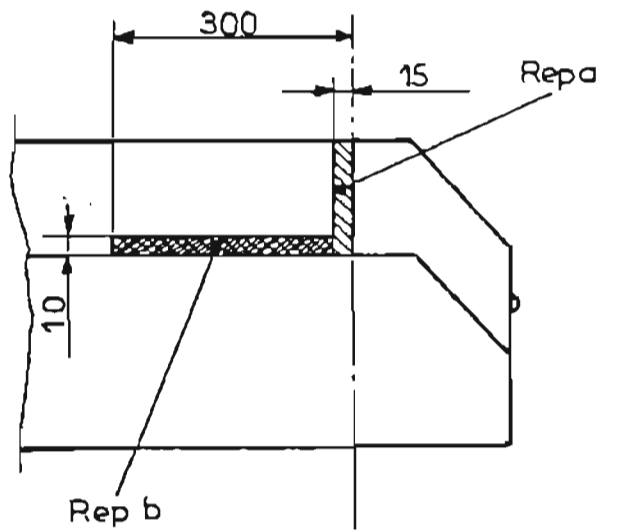
A



B



C



## BILAG 3

### AKTUELLE FORKORTELSER

BEA	Bureau Enquetes-Accidents (den franske havarikommisjonen)
B.F.F.	Check Before the First Flight of the Day
BSL	Bestemmelser for Sivil Luftfart
CQM	Company Quality Manual (HS)
CVFDR	Daily Maintenance Check
DNV	Det Norske Veritas
ELT	Emergency Locator Transmitter (nødpeilesender)
GVI	General Visual Inspection
JAR	Joint Airworthiness Requirements (Europeiske fellesbestemmelser)
HRS	Hovedredningssentralen
HS	Helikopter Service AS
HFK	Håndbok for Kvalitet (Quality Manual, se CQM)
NOPEF	Norsk Olje- og Petrokjemisk Fagforbund
MET	Eurocopter Maintenance Manual
MOM	Maintenance Operations Manual
MRM	Maintenance Rquiremet Manual (HS)
MSG 2/3	Maintenance Steering Group (logisk metode for bestemmelse av vedlikeholdsaktivitet)
OFS	Oljearbeidernes Fellessammenslutning
OLF	Oljeindustriens landsforening
PFC	Pre Flight Check
PMTD	Procedure Manual Technical Data (HS)
P/N	Part Number
PRE	Fransk betegnelse for Master Servicing Recommendation
S/N	Serial Number