



## HAVARIKOMMISJONEN FOR SIVIL LUFTFART (HSL)

Hav 02/93

### **RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE I SKAGERRAK, NORD FOR HIRTSHALS 8. SEPTEMBER 1989 MED CONVAIR 340/580 LN-PAA**

**AVGITT FEBRUAR 1993**

---

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

# INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
<b>INNLEDNING</b> .....	2
<b>SAMMENDRAG</b> .....	4
<b>1 FAKTISKE OPPLYSNINGER</b> .....	5
1.1 Hendelsesforløpet .....	5
1.2 Personskade .....	6
1.3 Skade på luftfartøyet .....	6
1.4 Andre skader .....	6
1.5 Besetningen .....	7
1.6 Luftfartøyet .....	9
1.7 Været, lysforhold og strømforhold .....	29
1.8 Navigasjonshjelpemidler .....	30
1.9 Samband .....	31
1.10 Flyplasser og hjelpemidler .....	31
1.11 Flygeregistratorer .....	32
1.12 Havaristedet og flyvraket .....	42
1.13 Medisinske forhold .....	52
1.14 Brann .....	55
1.15 Overlevelsesmuligheter .....	55
1.16 Spesielle undersøkelser .....	55
1.17 Andre opplysninger .....	73
<b>2 ANALYSE</b> .....	96
<b>3 KONKLUSJON</b> .....	120
3.1 Undersøkelserresultater .....	120
3.2 Havariets årsak .....	122
<b>4 TILRÅDNINGER</b> .....	124
<b>5 BILAG</b> .....	127

**RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE I SKAGERRAK, NORD FOR  
HIRTSHALS 8. SEPTEMBER 1989 MED CONVAIR 340/580  
LN-PAA**

Typebetegnelse: Convair 340/580

Registrering: LN-PAA

Eier: Thoresen Invest A/S  
Postboks 212  
3501 HØNEFOSS

Bruker: PARTNAIR A/S  
1330 OSLO LUFTHAVN

Besetning: 5 - omkommet

Passasjerer: 50 - omkommet

Havaristed: Skagerrak, ca 10 NM nord for Hirtshals  
i Danmark, 57°43,19'N, 010°04,87'Ø  
(hovedvrakområdet).

Havaritidspunkt: 8. september 1989 kl 1638:30 lokal tid.  
(Lokal sommertid = UTC + 2 timer).

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

## INNLEDNING

Havarikommisjonen for sivil luftfart (HSL) ble varslet om havariet 8. september 1989 kl 1910. Organisering av utrykningen ble satt i gang umiddelbart. Havariet skjedde i dansk kontrollert luftrom (København FIR), men i internasjonalt farvann. Den danske Havarikommisjonen for Civil Luftfart sendte en representant som ankom Redningsstationen i Hirtshals 9. september 1989 kl 0500. Havariinspektøren assisterte HSL i henhold til avtale mellom undersøkelsesmyndighetene i de nordiske land.

Ob.ltn. A. Stein ble engasjert som teknisk sakkyndig ved undersøkelsene.

Som representant for undersøkelsesmyndigheten i luftfartøyetets produsentland, ble National Transportation Safety Board (NTSB), USA, varslet 9. september. I henhold til ICAO Annex 13, Aircraft Accident Investigation, oppnevnte NTSB representanter til å bistå kommisjonen. Følgende fra USA deltok i kommisjonens arbeid i tidsrommet 5. - 12. oktober 1989:

Mr. Lowell G. Ellabarger, NTSB/Allison Div., General Motors Corporation (GMC)  
 Mr. Joseph C. Wissel, Allison Div., GMC  
 Mr. William L. Jones, - " -  
 Mr. Douglas C. Glazier, Hamilton Standard,  
 Mr. E. Ross Gibbs, Pacific Propellers, Inc.

Under det videre undersøkelsesarbeidet har representanter fra NTSB, og fra flyfabrikken, General Dynamics, Convair Division (GDCD), deltatt i undersøkelser av vrakdelene ved HSLs tekniske base på Kjeller:

Mr. Thomas E. Haueter, NTSB, i februar 1990,  
 Mr. Joe Epperson, NTSB, - " -  
 Mr. Gregory J. Phillips, NTSB, - " -  
 Mr. Ladd F. Mastny, GDCD, i okt.1989 og feb. 1990,  
 Mr. Robert S. Baldwin, GDCD, - " -

Videre har følgende enkeltpersoner og institusjoner/firmaer bistått i undersøkelsesarbeidet:

- Egil Alnæs, Dr. med., flymedisinsk sakkyndig
- Hans Arnegaard, Flykaptein, tidligere ansatt i Partnair A/S (PAS)
- Sigve Barvik, Konsulent, Luftforsvaret
- Per Bruun, Flykaptein, Partnair A/S Flygerforening
- F.M. Medak, Aviation Consultant, tidligere ansatt i Fairchild Aviation Recorders
- Christian Moi, Kontrollør, tidligere ansatt i SAS
- Grete Myhre, Dr. philos., Flymedisinsk Institutt
- Accident Investigation & Research Inc. (AIR), Ottawa, Canada
- Aeroroed Consult HB, Karstorp, Sverige
- Air Accident Investigation Branch (AAIB), UK
- Cranfield Institute of Technology, College of Aeronautics, Cranfield Aviation Safety Centre, UK
- Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI), Kjeller
- Garrett Engine Division, USA
- Luftforsvarets Forsyningskommando (LFK), Kjeller
- SINTEF, Trondheim
- Statoil laboratorium, Bamble
- Veritec, Høvik
- Zoologisk museum, Oslo
- Asker og Bærum Politikammer, herunder Kriminalpolitisen-  
sentralen, Royal Armament Research and Development  
Establishment og Mr. W. Korsgaard, Federal Aviation  
Administration, USA

Rapporten inneholder en del engelsk fagterminologi og forkortelser. Forklaring til forkortelsene finnes i bilag 1. Kommisjonen har ikke lagt spesiell vekt på å fornorske terminologien, fordi det sannsynligvis ville gjøre fremstillingen uklar.

## SAMMENDRAG

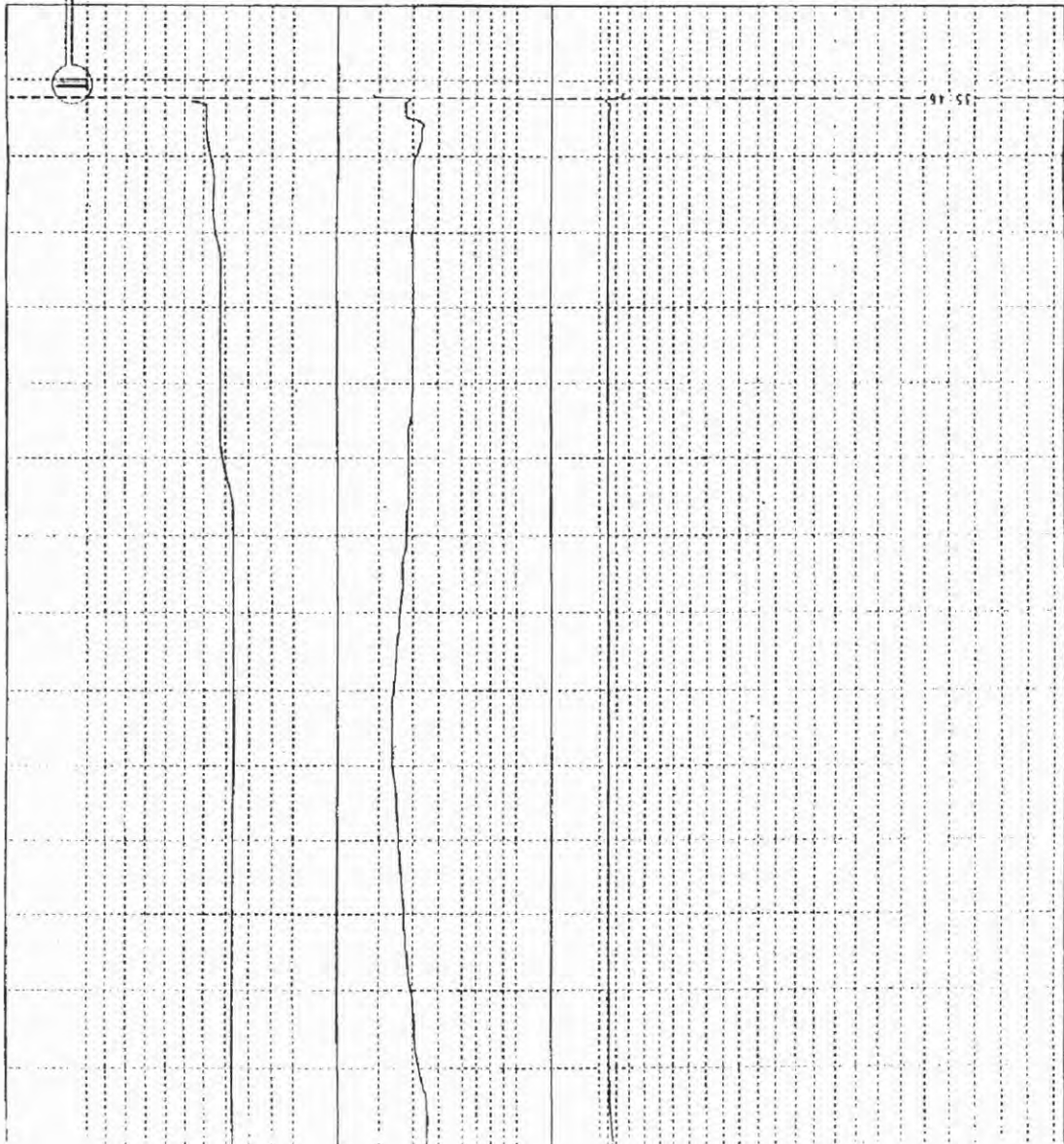
LN-PAA var underveis fra Oslo til Hamburg i et charteroppdrag. Kort tid etter at flyet kom inn i dansk kontrollert luftrom, observerte radarflygeleder i København kontrollsentral (ACC) at det foretok en uventet sving til vestlig kurs, for så å forsvinne fra radarskjermen. Fordi besetningen ikke besvarte anrop, ble tiltak satt i gang for å lokalisere flyet. Mistanke om at flyet kunne ha havarert medførte utrykning fra redningsstasjonen i Hirtshals. Funn av omkomne bekreftet mistanken, og en større søk- og redningsaksjon ble satt i gang. 31 omkomne og en del vrakrester fra flyet ble funnet flytende i sjøen og bragt inn til Hirtshals. Senere ble flyvraket lokalisert spredt over flere km<sup>2</sup> på havbunnen. Ytterligere 19 omkomne ble funnet i området. 5 personer er fortsatt savnet.

Den etterfølgende undersøkelsen har vist at flyets faste og bevegelige flater i halen kom i udempede svingninger. Svingningene ble initiert av unormal slitasje på deler som ikke var produsert i samsvar med flyfabrikantens spesifikasjoner. Den unormale slitasjen ble ikke behørig utbedret ved flyets siste større ettersyn. Udempede svingninger i høyderoret medvirket til det fullstendige sammenbruddet av flyets haleparti.

Flyets hjelpeaggregat (Auxilliary Power Unit - APU) var i drift ved havariet. Aggregatets fremre feste var ikke konstruert i samsvar med fabrikantens spesifikasjoner. Det hadde sviktet før havariet. Det forhold at APU var i drift med et defekt feste, påvirket de svingningene som oppsto i halepartiet.

Havariets årsak var tap av kontroll og stabilitet etter svikt i strukturen for primære kontrollflater (ref pkt 3.2).

# PARTNAIR CONVAIR 580 FDR



MAGNETIC HEADING IN DEGREES

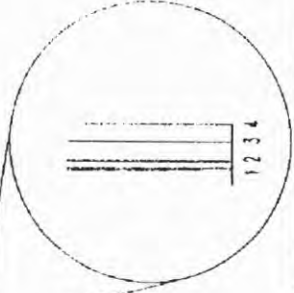
INDICATED AIRSPEED IN KNOTS

ALTITUDE IN FEET

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2  
0  
-2  
-4  
-6  
-8  
-10  
-12  
-14  
-16  
-18  
-20  
-22  
-24  
-26  
-28  
-30  
-32  
-34  
-36  
-38  
-40  
-42  
-44  
-46  
-48  
-50  
-52  
-54  
-56  
-58  
-60  
-62  
-64  
-66  
-68  
-70  
-72  
-74  
-76  
-78  
-80  
-82  
-84  
-86  
-88  
-90  
-92  
-94  
-96  
-98  
-100

225  
200  
175  
150  
125  
100  
75  
50

12000  
11000  
10000  
9000  
8000  
7000  
6000  
5000  
4000  
3000  
2000  
1000  
0  
-1000  
-2000  
-3000  
-4000  
-5000  
-6000  
-7000  
-8000  
-9000  
-10000



Trip/Date On/Off	Event Markers
1	35:54.0
2	35:55.2
3	35:57.9
4	36:00.6

FDR Readout showing electrical event markers at the end of the accident flight, Convair 580, LN-PAA.



ACCIDENT INVESTIGATION AND RESEARCH

23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37  
FDR Elapsed Time in Minutes from Aircraft Rotation

# 1 FAKTISKE OPPLYSNINGER

## 1.1 HENDELSESFORLØPET

1.1.1 Den 8. september var LN-PAA chartret for å transportere et reiseselskap til Hamburg. Avgangen var planlagt til kl 1500. Kallesignalet var Partnair (PAR) 394.

Avgangen ble ca 1 time forsinket som følge av suspendert kreditt fra Luftfartsverket (LV) og fra det engasjerte cateringselskap. Etter at de økonomiske mellomværender var ivaretatt, fikk besetningen tillatelse til å starte.

I tiden 6. - 8. september var det tekniske problemer med venstre vekselstrømssystem på LN-PAA. Vekselstrømsgeneratoren ble skiftet, men feilen i systemet var fortsatt tilstede. Det ble derfor besluttet å benytte flyets APU med tilhørende vekselstrømsgenerator som erstatning på turen til Hamburg.

LN-PAA startet kl 1559:50. Flygingen forløp normalt til planlagt marsjhøyde, som var flygenivå FL 220. Kl 1604 ble PAR 394 klarert direkte til AAL VOR/DME (Aalborg). Da flyet steg igjennom FL 180 kl 1616, fikk besetningen beskjed fra Oslo ACC om at det var sterk vestlig vind i høyden. Flygelederen foreslo en kurskorreksjon på 10° til høyre.

(Figur 1)

Kl 1622 ble PAR 394 informert om at radartjenesten fra Oslo ACC opphørte og at flyet ville komme inn i dansk kontrollert luftrom om 2 min. PAR 394 ble så instruert om å opprette samband med København ACC.

Ifølge flyets flygeregistrator (Flight Data Recorder - FDR) nådde LN-PAA marsjhøyden kl 1623. Et halvt minutt senere opprettet besetningen radiokontakt med København ACC. Det ble informert om at PAR 394 holdt marsjhøyden FL 220 og København ACC kvitterte med at det var radarkontakt. Dette



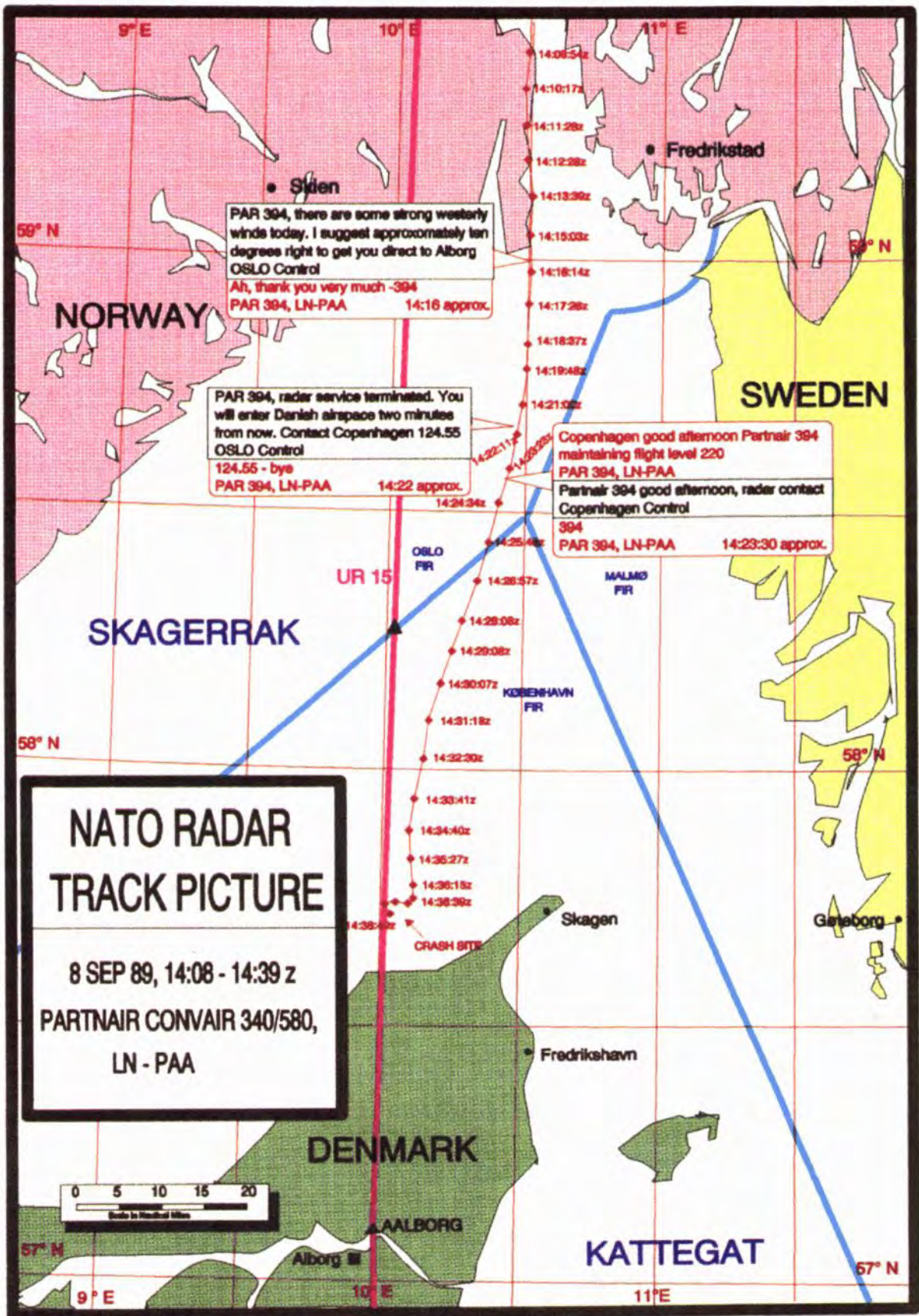


FIG. 1

var siste radiokontakt med PAR 394. Neste kontrollpunkt var AAL VOR/DME.

Tilsynelatende forløp flygingen helt normalt inntil radarflygeleder ved København ACC observerte at radarsignalene for PAR 394 markerte en uventet sving til høyre, for så å forsvinne.

Kl 1640 prøvde flygelederen å kalle opp PAR 394, men uten å få svar. Oppkallingen ble gjentatt flere ganger.

Kl 1642 begynte lufttrafikktenestene både i Danmark og Norge en undersøkelse for om mulig å lokalisere flyet. Kl 1659 ble det besluttet å underrette de respektive redningssentraler i Norge og Danmark.

Det viste seg at det hadde skjedd en alvorlig ulykke der alle de 55 ombordværende var omkommet.

## 1.2 PERSONSKADER

SKADER	BESETNING	PASSASJERER	ANDRE
OMKOMMET	5	50	-
SKADET	-	-	-
INGEN	-	-	

## 1.3 SKADE PÅ LUFTFARTØYET

Luftfartøyet ble totalskadet.

## 1.4 ANDRE SKADER

Ingen.

## 1.5 BESETNINGEN

1.5.1 Fartøysjefen

1.5.1.1 **Fartøysjefen, mann 59 år, innehadde trafikkflygersertifikat klasse 1 (D-sertifikat) gjeldende bl.a. for Convair (CV) 340/580. Sertifikatet var utstedt 8. september 1976 og sist fornyet 2. mai 1989 med gyldighet til 1. november 1989. Siste legeundersøkelse for trafikkflygersertifikat var foretatt 24. april 1989. Eneste begrensning var at "lesebriller må medbringes".**

1.5.1.2 **Fartøysjefen var utdannet i USA og Norge. Hans totale flygetid ved siste sertifikatfornyelse var 16 779 t, hvorav 14 720 t som fartøysjef. Han hadde tjenestegjort i flere selskaper, lengst tid i Widerøes Flyveselskap A/S og i East African Airways, med utsjekk på bl.a. DC-3, F-27, DC-9, AC 680F og Nord 260. Periodisk flygetrening (PFT) var gjennomført i henhold til bestemmelsene, siste gang 30. mars 1989. Han hadde vært ansatt i PAS siden 15. november 1978.**

1.5.1.3 **Flygetidsstatus før start fra Oslo:**

FLYGETID	TOTAL	DENNE TYPE
SISTE 24 TIMER	2:25	2:25
" 3 DAGER	8:15	8:15
" 30 "	40:55	40:55
" 90 "	126:25	126:25

**Fartøysjefen hadde akkumulert 1200 timer på denne typen siden utsjekken i februar 1986.**

1.5.1.4 **Fartøysjefen hadde tidligere samme dag fløyet Fornebu - Værnes og retur, med tjeneste fra kl 0645 - 1010. De to foregående dager hadde han tjenestefri.**

## 1.5.2 Styrmannen

1.5.2.1 Styrmannsposisjonen ble dekket av en kaptein i selskapet, mann 59 år, som også var selskapets flygesjef. Han innehadde trafikkflygersertifikat kl 1 (D-sertifikat) for bl.a. CV-340/580, utstedt 30. august 1982, sist fornyet 15. mai 1989 med gyldighet til 11. november 1989. Siste legeprøve ble foretatt og godkjent 2. mai 1989. Eneste begrensning var et krav om bruk av lesebriller i tjeneste.

1.5.2.2 Han var utdannet i Norge. Total flygetid ved siste sertifikatfornyelse var 16 731 t, hvorav 11 926 t som fartøysjef. Han hadde hatt sin vesentligste tjeneste i Widerøes Flyveselskap A/S og i East African Airways, med utsjekk bl.a. på DC-3, DC-9 og DH-106 Comet. Han hadde vært ansatt i PAS siden 15. august 1978. PFT var gjennomført i henhold til bestemmelsene 24. juli 1989.

1.5.2.3 Flygetidsstatus før start fra Oslo:

FLYGETID	TOTAL	DENNE TYPE
SISTE 24 TIMER	2:25	2:25
" 3 DAGER	6:15	6:15
" 30 "	36:50	36:50
" 90 "	105:45	105:45

Styrmannen hadde akkumulert 675 timer på denne typen siden utsjekken i februar 1988.

1.5.2.4 Han hadde tidligere samme dag fløyet Fornebu - Værnes og retur med aktiv tjenestetid kl 0645 - 1010. De tre foregående dagene hadde han flytjeneste med hjemflyging av et annet CV-340/580 etter inspeksjon i Canada og en tur Fornebu - Sola - Aberdeen med retur 7. september. Begrensningene for tjenestegjøringsstid gitt i punktbelastnings-systemet var overholdt.

### 1.5.3 Kabinbesetning og flytekniker

1.5.3.1 Kabinbesetningen besto av to flyvertinner, henholdsvis 42 og 41 år. Deres sertifikater var utstedt 3. april 1970 og 29. august 1974 og var gyldige til 28. april 1991 og 13. juni 1994. De ble ansatt i PAS henholdsvis 8. april 1986 og 1. april 1988.

1.5.3.2 En flytekniker fulgte med for å foreta ettersyn på flyet under oppholdet i Hamburg. Han var 41 år og innehadde flymekanikersertifikat, type II, utstedt 1. juli 1981 og flyteknikersertifikat type I, utstedt 4. juli 1983. Sertifikatene var gyldige til henholdsvis 21. februar 1991 og til 4. juli 1991. Han ble ansatt i PAS 1. mai 1985.

## 1.6 LUFTFARTØYET

### 1.6.1 Generelt

Luftfartøyet ble innført i Norges luftfartøyregister i mai 1986 med registreringsmerke LN-PAA, registreringsbevis nr 2202.

#### 1.6.1.1 *Data for luftfartøyet*

Produsent:	General Dynamics Corporation, Convair Division, San Diego, USA
Type:	To-motors turboprop. passasjerfly, CV-340/580
Serienr:	56
Fabrikasjonsår:	1953
Total flytid (TAT):	36 943 t
Totale antall landinger:	15 116
Flytid siden "Major Overhaul" (MO) i 1986:	1 913 t
Konfigurasjon:	Seter for 52 personer i kabinen

## Luftdyktighetsbevis

gyldig til: 31. mai 1990

Flyet var forsikret hos Sev. Dahl's Assurancekontor A/S.

Motortype: Detroit Allison Diesel 501D13  
 Godkjent TBO powersection: 8 700 t  
 " " turbinen: 8 700 "  
 " " gearbox: 8 700 "

Propellertype: GMC Aero Products A6441FN-606  
 Godkjent TBO: 6 000 t/55 md

Motor nr 1: S/N 501512 P/N 6828400 TSO: 6 199 t  
 Gearbox: " 601431 " 6792726 " 8 268 "  
 Turbine: " 700717 " 6847100 " 6 114 "

Motor nr 2: S/N 501348 P/N 6828400 TSO: 2 792 t  
 Gearbox: " 601026 " 6874193 " 4 417 "  
 Turbine: " 700504 " 6847100 " 1 921 "

Propeller nr 1: S/N HC 645 P/N 6505499 TSO: 1 928 t  
 Propeller nr 2: " HC 2747/P-453 P/N 6505499 " 716 "

Hjelpeaggregat, APU: S/N 61P-5964 P/N 85-91C TSO: 1 744 t

AC generator nr 1: S/N JA361-719 P/N 2CM353C17 TSO: 6,5 t  
 AC generator nr 2: " KD391-136 " " " 121 "  
 APU AC generator: Uten S/N " " " 1 920 "

DC-generator nr 1: S/N R858 P/N 30F02-9-E TSO: 1 838 t  
 DC-generator nr 2: " RR1467 " 30F02-9-G " 310 "

Daglig ettersyn (DI) var utført 8. september 1989 kl 0700.  
 MO var utført 25. mai 1986 ved Total Aircraft Time (TAT)  
 35 024 t.

Årlig S-sjekk var avsluttet 4. april 1989

D-sjekk nr 3, der også C-sjekk inngikk, var avsluttet  
 23. august 1989 ved TAT 36 883 t.

## 1.6.2 Flyets historie

1.6.2.1 HSL har rekonstruert det meste av luftfartøyets "livsløp" frem til 8. september 1989. Etter havariet mottok HSL et stort antall dokumenter som i det alt vesentlige dekker flyets historie. Det eldste materialet har bare historisk interesse. Kommisjonen har derfor i sin gjennomgang satt et skille ved hendelser og registreringer før og etter at flyet ble overtatt av Kelowna Flightcraft Ltd (KFC) i august 1985. Dette er gjort fordi flyet da gjennomgikk MO samt en del større modifikasjoner og således startet en ny periode. Underlagsmateriale for ettersyn utført etter dette tidspunkt, har HSL gransket i detalj. En har følgelig fått godt kjennskap til hva som er foretatt av vedlikehold i perioden fram til havariet.

1.6.2.2 Flyets første eier var United Airlines, som overtok det nytt i 1953. Det hadde senere i alt 10 forskjellige eiere innen PAS overtok flyet i mai 1986. Følgende tidspunkt, eiere og registreringsnummer fremgår av flyets dokumenter:

Mars	1953	United Air Lines, Chicago, Illinois	N-73128
Aug.	1959	General Motor Corp., Detroit, Michigan	N-5120
Mai	1971	Servicio Aereo de Honduras S.A. (SAHSA)	HR-SAX
	1978	Time Aviation	N-9012 J
Sept.	1979	Charter Air Center Inc.	N-9012 J
Febr.	1981	Caribbean Aircraft Development Inc. Opa Locka, Florida	N-770 PR

Juni 1981	Puerto Rico International Airlines (Prinair)	N-770 PR
Apr. 1983	UCO Airlines Incorporated Carolina, Puerto Rico	N-770 PR
Dato ukjent	Puerto Rico International Airlines	N-770 PR
Okt. 1984	PQF Corporation Verona, Pennsylvania	N-770 PR
Fra september 1984 - august 1985 var flyet ikke i trafikk. Det stod parkert på Opa Locka, Florida.		
Aug. 1985	Kelowna Flightcraft Ltd, Kelowna, Canada	C-GKTF
Mai 1986	Partnair A/S, Oslo lufthavn, Fornebu	LN-PAA

### 1.6.2.3 *Perioden fra flyet var nytt i 1953 til 1985*

1.6.2.3.1 Det er opp gjennom årene utført en del store modifikasjoner på flyet. Således ble det i 1960, mens flyet var i GMCs eie, skiftet motortype. Stempelmotorene ble skiftet ut med turbopropmotorer av typen Allison, modell 501 D13. Flyet fikk da betegnelsen CV-340/580.

I 1963, mens flyet fremdeles var i GMCs eie, ble starteaggregat (GTC) P/N 85-90 skiftet ut med P/N 85-91C. Formularet (FAA form 337), som inneholder dokumentasjonen for installasjonen, beskriver den nye komponenten som en APU installert i flyets halekon.

På et eller annet tidspunkt mellom 1963 og 1979 ble APU tatt ut og en GTC montert igjen. Dokumentasjon på dette mangler, men det er dokumentert at en GTC ble demontert i 1979.



- 1.6.2.3.2 Det er få ettersynslogger fra perioden 1953 til mai 1971. Det finnes bare noen sider fra 1970/71. I mai 1971 ble flyet overtatt av SAHSA. Dokumenter fra perioden 1971 t.o.m. 1978 er for en stor del tilstede. Dokumentasjon fra denne perioden er på spansk.
- 1.6.2.3.3 I september 1978 var flyet utsatt for et nesehjulshavari som medførte store skader. Flyet ble midlertidig reparert i La Ceiba, Honduras, av Hayes International Corp., og deretter fløyet til dette firmas verksteder i Dothan, Alabama, USA, hvor det var til juli - august 1979. Det er ikke konstatert noen sammenheng mellom disse skadene og havariet 8. september 1989.

Flyet med tilhørende komponenter gjennomgikk i løpet av denne perioden MO etter Allegheny Airlines Airframe Overhaul Manual. Samtidig ble følgende modifikasjoner/installasjoner og inspeksjoner/reparasjoner utført:

- Inn- og utvendig nødbelysning
- Radiohøydemåler og Ground Proximity Warning System, (GPWS)
- Cockpit Voice Recorder (CVR)
- Flight Data Recorder (FDR)
- Passenger Oxygen System
- GTC erstattet med APU
- Innredning til 48 passasjerseters versjon
- Stringer-inspeksjon
- Utbedring av korrosjonsskader og andre feilanmerkninger.

Arbeidsbeskrivelse for alle disse arbeidene er tilgjengelige.

Dokumenter for rutinekontroller, daglige ettersyn og flylogger for desember 1979, og februar, april, juni, juli, september 1980 er tilgjengelige. Det samme gjelder de faste ettersynsdokumenter for april og august 1980. For perioden

1981 til 1984 er også meget av vedlikeholdsunderlaget til stede. Arbeidene ble utført av Prinair.

1.6.2.3.4 Fra 6. september 1984 til 21. august 1985 var flyet ute av drift og stod parkert på Opa Locka i Florida. Det foreligger ingen driftspapirer fra denne perioden. Flyet ble deretter kjøpt av KFC. Det ankom Kelowna Airport 22. august 1985. Flyet hadde da en totaltid på 35 024 t og 13 733 landinger.

1.6.2.3.5 Gjennomgang av tilgjengelige dokumenter fra flyets lange og omflakkende historie frem til 1985, viser at vedlikeholdsunderlaget som finnes, er fulgt. De utførte arbeider er dokumentert.

1.6.2.4 *Flyets historie i KFC og PAS eie fra 1985 til 1989*

1.6.2.4.1 KFC, som er et kombinert transportselskap og reparasjonsverksted, ervervet i 1985 S/N 56 med registrering N 770PR, fra Prinair i Puerto Rico. Flyet ble gjort midlertidig luftdyktig og fløyet til Kelowna 22. august 1985. KFC startet umiddelbart et overhalingsprogram på flyet, basert på sitt eget "Phase Inspection Program". Disse arbeidene ble meddelt Transport Canada Aviation (det kanadiske luftfartsverket) i brev av 22. oktober 1985.

1.6.2.4.2 I begynnelsen av 1986 kom PAS inn som interessert kjøper av flyet. På dette tidspunktet hadde flyet kanadisk registreringsmerke C-GKFT. PAS foretok følgelig en besiktelse av luftfartøyet. I den forbindelse sendte A/S Fred. Olsens Flyselskap (FOF) en kontrollør for å vurdere standarden til KFC samt skaffe seg et generelt inntrykk av flyet i demontert tilstand. FOF hadde allerede det tekniske ansvaret for PAS to andre CV-340/580 fly.

21. januar 1986 utarbeidet FOF en tilstandsrapport. Flyet var da fremdeles under overhaling. I forbindelse med PAS kjøp av flyet, ble det på Fornebu avholdt møter mellom FOF og PAS den 9. januar, 5. februar og 20. mars 1986.

1.6.2.4.3 Det ble inngått en avtale mellom KFC og PAS, hvor de arbeider som skulle utføres før overtagelsen, ble oppsummert. En av forutsetningene i avtalen var at vedlikeholdsunderlaget skulle skiftes fra Kelowna Flightcraft's "Phase Inspection Program" til Allegheny Airlines Airframe Overhaul Manual av 15. august 1977. Grunnen var at FOF allerede anvendte dette systemet for de to andre CV-340/580 som tilhørte PAS. For å tilpasse LN-PAA til denne forutsetningen ble MO utført.

1.6.2.4.4 Fra tidligere forelå det en vedlikeholdskontrakt mellom PAS og FOF. Kontrakten hadde benevnelsen "Avtale nr 1360 om vedlikehold av flymateriell". Avtalen hadde som formål å regulere det ansvar partene hadde vedrørende vedlikehold av operatørens CV-340/580 fly. I avtalen fremkommer bl.a. at FOFs ansvar omfattet - "Teknisk ansvar og vedlikehold (linje-ettersyn unntatt)" - og at FOF skulle godkjenne de mekanikere som skulle utføre linje-ettersyn og feilretting under den daglige driften. Representanter fra henholdsvis PAS og FOF har gitt enkelte motstridende opplysninger til HSL vedrørende ansvaret for linje-ettersyn.

Den 15. mai 1986 ble LN-PAA inkludert i avtalen. Siste revisjon av avtalen var datert 7. desember 1987. Ordningen var godkjent av LV 24. juli 1986.

1.6.2.5 Før 1986 var det, som tidligere nevnt, utført en del modifikasjoner på LN-PAA. I tillegg til skifte av motorer kan nevnes installeringen av APU i halekonen, ombygging av varme- og ventilasjonssystemet og modifikasjon av vekselstrømsanlegget ved at en 3. generator ble drevet av APU.

Ved overhalingen i 1986 ble følgende ombygginger og nyinstallasjoner utført:

- Trykkfyllingssystem for drivstoff samt "fuel dump"
- Øking av avgangsvekt og "zero fuel weight"
- Ny kabindørk og innredning til 52-seters versjon
- Nytt kabininteriør
- Utvendig tilkopling for varme og ventilasjon

- Nye "galleys"
- Standardisering av radioutstyr
- Skifte av omformere til "static inverters"
- Ny Auto Pilot og Flight Director
- HF installasjon
- Evakueringsskille
- Div. belysning

Noen av de ovennevnte modifikasjoner ble utført på bakgrunn av "Supplemental Type Certificate" (STC).

Etter overhalingen ble flyet gitt kanadisk luftdyktighetsbevis. Dette beviset ble validert av LV 16. mai 1986 med en gyldighet på 30 dager. Midlertidig registreringsbevis med registreringsmerke LN-PAA, også med gyldighet på 30 dager, ble etter oppdrag fra LV utstedt 15. mai 1986 av det norske konsulatet i Vancouver. LN-PAA forlot Kelowna 26. mai 1986 og ankom Fornebu 29. mai 1986.

### 1.6.3 Flyets vedlikeholdssystem

1.6.3.1 Vedlikeholdssystemet er i hovedsak basert på Allegheny Airlines vedlikeholdsunderlag tilpasset av FOF. Dette ble også benyttet i den perioden LN-BWG og LN-BWN var eid av Nor-Fly Charter A/S og vedlikeholdt av FOF. Systemet ble overført til PAS da dette selskapet overtok de forannevnte CV-340/580 fly.

I henhold til den godkjente "Maintenance Schedule" (MS) består systemet av følgende:

1. Time Limits
2. Line Inspection (Linjeettersyn)
  - Preflight Check (Pre Departure Check) skal utføres av flygeren før hver avgang og i henhold til sjekkliste ombord.

- Daglig ettersyn (A-sjekk) skal utføres og kvitteres for av flytekniker med et intervall som ikke overstiger 36 klokketimer (se anmerkning).
  - B-sjekk skal utføres av flytekniker etter hver 75. flytime (se anmerkning).
3. C-sjekk skal utføres etter hver 300. flytime. Her inngår også B-sjekken.
  4. D-sjekk skal utføres etter hver 600. flytime. B-sjekk og C-sjekk inngår i D-sjekken.
  5. Major Overhaul foregår ved et "Block Overhaul Period" system ved fire intervaller (Block 1-2-3-4), hvor hvert intervall ikke skal overstige 5 000 flytimer.
  6. S-sjekk skal utføres hver 12. måned ( $\pm$  2 md.) for fornyelse av luftdyktighetsbeviset.
  7. Supplemental Inspection Document (SID) er en tilleggsinspeksjon som skal utføres i tillegg til ovennevnte vedlikehold.
  8. Maintenance Schedule (MS) består forøvrig av:
    - Special Schedule Maintenance
    - Unscheduled Maintenance
    - Component Change
    - Test Flight
    - Weighing

Anmerkning:

I MS finnes en revisjon utgitt av FOF i 1988 som fastsetter at intervallene mellom A-sjekk er øket fra 24 til 36 klokketimer og B-sjekk fra 60 til 75 flytimer. Hverken FOF eller PAS arbeidsunderlag, som ble benyttet for de respektive sjekker, er i overenstemmelse med nevnte revisjon.

### 1.6.3.2 Andre vedlikeholds krav

#### 1.6.3.2.1 Supplemental Type Certificate

I forenklet form kan følgende sies generelt om STC slik det er utviklet i USA:

Etter at en flytype er typesertifisert, er det ikke uvanlig at operatører, vedlikeholdsorganisasjoner eller leverandører av systemer eller utstyr til fly, ønsker å gjøre så omfattende endringer at det må søkes om tilleggsertifisering - STC. Søkeren må da overfor luftfartsmyndighetene dokumentere at modifikasjonen er i samsvar med gjeldende luftdyktighetskrav. Videre er det et krav at modifikasjonen ikke påvirkes av eller virker inn på tidligere utførte forandringer. Når en gransker tidligere utførte tilleggs-typesertifiseringer, blir det åpenbart at dette kravet kan være vanskelig å tilfredsstillende når det er utført mange og omfattende modifikasjoner.

Mange og omfattende modifikasjoner kan også skape problemer på andre områder. Et eksempel er etablering av tilfredsstillende vedlikeholdsrutiner. Ved typesertifisering legger flyfabrikkene frem anbefalinger med hensyn til gangtider for komponenter og intervall for vedlikehold. Disse anbefalingene blir som regel lagt til grunn for det vedlikeholdssystem operatørene/brukerne søker å få godkjent av luftfartsmyndighetene. Når enkelte eller alle eksemplarer av en flytype begynner å få en konfigurasjon som ligger langt fra den opprinnelige, blir det den enkelte operatørs eller brukers ansvar å utarbeide og få godkjent nye vedlikeholdsrutiner. Dette kan ofte kreve en kompetanse som ikke alle eiere/brukere har til rådighet.

Et annet eksempel er flyfabrikantens ansvar for og mulighet til å gi operatørene støtte, "after sales support". I noen tilfeller er en STC så omfattende at flyet skifter modellbetegnelse. STC-innehaveren overtar den rolle som den opprinnelige fabrikanten/leverandøren hadde med hensyn til

å fremskaffe teknisk underlagsmateriale for bruk og vedlikehold av flytypen. Dette innebærer en mulighet for at verdifull informasjon ikke blir formidlet videre til senere brukere.

1.6.3.2.2 LN-PAA var opprinnelig en Convair CV-340, bygget i samsvar med daværende amerikanske bestemmelser, Transport Category, CAR 4b. Flytypen ble gitt Type Certificate No 6A6.

1.6.3.2.3 For LN-PAA var STC SA4-1100, installasjon av turbinmotorer, den største forandringen. Dette medførte også nye elektriske systemer, ny instrumentering, nytt varme- og ventilasjonssystem samt endring i struktur- og kontrollsystemer. Som følge av dette ble flyets modellbetegnelse endret fra CV-340 til CV-340/580.

Andre omfattende modifikasjoner var demontering av GTC i høyre motornacelle og installering av APU i flyets halekon. Dette førte også til omlegging av trykkluftledninger og kanaler til varme- og ventilasjonsanlegget samt drivstoffsystem og brannslukkingssystem.

Flyets tankkapasitet og tillatte maksimalvekter for avgang, landing og vekt uten drivstoff ble også øket.

1.6.3.2.4 Disse forandringene ble foretatt i flere omganger, og noen av dem flere ganger. Det vil si at flyet ble tilbakeført til opprinnelig eller tidligere status, for så senere å bli modifisert på nytt. Dette, sammen med det forhold at flyet skiftet eier og bruker mange ganger, medførte at flyets tekniske underlag i stadig større grad avvek fra flyets reelle status. Dette vanskeliggjorde utarbeidelsen av et tilfredsstillende vedlikeholdsunderlag.

### 1.6.3.3 *Airworthiness Directive (AD-note)*

- 1.6.3.3.1 De opprinnelige produsentene, STC-innehavere eller underleverandører, kan pga. rapporterte funn komme til det standpunkt at de må utarbeide nye vedlikeholdskrav eller anbefale utbedringer. Disse distribueres under betegnelser som Service Bulletin (SB), Service Instruction (SI) eller Service Letter (SL). I noen tilfeller kan de rapporterte forhold være så alvorlige at luftfartsmyndighetene finner at de har betydning for flytypens luftdyktighet. I slike tilfeller aksepterer myndighetene underlaget som er gitt i fabrikantens serviceinformasjon og gir selv informasjonen ut i form av et luftdyktighetspåbud, i USA kalt en AD-note. Det betyr at flyets luftdyktighetsbevis gjøres betinget av at de beskrevne inspeksjoner eller utbedringer blir utført innen den tidsbegrensning myndighetene har fastsatt. En AD-note er således et myndighetspåbud som luftfartsmyndigheten benytter i flysikkerhetsøyemed. Påbud kan også utløses på myndighetenes eget initiativ uavhengig av fabrikantens vurderinger.
- 1.6.3.3.2 For CV-340/580 var General Dynamics rapport ZS-34-1000, Supplemental Inspection Document av stor betydning (jfr pkt 1.6.4.4). Formålet med denne var å gi operatørene et grunnlag for ekstra vedlikehold av fly som hadde vært lenge i drift. Dette var i samsvar med det program luftfartsmyndigheten i USA, FAA, hadde initiert i forbindelse med "ageing aircraft" problematikken. FAA fant at ZS-34-1000 måtte gjøres obligatorisk og utga derfor rapportens innhold som AD-note 88-22-06. Dette luftdyktighetspåbudet skulle inkorporeres i flytypens godkjente vedlikeholdssystem innen ett år fra utgivelsesdatoen 14. november 1988.
- 1.6.3.3.3 For LN-PAA var det planlagt at hele SID-inspeksjonen skulle utføres ved verkstedsoppholdet i juli/august 1989. Ett av punktene i SID-inspeksjonen var sprekkkontroll av festene for vertikalfinnen.



#### 1.6.4 Flyets D-sjekk nr 3 hos KFC i 1989

1.6.4.1 Alleghenys vedlikeholdsunderlag er av FOF omarbeidet til et D-sjekksystem. Det består av seks D-sjekker, som hver blir utført med et intervall på 600 flytimer. Hver D-sjekk består av et sett arbeidskort. FOF hadde tidligere utført D-sjekk nr 1 og 2 på LN-PAA. Da D-sjekk nr 3 og SID-inspeksjonen skulle utføres, hadde FOF ikke kapasitet. Løsningen ble å søke bistand ved et annet verksted.

1.6.4.2 KFC ble kontaktet. Verkstedet hadde ledig kapasitet, og godkjenning av ettersynet ble innhentet fra LV. Godkjenningen ble gitt 7. juli 1989. I tillegg til D-sjekk skulle også SID-inspeksjonen, enkelte modifikasjoner, utbedring av feilanmerkninger og Beltframe-inspeksjon, SB 53-15 datert 15. juni 1989, utføres. Det var intensjonen fra PAS side at alle inspeksjoner skulle utføres uansett gangtid. For arbeidene ble det utarbeidet en "Quality Plan" (kvalitetsplan). Denne planen skulle bl.a. ivareta ansvarsforholdet mellom oppdragsgiver og verksted, kommunikasjon mellom den norske kontrolløren og FOFs organisasjon, håndtering av deler og dokumentasjon. Blant de organisasjonsmessige forhold som fremkommer i planen, er eksempelvis hvem kontrolløren skulle henvende seg til hos FOF når det gjaldt problemer vedrørende flyets struktur, og hvordan dette skulle behandles. Arbeidene ble utført i tiden juli - august 1989 i henhold til FOFs vedlikeholdsdokumentasjon. Kontrollør fra FOF var tilstede.

1.6.4.3 "List of applicable work-cards" for D-sjekk, som er en totaloversikt over alle arbeidskort som inngår i ettersynet, har rubrikker for flyets kjennemerke, sjekknummer og dato. Ingen av disse rubrikker var utfyllt. Hverken arbeidskort eller Maintenance Manual (MM) var revidert for de områder hvor det var utført vesentlige modifikasjoner på LN-PAA. Eksempelvis kan nevnes arbeidskort (med henvisning til MS) D059, D181, D182 og D212. Disse arbeidskortene var også benyttet ved tidligere D-sjekker.

Etter fullført D-sjekk skulle det innen en uke holdes et møte for gjennomgang av dokumentasjonen med representanter fra ingeniør-, kontroll- og produksjonsseksjonen. Ifølge FOF ble det ikke tid til å avholde møtet før flyet havarerte.

1.6.4.4 I forbindelse med D-sjekk nr 3 ble det skrevet i alt 282 feilkort. Sjekken avdekket bl.a. en del sprekker i skrog og vinger, korrosjon og defekte nagler samt diverse andre feil. Fire av kortene var skrevet ut etter de to prøveflygingene som avsluttet ettersynet. Utbedringene var kontrollert og kvittert ut.

1.6.4.5 *Supplemental Inspection Document SID ZS-34-1000*

SID ZS-34-1000, som er en omfattende inspeksjon med forskjellige tidsintervaller og gangtider, ble av FOF overført til verkstedets egne arbeidskort. Inspeksjonen går bl.a. ut på at de fire festene som forbinder den vertikale finnen til skroget, skal kontrolleres. Bolter og hylser skal demonteres og festeørene kontrolleres for korrosjon og sprekker (SID 55-5-4). Inspeksjonen skal gjennomføres på ett feste av gangen. Hull skal kontrollmåles og ny bolt og hylse monteres. Monteringen skal foregå i henhold til Maintenance Manual 55-2-00 og 55-30-30. MM 55-30-30 inneholder prosedyren for demontering og montering av vertikalfinnen.

1.6.4.6 Det er på det rene at KFC kontrollerte alle fire festene med ultralyd uten å demontere bolter og hylser. Arbeidet var kvittert ut og stemplet som utført. I løpet av kontrollen ble det imidlertid oppdaget at overrettmerket for bolt og hylse i det bakre, høyre festet hadde forskjøvet seg. Dette indikerte slitasje og bolt m/hylse ble derfor skiftet.

1.6.4.7 Under gjennomgangen av dokumentasjonen etter at arbeidet på flyet var avsluttet, oppdaget den norske kontrolløren, som representerte FOF, at inspeksjonen på festene ikke var blitt utført i samsvar med foreskrevet metode. Han under-

kjente derfor arbeidet. Fordi flyet bare hadde akkumulert 36 883 t og inspeksjonen skulle være gjennomført innen 40 000 t, besluttet han å ta opp forholdet når flyet var tilbake i Norge. Kontrolløren mener forholdet ble tatt opp med FOF før denne avgjørelsen ble tatt. På dette tidspunkt stod LN-PAA klar til prøveflyging, og fornyet inspeksjon av festene ville medføre forsinkelser.

Flyet returnerte Fornebu 27. august 1989. Det ble satt i trafikk og fløy i perioden mellom ettersynet og havariet 8. september 1989 totalt 59:36 t.

- 1.6.4.8 KFC monterte 437,5 lbs jernplater som permanent ballast i neseseksjonen for å kompensere for vekten av APU i halen. Dette ble gjort for å unngå og anvende løs ballast. Installasjonen av permanent ballast er tatt med i flyets vekt- og balansedokumentasjon etter kontrollveiling 19. august 1989. Kompasskalibrering (kompassving) i henhold til arbeidskort 1005, pkt 7 b, er ikke dokumentert utført etter installasjonen.
- 1.6.4.9 Til Beltframe-inspeksjon, SB 53-15, datert 15. juni 1989, var det utarbeidet skisser av de stasjoner som skulle kontrolleres. På skisser under dørk manglet stringers nr 9 og 10 på venstre og høyre side. Kontrollen omhandlet skader på spant forårsaket ved montering av interiør som paneler, utstyr osv. Ifølge anmerkningene på skissene ble det funnet et stort antall slike skader. Anmerkningenes posisjon er misvisende, fordi de er markert utvendig på spantene på de fleste skissene (SB 53-15 pkt 1C og fig 2 side 5).
- 1.6.5 Andre opplysninger
- 1.6.5.1 HSL har besøkt KFC for å innhente opplysninger om verkstedet og de arbeidene som var utført på LN-PAA. Verkstedets personale var samarbeidsvillige og viste åpenhet for de spørsmål som ble reist. Verkstedet foretar vedlikeholdsarbeider for en rekke operatører av CV-340/580-fly bl.a. i Kanada og USA, og ga et positivt inntrykk med normal stan-

dard på arbeidsoperasjonene. Selskapet produserer også reservedeler for flytypen, godkjent av GDCD. Under besøkene var det fly inne til ombygging (avionics, motor, forlengelse av skrog).

#### 1.6.6 Dokumentasjon

1.6.6.1 Når det i rapporten henvises til Flight Manual (FM), Pilot's Handbook og Minimum Equipment List (MEL), refereres det fra dokumenter som HSL mottok fra PAS og FOF dagene etter havariet. De tilsvarende publikasjonene som var ombord i LN-PAA, ble ikke berget, bortsett fra permen til Pilot's Handbook nr 19.

1.6.6.2 PAS vedlikeholdsattest for CV-340/580, 200101-1, Daglig Ettersyn, utgave 9, datert 15. november 1988, var ikke revidert til å passe fullstendig til LN-PAA. Eksempelvis kan nevnes pkt 9 der APU refereres til posisjon 2, (dvs. i flyets høyre hjulbrønn), mens installasjonen var i halekonen.

1.6.6.3 MEL var ikke revidert slik flyet var modifisert og utstyrt. Dette gjaldt også de underlag der det refereres til MEL.

1.6.6.4 Flyets tekniske loggbok, som fulgte med flyet, ble funnet. HSL har gjennomgått loggene fra dagene før havariet og konstatert at flyet var i jevnlig bruk. Utsagn dagene etter havariet om startvansker med høyre motor og problemer med å lukke hovedinngangsdøren/trapp, er bekreftet. Feilene var innført i loggboken 7. september. Reparasjon/justering var foretatt, innført og kvittert ut 8. september kl 1450 i logg nr 3660.

1.6.6.5 Feilindikasjonene i venstre vekselstrømssystem og -generator var loggført og behandlet som følger:

Logg nr 3659, avgang Malmø/Sturup 6. september kl 2236 for posisjoneringsflyging til Stavanger/Sola. Underveis oppsto feil på venstre vekselstrømssystem. Indikasjonen var

at vekselstrømsgeneratoren ikke kunne tilsluttes tilhørende system. Angjeldende fartøysjef valgte å lande Oslo/Fornebu for å få feilen rettet ved flyets verkstedsbase før det planlagte oppdraget neste dag. Venstre vekselstrømsgenerator ble skiftet om natten og kvittert ut 7. september kl 0600.

1.6.6.6 Logg nr 3660, avgang Fornebu 7. september kl 0718 for posisjoneringsflyging til Sola, med videre flyging til Aberdeen - Sola - Fornebu. Loggen viser vedlikeholdsattest for 7. og 8. september. Den inneholder også tre anmerkninger om feil som ble erfart i løpet av dagen:

1. "FWD AIR-STAIR NEEDS PUSHING FOR RETRACTION & CLOSING"
2. "LEFT ALTERNATOR OFF LINE"
3. "RIGHT ENGINE START RELAY HUNG UP ON TWO STARTS"

Det er ikke angitt på hvilke av dagens 4 etapper feilene oppstod. Loggen er ikke utformet med rubrikker som angir feilanmerkninger for hver etappe.

Anmerkning nr 1 og 3 ble ivaretatt med justering av døren og utskifting av en "starter regulator valve". Til anmerkning nr 2 ble anført at videre flyging kunne foregå med APU-vekselstrømsgeneratoren operativ. Anmerkningene var kvittert ut 8. september kl 1450.

1.6.6.7 Logg nr 3661 flyging Fornebu - Værnes - Fornebu, avgang 8. september kl 0749 og retur kl 1018. Loggen inneholder besetningslister for denne turen og den påbegynte turen til Hamburg. I anmerkingsrubrikken er det kun skrevet inn en signatur. Vedlikeholdsattesten for 8. september er gitt i logg 3660.

1.6.6.8 Flyteknikeren som utførte ettersynet, har forklart at LN-PAA hadde tre loggførte feil:

1. Vanskelig å lukke hoveddøren
2. Venstre vekselstrømsgenerator ute av funksjon

3. Problemer med å starte høyre motor fordi en ventil for starterluft ikke åpnet.

På grunn av turen til Værnes - en ekstratur - var det ikke tid til å gjøre noe med de tre feilene før avgang. Flyteknikeren ble med for eventuelt å assistere ved oppstarten på Værnes. Han har forklart at turen forløp uten vanskeligheter. APU-vekselstrømsgeneratoren ble benyttet som erstatning for den venstre generatoren i ca 15 min etter avgangen fra Fornebu, dvs under stigning til ca 17 000 FT. Da ble APU stoppet og ikke benyttet mer. På returen satt teknikeren i kabinen og vet følgelig ikke om APU ble benyttet. Etter ankomst Fornebu skiftet han starterventilen og justerte trappen til hoveddøren. Funksjonsprøver etterpå viste at disse feilene var utbedret.

- 1.6.6.9 I henhold til flyteknikerens vitneforklaring ble det gjort flere forsøk på å rette feilen i venstre vekselstrømssystem uten at dette lyktes. Teknikeren tok derfor kontakt med skiftlederen hos FOF, som dessuten hadde lang erfaring med flyelektriske anlegg. Feilsøkingen, som allerede var utført, ble gjennomgått og vurdert. De ble enige om at dersom man skulle få utbedret feilen, måtte flyet settes på bakken og hele systemet feilsøkes. Han informerte PAS produksjonsleder om at han ikke hadde fått rettet feilen, og sammen informerte de flygesjefen (styrmannen på ulykkesturen). Flygesjefen besluttet at flyet kunne benyttes med APU-generatoren som strømkilde for venstre vekselstrømssystem og foreslo for flyteknikeren at avgjørelsen skulle loggføres som "Aircraft released for flight with APU generator operative".
- 1.6.6.10 Turen til Værnes 8. september og ulykkesturen er de to eneste tilfeller HSL har funnet det bekreftet at APU har vært i drift i luften. Den siste turen var den eneste kjente der APU var kontinuerlig i drift.
- 1.6.6.11 I henhold til avtale nr 1360 mellom PAS og FOF pkt 15.6, var førstnevnte ansvarlig for at alle linjeettersyn, og

feilretting under den daglige driften, ble utført med personell godkjent av FOF. Dessuten skulle FOF ha umiddelbar og løpende orientering om alle skader og forhold av betydning for luftdyktigheten.

#### 1.6.6.12

Ifølge MEL var det et krav at to vekselstrømsgeneratorer av totalt to installerte, skulle være i orden før avgang. Den samme MEL var ikke revidert slik at den tok hensyn til den konfigurasjon LN-PAA hadde med en tredje vekselstrømsgenerator montert på APU. Siste revisjon av MEL var datert 1. juni 1987 (issue No 2), mer enn ett år etter at LN-PAA var satt i drift i selskapet. De operative publikasjoner beregnet på flybesetninger (eksempelvis Flight Manual og Pilot's Handbook Allegheny Airlines), som HSL har mottatt fra selskapet, omtaler ikke bruk av vekselstrømsgeneratoren på APU som alternativ strømkilde under flyging. Håndbøkene inneholdt som tillegg, skisser av APU-installasjonen og dens kontrollpaneler. I Normal Check List er bruk av APU m/generator inkludert, men heller ikke der som alternativ strømkilde under flyging. Selskapet har imidlertid overlevert HSL en ringperm med en del bilder og tekniske dokumenter gjeldende for LN-PAA, og som inkluderer et komplett "Flight Manual Supplement" vedrørende bruk av APU under flyging.

Samtaler, som HSL har hatt med flygere og teknikere i PAS, har gitt kommisjonen det inntrykk at det var generelt akseptert at APU-generatoren kunne være den ene av to nødvendige strømkilder som måtte være i orden for å tilfredsstille kravet i MEL. Dessuten ble HSL informert om at bruk av APU-generatoren var omtalt i Emergency Check List der den skulle benyttes ved bortfall av en motordrevet vekselstrømsgenerator. Emergency Check List benyttes bare under flyging.

### 1.6.7 Vekt- og balanseforhold

1.6.7.1 HSL har beregnet flyets vekt ut fra aktuelt lasteskjema, PAS Flight Operations Manual (FOM), veiedokumenter, samt informasjoner fra selskapet.

	VEKT (kg)	ARM	MOMENT
Tomvekt	16.714,5	376,7	6.296.689
2 piloter	170,0	84,0	14.280
Mekaniker	85,0	120,0	10.200
Motorolje	58,6	269,6	15.808
Bag. 1.rom 1	300,0	170,0	51.000
Kabinbesetn.	140,0	457,0	63.980
Pass.	3.625,0	457,0	1.656.625
Supplies	330,0	423,5	139.743
Zero Fuel W.	21.423,1		
Drivst T.O.	3.345,6 *	397,1	1.328.537
Take Off W.	24.768,7		9.576.863
TP v/T.O.		386,7 **	
Trip Fuel	1.500,0		
Land. W.	23.208,7		

\* Drivstoff ved avgang er total drivstoffmengde, 3 400 kg, minus drivstoff for motorstart og taxi, 54,4 kg (120 lbs).

\*\* Beregnet tyngdepunkts plassering ved avgang, (understell nede) blir etter dette ved stasjon 386,7 =  $(9.576.863/24.769)$ . Bakre tyngdepunktsgrense er stasjon 389,8.

Maksimum tillatt avgangsvekt var 26 380 kg.  
Maksimum tillatt "tørrvekt" (Zero Fuel Weight) var 22 680 kg. Maksimum tillatt landingsvekt var 23 587 kg.



Det fremgår av ovenstående beregning at flyet var lastet innenfor gjeldende vekt- og tyngdepunktsbegrensninger.

- 1.6.7.2 Ved utarbeidelsen av lasteskjemaet for ulykkesturen, tok besetningen hensyn til de nye verdiene for "Basic Weight og Basic Index". Ved beregningen av passasjervekten ble det brukt en fordeling på 50% kvinner og 50% menn. Dette var ikke i overenstemmelse med passasjerlisten som hadde aktuell fordeling 15 kvinner og 35 menn. Forskjellen i beregningsmetode var imidlertid uten betydning i dette tilfellet.

## 1.7 VÆRET, LYSFORHOLD OG STRØMFORHOLD

- 1.7.1 Havaridagen var det en høytrykkssituasjon over Nordsjøen og Skandinavia, med rolige vindforhold på bakken og over sjøen. Høydevinden i FL 240 var fra 260°/70 KT minkende til 10 KT i FL 30. Et regnvær beveget seg øst-sydøst over Nord-Jylland om ettermiddagen 8. september. Været i flygehøyden til LN-PAA var god sikt mellom skylag. Fartøysjefen på et norsk jagerfly på vei fra Aalborg til Rygge i FL 240 rapporterte at han observerte et møtende fly under seg. Passeringen fant i følge radarobservasjonene sted kl 1629:28.
- 1.7.2 Værvarsler og observasjoner fra aktuelle flyplasser i forbindelse med PAR 394 flyging til Hamburg viser at været ikke forårsaket vanskeligheter ved planlegging eller utførelse.
- 1.7.2.1 *Terminal Aerodrome Forecast (TAF)*

Varsel for flyplass nær havaristedet gyldig 12 - 21 UTC:

Aalborg; vind variabel 8 KT, sikt 7 KM, lett regn, skyer 4/8 stratus i 400 FT, 6/8 stratocumulus i 1 500 FT, tempo-  
rært kl 12 - 16 UTC: sikt 3 KM, regn, skyer 7/8 stratus i 400 FT.

### 1.7.2.2 Meteorological Aerodrome Report (METAR)

Kl 1450 UTC: Aalborg; vind variabel/02 KT, sikt 5 KM, disig, regn siste halvtime, skyer 4/8 stratus i 800 FT, 7/8 altocumulus i 10 000 FT, temperatur 16°C, duggpunkt 14°C, lufttrykk 1019 hPa, temporært sikt 5 KM, 6/8 stratus 500 FT.

1.7.3 Redningsstasjonen i Hirtshals loggførte følgende vær og strøm 8. september 1989 kl 1740:  
Sydvest vind 2 m/s, disig vær, sterk østgående strøm.

1.7.4 Havariet fant sted i dagslys.

1.7.5 Strømmen i sjøen nær vrakområdet ble beregnet til østgående 0,9 KT basert på posisjonen og tidspunktet for funnet av diverse gjenstander fra flyet i forhold til posisjonen for det antatte anslagsstedet (flyets tunge deler).

### 1.8 NAVIGASJONSHJELPEMIDLER

1.8.1 Flyet var utstyrt med følgende navigasjonsutstyr:

#### Radionavigasjonsutstyr:

- 1 stk ADF, Collins 51Y-4, Class I
- 1 stk ADF, Collins ADF-60A, Class I
- 2 stk ILS LOC & VOR, Collins 51 RV-1, Class I
- 2 stk ILS GS, Collins 51 RV-1, Class I
- 1 stk Marker, Collins 51Z-4, Class I

#### Pulsutstyr:

- 1 stk Radio altimeter, Bendix ALA5-1A
- 2 stk ATC, Collins TDR 90, Class I
- 1 stk DME, Collins 860E-2, Class I
- 1 stk Wx Radar, Primus 200Wxd, Class I

1.8.2 Det er ikke rapportert noe unormalt vedrørende navigasjons-  
utstyr på bakken eller ombord.

1.9 SAMBAND

1.9.1 Flyet var utstyrt med følgende sambandsutstyr:

2 stk VHF transceiver Collins 618 M-3, Class I  
1 stk HF Sunair ASB-850, Class I  
1 stk nødpeiler Narco ELT-10

1.9.2 Det er ikke rapportert noe unormalt om radiosambandet.

1.9.3 Den siste radiokorrespondanse med besetningen på LN-PAA var  
som følger:

Kl 1622 Oslo ACC: "Partnair 394, radar service termina-  
ted. You will enter Danish airspace  
two minutes from now. Contact Copen-  
hagen 124.55, Oslo control."

LN-PAA: "124.55 - bye, Partnair 394."

Kl 1623 LN-PAA: "Copenhagen, good afternoon, Partnair  
394 maintaining flight level two two  
zero."

Copenha- "Partnair 394 good afternoon, radar  
gen ACC: contact, Copenhagen control."

LN-PAA: "394"

Etter at LN-PAA var forsvunnet fra radarskjermen, ble PAR  
394 kalt opp en rekke ganger uten resultat av København ACC  
og andre enheter, som ble bedt om å assistere.

1.10 FLYPLASSER OG HJELPEMIDLER

Ikke relevant.

## 1.11 FLYGEREGISTRATORER

Flygeregistrator, Flight Data Recorder (FDR), og taleregistrator, Cockpit Voice Recorder (CVR), ble installert i forbindelse med de omfattende reparasjons- og modifikasjonsarbeidene som ble utført på flyet i 1978-79.

1.11.1 Registratorene ble funnet på havbunnen, med en innbyrdes avstand på 357 m. Begge var slitt løs fra sine fester og ble funnet i samme område som haleseksjonen de hadde vært montert i. Boksen for CVR bar tydelig preg av å ha truffet havoverflaten med stor hastighet. Den ene av de største, flate sidene av boksen var klemt inn slik at mønsteret til isolasjonsmaterialet og rammen innenfor var avtrykt i detalj i hele flaten. Boksene er laget av tynt, rustfritt stål. FDR hadde ikke det samme skademønster, men var deformert i et hjørne og en kortside.

### 1.11.2 Taleregistrator, Cockpit Voice Recorder (CVR)

1.11.2.1 CVR-systemet ble installert ved en modifikasjon, STC SA451EA, 27. august 1979. Installert CVR ved havariet var Sundstrand, P/N 980-6005-060, S/N 678. Den ble montert 4. april 1989. Monteringen var på en brakett som var naglet til skottet som strukturemessig utgjorde det fremre feste for den vertikale halefinnen, ved stasjon (STA) 820.950.

1.11.2.2 Avspillingen av båndet i CVR ble foretatt av AAIB i UK. Den viste at registratoren hadde sluttet å funksjonere da flyet takset inn i avgangsposisjon på rullebanen på Fornebu og motorene ble skiftet til høyt turtall.

1.11.2.3 Kontroll av selskapets to andre fly av samme type, viste at LN-BWG hadde den samme feil. Årsaken til feilen lå i modifikasjoner som var foretatt etter den opprinnelige installasjonen. En av disse modifikasjonene medførte at det ved økning til motorturtall for flyging, skulle foregå en automatisk omkobling av strømtilførslen fra "static inverter" til flyets primære vekselstrømssystem. Dette systemet

er ikke tilgjengelig før motorene går med høyt turtall. Høyt turtall er påkrevet for at generatorene skal yde riktig spenning og frekvens. Omkoblingen foregår ved hjelp av releer. Releene, som var anvendt på LN-PAA og andre fly modifisert på samme måten, var av en type som ga utilstrekkelig beskyttelse mot ytre påvirkning som korrosjon og støv. Konstruksjonen har ført til dårlig driftssikkerhet. Ingen instruks tilsa at CVR skulle kontrolleres med begge strømkildene. Flygerne kontrollerte CVR i henhold til sjekklister før motorstart med likestrøm og "static inverter" som strømkilde.

De avdekkede feilfunksjoner ble umiddelbart innrapportert til LV for videre forføyning. HSL har etter havariet mottatt tilbakemelding om at samme feil er funnet på fly av samme type i andre land.

1.11.2.4 I samsvar med kontrollisten for daglig ettersyn og B-sjekk, skulle CVR testes før motorstart og følgelig før strøm fra de motordrevne vekselstrømsgeneratorene var tilgjengelig. Det gjeldende vedlikeholdsunderlaget inneholdt heller ingen krav om testing av CVR med motorene i gang på høyt turtall. FM forutsetter manuell omkobling til vekselstrøm (som før installasjon av releer) og angir derfor test av CVR med strømkilde fra motorgeneratorene på høyt turtall. Flygerne har kontroll av CVR som pkt 2 i sin "Before start" sjekklister. Feil ved releene ville derfor bare kunne oppdages tilfeldig.

1.11.2.5 Registreringen av tale og lyd fra cockpit, som omfatter de siste 30 min før avgang, er av god teknisk kvalitet. Opplysninger som fremkommer av denne registreringen, bekrefter andre vitneutsagn om at styrmannen (flygesjefen) forlot cockpit for å ordne det økonomiske mellomværende med LV og cateringselskapet. Forøvrig inneholdt lydbåndet gjennomgangen av sjekklister, oppstarten og taksingen.

### 1.11.3 Flygeregistratoren, Flight Data Recorder (FDR)

1.11.3.1 FDR-systemet ble montert ved en modifikasjon, STC SA604EA, 27. august 1979. Installert FDR ved havariet var Fairchild P/N 15600-501, mod 5424-501, S/N 5205. Magasinet for metallfolie var P/N 5427, S/N 3032. Magasinet var overhaldt og testet ved Braathens SAFE A/S flyverksteder 17. august 1987. FDR var montert rett under CVR på det samme skott ved STA 820.950.

1.11.3.2 I denne typen registrator blir en metallfolie benyttet til registrering av magnetisk kurs, indikert hastighet, trykkehøyde, vertikal akselerasjon og mikrofonnøkling - alt mot en tidsakse. I LN-PAA virket ikke registreringen av den vertikale akselerasjon (g). Utstyr for registrering av mikrofonnøkling var ikke installert.

I tillegg blir flygingens nummer og dato i måneden (Trip and Date) registrert ved at dette kodes inn av flygerne. Folien blir trukket fram med konstant fart 0,1" (tomme) pr min av en elektromotor. Registreringen framkommer ved at mekanisk og/eller elektrisk opererte diamantnåler bringes i kontakt med folien hvert 0,55 sek. Belgsystemer posisjonerer nålene for fart og høyde etter forandringer i dynamisk og/eller statisk trykk, registrert av de respektive sensorer. Kilden for magnetisk kurs er kompassystem nr 2. Signalene sendes fra instrumentet i cockpit til en servo i FDR som posisjonerer nålen. "Trip and Date" registreres ved at en binær skriver med en arm som beveger seg 0,125",  $\pm 0,005$ ", kommer ut fra hvilestilling til registreringsstilling i det øyeblikk skriveren tilføres strøm.

Armene som holder diamantnålene, eller knivene, på plass mot folien, er individuelt utbalansert. Dette skjer ved hjelp av en justeringsskrue som forandrer tyngdepunktets avstand fra omdreiningssaksen. Armene vil derfor ha ulik egenfrekvens.

1.11.3.3 For øvrig gjelder følgende spesifikasjoner for Fairchild FDR 5424-501, sitat fra håndboken:

"J Leading Particulars

Principle features and characteristics of the Flight Data Recorder

System Operation

Recording Speed ..... 6 in./hr  
Recording Period ..... 300 hr continuous \*)

Recording Ranges

Altitude ..... -1000 to +50 000 ft  
Airspeed ..... 0 to 450 knots indicated  
Heading ..... 360 deg azimuth  
Vertical Acceleration . +6G to -3G

Recording Accuracy

Altitude .....  $\pm 100$  to  $\pm 700$  ft  
Airspeed .....  $\pm 10$  knots  
Heading .....  $\pm 2$  deg  
Vertical Acceleration .  $\pm 0.2G$

Strike Frequency

Alt, Airspeed, Heading 1.8 per sec (strikes once every .55 sec)  
Vertical Acceleration Continuous, plus strike frequency .55 sec

Medium Motion Indicator Light:

Extinguishes ..... 60 to 300 seconds after start of recorder, depending upon tightness of medium in magazine  
Illuminates ..... minimum 90 seconds after drive failure, minimum 45 seconds after govern stoppage or break of medium or exhaustion of medium immediately after external or internal power failure in the recorder"

\*) Merknad: Folien har kapasitet til 400 t gangtid, hvorav 60 t er reservetid. Den skal skiftes ut/snus når det er 60 t eller mindre gangtid igjen.

1.11.3.4 FDR skal også tilfredsstille minimumskravene for vibrasjoner og harmoniske svingninger slik det fremgår av Federal Aviation Regulations, FAR 37.150:

### "3.1.3 Vibration

"When installed in accordance with the instrument manufacturer's instructions, the recorder shall function properly and shall not be adversely affected when subjected to vibrations of the following characteristics."

Recorder Location in Airframe	Cycles per Second	Maximum Double Amplitude	Maximum Acceleration in G's
Airframe Mounted Structure	5-500	0.036 inches	10 G

#### 7.7.1 Resonance.

"The recorder, while operating, shall be subjected to a resonant frequency survey of the appropriate range specified in section 3.1.3 in order to determine if there exists any resonant frequencies of the parts. The amplitude used may be any convenient value that does not exceed the maximum double amplitude and the maximum acceleration specified in section 3.1.3."

"The recorder shall then be subjected to a vibration at the appropriate maximum double amplitude or maximum acceleration specified in section 3.1.3 at the resonant frequency for a period of 1 hour in each axis or with circular motion vibration, whichever is applicable. When more than one resonant frequency is encountered with vibration applied along any one axis, a test period may be accomplished at the most severe resonance, or the period may be divided among the resonant frequencies, whichever shall be considered most likely to produce failure. The test period shall not be less than one-half hour at any resonant mode. When resonant frequencies are not apparent within the specified frequency range, the recorder shall be vibrated for 2 hours in accordance with the vibration requirements of section 3.1.3 at the maximum double amplitude and the frequency to provide the maximum acceleration."

- 1.11.3.5 Den folien som var installert i magasinet ved havariet, var montert i forbindelse med C-sjekken utført 28. mars 1989, TAT 36 600 t. Foliens gangtid ved havariet, TAT 36 943 t, var således 343 t. Ved gjennomgang av vedlikeholdsdata og gransking av folien, fremkom det at FDR hadde hatt betydelige driftsforstyrrelser i denne perioden.



Feilene omfattet bortfall av registrering av vertikal akselerasjon og unormale indikasjoner på kursparameteren.

1.11.3.6 HSL har hverken laboratorium eller egen ekspertise til å tolke registreringene på FDR. For å få et bredest mulig grunnlag å vurdere ut fra, ble en rekke instanser benyttet:

- SAS ved selskapets avdeling for Flight Data Recording and Analysis, København (to avlesinger)
- National Transportation Safety Board, USA
- Air Accidents Investigation Branch, UK
- Aviation Consultant F.M. Medak, ekspert på den aktuelle type FDR, tidligere ansatt ved Fairchild Aviation Recorders, USA
- Accident Investigation and Research Inc. Canada

1.11.3.7 Ekspertter fra sistnevnte firma har utført en sammenfattende undersøkelse og vurdering. Resultatene fra de tidligere avlesingene og tolkningene var tilgjengelige og ble tatt i betraktning. HSL har derfor i hovedsak benyttet denne siste undersøkelsen som grunnlag for fremstillingen i rapporten.

Folien ble avlest med et stereomikroskop på et bord med X- og Y-akse. Avlesingene ble lagret i en datamaskin med tilkoblet skriver. I mangel av kalibreringsdata for den aktuelle registratoren, ble standard kalibreringsverdier frem-skaffet av NTSB, lagt til grunn for undersøkelsen. For videre bearbeiding og analyse ble de avleste data videreført til et grafisk og analytisk dataprogram.

Ifølge spesialister på FDR kan det oppstå divergenser mellom forskjellige avlesinger. Dette kan skyldes mekaniske, optiske og manuelle feilkilder. Det kan også oppstå fortolknings spørsmål.

Flygeregistratorens evne til å motstå harmoniske svingninger er vurdert. Minimumskravene til konstruksjonen finnes i FAR 37.150. Enkelte av kravene er gjengitt i pkt 1.11.3.4.

- 1.11.3.8 Den komplette avlesing vedrørende LN-PAA's siste tur er gjengitt i bilag 2. Tidsaksen representerer medgått tid (FDR-tid) i minutter og sekunder fra flyet roterte ved avgang fra bane 24 på Fornebu. Nøyaktigheten på bevegelsen av metallfolien, 6 tommer pr time, ble kontrollert. Ved å gå igjennom en rekke registrerte flyginger og sammenligne med de loggførte flytider, fremkom en mistanke om at foliens bevegelse var ca ett minutt for langsom pr fløyet time.
- 1.11.3.9 *Følgende observasjoner ble gjort ved avlesingene:*
- 1.11.3.9.1 Flyet steg i løpet av 22:30 min til 22 500 FT. Gjennomsnittlig stigehastighet var 1 000 FT pr min. Høyderegristreringen var konstant til 35:35 FDR-tid. Da begynte avvik fra marsjhøyden som ble avsluttet med en høydeøkning på 300 FT ved 35:45 FDR-tid. Denne høydeøkningen ble også registrert av Skagen radar mode C (høyderegristrering på radar) som indikerte at en 300 FT høydeøkning var avsluttet kl 1436:03 UTC. På det tidspunkt hadde flyet vært i luften i 36:13 min regnet fra avgangen kl 1359:50 UTC. I samme tidsrom hadde FDR-tiden løpt 35:45 min, dvs. en differanse på 28 sek. Mistanken om at folien i FDR beveget seg ca ett minutt for langsomt pr time ble derved bekreftet.
- 1.11.3.9.2 Ved 35:45 FDR-tid avtok den registrerte høyden 1 100 FT i løpet av få sekunder. Et høydetap på 1 100 FT ble også registrert på Skagen radar mode C i denne fasen av flygingen.
- 1.11.3.9.3 Høyderegristreringen på FDR-folien viser en markert dobbeltlinje fra flyets stigning gjennom 1 400 FT til FDR sluttet å virke 36:01 FDR tid. I 1 400 FT avtok stigehastigheten noe og flyets hastighet økte midlertidig til 217 KT.
- 1.11.3.9.4 Da flyet etablerte seg på marsjhøyden, økte den indikerte flygehastigheten fra 185 KT til 215 KT for så å minke til 200 KT. Ved ca 34:50 FDR-tid begynte de siste forandringene i hastigheten ved at den i løpet av 40 sek avtok til

190 KT. 35:30 FDR-tid økte hastigheten 16 KT i løpet av få sekunder. 35:45 FDR-tid ble det registrert en ny økning på ca 25 KT på ett sekund.

- 1.11.3.9.5 Under stigningen stabiliserte kursen seg på 186° M (magnetisk kurs). Etter vel 13 min FDR-tid ble kursen forandret noen grader til høyre. Når 16 min etter avgangen er det en ny kurskorreksjon til høyre til 202° M. Dette faller sammen med et forslag fra lufttrafikkjentesten om å korrigere kursen 10° til høyre pga. sterk vestlig vind i høyden. Mellom 20:50 og 30:30 FDR-tid var kursen ca 208° M.
- 1.11.3.9.6 30:30 FDR-tid ble det registrert en kursforandring på 8,5° til venstre. 33:40 FDR-tid ble kursen igjen forandret 5,5° til venstre. Ett minutt senere var det ytterligere en 5,5° kursforandring til venstre. Ca 35:40 FDR-tid ble det registrert en brå og kraftig kursforandring, større enn 12°, til venstre. Den totale kursforandringen kan ikke bestemmes nøyaktig, fordi skrukker på metallfolien i dette området gjør en sikker avlesing vanskelig. Det er imidlertid merker som kan indikere at kursforandringen var større enn 25°. Sammenholdt med tiden tilsvarer dette ca 500° pr min (bilag 3).
- 1.11.3.9.7 Eksperten på den aktuelle type FDR har forklart til kommisjonen at han hadde foretatt avlesinger av andre FDR i fire forskjellige saker der det var registrert kursmønstre (tilsvarende de ca 500° pr min for LN-PAA) og der en roll var observert før anslaget, eller en roll ble bekreftet av vrakdelenes innbyrdes plassering på havaristedet.
- 1.11.3.9.8 Den binære skriveren hadde registrert 394 som nummer på flygingen og 8 som dato. I tillegg ble det funnet fire hendelsesmerker ("event marks") de siste 7 sek av registrering (bilag 4). Ekspertene på Fairchild FDR har fastslått at disse merkene representerer brudd i strømtilførselen (115 volt, 400 perioder) til registratoren. De fire merkene fant sted mellom 35:54 og 36:01 FDR-tid. 36:01 FDR-tid skjedde det siste bruddet i strømtilførselen.

1.11.3.9.9 Når strøm tilføres, vil skriverarmen bevege seg 0,125" inn fra foliekanten. Ved brudd i strømtilførselen vil den øyeblikkelig returnere. Fordi det er en viss treghet i systemet, vil folien bevege seg ca 6/10 mm fremover etter strømbrudd. Dette tilsvarer ca 15 sek ved normal drift.

1.11.3.10 Fordi målingen av vertikal akselerasjon fortsatt var ute av funksjon etter verkstedsoppholdet i juli/august 1989, undersøkte HSL vedlikeholdsunderlaget for kontroll av FDR.

Grunnlaget for vedlikehold av flyge- og taleregistratorer finnes i BSL D 1-12, pkt 5. Forskriften sier bl.a.:

"Flygeregistratoren og taleregistratoren skal inngå i luftfartøyets alminnelige vedlikeholdssystem på en slik måte at korrekt funksjonering og registrering løpende kontrolleres og at riktig utskiftingstid av bånd eller annet registreringsmedium sikres."

I vedlikeholdsunderlaget fremkommer det at det ved C-sjekk skal utføres en sammenligning mellom observert høyde, hastighet og kurs ved flyging, og de registrerte verdier på FDR (ref arbeidskort C06). Flygebesetningen skal notere de observerte data på et skjema, FOF-Form 1950. Skjemaet skal raskt oversendes vedlikeholdsorganisasjonens ingeniøravdeling. Da havariet inntraff, hadde skjemaet fra C-sjekken 4. april 1989 ennå ikke vært til vurdering.

Ved D-sjekk, kort nr. D502, som ble utført i juli/august 1989, var det ikke samme krav som fremgår av C-sjekkort nr C06. Imidlertid er det fastsatt i Maintenance Schedule at både B- og C-sjekk skal inngå i D-sjekken (ref MS Chapter 1, Card 10003). Dette fikk som konsekvens at kontroll av FDR-funksjonen, som fremkommer gjennom C-sjekken, og som skal utføres hver 300. flytime, fikk øket intervallet til 600 flytimer.

1.11.3.11 HSL har foretatt systematiske undersøkelser av forekommende svikt og unormale registreringer. Følgende informasjon er fremkommet:

- Høydeparameter avsatt som en dobbel, avbrutt linje som vist på foto 1, 2, 3 og 4, er en type avvik som ikke er kjent fra tidligere registreringer, hverken med denne eller andre registratorer.
- Hverken fabrikanten eller andre HSL har vært i kontakt med, kjenner til en sviktmekanisme i FDR som kan tenkes å avsette dobbeltlinje.
- Dobbeltlinje på høydeparameteren opptrer første gang ca 330 flytimer før havarieret.
- Dobbeltlinjen fremkommer i siste del av stigefasen og i første del av horisontalflygingen i marsjhøyden.
- De første tilfellene av dobbeltlinje oppstod på to til tre etter hverandre påfølgende flyginger, for så å være fraværende de neste fem til ti flyginger.
- Antallet på hverandre følgende flyginger der dobbeltlinje forekommer, tiltar samtidig som antallet mellomliggende flyginger uten dobbeltlinje avtar, frem mot verkstedsoppholdet i juli 1989.
- Dobbeltlinjen begynner gradvis å vare lenger inn i fasen med flyging i marsjhøyde når den først forekommer.
- Fra ca 100 flytimer før verkstedsoppholdet hos KFC i 1989 forekommer dobbeltlinjen nesten på hver flyging.
- Fra 1986 til verkstedsoppholdet i 1989 viser også linjen for kursparameteren unormale utslag.
- Parameteren for vertikal akselerasjon sviktet i perioden 1986 - 1989.

<b>PARTNAIR CONVAIR 580, LN-PAA:- FDR RECORDED FLIGHT DATA</b>			
<b>FLIGHT NUMBER</b>	<b>DATE</b>	<b>AIRBORNE TIME</b>	<b>REMARKS</b>
<b>SINCE OVERHAUL</b>	<b>(dd-mm-yy)</b>	<b>(h:mm)</b>	
Note:- Aircraft arrived in Kelowna, British Columbia for overhaul on 5 July 1989			
1	23-Aug-89	1:31	Post-overhaul Test Flight
* 2 *	25-Aug-89	1:03	Post-overhaul Test Flight
3	26-Aug-89	4:00	Depart Kelowna, Ferry Flight to Oslo
4	26-Aug-89	3:11	Continuation of Ferry Flight
5	27-Aug-89	4:32	Continuation of Ferry Flight
6	27-Aug-89	3:19	End Ferry Flight at Oslo
7	28-Aug-89	2:46	
8	29-Aug-89	0:43	
9	30-Aug-89	2:04	
10	31-Aug-89	0:55	
11	31-Aug-89	1:15	
12	31-Aug-89	1:38	
13	31-Aug-89	1:45	
14	01-Sep-89	1:21	
15	01-Sep-89	1:20	
* 16 *	02-Sep-89	1:34	
17	02-Sep-89	1:06	
18	02-Sep-89	0:57	
19	03-Sep-89	1:06	
20	05-Sep-89	3:12	
21	05-Sep-89	3:50	
22	05-Sep-89	1:13	
23	06-Sep-89	1:08	
24	06-Sep-89	3:29	
25	06-Sep-89	3:38	
26	07-Sep-89	1:19	
27	07-Sep-89	0:55	
* 28 *	07-Sep-89	1:15	
29	07-Sep-89	1:00	
* 30 *	07-Sep-89	0:40	
31	08-Sep-89	0:56	
32	08-Sep-89	0:55	
* 33 *	08-Sep-89	0:36	Final accident flight
* Flights for which a photographic montage of the double Altitude trace is available *			

**TABLE 1**  
**(TABELL)**

NOTE: THE FOIL IS MOVING FROM LEFT  
TO RIGHT IN THE RECORDER

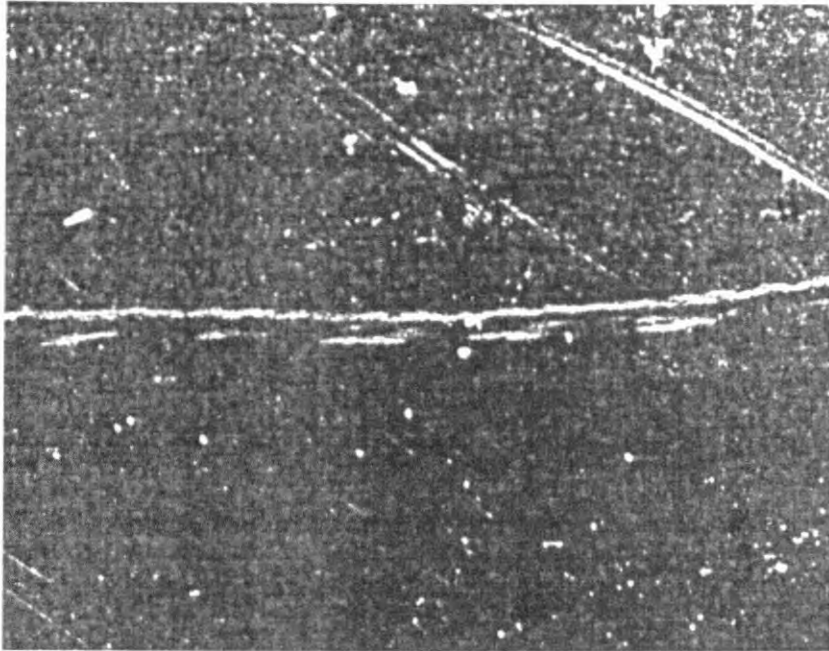


PHOTO 1 (FOTO) Typical double trace due to stylus resonance causing multiple alternative knife edge indentations on altitude parameter of Flight #2. Photo magnified 32 X.

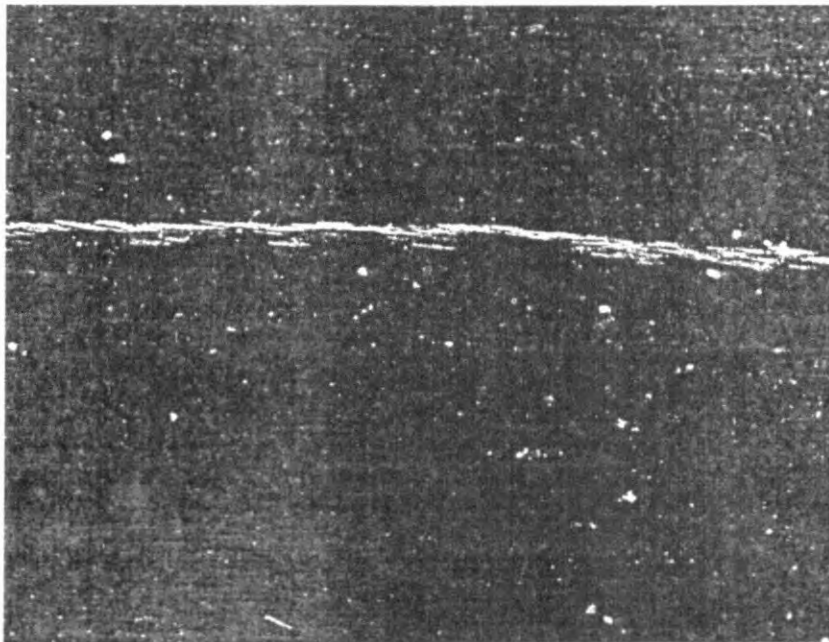


PHOTO 2 (FOTO) Typical double trace due to resonance on altitude parameter of Flight #16. Photo magnified 32 X.

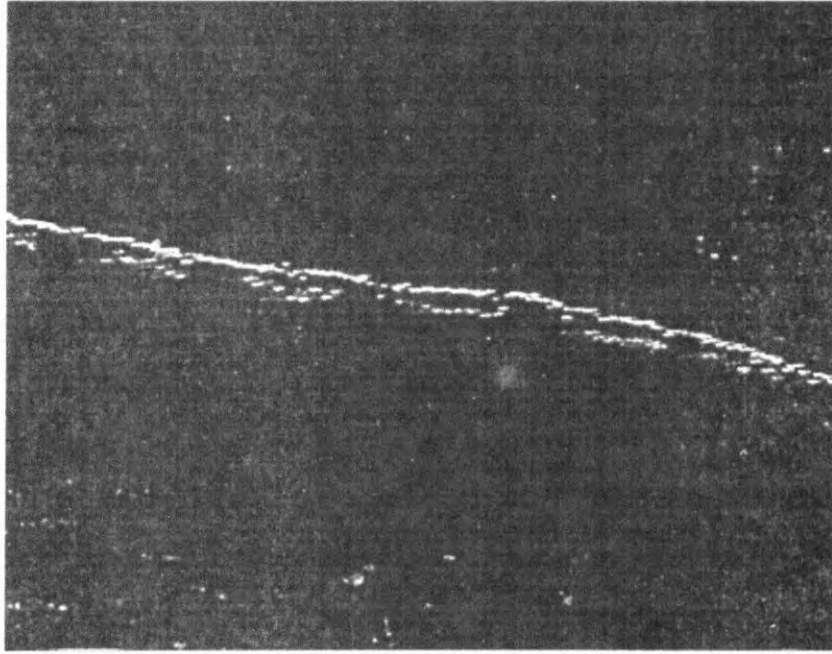


PHOTO 3 Typical double trace due to resonance on altitude parameter of Flight #28. Photo magnified 32 X.  
(FOTO)

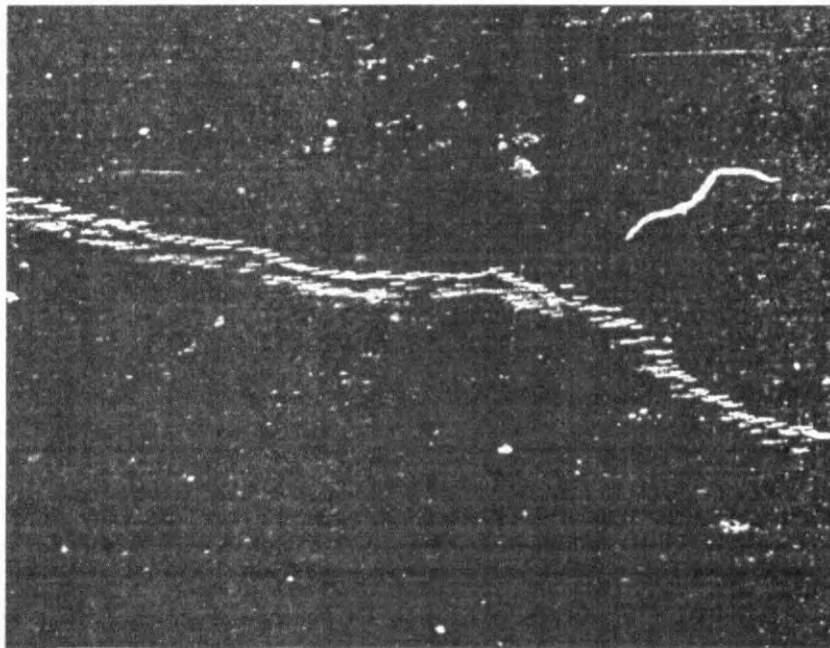


PHOTO 4 Typical double trace due to resonance on altitude parameter of the accident Flight #33. Photo magnified 32 X.  
(FOTO)

NOTE: THE PHOTO IS FROM THE CLIMB-OUT REGISTRATION



- I løpet av verkstedsoppholdet ble det utført reparasjon av FDR-systemet, men detaljer om reparasjonene er ikke dokumentert.
- Etter reparasjonen funksjonerte kursparameteren normalt.
- Parameteren for vertikal akselerasjon virket ikke etter verkstedsoppholdet.
- Etter verkstedsoppholdet forekom dobbeltlinje på høydeparameteren bare på en av de første ni flygingene (tabell 1).
- Fra og med flyging nr 10, til og med flyging nr 33, da havariet inntraff, forekom dobbeltlinje på 15 av 23 flyginger.
- På flygingen havaridagen startet dobbeltlinjen i ca 1 400 FT under stigningen og varte resten av turen.

## 1.12 HAVARISTEDET OG FLYVRAKET

### 1.12.1. Havaristedet

1.12.1.1 Havaristedet ble lokalisert i sjøen ca 10 NM nord for Hirtshals (figur 2). Utgangspunktet for søket var informasjoner fra radar, funn av omkomne og funn av flytende vrakdeler. En sidesøkende sonar ble benyttet til å kartlegge havbunnen. Ca 52 km<sup>2</sup> havområde ble gjennom søkt med 100% overlapping. Området der vrakdelene ble funnet, ble avgrenset til ca 12,5 km<sup>2</sup>. Hovedvrakområdet lå innenfor ca 3 km<sup>2</sup>.

Havdypet varierte fra 90 m i nord til 40 m i den sydlige delen nærmere kysten av Jylland. Det meste av havbunnen var dekket av mudder, mens de grunneste områdene i syd var dekket av sand. Det var perioder med sterk strøm i løpet av søketiden. På overflaten ble strømmen målt opp til 4 KT og

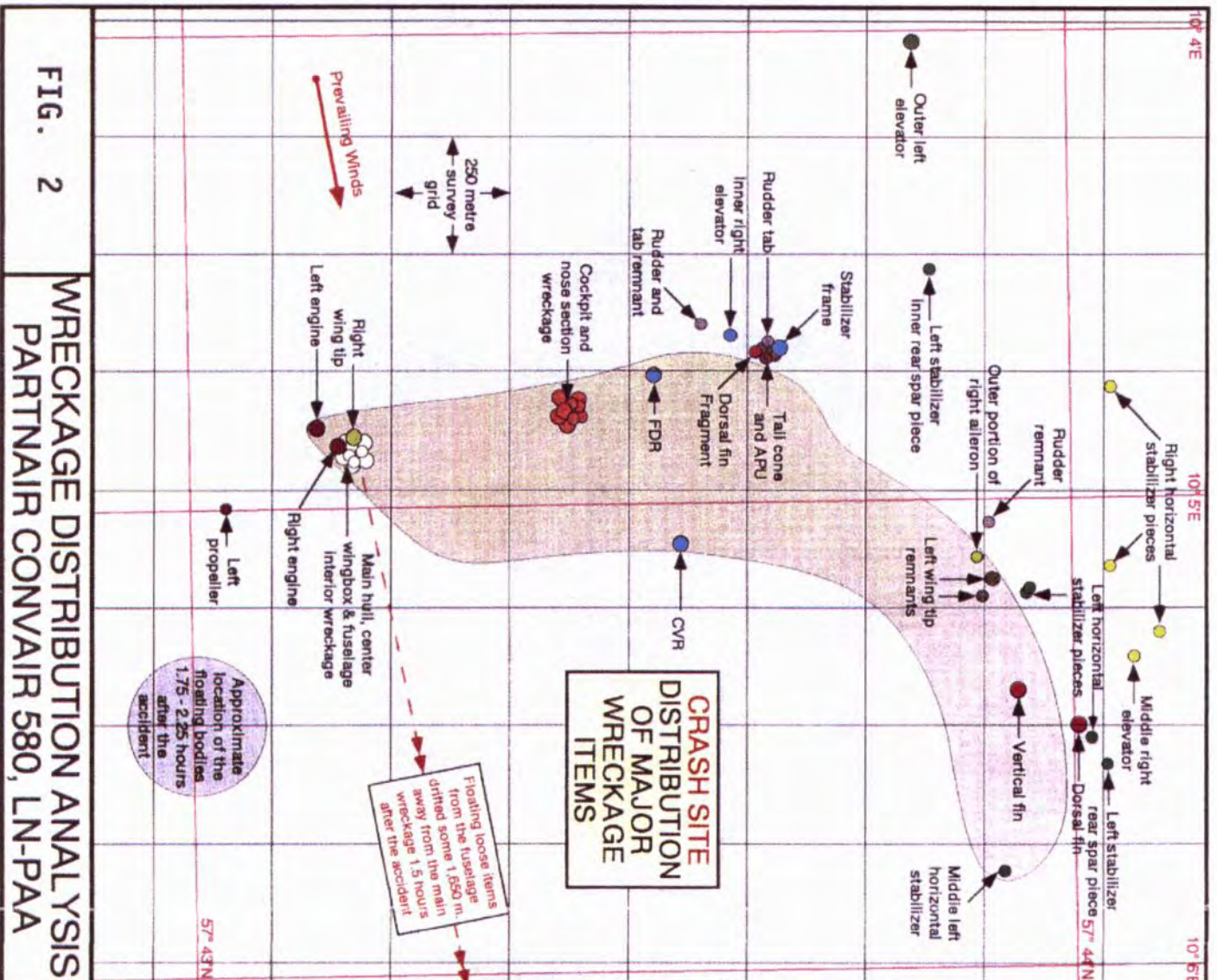


FIG. 2

**WRECKAGE DISTRIBUTION ANALYSIS  
PARTNAIR CONVAIR 580, LN-PAA**

**CRASH SITE  
DISTRIBUTION  
OF MAJOR  
WRECKAGE  
ITEMS**

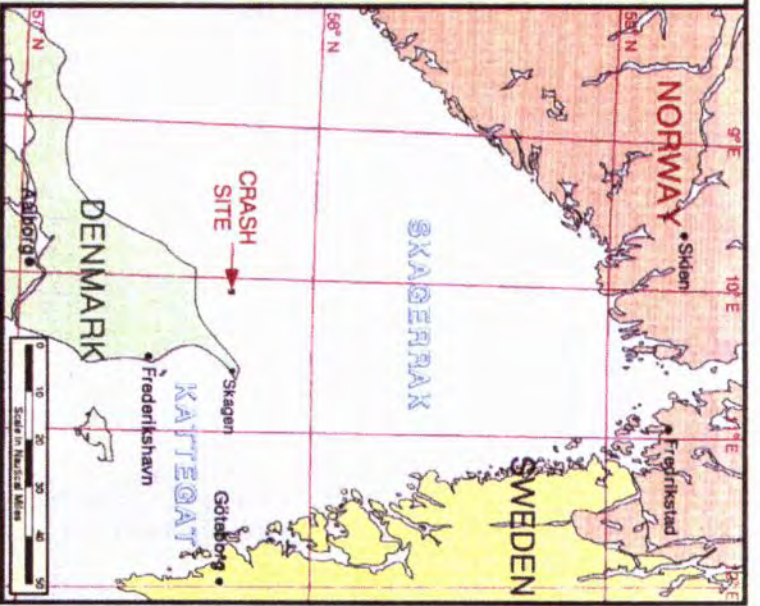
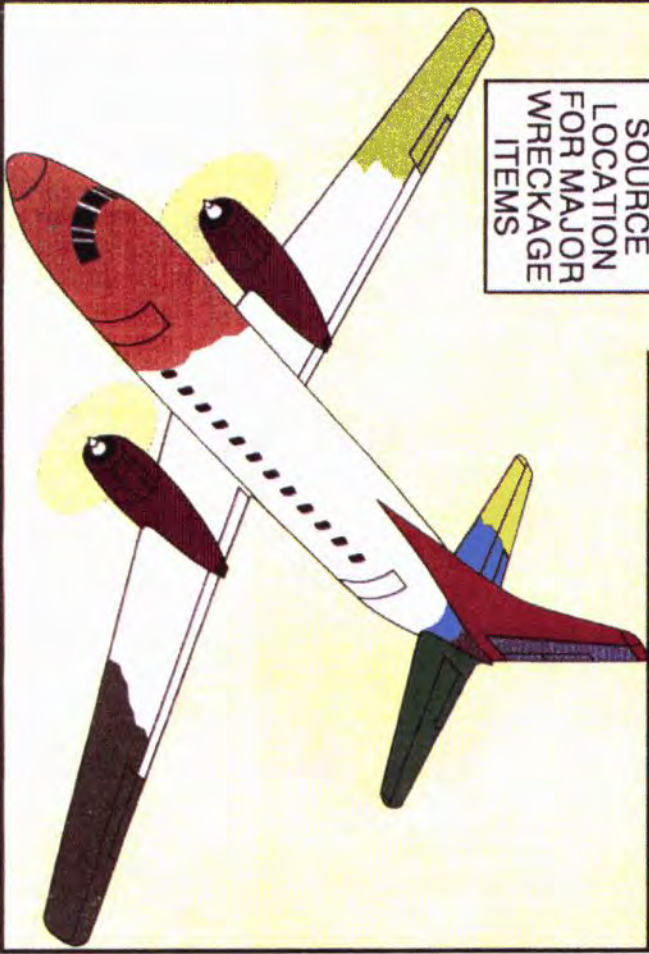
Floating loose items from the fuselage drifted some 1,650 m away from the main wreckage 1.5 hours after the accident

Approximate location of the floating bodies 1.75 - 2.25 hours after the accident

- HEAVY ITEM ○ LIGHT ITEM
- Pieces of rudder
- Pieces of vertical & dorsal fin
- Pieces of right wing tip
- Pieces of left wing tip
- Engine remnants
- Cockpit/nose section remnants
- Tail cone & APU remnants
- Main hull, center wing box and fuselage interior wreckage
- Pieces of right horizontal stabilizer and elevator
- Pieces of left horizontal stabilizer and elevator
- FDR, CVR, stabilizer frame & right inner elevator remnants

**SOURCE  
LOCATION  
FOR MAJOR  
WRECKAGE  
ITEMS**

90%+ of remaining aircraft structure, components and contents were found within the shaded recovery area



på bunnen 2,5 KT. Når bunnstrømmen ble for sterk, ble mudderet hvirvlet opp og gjorde siktforholdene umulig for berging. Hver gang sikten falt under ca 50 cm ble det tatt pause i bergingen, og tiden ble brukt til ytterligere kartlegging.

I alt 52 km<sup>2</sup> ble kartlagt øst for flyets trekk, med 50% overlapping for om mulig å avgrense området der flyet kunne ha mistet deler. Ingen av registreringene ble identifisert som flydeler.

#### 1.12.1.2 *Identifisering og berging av vrakdeler*

1.12.1.2.1 Det ble gjort i alt 525 registreringer, hvorav 204 ble identifisert som områder med deler fra fly. Identifiseringen ble foretatt med videokamera montert på en ubemannet, fjernstyrt undervannsfarkost (Remotely Operated Vehicle - ROV) av typen Super Scorpio. Navigasjonssystemet som ble brukt, gjorde det mulig å navigere og bestemme posisjoner med ±1 m nøyaktighet. I tillegg var ROV påmontert en sonar som supplement for nøyaktig navigering på bunnen. Innbyrdes plassering av essensielle deler er vist på figur 2.

1.12.1.2.2 På grunn av årstiden med usikre værforhold ble det valgt som strategi å lokalisere, registrere og identifisere deler før generell berging ble igangsatt. Unntaket var berging av viktige deler som f.eks. CVR og FDR. Dessuten ble ilandføring av omkomne gitt høyeste prioritet. Flere hundre deler ble funnet flytende i sjøen og bragt inn til Hirtshals like etter havariet. All berging av deler som lå på bunnen, ble gjennomført med bergingsfartøyet "Bergen Surveyor". Mange deler ble tatt opp direkte ved hjelp av manipulatorarmene på ROV. ROV var også eneste hjelpemiddel til å få festet wire, kroker og dregger til delene. Mindre deler ble løftet i en spesialbygget kurv.

1.12.1.2.3 Anslagsvis 90% av vraket ble berget i løpet av 155 dykk, som tok ialt 424 t. Det er på det rene at enkelte deler som ble registrert og identifisert, forsvant i mudderet før

berging kunne finne sted. Dette er derfor en sannsynlig årsak til at noen deler ikke ble funnet.

- 1.12.1.2.4 Kartlegging med sidesøkende sonar ble gjennomført på i alt 200 t. Opphold i havn for lossing av deler, bunkring og mannskapsbytte tok tilsammen 119 t. Feltarbeidet varte i 36 døgn. I denne perioden var det 7 t avbrudd pga. teknisk svikt. Operasjonen ble gjort mulig på så vidt kort tid, fordi værforholdene viste seg å være usedvanlig gunstige for årstiden.
- 1.12.1.2.5 Bergingsaksjonen ble påbegynt den 11. september og avsluttet den 16. oktober. Redningsstasjonen i Hirtshals påtok seg å ta vare på eventuelle deler som ble tatt med fiske- redskap etter denne perioden.
- 1.12.1.2.6 Etter at bergingsoperasjonen var avsluttet, ble posisjons- dataene for vrakdelene bearbeidet til oversiktskart.
- 1.12.2 HSL var kjent med at det var gjennomført et forskningspro- sjekt på Cranfield Institute of Technology i England over emnet "Trajectories of Falling Parts following In-flight Break-up". Dataene for LN-PAA ble oversendt lederen for prosjektet til evaluering. Resultatet av dette arbeidet var at man ikke kunne se entydige tegn til at flyet var gått fullstendig i oppløsning før anslaget mot sjøen. Det var imidlertid data som kunne tyde på delvis oppbrekking sann- synligvis i høydeskiktet 5 000 - 10 000 FT. Ett av hovedan- kepunktene var at det mønsteret som avtegnet seg på havbun- nen indikerte en vindretning på 240°. Kommisjonen hadde imidlertid sikre opplysninger om at vindretningen i alle aktuelle høydeskikt var 260°.

Et resultat av vurderingen av vrakdelenes beliggenhet på bunnen var at delene fra henholdsvis venstre og høyre haleflate lå i to tilnærmede linjer begge med retning 260°.

### 1.12.3 Flyvraket

- 1.12.3.1 Flyet ble under havariet oppdelt i mange deler av varierende størrelse. For å danne seg et bilde av vraket var det nødvendig å systematisere delene ved å rekonstruere flyet så langt det var mulig (foto 5 - 10).

HSL fikk bygget et rørformet stativ tilsvarende flyets største tverrmål. Konstruksjonen ga feste for delene og en fikk således en god oversikt over skademønsteret. På grunn av plassmangel, måtte de forskjellige seksjonene settes sammen separat. Etterhvert som seksjonene var undersøkt og beskrevet, ble delene flyttet utendørs for å gi plass til oppbyggingen av andre seksjoner.

- 1.12.3.2 Det er ikke praktisk å gi en fullstendig skadebeskrivelse av vrakdelene i denne rapporten. I det etterfølgende er det derfor bare en generell omtale av skadene på flyets forskjellige hovedseksjoner. Signifikante skader og funn omtales detaljert under pkt 1.16. Skadebeskrivelsen er delt inn i følgende hovedseksjoner:

- Skroget
- Cockpiten
- Haleseksjonen
- Innredning m/stoler
- Vingene
- Understellet
- Propeller og motorer
- Instrumenter

#### 1.12.3.2.1 *Skroget*

Den mest markerte ødeleggelsen av skroget er skadene fremme på venstre side. Praktisk talt hele skrogkonstruksjonen er her slått i småbiter på en måte som er typisk for vannskade. Radomen, som ble funnet flytende, er nesten hel og bare skadet på venstre side.

Skadene på høyre side av skroget er mindre omfattende. Noe av cockpitkonstruksjonen og noe av vinduene i denne ble berget. Frontvindusrammen kom til rette senere. Den ble fanget opp av en trål. Resten av skroget er delt opp i større og mindre stykker. Alle vesentlige deler ble berget. Det er et markert skille i skademønsteret ved stasjon 261, spesielt på venstre side (foto 5 og 6).

#### 1.12.3.2.2 Cockpiten

Deler av begge cockpitstolene til flygerne og deler av cockpitklappsetet ble berget. Det samme gjaldt en del av cockpitgulvet. Deler av kontrollstikkene ble også funnet. Deler av radio- og elektroutstyret, som var montert bak flygerne ble berget, men dette var sterkt deformert. Den fastmonterte oksygenflasken ble ikke lokalisert, fordi den sannsynligvis lå skjult i mudderet på bunnen. De bærbare oksygenflaskene fra kabinen ble funnet. Av instrumentpanelene finnes det bare fragmenter. Noen av instrumentene ble funnet innviklet i elektriske ledninger som var blitt trukket løs da flyet havarerte.

#### 1.12.3.2.3 Haleseksjonen

Haleseksjonen ble brutt opp i mange store og små deler. Funnstedene lå tildels langt fra hverandre. Haleseksjonen var hovedsakelig brutt opp som følger:

- vertikalfinne
- sideror
- høyderorene (flere deler)
- venstre haleflate
- høyre haleflate (mange smådeler)
- halekonen med APU
- bakre seksjon av kroppen fra forkant av haleflaten til halekonen inkludert indre del av høyre haleflate (foto 7 - 10)

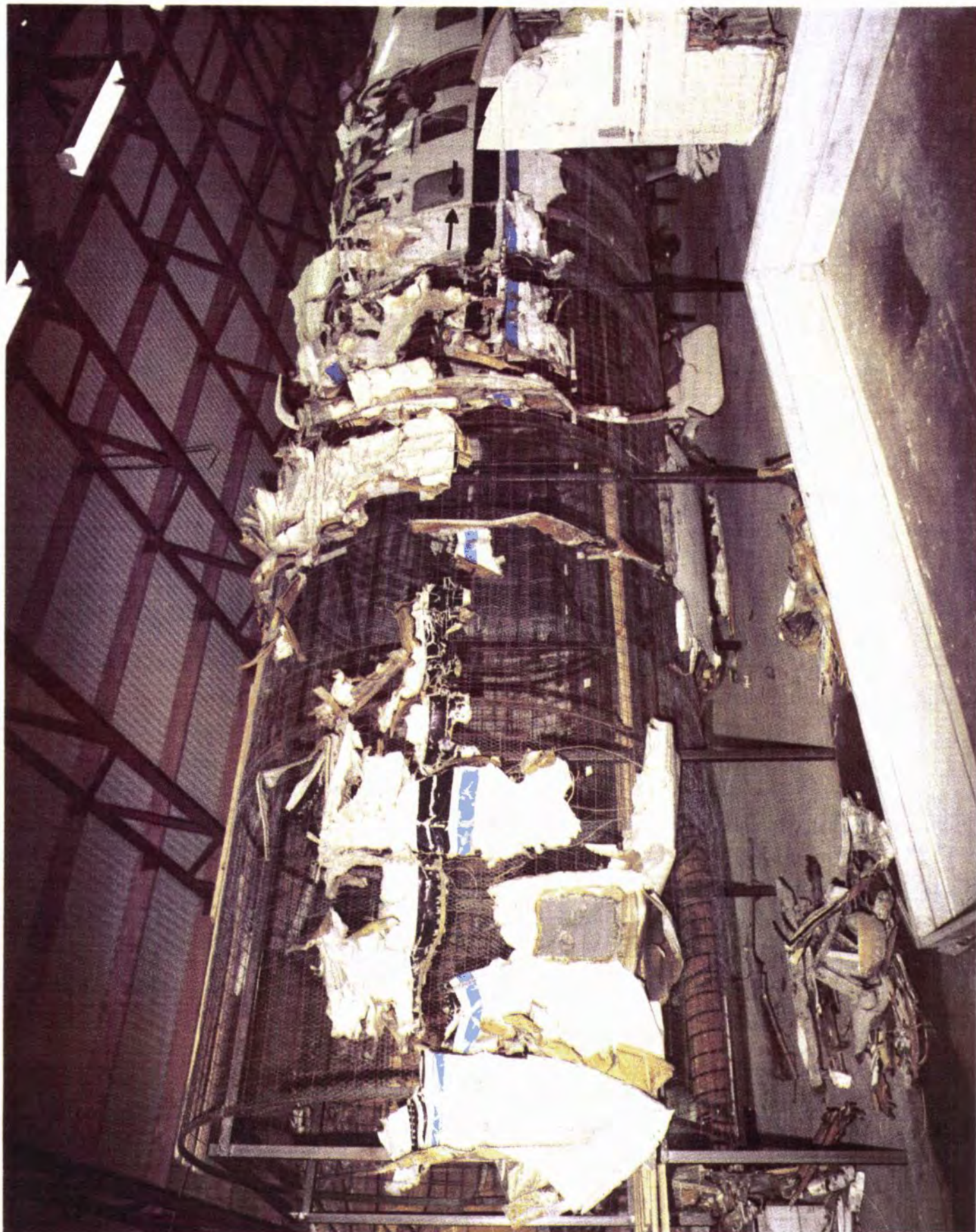


PHOTO (FOTO) 5A

FORWARD, LEFT SIDE OF THE FUSELAGE  
ARROWS POINT AT STA 261  
(VENSTRE SIDE AV SKROGET, FREMRE DEL  
PILENE VISER STA 261)

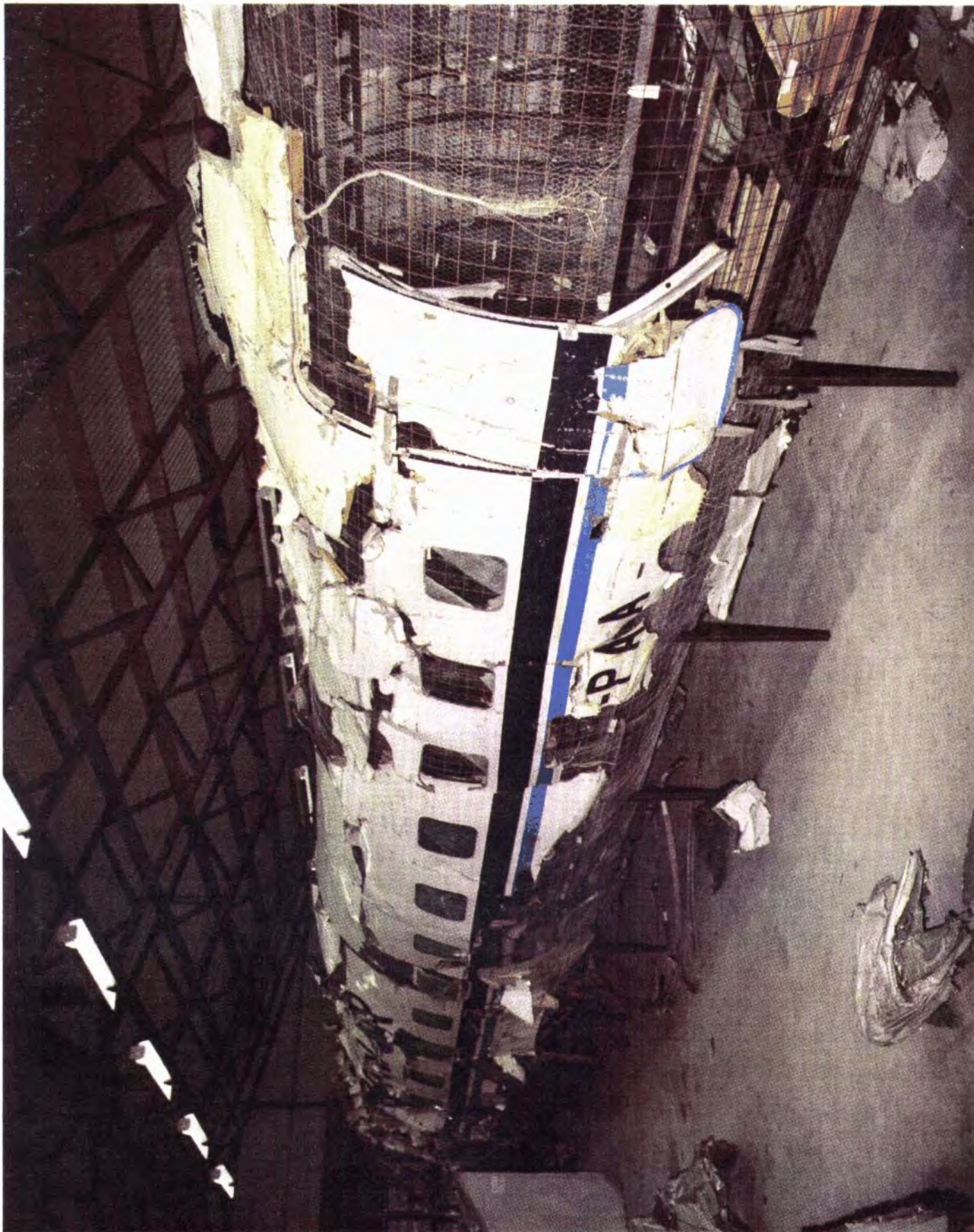


PHOTO (FOTO) 5B

AFT, LEFT SIDE OF THE FUSELAGE  
(VENSTRE SIDE AV SKROGET, BAKRE DEL)



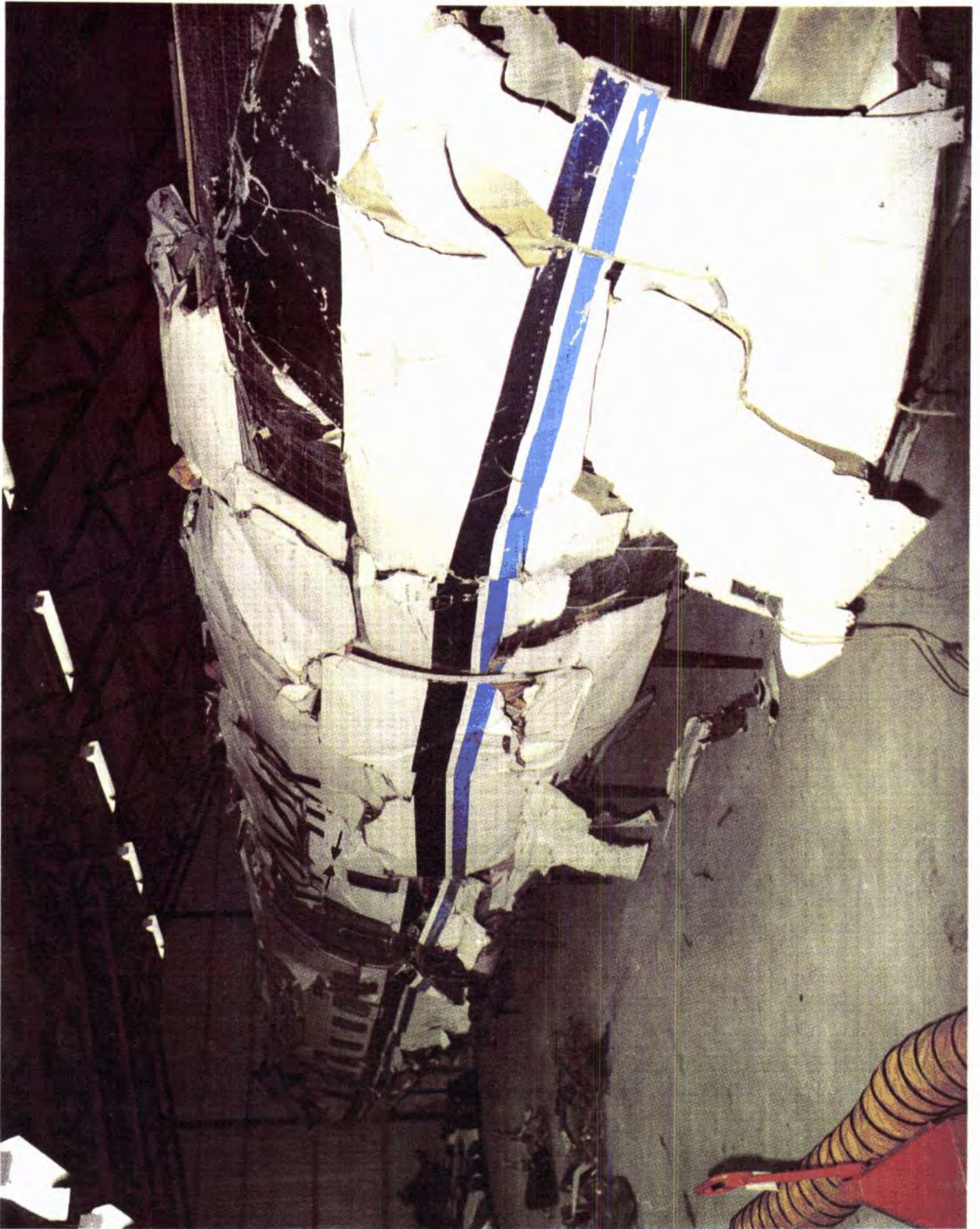


PHOTO (FOTO) 6

FORWARD, RIGHT SIDE OF THE FUSELAGE  
ARROWS POINT AT STA 261  
(HØYRE SIDE AV SKROGET  
PILENE VISER STA 261)

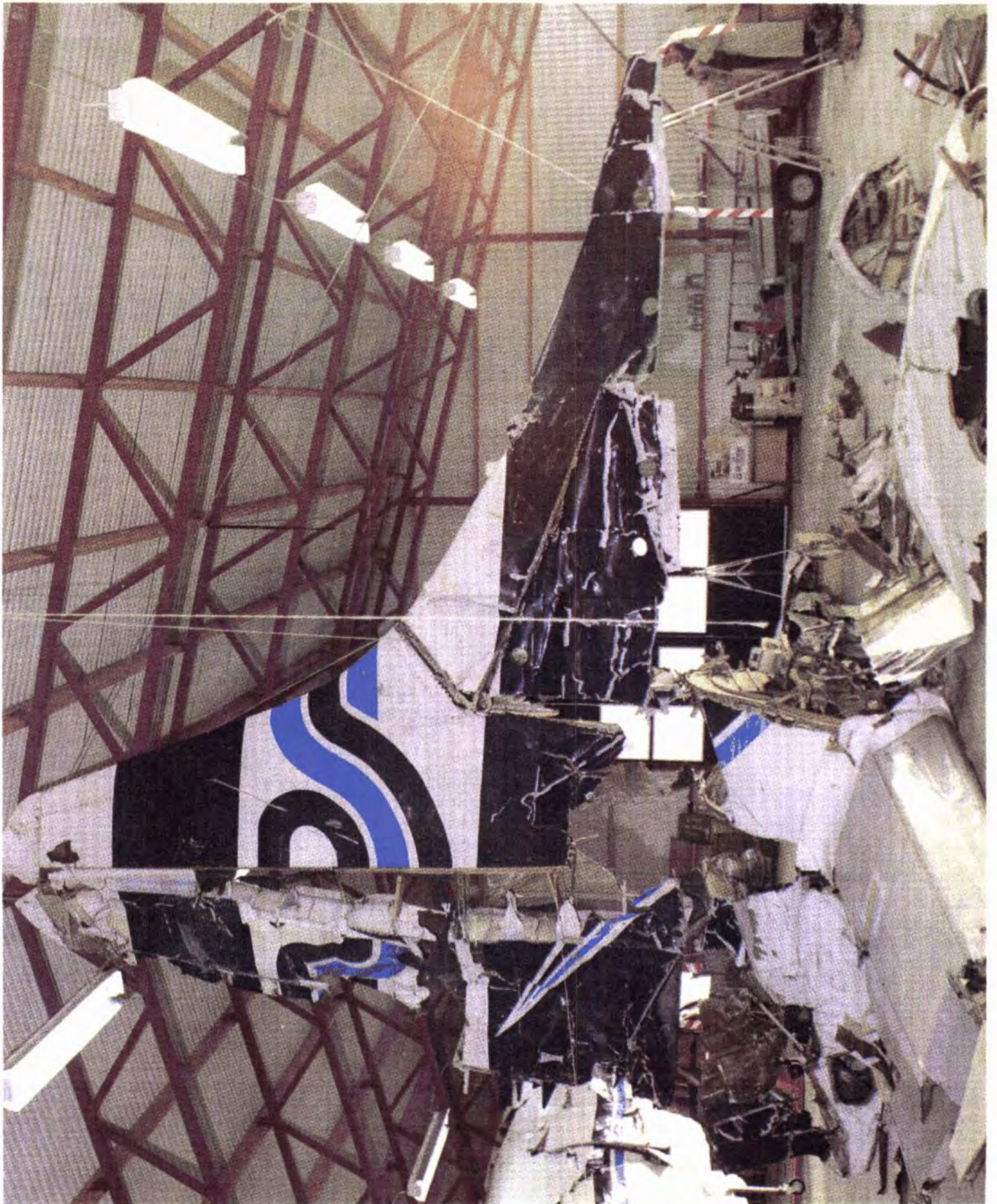


PHOTO (FOTO) 7

RIGHT SIDE OF THE TAILSECTION  
(HØYRE SIDE AV HALESEKSJONEN)



PHOTO (FOTO) 8

LEFT SIDE OF THE TAILSECTION  
(VENSTRE SIDE AV HALESEKSJONEN)



PHOTO (FOTO) 9

LEFT TAILPLANE INCLUDING ELEVATOR  
(VENSTRE HALEFLATE M/HØYDERØR)



PHOTO (FOTO) 10

RIGHT TAILPLANE WITH PIECES OF ELEVATOR  
(HØYRE HALEFLATE M/RESTER AV HØYDERØR)

Høyderorshengslene ble funnet sterkt skadet. Det fremre festet for APU hadde et brudd som var oppstått før anslaget mot sjøen. Festeboltene og foringene til vertikalfinnen hadde unormal slitasje. I tillegg var bakre, venstre bolt løs i foringene. Vertikalfinnen var lite skadet i hudplatene, men sideror og toppdeksel var slått av. Dekkplatene ("shroud doors"), som danner tetning mellom rør og finne, var revet i stykker. Det som danner midtsjiktet i bikake (honeycomb) -konstruksjonen, var separert fra huden over store områder. Merker på rester av dekkplatene viser at siderorets balansevevter hadde slått mot dem slik at de ble slått i stykker.

Sideroret var delt i flere deler.

Haleflaten hadde symmetriske brudd som hadde oppstått under vekslende belastninger. Huden på de gjenværende delene av haleflaten er deformert i diagonal bølgeform. Dette er et sikkert kjennetegn på vekslende vridningsbelastninger. Ytre del av høyre høyderor mangler fortsatt. Tilstanden til deler av rormekanismen er beskrevet under spesielle undersøkelser. Dette gjelder også trykkluft- og ventilasjonskanalen fra APU.

#### 1.12.3.2.4 *Stoler og innredning*

HSL har rekonstruert flyets gulvseksjon. Stolradene på høyre side ble rekonstruert og kunne settes på rett plass. På venstre side manglet to stoler. Dessuten var fire stoler i en slik forfatning at det var usikkert hvor de hadde stått. Galley var trykket inn fra utsiden tilsvarende vannskadene foran stasjon 261. To av servicevognene til servering var lite skadet. Det var et markert skille i skademøsteret lokalisert til gulvpanelkjøten nærmest stasjon 261.

#### 1.12.3.2.5 *Vingene*

De avbrutte yttervingene, som har en lengde på ca 7 m, er lite skadet bortsett fra at vingetippen på høyre vinge var slått løs. Bruddene på de enkelte vingedelene var stort sett like på høyre og venstre vinge. Det er ingen vannskader på vingehuden. Begge bruddene skyldes strekkrefter på hud og stringers på oversiden, og trykkrefter på hud og stringers på undersiden. Undersøkelsene har påvist at vingene brakk som følge av overbelastning under negativ g-påvirkning.

Senterseksjonen av vingen var revet løs fra skroget. Med unntak av ett feste sitter festebrakettene igjen på skrogdelene. Det er store vannskader, spesielt på venstre fremre del av vingen.

Begge motorer var slått løs fra festene. Dette hadde også skadet vingene i nacelleområdet. Senterseksjonen av vingene var revet i flere større deler. Denne delen av vingen var bygd med kraftigere dimensjoner enn den øvrige delen av vingen. Likevel var plater og spant revet over. Skadene medførte at en del mindre deler manglet, men alle vesentlige deler av innervingene ble berget.

#### 1.12.3.2.6 *Understellet*

Alle tre understellsleggene med tilhørende hjul var slått løs fra festene i flyet. Delene var deformerte. Skadebildet på understellet og tilhørende komponenter viste at det hadde vært oppe og låst da havariet inntraff.

#### 1.12.3.2.7 *Propeller og motorer*

Venstre propell og del av reduksjonsgearhuset ble funnet ca 275 m sydsydøst for venstre motor. Alle fire bladene satt fast på navet. Navet satt fast til aksling og fremre del av reduksjonsgearhuset. Bakre del av reduksjonsgæret ble funnet sammen med venstre motor. Blad nr 2 var bøyd bakover

i innfestingen til navet. Innfestingen var ødelagt slik at bladet fritt kunne rotere om lengdeaksen. Ingen av bladene hadde slike vridningsskader som er vanlig, når en propell treffer vann mens den tilføres effekt fra drivakselen.

Høyre propell ble funnet sammen med høyre motor. To av bladene satt på navet. De resterende to var brukket løs og ble funnet i samme område som resten av propellen. Propellnavet var festet til drivakslingen og reduksjonsgearet. Gearhuset var revet løs fra motoren, men det var ikke skadet på tilsvarende måte som venstre motorenhet var.

Venstre motor ble funnet ca 100 m sydvest for området der flyets senterseksjon, høyre motor med reduksjonsgear og andre tunge deler ble funnet. Motoren, som satt over hjulbrønnen, hadde ytre skader som viste at flyets hovedhjul var blitt presset oppover med stor kraft. Motoren hadde ingen tegn til brann eller andre unormale tilstander som kunne ha oppstått før anslaget mot sjøen.

Høyre motor ble funnet med de samme ytre skader som venstre motor, dvs ingen spor av brann eller andre tegn til unormal operasjon. Inntrykkingen fra hovedhjulet var noe mindre enn for venstre motor.

Begge propellene, reduksjonsgearene og motorene ble demontert og inspisert. Disse undersøkelsene ble utført med assistanse fra Allison Gas Turbine Division, Pacific Propeller Inc., Hamilton Standard, Veritec og LFK. Resultatene av disse undersøkelsene er tatt med i pkt 1.16.11.

#### 1.12.3.2.8 Instrumenter

##### - Temperaturindikatorer

Turbine Inlet Temperature (TIT) Indicator fra begge motorene ble funnet og undersøkt.



Indikatorene var av elektromekanisk type, med en ca 2 m lang magnettape som posisjoneres i samsvar med temperaturindikasjonen. Tapen overføres vekselvis mellom to spoler og blir stående i den stilling den har når strømtilførselen til instrumentet brytes.

Undersøkelsen av venstre motors TIT-indikator ga følgende funn:

P/N BH 183, S/N 559.

Måleravlesingen var upålitelig pga. mekaniske skader. Digital avlesing i området 563 °C - 674 °C, analogt 700 °C - 900 °C; varselflagget manglet. Av servo-potensiometertapen var 61 cm på drevsiden og 126 cm på motsatt side.

Høyre motors indikator:

P/N BH 183, S/N 539.

Det var ingen synlige mekaniske skader som skulle kunne gi avvik i måleravlesingen. Digital avlesing ga 853 °C, analog 850 °C. Av servo-potensiometertapen var 62 cm på drevsiden og 126 cm på motsatt side.

Sammenlignende forsøk med en uskadet måler av samme type, viste at fordelingen av tape mellom de 2 spolene i forholdet 61/126 tilsvarte en indikasjon på 850 °C. Dette er normal temperatur ved motorsetting for marsjhastighet.

- Vridningsmomentmåler (torquemeter) for høyre motor ble funnet og undersøkt. Instrumentet var av elektromekanisk type med et potensiometer som drivenhet for indikasjonsmekanismen. Potensiometeret stopper i den posisjon det har når strømtilførselen brytes.

Instrumentets måleområde var fra -1 000 HP til +6 000 HP. Indikasjonsmekanismen ble funnet med 3,75 omdreininger fra minimumstilling. Total bevegelsesfrihet er

10 omdreiningar. Avstand til maksimum indikering var derfor 6,25 omdreiningar. Denne posisjonen tilsvarer en indikasjon på 1 625 HK.

- Begge gjennomstrømningsmålerne for drivstoff (fuel flow meters) ble funnet og undersøkt uten at undersøkelsen ga informasjon av betydning.
- En fartsmåler og en vertikalhastighetmåler (variometer) ble funnet og undersøkt. Instrumenter som påvirkes direkte av lufttrykk gir sjelden pålitelige indikasjoner om tilstanden før eller i havariøyeblikket. Undersøkelsen av disse instrumentene viste at de hadde mekaniske skader som gjorde alle funn upålitelige.
- Cabin Pressure Controller, P/N 102088-416-1, S/N 95-277, ble funnet, demontert og undersøkt.

Det ble funnet 2 sprekker i kontrollenhetens gummimembran. Det var også tegn til sprøhet og aldring. Ved kjøring i trykkammer ble det funnet en sprekk som forårsaket lekkasje i kontrollenhetens reguleringsbelg. Det kunne ikke med sikkerhet fastslås om disse manglene var forårsaket ved havariet, eller om de hadde oppstått ved normal drift. Kontrollenheten var sist verkstedkontrollert 25. mai 1982.

En lekkasje i gummimembranet vil føre til at kabintrykket varierer med samme rate som utvendig lufttrykk. Reguleringen blir derfor ikke i samsvar med innstillingen på kontrollenheten.

En lekkasje i belgen vil føre til at kabintrykket går direkte til maksimalt differensialtrykk. Dette var ifølge vedlikeholdsdokumentene justert til 8,27 "Hg/ 4,02 psi. Normalt maksimum differensialtrykk er for CV-340/580 4,16 psi, med nødutslippsventilen satt til 4,21 psi. Strukturen i trykkabinen var konstruert med

8,9 psi som "ultimate" differensialtrykk. Med korrekt innstilling beholder man normalt trykket ved havoverflaten inne i kabinen opp til 8 900 FT flyhøyde. 22 900 FT flyhøyde vil gi en kabinhøyde tilsvarende 10 000 FT.

#### 1.12.4 Andre funn

1.12.4.1 Under de tekniske undersøkelser ble det funnet to fuglefjær som henledet oppmerksomheten mot muligheten for kollisjon med fugl. Undersøkelsen av fjærene er behandlet i pkt 1.16.9.

#### 1.12.5 Foreløpige resultater av de tekniske undersøkelser

1.12.5.1 Etter de generelle tekniske forundersøkelser ga følgende områder grunn til ytterligere tekniske undersøkelser:

- skader på høyderorshengsler
- slitasje/korrosjon/skade på festebolter og hylser for feste av vertikalfinne til skrog
- undersøkelse av propeller og motorer
- brudd på feste for APU
- APU røropplegg og brannslukningsutstyr
- eventuell systemfeil i krets for venstre vekselstrøms-generator
- svakheter i skroget som følge av sprekker i spant og stringers eller svikt i kabinvinduene
- skader på vertikal- og dorsalfinne samt på sideror

Disse undersøkelsene er sammenfattet i pkt 1.16.

#### 1.13 MEDISINSKE FORHOLD

1.13.1 HSLs medisinske sakkyndige deltok ved den initielle identifikasjonen av de omkomne i kaihallen i Hirtshals. Arbeidet med identifisering og obduksjon fortsatte ved patologisk avdeling ved sykehuset i Hjørring og ved Retsmedicinsk

Institut ved Universitetssygehuset i Aarhus. Delrapporten fra den sakkyndige bygger på de fullstendige rapportene vedrørende obduksjonen. Obduksjonen ble begjært av politimesteren i Hjørring etter anmodning fra HSL via norsk politi.

#### 1.13.2

##### De omkomne

Samtlige besetningsmedlemmer ble funnet og positivt (dvs. éntydig) identifisert. Av de 50 passasjerene ble 45 funnet. Alle ble positivt identifisert.

Kort tid etter ulykken ble 31 av de ombordværende funnet flytende i sjøen. Fordi de patologiske funn i denne gruppen adskilte seg endel fra de funn som ble gjort hos de øvrige omkomne, betegnes de i det etterfølgende som gruppe I.

Majoriteten av de øvrige omkomne, i det følgende betegnet som gruppe II, ble funnet i løpet av de ukene bergingsaksjonen varte. Noen ble funnet på sjøbunnen under søket etter vrakdelene. Noen drev i land på nærliggende deler av kysten. Denne gruppen bestod av 19 personer og omfattet de 3 besetningsmedlemmene i cockpiten samt 16 passasjerer. Den siste personen i denne gruppen ble funnet og identifisert 8 måneder etter ulykken.

#### 1.13.3

##### Gruppe I

Gruppe I bestod av de 2 kvinnelige besetningsmedlemmer samt 20 mannlige og 9 kvinnelige passasjerer. Alle var omkommet øyeblikkelig som følge av multiple skader. Det ble spesielt lett etter tegn på brann- eller eksplosjonsskader eller innslag av løse propellfragmenter. Det ble ikke funnet skademønstre svarende til dette. Det ble heller ikke gjort funn av betydning med hensyn til alkohol eller medikamenter. Analyse av maveinnholdet viste at passasjerene hadde inntatt, eller var i ferd med å innta, et lett måltid på ulykkestidspunktet.

15 av de 31 (men ikke de 2 besetningsmedlemmene) hadde impresjonsmerker av setebeltet, svarende til at de måtte ha vært utsatt for en plutselig oppbremsning ombord i flyet. To av de omkomne hadde punktformige lesjoner i det øvre kroppsavsnittet, forårsaket av et innslag av en partikkelbygge av små røntgentette fragmenter. Funnene ble også analysert av politiets eksperter. De tolkes ikke som en detonasjons-/eksplosjonsskade, men tentativt som resultat av en skrogfragmentering.

Over  $\frac{1}{3}$  av de omkomne i denne gruppen hadde skademønster og funn ved bekledning som tidligere har vært observert i forbindelse med frittfall-ulykker.

#### 1.13.4

##### Gruppe II

Denne gruppen omfattet cockpitbesetningen på 3 og de 16 passasjerer (11 menn og 5 kvinner) som ble funnet i ukene og månedene etter havariet.

Ved anslaget mot sjøen var begge flygerne og flyteknikeren på sine respektive plasser i cockpit. De fikk skader svarende til dette ved sammenstøtet denne delen av flyet hadde mot havoverflaten. Flystyrmannen, i høyre cockpitstol, hadde store bruddskader i høyre hånd. Dette var typiske skader som sees når hånden f.eks. holder på flyets kontroller ved anslag. I hans mavesekk ble det funnet en helt ubeskadiget, spissendet tannstikker. Det antas kun mulig å svelge en slik gjenstand refleksartet ved et plutselig "støkk". Følgelig antas det at besetningen opplevet et plutselig avvik fra normale flyforhold.

#### 1.13.5

##### Den sakkyndiges konklusjon

##### 1.13.5.1

Det ble ikke funnet spor av karbonmonoksyd, alkohol eller medikamenter hos flyets besetning. Det var ikke tegn til forutgående sykdom eller helsesvekkelse. Det var heller ikke skader som kunne tyde på eksplosjon f.eks. fra flyets oksygenflaske montert i cockpit.

1.13.5.2 Alle i gruppe II, både besetning og passasjerer, omkom momentant pga. store indre skader. For passasjerenes vedkommende var skadene gjennomgående mindre omfattende enn innen gruppe I. Dette, samt de tekniske funn vedrørende bekledning osv., antas å henge sammen med at disse omkomne fulgte med flyet ned til havoverflaten.

#### 1.14 BRANN

Det er ikke funnet tegn til brann ombord.

#### 1.15 OVERLEVELSESMULIGHETER

Det var ikke mulig å overleve dette havariet.

#### 1.16 SPESIELLE UNDERSØKELSER

##### 1.16.1 Oversikt over tekniske undersøkelser foretatt av institusjoner utenfor HSL

##### 1.16.1.1 *Undersøkelser utført av Veritec*

Rapport nr	Tittel	Dato avgitt
VT 333 (brev)	Visuell inspeksjon av brudd i ytre del av vingene	16.11.89
89-3480	Examination of fuselage section from wrecked a/c Convair C 580, LN-PAA	17.01.90
89-3506	Examination of propellers from the wrecked a/c Convair C 580 LN-PAA	02.02.90
90-3015	Examination of main engines from wrecked a/c Convair C 580, reg. LN-PAA	07.03.90

90-3123	Examination of five fragments found to have penetrated the skin of human bodies, aircraft accident, LN-PAA	04.04.90
91-3012	Examination of cabin floor panels, seat position rails and passenger seat installations from wrecked a/c Convair 580, reg. LN-PAA	04.03.91
91-3040	Examination of the tail section and the empennage installations from the wrecked a/c Convair CV 340/580, reg. LN-PAA. Volume I - Text Volume II - Figures	18.06.91
91-3074	Examination of the main wing attachment towards the fuselage for the wrecked a/c Convair CV 340/580, LN-PAA	19.09.91
91-3083	Estimation of the vertical downward motion and water impact velocity for the cockpit voice recorder (CVR) of the a/c Convair 580, LN-PAA	21.02.91
91-3089	Examination of fracture surfaces and weld repair performances for the broken APU bleed air duct, wrecked Convair C 580, reg. LN-PAA	17.04.91
91-3286	Examination of fractures found at the lower front spar attachment of the L/H horizontal stabilizer, Convair CV 340/580, LN-PAA	20.09.91
91-3295	Examination of fragments found in soft drink cans from the wrecked a/c Convair CV 340/580, LN-PAA	03.12.91
91-3487	Visual examination of the wing breakage for the wrecked aircraft Convair 340/580, LN-PAA	31.12.91
91-3488	Examination of bushing for the connecting bolts of the vertical stabilizer, Convair CV-340/580, LN-PAA	18.11.91

## Muntlige rapporter med bildedokumentasjon:

Examination of indentation damages found on the main entrance stairway installation, Convair 340/580, LN-PAA.	09.05.90
Examination of indentations and deformation damages located to the copilot's sliding window, Convair 340/580, LN-PAA.	26.04.91

1.16.1.2 *Undersøkelser utført av SINTEF*

Rapport nr	Tittel	Dato avgitt
STF34F90064	Brudd i motorfeste	07.04.90
Uten nr	Undersøkelse av sveis i avgassrør	05.03.91
STF34F90040	Brudd i festeplate	12.03.90

1.16.1.3 *Undersøkelser utført av Luftforsvarets Forsyningskommando*

Rapport nr	Tittel	Dato avgitt
891010.010	Planetgear, sprekker	10.10.89
891011.005	Propellerfester, bruddflater	11.10.89
891012.001	Motordeler fra havari, Partnair foreløpig rapport	12.10.89
891017.004	Brannkammer, sprekker	17.10.89
891020.037	Gear, sprekk	20.10.89
891212.017	Undersøkelse av plastliggende stoffer	12.12.89
900307.004	Elektriske kabler	07.03.90
900314.001	Identifisering av maling	14.03.90
900319.001	Elektriske kabler, Partnair	19.03.90
900321.004	Elektriske kabler, Partnair	21.03.90
900417.001	Elektriske kabler, Partnair	17.04.90
900424.002	Mekanisk stengeventil for bensin, Partnair	24.04.90



900530.005	Undersøkelser av brudd i fremre og bakre motorfeste til APU/Partnair	30.05.90
900622.002	Brudd i stengemekanisme på vinduslist	22.06.90
901126.003	Mekanisk stengeventil for bensin, Partnair	26.11.90
901126.005	Analyse av plastlignende stoffer	26.11.90
901203.001	Elektriske kabler, Partnair	03.12.90
910214.011	Brudd i rør tilknyttet APU	14.02.91
910304.001	Brudd i rør tilknyttet APU	04.03.91
910615.001	Analyse av belegg i kompressor APU/Partnair	15.06.91

1.16.1.4 *Undersøkelse utført av Statoils petrokjemiske laboratorium, Bamble*

Rapport nr	Tittel	Avgitt dato
901126.005	Analyse av plastdeler tilleggsrapport fra fly	13.11.90

1.16.1.5 *Undersøkelser fra Senter for Industriforskning*

Rapport	Tittel	Avgitt dato
430-1411	Identifikasjon av drivstoffprøve fra fly ved hjelp av kjemisk analyse	26.10.89

1.16.1.6

Rapport	Tittel	
BSCE 20/WP35	Undersøkelse foretatt av Zoologisk museum, Oslo, se 1.16.10	udatert 90

### 1.16.2 Skade på høyderorshengsler

Under de tekniske undersøkelsene ble indre, høyre høyderorshengsel funnet med store skader. Selve hengselbolten var forsvunnet. Ankermutteren bolten hadde vært skrudd inn i, var avrevet slik at gjengepartiet hadde fulgt med bolten. Hengselbraketten ble nærmere undersøkt i Veritecs laboratorium. Det ble påvist tegn til at braketten hadde vært utsatt for sterk vibrasjon ved at begge hullene for foringene til hengselbolten var kraftig deformert. Det hadde vært en betydelig sammenklemming av materialet på en slik måte at hullene var blitt ovale mot slutten av deformasjonsforløpet (foto 11).

De indre seksjonene av venstre halvdel av høyderoret, som HSL fikk i sin varetekt først sommeren 1992, manglet både hengselbrakett og hengselpinne. Også på denne siden var ankermutteren avrevet slik at gjengepartiet manglet.

Det er kjent at høyderorshengslene har vært et problemområde for denne flytypen. Ved en gjennomgang av tilgjengelig dokumentasjon og informasjon mottatt fra flyfabrikanten, fremkom følgende opplysninger:

- I 1954 utga General Dynamics, Convair Division, Newsletter No 247, som påla brukerne å inspisere og eventuelt reparere hengslene.
- En gjennomgang av diverse service-rapporter viste at CV-340/440-fly med stempelmotorer aldri hadde hatt vibrasjonsproblemer pga. slitte høyderorshengsler. Alle funn av unormal slitasje hadde skjedd i forbindelse med vedlikehold.
- Service-rapporter fra fly drevet av turbinmotorer viste at alle funn av unormal slitasje var gjort i forbindelse med rapporter om vibrasjon under flyging. Vibrasjonene hadde alltid skjedd ved høy hastighet, og hadde alltid opphørt ved lavere hastighet.

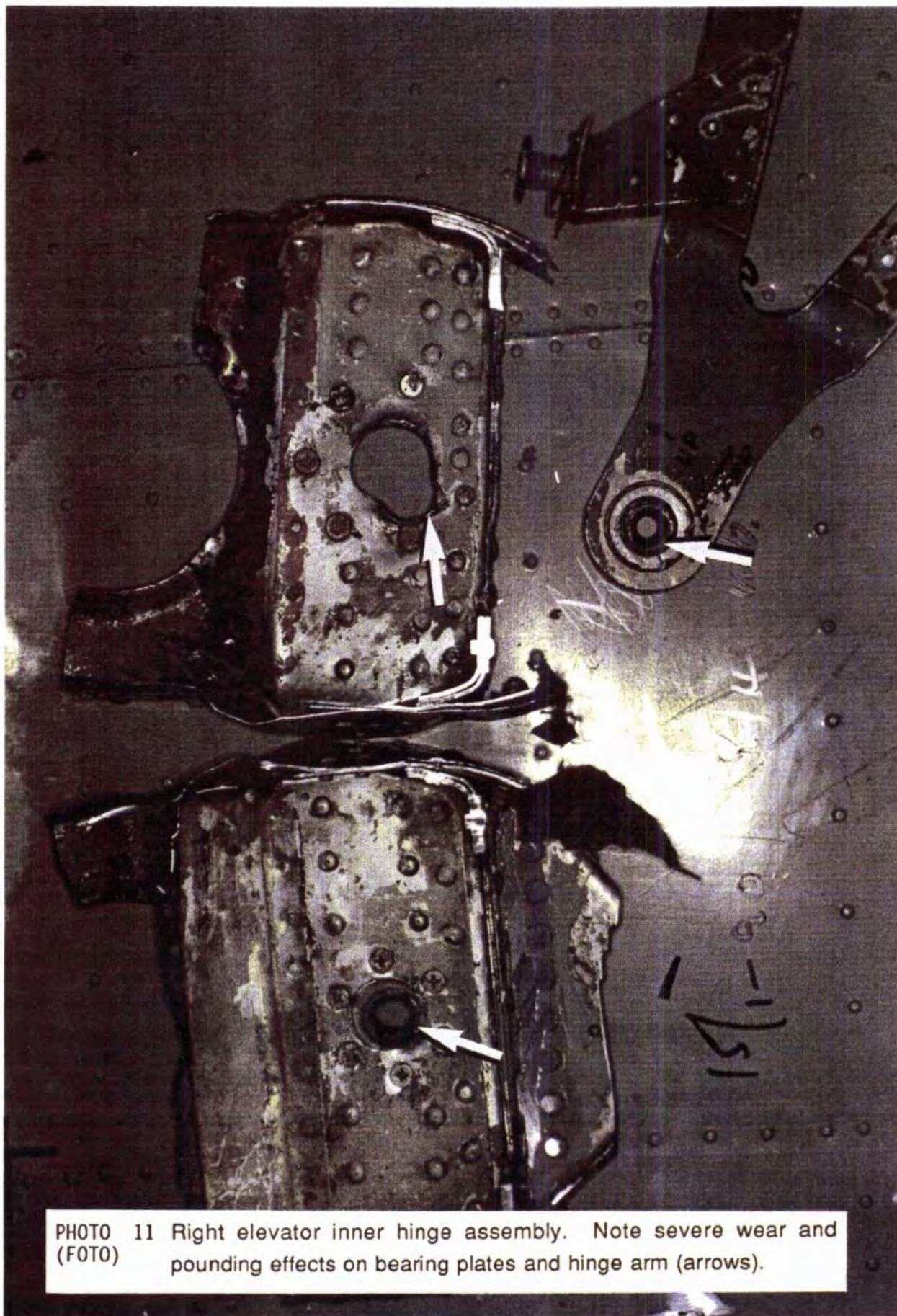


PHOTO 11 Right elevator inner hinge assembly. Note severe wear and (FOTO) pounding effects on bearing plates and hinge arm (arrows).

- I et rapportert tilfelle oppstod så sterke vibrasjoner under akselerasjon fra den hastigheten flyet hadde hatt under stigning til oppnådd marsjfart, at fartøysjefen fryktet at flyets struktur kunne bli skadet. Fartøysjefen mistenkte først at vibrasjonene skrev seg fra en av motorene. Han stoppet den ene motoren uten at dette hadde noen innvirkning. Motoren ble startet igjen, og fartøysjefen bestemte seg for å returnere til avgangsstedet. Da han reduserte motoreffekten, og flygehastigheten avtok til ca 170 KT, opphørte vibrasjonene.
  
- Av 18 rapporterte tilfeller skrev 15 seg fra feil ved hengslene på venstre side. I to tilfeller var ikke siden angitt. I ett tilfelle var det unormal slitasje på høyre sides hengsler.

Det er kjent fra tidligere at hengslene på venstre side utsettes for størst påkjenning pga. turbulens forårsaket av luftstrømmen fra propellene.

På grunn av de konstaterte vibrasjonsproblemene var det av stor interesse å bringe på det rene hva som ble gjort med disse hengslene under siste D-sjekk hos KFC. Gjennomgangen av ettersynsdokumentene viste at både høyderors- og siderorshengslene var inspisert. Arbeidet var kvittert ut og kontrollert 18. juli 1989. Flygetiden var 36 883 t. I tillegg var det notert på dokumentet: "No defect found/noted".

På inspeksjonskortet for SID-inspeksjonen er det under punktet "Elevator and rudder hinge support structure attach flanges", påført en anmerkning med følgende ordlyd "No defects found". Vedlikeholdsunderlaget beskriver denne inspeksjonen som visuell.

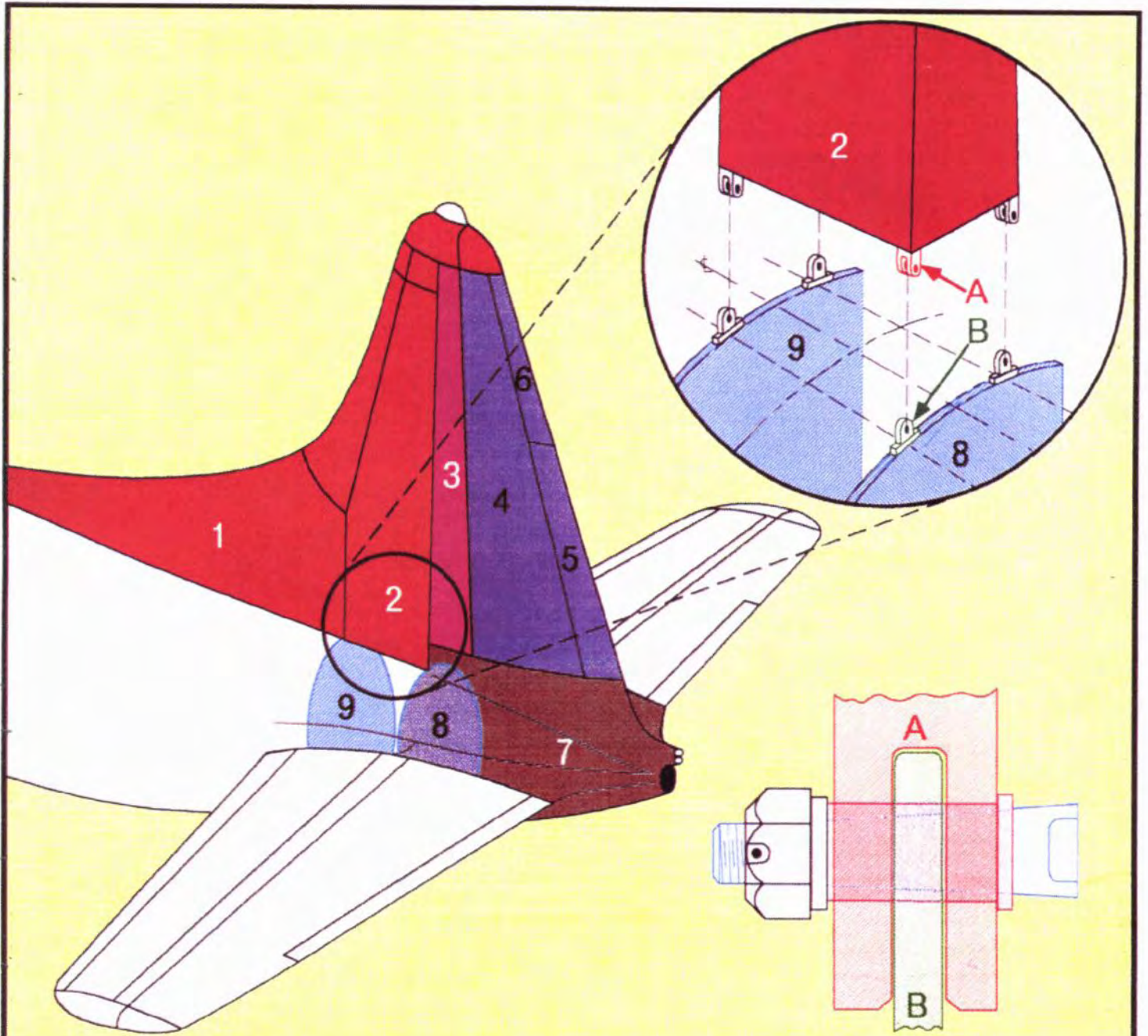
### 1.16.3 Undersøkelse av slitasje/korrosjon/skade på feste mellom vertikalfinne og skrog

1.16.3.1 Den vertikale finnen var revet løs fra skroget ved at overbelastningsbrudd hadde oppstått i de fire vinkelprofilene av aluminium, som finnens festeører er forbundet med. Brudd hadde oppstått 40-60 cm over festeørene. Den bakre, høyre braketten var også brukket av i festeørene. De tre andre brakettene var fortsatt forbundet til stålbraketten i skroget. Under de generelle undersøkelsene av skroget ble det konstatert at bakre, venstre innfesting var helt løs og viste tegn til unormal slitasje. Dette førte til en mer inngående undersøkelse av samtlige fire fester. Undersøkelsene ble utført av Veritec og AIR.

1.16.3.2 Hvert feste består av en aluminiumsbrakett på finnen som er boltet til en stålbrakett på skroget. Aluminiumsbraketten har to ører som passer på hver side av stålbrakettens ene øre (figur 3). Begge brakettene kan være utstyrt med innvendige foringer av stål. På dette flyet var bare aluminiumsbraketten utstyrt med slike foringer. Festeboltene består av en konisk bolt av stål som er montert i en stålhylse. Innvendig er hylsen konisk med samme form som boltene. Utvendig er den sylindrisk. Hylsen har i tillegg en langsgående spalte som gjør at den kan ekspandere når boltene trekkes inn i hylsen. Hensikten med denne konstruksjonen er å gi presspasning i innfestingen og dermed eliminere all bevegelse i forbindelsen mellom finne og skrog.

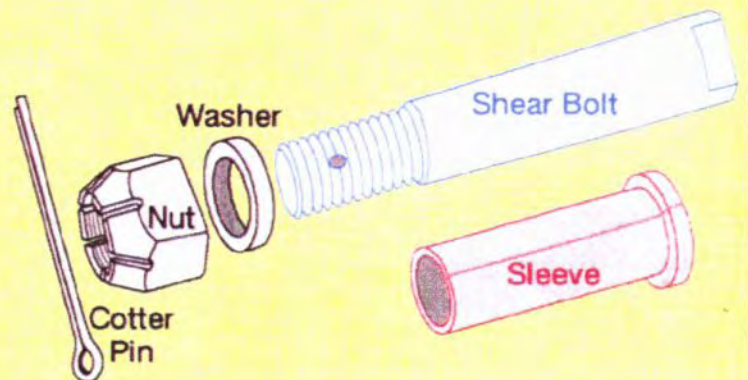
1.16.3.3 Ved den undersøkelsen Veritec utførte, ble det påvist at det bakre, venstre festet viste tegn til "fretting" (bevegelseskorrosjon/erosjon) mellom boltene og hylsen. Det var også sterk utvendig slitasje av hylsen. Dessuten tilfredsstilte ikke hylsematerialet Convairs krav til hardhet. Kravet er 390 (HV5). Hylsen fra det bakre, høyre festet hadde korrekt hardhet.

Senere undersøkelser hos AIR avdekket at også de to fremre festeboltene med tilhørende hylser ikke tilfredsstilte spe-



**LEGEND**

- 1 Dorsal fin
- 2 Vertical stabilizer interspar box
- 3 Vertical stabilizer shroud door
- 4 Tail rudder
- 5 Tail rudder flight tab
- 6 Tail rudder trim tab
- 7 Tail cone (with APU)
- 8 & 9 Bulkheads supporting stabilizers
- A Attachment fitting on vertical stabilizer
- B Attachment fitting on fuselage bulkhead



**FIG. 3**

**TAIL & FIN ATTACHMENT SKETCH  
PARTNAIR CONVAIRE 580, LN-PAA**

sifikasjonene. Hardheten var mellom 200 og 230 (HV5). En hardhet på 200 - 230 tilsvarer en strekkholdfasthet på ca 100 000 psi. Convairs spesifikasjon til hardhet tilsvarer en strekkholdfasthet på 160 000 til 180 000 psi.

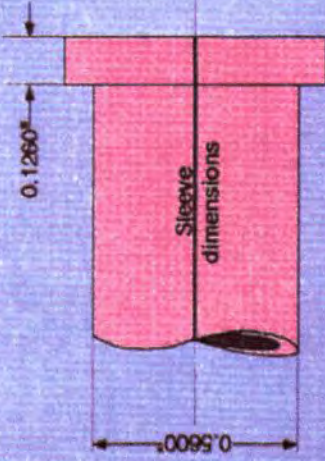
Kontrollmåling av foringene montert i aluminiumsørene til bakre, høyre festebrakett viste betydelige avvik i dimensjonene mellom fremre og bakre foring. Avviket i utvendig diameter var ca 0,013" og forskjellen i innvendig diameter var ca 0,018" (figur 4). Ved framstilling av foringer er maksimalt tillatt avvik 0,001" .

Bakre, høyre hylse viste tegn til hard presspasning i den sonen som var inne i stålbraketten. De ytre sonene viste tegn til fretting. De tre andre hylsene hadde tegn til fretting utvendig. Fremre, høyre hylse hadde en sone med fretting på midten som hadde større bredde enn tykkelsen på stålbraketten den var montert i (foto 12).

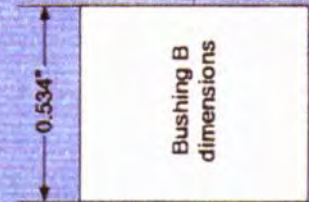
Undersøkelsene utført av Veritec viste at de fire festeboltene hadde vært utsatt for belastning i ulike retninger. Fremre, høyre bolt var plastisk deformert av vridningskrefter overført fra innfestningen.

1.16.3.4 Vedlikeholdsdokumentene viser at bolter og hylser ble skiftet i samsvar med Allegheny Airlines Airframe Overhaul Manual 55-50-301 før PAS overtok flyet i 1986. Arbeidet ble utført av KFC. Det ble ikke gjort noe mer med festene til vertikalfinnen før flyet kom tilbake til KFC for ettersyn i 1989. Det hadde imidlertid vært utført vanlig rutineetter-syn.

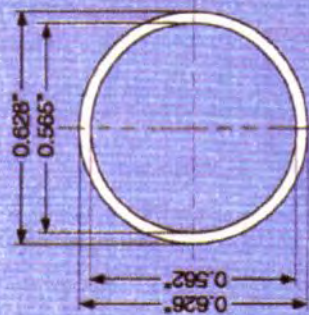
Vedlikeholdsdokumentasjonen angir ikke opprinnelsen til de delene som ikke tilfredsstilte spesifikasjonene. KFC har på spørsmål fra HSL opplyst at de før 1987 ikke hadde noe registreringssystem som gjør det mulig å finne tilbake til leverandøren av disse delene. I 1987 innførte verkstedet et system som gjør det mulig å spore monterte deler til pro-



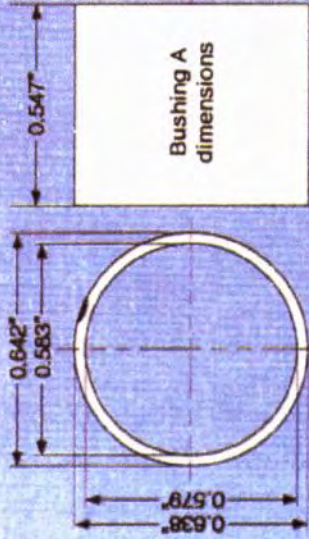
Sleeve dimensions



Bushing B dimensions



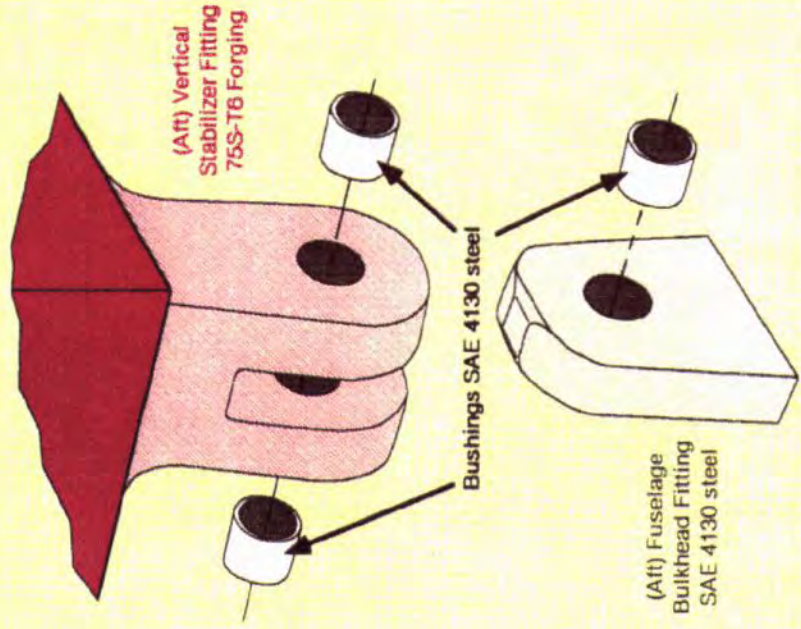
Bushing A dimensions



**MEASURED DIMENSIONS OF THE AFT RIGHT VERTICAL STABILIZER ATTACHMENT BUSHINGS AND SLEEVE FROM LN-PAA**

**BUSHING REQUIREMENTS FROM THE CONVAIR OVERHAUL MANUAL**

1. All forward fitting holes are of equal dimensions and all aft fitting holes are of equal dimensions
2. One or both stabilizer fitting lugs may be reamed over-sized and bushed
3. Make bushings from SAE 4130 steel, heat treat 125,000 to 140,000 psi and cadmium plate per Federal Specification QQ-P416. Dimensions to be met after plating
4. I.D. and O.D. of bushings to be parallel and concentric within 0.003"
5. Length of bushing to be 0.010±0.005" less than thickness of fitting
6. Break all sharp edges 0.015 inch and install bushings with wet prime
7. See Table for minimum oversize hole permissible. Increased hole sizes may be made in increments of 0.010 inch up to values shown for maximum oversize permissible



FITTING	MINIMUM OVERSIZE PERMISSIBLE		FIT: BUSHING TO FITTING		MAXIMUM OVERSIZE PERMISSIBLE	
	REAM	BUSHING DIAMETER	MIN	MAX		
FORWARD	STABILIZER	OUTSIDE +0.0005 0.8140 -0.0005	INSIDE +0.0005 0.7500 -0.0000	0.0005	0.0015	0.8405
	FUSELAGE	+0.0005 0.8125 -0.0000	+0.0005 0.7500 -0.0000	0.0005	0.0025	0.8130
AFT	STABILIZER	+0.0005 0.6250 -0.0000	+0.0005 0.5625 -0.0000	0.0005	0.0015	0.6530
	FUSELAGE	+0.0005 0.6250 -0.0000	+0.0005 0.5625 -0.0000	0.0005	0.0025	0.6255

**FIG. 4 VERTICAL STABILIZER BUSHING & SLEEVE DIMENSIONS & SPECIFICATIONS SKETCH; PARTNAIR CONVAIR 580, LN-PAA**



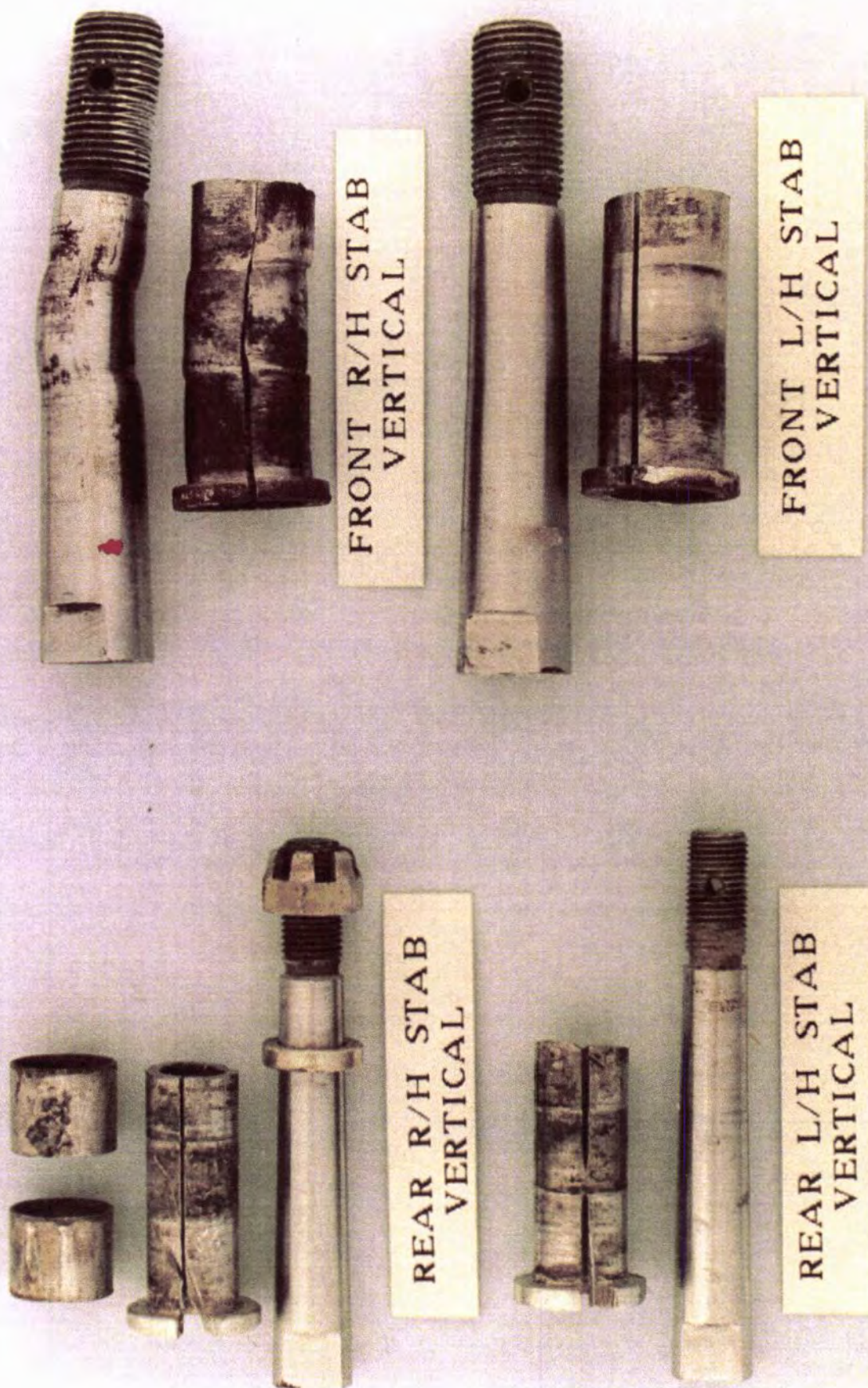


PHOTO (FOTO) 12

SHEAR PINS, SLEEVES AND BUSHINGS FROM LN-PAA FOR VERTICAL STABILIZER ATTACHMENT (BOLTER, HYLSE OG FORINGER FRA LN-PAA FOR FESTE AV VERTILKALFINNEN TIL SKROGET)

duksjonsserie og leverandør. Siden 1984 har verkstedet benyttet bolter og hylser fra fem forskjellige leverandører. Boltene og hylsene er forutsatt produsert i samsvar med flyfabrikantens tegninger og spesifikasjoner med hensyn til materiale, dimensjoner, overflatebehandling, herding og bruddfasthet.

- 1.16.3.5 Undersøkelsen av roroverføringsmekanismene i haleseksjonen ble foretatt både av Veritec og AIR. Begge undersøkelsene konkluderte med at høyderoret måtte ha oscillert voldsomt - langt ut over det normale bevegelsesområdet. Det angis at disse bevegelsene måtte ha vart over 40 sek. Dette er beregnet ut fra antatt frekvens og antall synlige slipe-merker på "torque-tube" (foto 13 og 14).

1.16.4 Eventuelle svekkelser i skroget pga. sprekker i spant, "stringers" og vinduer

- 1.16.4.1 Meget tidlig i de tekniske undersøkelsene av skroget ble mulige svekkelser i strukturen vurdert som en årsaksfaktor. Grunnet for denne antagelsen var flyets alder, og mange forskjellige operatører. Dessuten viste loggpapirene at det bl.a. under D-sjekk nr 3 i 1989 var funnet sprekker i spant og "stringers" på skroget.

Veritec ble gitt i oppdrag å undersøke de delene av skroget der det så ut til å være dårlig utførte reparasjoner. Veritec-rapport nr 83-3480 av 17. januar 1990 viser at det ble funnet reparasjoner som ikke var i overensstemmelse med Convairs underlag (bl.a. SB 53-15 regarding hole damage, plugging and riveting).

- 1.16.4.2 Ingen av de stedene der det ble funnet utilfredstillende reparasjoner, viste tegn til utmatting.

Det har ikke vært mulig å fastslå hvilke av disse reparasjonene som var resultater av de funn som ble gjort under D-sjekken i 1989, og hvilke som var reparasjoner fra tidli-

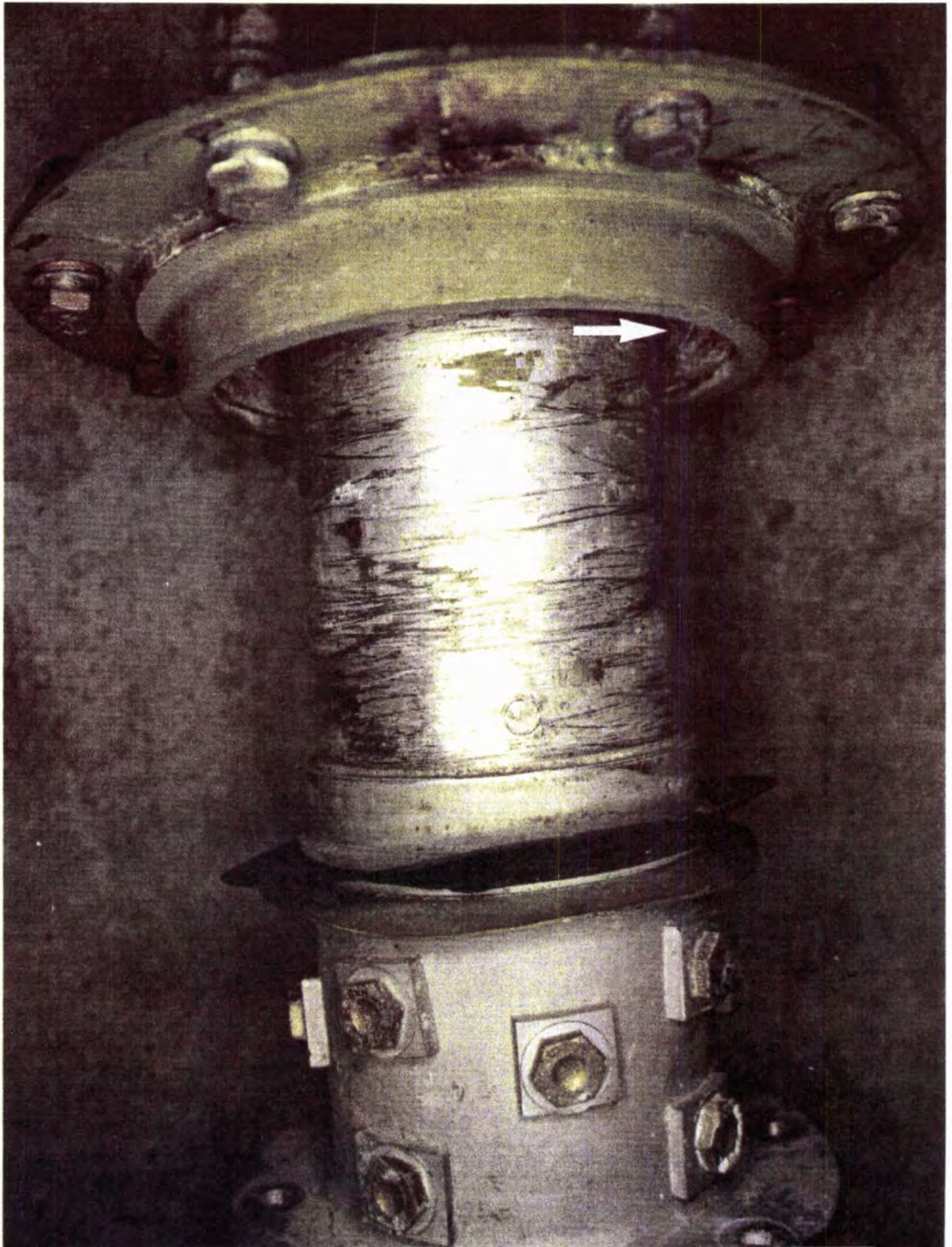


PHOTO 13 Fully displaced (outboard) retainer collar reveals 3" zone of severe scoring on torque tube. The scoring was caused by abnormal rotation of the retainer collar inner land (arrow) against the tube.



PHOTO 14  
(FOTO)

Clearly exhibits the extensive scoring. Note the circumferential length and angles of the score marks well in excess of the normal 35° of elevator travel. Some marks are up to 90° of the circumference.

gere vedlikehold. Det er imidlertid sikkert at de fleste reparasjonene var av eldre dato.

HSL kan derfor ikke fastslå med sikkerhet hvem som utførte den enkelte reparasjon eller når de var foretatt.

- 1.16.4.3 Under diskusjoner om svekkelser i skroget ble det framsatt teorier om at vinduene i passasjerkabinen på et fly av denne type kunne være et svakt punkt. Rekonstruksjonen av skroget viste at de aller fleste vinduene var sprukket og i noen tilfeller slått i stykker, slik at deler av glasset fremdeles satt fast i rammene.

Det var derfor av betydning å få vite hvor meget et vindu av denne typen kunne motstå av innvendig trykk før det sviktet. Dessuten ønsket kommisjonen en referanse som kunne si noe om hvilket sprekkemønster innvendig overtrykk ville gi.

Et representativt vindu m/ramme ble skaffet fra en kondemneret Convair 440. LFK forarbeidet en innretning hvor rammen og vinduet kunne spennes fast og utsettes for innvendig, målbart, hydraulisk trykk.

Testen viste at dette vinduet tålte 19 psi før det sviktet. Kommisjonen mener dette var tilnærmet representativt for det trykket vinduene i LN-PAA sannsynligvis tålte. Sprekkemønsteret i testvinduet viste seg å bli forskjellig fra det som kan sees på LN-PAA. Mønsteret antok en sirkulær form mens flyets vinduer har lineære, diagonale sprekker. Dette indikerer at kreftene som virket under havariet og testen, var vesentlig forskjellige.

#### 1.16.5 Undersøkelse av propeller og motorer

Undersøkelsen ble utført i regi av HSL med assistanse fra LFK, Veritec, SINTEF, Allison, Hamilton Standard og Pacific Propellers. Undersøkelsene hadde som formål å avdekke mulige mangler som kunne føre til feilfunksjonering, og så

nøyaktig som mulig fastslå tilstanden ved anslaget mot havoverflaten. Det ble utført nødvendig demonteringskontroll av aktuelle komponenter og systemer, visuell inspeksjon og metallurgiske analyser.

1.16.5.1 Ved demonteringen av venstre motors kompressor og turbin ble det bare funnet skader på bladene over en sektor på ca 60°. Motsvarende skader på statordelen viste at rotoren bare hadde fått skader i den nedre delen av motoren.

Fremre ende av turbinakslingen var forbundet med kompressoren ved splines som overfører vridningsmomentet mellom turbin og kompressor og reduksjonsgear. Akslingen var deformert i sonen ved inngrepet for splines. Deformasjonen skyldtes overbelastning i vridningsmoment, og hadde positiv dreieretning, dvs. som ved overføring av energi fra turbin til kompressor og reduksjonsgear.

Hoveddrevet i reduksjonsgearet viste overbelastningsmerker på 42 av i alt 101 tenner. Det var mest markert på de 18 siste tennene før drevene hadde gått ut av inngrep. Merkene var forårsaket av et unormalt trykk mellom pinion gear og hoveddrev.

Sikkerhetskoblingen, som skal frigjøre forbindelsen mellom propeller og motor ved overføring av energi fra propell til motor, var ikke utløst.

Vridningsmomentgiveren hadde skader på tennene forårsaket av rotasjon i en kort periode med unormale påkjenninger. Ved det siste anslaget satte tennene av distinkte merker uten tegn til rotasjon.

Det ble ikke funnet tegn til mekaniske eller termiske feil eller påkjenninger som hadde hindret motoren i å operere normalt.

Den elektriske aktuatoren til motorens stengeventil for drivstoff ble funnet i stengt stilling.

1.16.5.2 Høyre motors kompressor og turbin hadde bladskader i hele rotorens omkrets. Stator delen hadde skader i bunnsektoren. Bladskadene var moderate i den forstand at de besto av bøyning motsatt av rotasjonsretningen med bøyevinkler fra  $30^{\circ}$  -  $90^{\circ}$ . Ingen blad var avrevet. I en sektor, som var den nedre slik rotoren var fastlåst til statoren, forekom bladbøyning i begge retninger. Det var også blad med dobbelbøyning.

Hoveddrevet i reduksjonsgearet hadde overbelastningsmerker på ca  $\frac{1}{4}$  av tennene. Merkene hadde en klining av materialet som indikerte bevegelse ved avsettingen.

Sikkerhetskoblingen mellom propell og motor var ikke utløst. Vridningsmomentgiveren hadde merker etter tenner i bevegelse ved oppbrytingen.

Det ble ikke funnet tegn til mekaniske eller termiske feil eller påkjenninger som kunne hindret motoren i å operere normalt.

Den elektriske aktuatoren til motorens stengeventil for drivstoff ble funnet i stengt stilling.

1.16.5.3 Venstre propell, som ble funnet med alle bladene festet til navet, ble demontert for om mulig å fastslå tilstanden ved anslaget. Alle fire bladene var bøyd bakover i forhold til fartsretningen. Bladvinkelen ble målt "som funnet". Det ble også målt hvilken bladvinkel "anslagsmerkene" tilsvarte.

	Som funnet	Ved anslag
Blad nr 1	$36,4^{\circ}$	$41,9^{\circ}$
Blad nr 2	$0,0^{\circ}$	$46,3^{\circ}$
Blad nr 3	$37,3^{\circ}$	$41,4^{\circ}$
Blad nr 4	$41,3^{\circ}$	$50,2^{\circ}$

Blad nr 2 hadde skader så det kunne rotere fritt på spindel. Det ble også funnet anslagsmerker som tilsvarte  $0^{\circ}$ .

Disse merkene ble bedømt til å skrive seg fra et "andre anslag", mens vinklen på  $46,3^\circ$  tilsvarte et "første anslag".

1.16.5.4 Høyre propell ble funnet med to blad revet løs fra navet. Tilstanden for samtlige blader var:

Blad nr 1: Dette var festet til navet og var lite deformert. Det var en liten innbøyning på forsiden av bladet ca 45 cm fra bladtippen.

Blad nr 2: Bladet var revet av og hadde original form. Det var bare mindre skader på bladets forside.

Blad nr 3: Tilsvarte blad nr 2.

Blad nr 4: Bladet var festet til navet. Det hadde en dobbelbøyning forover på ytre del ca 45 cm fra bladtipp og bakover på indre del ca 75 cm fra bladrotten.

Veritecs metallurgiske analyse av de avrevne bladene konkluderte med momentan overbelastning. Belastningen var påført bakover og bruddsonen startet på bladenes forside. Anslagsmerkene tilsvarte følgende vinkler:

	Som funnet	Ved anslag
Blad nr 1	$36,3^\circ$	$41,8^\circ$
Blad nr 2	$39,9^\circ$	$42,0^\circ$
Blad nr 3	$33,4^\circ$	$42,1^\circ$
Blad nr 4	$35,4^\circ$	$39,6^\circ$

1.16.5.5 Propellenes kontrollmekanismer ble demontert og kontrollert. Ved demonteringen var alle funn i samsvar med propellbladenes stilling ved anslag og slik de ble funnet etter havariet ( $33,4^\circ - 42,1^\circ$ ). Kontrollmekanismene blir operert ved hjelp av vekselstrøm. Når strømtilførselen



opphører, blir bladene tilnærmet stående i den stilling de har ved strøbruddet.

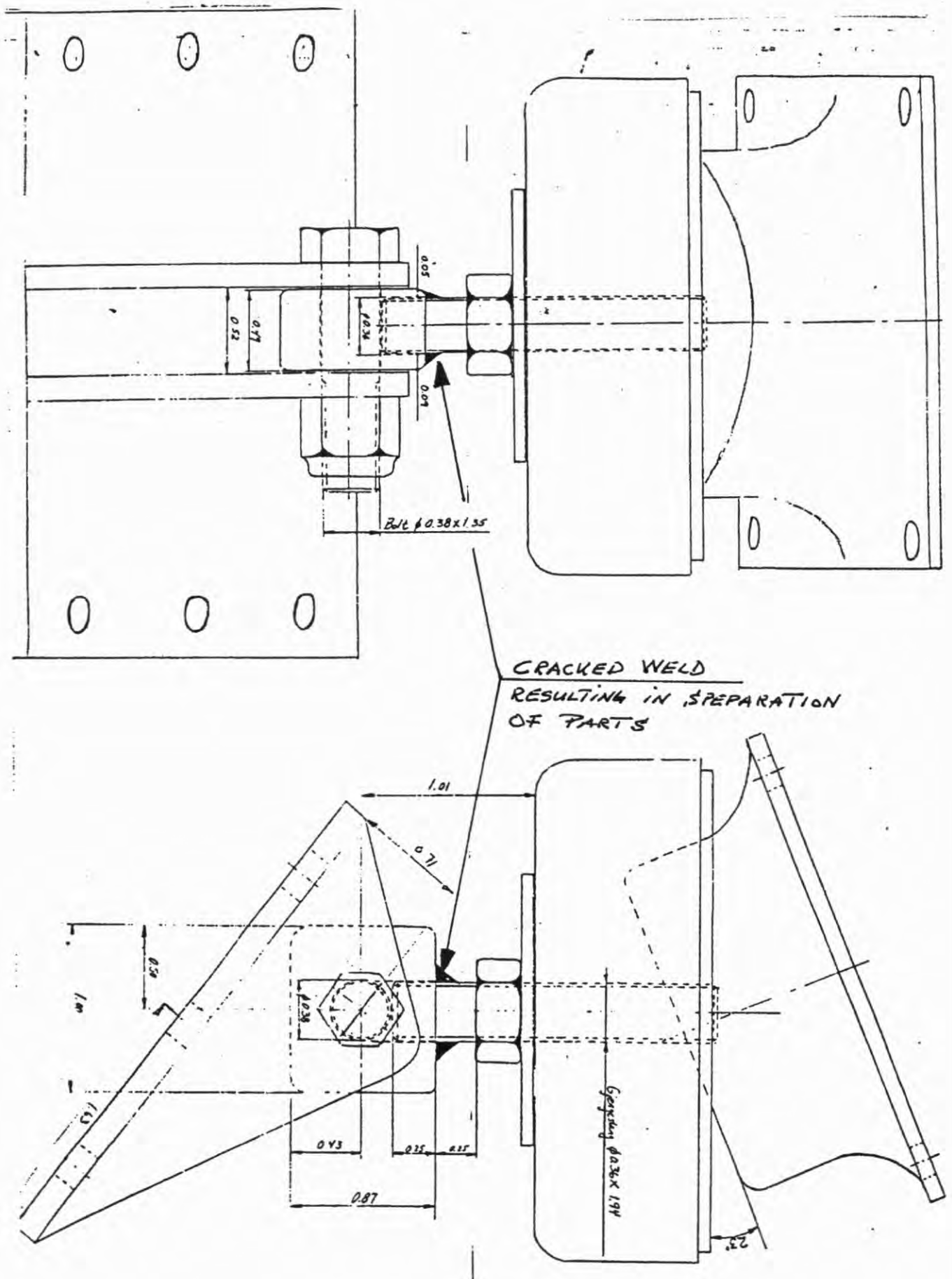
En bladvinkel på 40° er i øvre del av "pitch"-området for operasjon med motorsetting for marsjhastighet og med en indikert flygefart på ca 200 KT.

#### 1.16.6 Undersøkelse av APU

1.16.6.1 I aggregatets turbinseksjon ble det funnet biter av smeltet plast. Plastbitene ble identifisert ved hjelp av IR-spektroskopi og hadde samme sammensetning som materialer brukt i kabininnredningen.

1.16.6.2 Aggregatet hadde i alt fire fester til flyets struktur. De to hovedfestene var intakte. De andre to hadde sviktet. Metallurgiske undersøkelser viste at det bakre festet hadde røket under overbelastning, mens det fremre viste utmattingsbrudd. Det fremre festet hadde en konstruksjon og utførelse som ikke var overensstemmende med fabrikantens spesifikasjoner. Festets endestykke, som normalt er en "rod-end" med et innvendig sfærisk lager, var erstattet med en lokalt forarbeidet konstruksjon. Denne bestod av et stykke firkantjern og en gjengestang, som var sveiset sammen (figur 5). Sveisen var av dårlig kvalitet og det var benyttet galt tilsatsmateriale. Utmattingsbruddet skyldtes svikt i sveisen mellom gjengestangen og firkantjernet. Festets produksjonsmetode og materialvalg var ikke forenelig med de standarder som gjelder for flymateriell. Festet hadde merker etter gjentatte belastninger oppstått etter bruddet (foto 15 og 16).

1.16.6.3 Aggregatets turbin, både stator og rotor, hadde betydelige varmeskader. Ringen for ledeskovlene var sprukket ca 180° av omkretsen. Sprekkenes overflater var oksidert og erodert. Dette er en indikasjon på operasjon etter at sprekkenene ble dannet. Sprekkdannelsen endret klaringen mellom rotor og stator. I en sektor på 120° oppstod det gnissings-skader.



**FIG. 5**

FORWARD MOUNT FOR THE APU (AS FOUND)  
 FREMRE MONTERINGSFESTE FOR APU (SOM FUNNET)

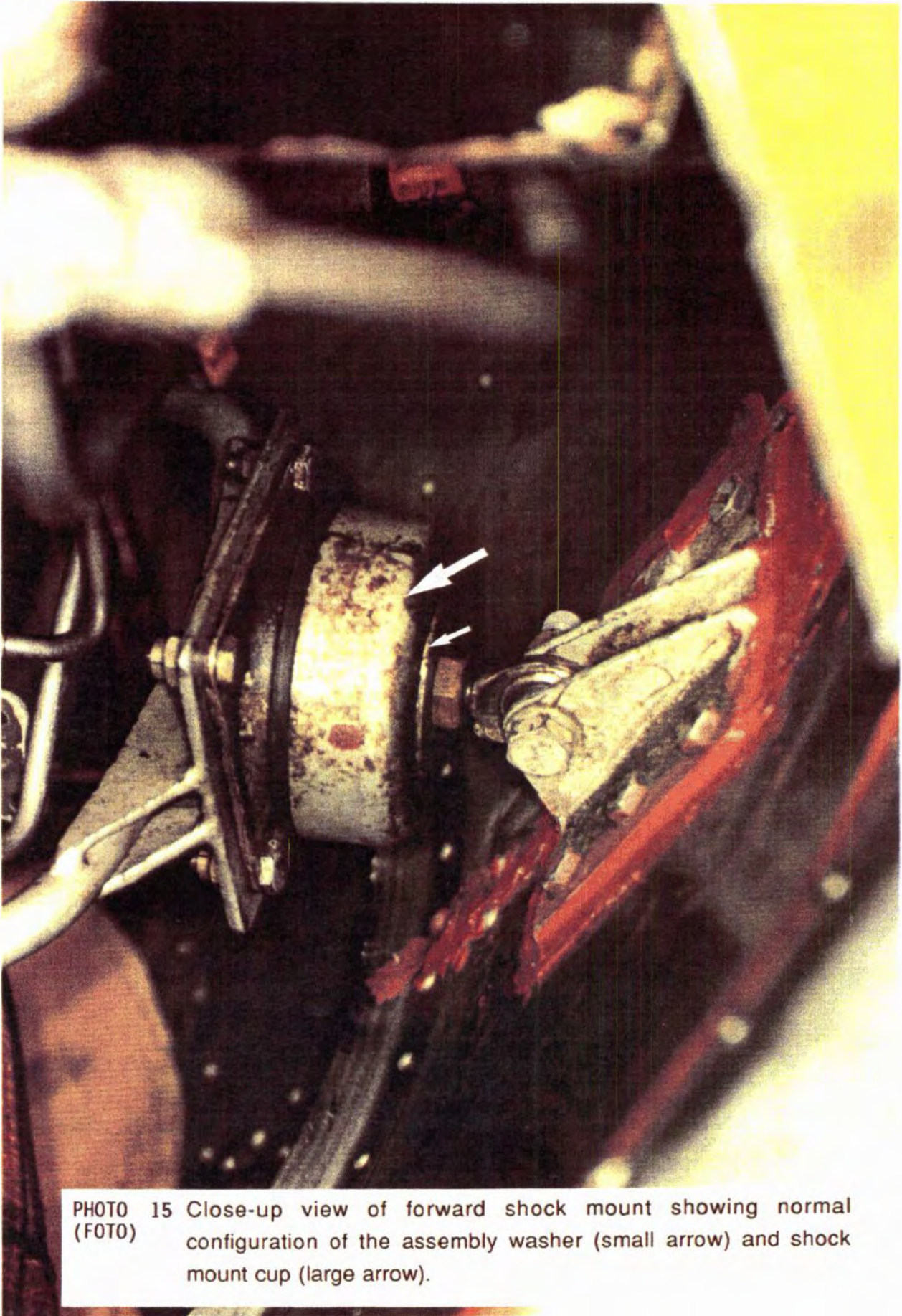


PHOTO 15 Close-up view of forward shock mount showing normal (FOTO) configuration of the assembly washer (small arrow) and shock mount cup (large arrow).

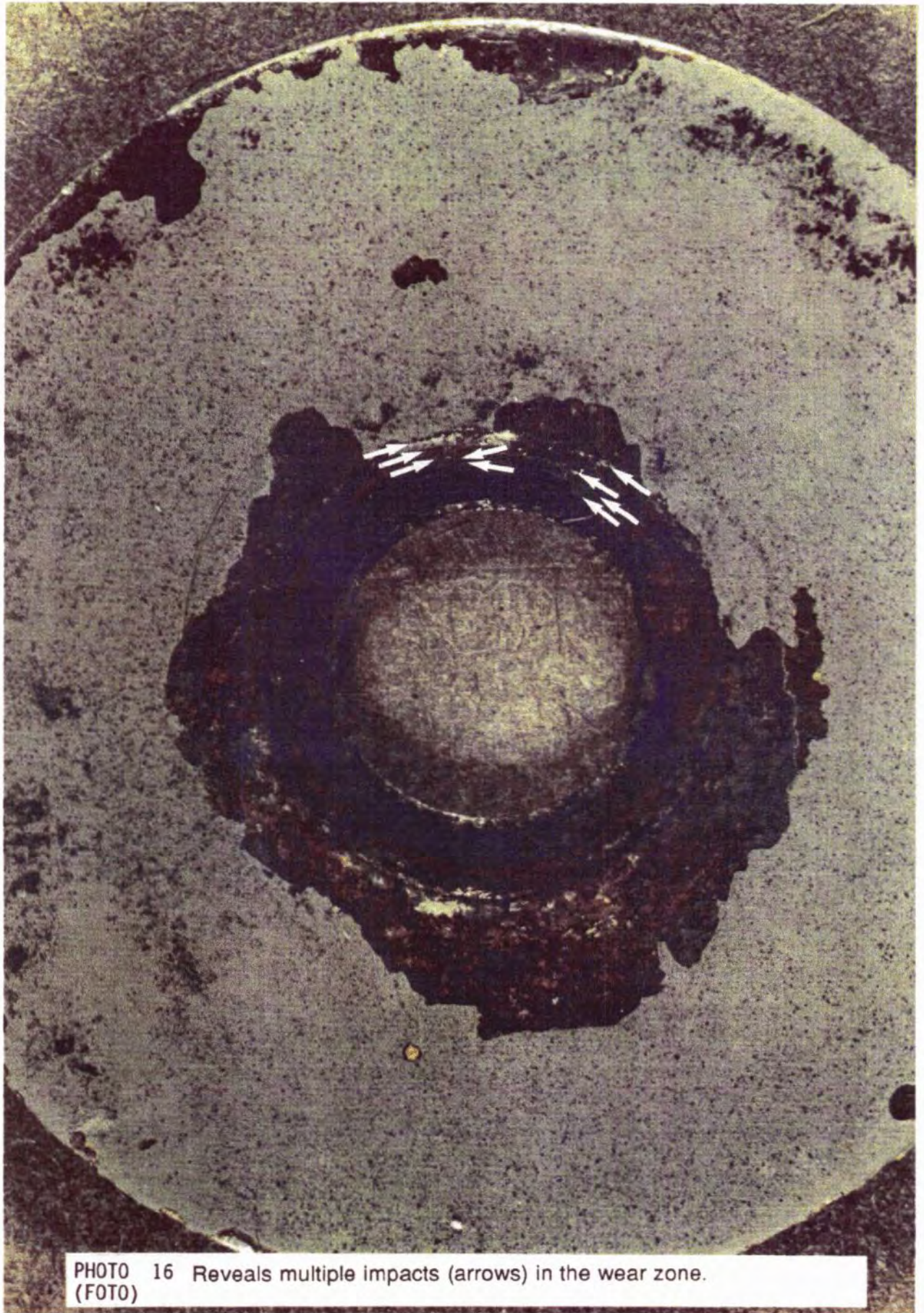


PHOTO 16 Reveals multiple impacts (arrows) in the wear zone.  
(FOTO)

1.16.6.4 Vekselstrømsgeneratoren, montert på APU hadde kortslutning i en diode. Både denne dioden, og de andre på samme side, hadde vært utsatt for overbelastning. Overbelastningen hadde ført til smelting av tinnloddningen og brent isolasjon på flere ledninger i kretsen.

1.16.6.5 Brannslukkingsflasken med utløser (squib) for APU var ikke registrert i vedlikeholdsunderlaget. Ifølge PAS "Component Change Card no 204" skulle utskifting utføres i oktober 1989. I henhold til feilkort 026 for flaske og 027 for squib ble begge skiftet av KFC i juli 1989. Grunnen til utskiftingen er ikke anmerket på feilkortene.

Sprengladningen (squib), som skal utløse brannslukkeren til APU, ble funnet i avsatt tilstand. Ladningen avsettes elektrisk. Ved prøver har det vist seg at en tilført spenning på ca 15 V DC er tilstrekkelig til å sette av en slik ladning.

Utløpsventilen fra trykkbeholderen for slukkemidlet, som frigjøres når squib settes av, ble funnet i lukket stilling. Ventilen har en konstruksjon som gjør at den drives til åpen stilling av trykket i beholderen. Konstruksjonen tillater ikke at ventilen går tilbake til lukket stilling etter at den er drevet til åpen stilling. I henhold til en spesialist på systemet betyr dette at det ikke var slukke-middel under trykk på beholderen, da squib ble avsatt. I tillegg til utløpsventilen, har beholderen to andre mulige utløp. Det er påfyllingsventilen og manometeret. Det ble konstatert at begge var tette.

1.16.6.6 Trykkluftkanalen fra APU til flyets systemer for ventilasjon og starting av motorene hadde reparasjoner som ikke holdt mål med hensyn til metode og teknikk. Flere sveiser i skjøter og reparasjoner var mangelfullt utført. De inneholdt slag og porer, og var til dels uten innsmelting i grunnmaterialet. Dette hadde bl.a. ført til en ca 70 mm lang utmattingssprekk i røret mellom APU og dens utløps- og reguleringsventil.

1.16.6.7 De tekniske publikasjonene, beskrivelsen av operasjonen, vedlikeholdsunderlaget og vedlikeholdsdokumentasjonen er gjennomgått. Det er dokumentert ved FAA Form 337 at modifikasjonen (STC SA-1343) som innebærer montering av hjelpeaggregatet i flyets haleparti, ble forskriftsmessig utført av Hayes International Corporation, Dothan, Alabama, 27. august 1979. Modifikasjonen er imidlertid ikke innpasset i det vedlikeholdsunderlaget som ble tatt i bruk av senere operatører. Vedlikeholdsdokumentasjonen viser at det frem til havariet ble benyttet underlag for den tidligere konfigurasjon med GTC montert i flyets høyre hjulbrønn. Det fremgår heller ikke at en vekselstrømsgenerator var montert på APU. Flyet var dermed utstyrt med tre vekselstrømsgeneratorer. Mangelen på dokumentasjon gjør det umulig å fastslå omfanget av det vedlikeholdet aggregatet hadde fått før havariet. Det finnes følgelig heller ingen indikasjon på hvem som installerte aggregatets fremre oppheng eller hvem som var ansvarlig for produksjonen av det.

MEL i selskapets FOM viser ikke at flyet var utstyrt med APU med tilhørende vekselstrømsgenerator samt tilkobling til ventilasjonssystemet. Prosedyrer for bruk av APU i luften var ikke innarbeidet i de håndbøker som ble overlevert kommisjonen.

1.16.7 Undersøkelse av mulig systemfeil i krets for vekselstrømsgenerator nr 1

1.16.7.1 De problemene som oppstod i flyets venstre vekselstrømsystem på turene forut for havariet, bevirket at HSL foretok undersøkelser av det elektriske opplegget i den grad dette var mulig. Fordi feilen ikke ble korrigert da vekselstrømsgeneratoren ble skiftet, og det heller ikke ble funnet noen feil i den utskiftede generatoren, er det sannsynlig at det var en systemfeil i venstre hovedsystem. En gjennomgang av restene av systemet og kontroll av tilgjengelige deler, ga ikke resultater som kunne avklare årsaken til problemet.

### 1.16.8 Undersøkelse om mulig tap av kabintrykk

31 av de omkomne hadde et skadebilde som kunne tyde på fritt fall. HSL ønsket derfor å se nærmere på muligheten for svikt ved kabinens integritet. Utgangspunktet var et mulig tap av kabintrykket. Internasjonal havarietterforskning har påvist at øl- og mineralvannbokser kan bule ut i endene og åpnes ved at falsen som holder lokket på plass, svikter ved raskt trykkfall. Kommisjonen tok vare på øl- og mineralvannbokser, som ble funnet flytende i sjøen på havaristedet. Boksene hadde utbulinger i topp og bunn og var noe flattrykkete og ruglete i metallet på sidene.

1.16.8.1 Luftforsvaret, ved Flymedisinsk Institutt, stilte sitt lavtrykkskammer til disposisjon. Kommisjonens hensikt var å finne ut om et plutselig fall i kabintrykket ville gi samme skademønster som på boksene. I så fall ville forsøket kunne gi indikasjoner på i hvilken høyde en oppløsning av flyet kunne ha funnet sted. Normalt differensialtrykk (forskjell i trykk inne i og utenfor skroget) på CV-340/580 skal være 4,16 psi.

Forsøk ble utført med tilsvarende øl- og mineralvannbokser som de som ble funnet blant vrakrestene:

- Trykkfall fra 10 000 FT - 23 000 FT = 3,91 psi på 1 sek
- Trykkfall fra 0 - 26 000 FT = 9,38 psi på 1,7 sek
- Trykkfall fra 0 - 26 000 FT på 1,7 sek med boks med hull som var tettet igjen
- Trykkfall fra 8 000 FT - 34 000 FT = 7,35 psi på 1,8 sek

Annet og tredje forsøk ble også utført med bokser som var ristet like før forsøket. Det ble ikke påvist deformasjoner på noen av boksene.

En boks ble utsatt for varme ved oppvarming til 100°C. Den ble deformert, men ikke som funnene fra LN-PAA.

1.16.8.2 Det ble derfor besluttet å slippe ut bokser fra helikopter. Luftforsvaret stilte et helikopter til disposisjon for kommisjonen. Øl- og mineralvannbokser ble kastet ut over vann fra 750 FT, 1 800 FT og 2 900 FT. Alle boksene ble kastet ut med rotasjon rundt tverraksen. Skadene, som ble påført ved anslaget mot vannflaten, viste at alle boksene hadde stabilisert seg og falt sidelengs gjennom luften. Alle boksene fløt etter anslaget. Ingen av dem åpnet seg.

Skadebildet var likt fra alle tre høyder, men skadene ble generelt større med økende høyde. Skadebildet var tilsvarende det som fantes på boksene som ble tatt opp på havaristedet, men skadene var ikke like omfattende.

I tillegg til de nevnte boksene ble det også funnet øl- og mineralvannbokser som var deformert med skarpe bulker, bretter, sammentrykninger og med enkelte hull. To bokser hadde også hull der fragmenter av plast hadde trengt inn.

#### 1.16.9 Undersøkelsen av fuglefjær

1.16.9.1 Funn av fjær på følgende steder i de hevede vrakdelene kunne være en indikasjon på kollisjon med fugl:

- I "Altitude decoder AR 500", som var montert i en hylle bak cockpit på venstre side, ble det funnet en hvit fjær, 44 mm lang, samt en lodott.
- Inne i luken til lasterom nr 1 ble det funnet en lys fjær, 99 mm lang.

Fjær, lodott og "decoder" ble undersøkt ved Rettsmedisinsk Institutt med hensyn til blod eller blodholdig materiale. Undersøkelse med benzidinreagens ga negativt resultat på alle de undersøkte objektene.

1.16.9.2 8. september faller innenfor det tidsrom hvor bl.a. Svalbardgåsen trekker sydover (kjent for å fly i det aktuelle høydeskiktet). En av fluktrutene faller sammen med ruten



til LN-PAA. Det ble derfor gjort videre undersøkelser for å bringe på det rene fjærenes identitet. Dessuten ble det tatt kontakt med de ornitologiske stasjonene på Store Færder og Jomfruland for å bringe på det rene fugletrekket i dagene rundt havariet.

1.16.9.3 Zoologisk museum i Oslo og Zoologisk Institutt, Universitetet i Amsterdam, stod for identifiseringsarbeidet. Den minste fjæren ble funnet å ha tilhørt en alke og den største en måke.

1.16.9.4 Ornitologens analyse og konklusjon av fuglefjærundersøkelsen er som følger:

Alken flyr ikke så høyt som 22 000 FT. Fjæren fra alken stammer sannsynligvis fra en "Guillemot" som til vanlig feller fjær i Skagerak i august-september.

Måker er kjent for å fly høyt fra tid til annen, men 22 000 FT er i høyeste laget. De rådende forhold den 8. september med sterk høydevind (60-70 KT) og mulig regnvar tilsier at kollisjon med måke var lite sannsynlig. Måker feller dessuten fjær på denne årstiden. At det ikke ble påvist blod eller blodholdig materiale på fjær eller decoder underbygger konklusjonen om at fjærene ble felt på naturlig vis.

1.16.9.5 Konklusjonen blir derfor at fjærene festet seg til henholdsvis "altitude decoder" og lasteluke av andre grunner enn kollisjon med fugl.

1.17 ANDRE OPPLYSNINGER

1.17.1 Operative håndbøker, vedlikeholdsunderlag og dokumentasjon

1.17.1.1 På LN-PAA var det utført flere modifikasjoner enn på de fleste CV-340/580 som var og er i drift. Modifikasjonene

medførte forandringer i flere systemer, og tillegg og endringer i en del av flyets dokumenter. Disse er:

- APU
- APU brannvarsling og slukking
- Varme og ventilasjon
- Vekselstrømssystem
- Inverter system
- Radioutstyr
- Auto Pilot
- Flight Director
- Flight Data Recorder
- Cockpit Voice Recorder
- Mach/Airspeed Indicator
- Underwing Fuel Pressure refueling
- Fuel dumping
- 50 000 lbs zero fuel weight
- Inn- og utvendig belysning
- Galley installasjon
- Normal Check List
- Minimum Equipment List

1.17.1.2 Flere dokumenter ble berørt av de modifikasjonene som er nevnt i 1.17.1.1. I følgende dokumenter og håndbøker, som HSL har mottatt, er revisjon ikke foretatt i samsvar med LN-PAA konfigurasjon:

- Maintenance Schedule
- FOF arbeidskort (ref. 1.6.4.3)
- Maintenance Manual (Allegheny)
- Allison Parts Catalog
- Flight Manual m/sjekklistor
- Minimum Equipment List

1.17.1.3 *Større ettersyn fra tiden før D-3-sjekken i august 1989:*

10. mai 1986, heloverhaling, gangtid	35 024 t
16. okt 1986, C-sjekk	-"- 35 317 "
4. sep 1987, D-1 sjekk	-"- 35 646 "
10. mar 1988, C-sjekk	-"- 35 970 "
7. aug 1988, D-2 sjekk	-"- 36 258 "
4. apr 1989, S- + C-sjekk	-"- 36 600 "

1.17.1.4 I henhold til Bestemmelser for sivil luftfart, BSL B 3-2, pkt 9, skal vedlikehold og modifikasjon av flymateriell dokumenteres etter et myndighetsgodkjent system. HSL har gjennomgått vedlikeholdsdokumentasjonen for perioden fra luftfartøyet ble innført i norsk register og frem til havaridagen. Dokumentasjonen er gjennomgått med vekt på om den har vært

- i orden
- manglende
- ufullstendig
- eller utført på gale premisser

Resultatet av gjennomgangen viser at dokumentasjonen i store trekk er funnet i samsvar med forskriftene. Den har på få, men vesentlige områder vært både manglende (APU brannvarsling og slukking), ufullstendig (FDR) og utført på gale premisser (APU innfesting). Det viser seg også at de møter som er nevnt under pkt 1.6.4.3 (dokumentasjonsgjennomgang TK-TX-TS), ikke er dokumentert avholdt.

1.17.1.5 Permen, som inneholder de fleste elektriske skjemaer som ble benyttet til LN-PAA, er merket LN-BWG. Skjemaene er ikke merket, slik at det framgår for hvilket fly de gjelder. Det er også vanskelig å finne frem til ønsket skjema, fordi skjemaene ikke er satt inn etter et system (eks ATA-systemet). Teksten på enkelte skjemaer er vanskelig å lese fordi trykkfargen har flytt utover.

I tillegg var det utarbeidet en egen perm med elektriske skjemaer for LN-PAA med innhold som omfatter de utførte modifikasjonene. Denne er oversiktlig.

1.17.1.6      Bruk av sjekklister var omtalt i selskapets FOM 4.2.1. Det slås der fast at "Normal Check List" og "Emergency Check List" skal finnes ombord og benyttes under flyging. Videre var det henvist til at sjekklister og "Expanded Check List" skulle finnes i selskapets Flight Training Manual.

1.17.1.7      Ombord hadde flygerne til rådighet to sjekklister for vanlig bruk (Normal Check List), en med rulletekst fast montert i cockpit, og en i halve A 4-sider, i plasttrekk som reserve for sjekklister med rulletekst. Disse hadde referanse 00460 og var datert 1. september 1988.

Grunnlaget for disse fantes i Allison Flight Manual, sist revidert Vol. I, 16. juli 1975, Vol. II, 21. januar 1974, og i Pilot's Handbook, Allegheny Airlines utgave, datert 1. april 1976.

Sjekklistesystemet var forøvrig i tråd med vanlig standard.

Ifølge "Normal Check List" skulle APU stoppes før avgang.

1.17.1.8      Selskapets FOM, kap 4.2.1 viste til at både "Normal Check List" og "Expanded Check List" skulle finnes i Flight Training Manual. Treningsmanualen var utgitt i november 1982, før selskapet begynte å operere CV-340/580. Den var ikke revidert siden. Selskapet har informert HSL om at håndboken var under omarbeidelse, da havariet inntraff. Den nye sjefflygeren for CV-340/580 har forevist kommisjonen et utkast til ny treningsmanual som også omfattet denne flytypen.

## 1.17.2 Søk- og redningsaksjonen

1.17.2.1 Redningsstasjonen i Hirtshals ble fra redningssentralen på Karup anmodet om å rykke ut med redningsfartøyer og undersøke havområdet nord av byen. Etter en korreksjon av leteposisjonen oppdaget et av redningsmannskapene omkomne i sjøen. Det var da åpenbart at det hadde skjedd en alvorlig ulykke og melding ble sendt til politiet, havnevesenet og redningssentralen. En større søk- og redningsaksjon ble satt i gang umiddelbart.

1.17.2.2 På havaritidspunktet var to tyske marinefartøyer på vei fra Kristiansand S. ca 22,5 NM vest for havaristedet. FGS "Werra" har på spørsmål fra kommisjonen oppgitt posisjonen kl 1439 UTC til 57°47,3'N 009°23,0'Ø, kurs 085° og fart 8 KT. Skipene ble varslet om ulykken ved en PAN-melding fra Skagen radio kl 1530 UTC. Skipene la umiddelbart om kursen og var fremme i ulykkesområdet ½ t senere.

Kl 1600 UTC observerte mannskap på FGS "Werra" mange drivende gjenstander fra havariet i posisjon 54°43,4'N 010°06,6'Ø. 10 min senere identifiserte skipets besetning gjenstandene som flytevester, sko, bagasje og flydeler.

Kl 1630 UTC overtok skipssjefen ombord på FGS "Deutschland" ledelsen av søk- og redningsaksjonen i havariområdet. FGS "Werra" brakte senere omkomne, som ble funnet flytende på havoverflaten, inn til Hirtshals.

1.17.2.3 Etterhvert samlet det seg 23 skip, fiskebåter og lystfartøyer i området. De fartøyene som kom til fra øst, observerte ikke vrakdeler. Dessuten deltok et militært, dansk helikopter i aksjonen. Været holdt seg brukbart under søket. Det var lett vind, sikt fra 4-10 NM og 8/8 skydekke.

Kl 2315 ble et forsøk på å samle drivende gjenstander med to fartøyer og fiskegarn oppgitt, fordi det hadde vært

resultatløst. Letingen ble avsluttet nærmere midnatt. Det ble samtidig bestemt å fortsette ved første dagslys.

1.17.2.4 Om morgenen 9. september ble det satt i gang et parallellsøk med fiskeredskap. Søket hadde akse 250° og posisjonen 57°45'N 009°56'Ø som datum i en 7 NM firkant. Et helikopter drev visuelt søk i samme område. Ytterligere vrakdeler ble berget og bragt til Hirtshals.

Kl 0800 overga FGS "Deutschland" ledelsen av det videre søk til det danske fartøyet "Havørnen" og forlot området.

1.17.2.5 Da HSL ankom Hirtshals om kvelden 10. september var all søkevirksomhet innstilt og alle funn av vrakdeler avlevert i et lagerhus på kaien. Vrakdelene ble bragt ombord i "Bergen Surveyor" og lagret til de kunne sendes videre til Norge.

### 1.17.3 Radar

1.17.3.1 HSL har hatt tilgang til opplysninger fra følgende kilder:

- Oslo ACC radar
- Den militære radaren på Måkerøy
- Den militære radaren ved Skagen på Jylland
- Radardata fra Skagen overført til Måkerøy
- Et NATO AWACS-fly som sirklet nord av Sjælland ca 120 NM (220 km) fra havaristedet
- To radarstasjoner i det svenske forsvaret
- Innflygingsradaren ved Aalborg lufthavn
- København ACC radar

Tidsangivelser vedrørende radarinformasjonene er i UTC.

1.17.3.2 Kort tid etter havariet sørget det norske Luftforsvaret for at kommisjonen fikk de radardata som var registrert på Måkerøy. Disse opplysningene var essensielle for etableringen av søket etter vrakdeler på havbunnen. Dessuten stilte Luftforsvaret en sivil ansatt systemkonsulent til

disposisjon for HSL. Vedkommende har gitt støtte til tolkingen av tilgjengelige data fra såvel Norge og Danmark som fra AWACS' NATO-base i Geilenkirchen.

1.17.3.3 Kommisjonen har konstatert at de registrerte data ga sammenfallende informasjon om trekket til LN-PAA. Det var mindre, systematiske avvik som skyldtes unøyaktigheter i radarsystemene og ulikheter i registreringsmetodene.

1.17.3.4 Kommisjonen har fått opplysninger som viser at tidsregistreringen fra Måkerøy var korrekt. Skagen radars registreringer var 15 sek for sene og AWACS-registreringene 15 sek for tidlige. Registreringene ble derfor korrigert til Måkerøy-tid. Tidsregistreringen foretatt i Sverige var nøyaktig innenfor  $\pm 1$  sek.

Observasjonstiden knyttet til primærekkoet fra innflygingsradaren på Aalborg varte fra kl 1457 til kl 1520. København ACC etablerte radarkontakt kl 1423:30 og registrerte "noe" 40 NM nord av Aalborg kl 1445.

1.17.3.5 LN-PAA ble fulgt på radar like etter avgangen fra Fornebu kl 1359:50. Det ble ikke registrert noe unormalt ved utflygingen eller etableringen i marsjhøyden FL 220. Kl 1416 meddelte Oslo ACC at det var sterk vestlig vind i høyden, og foreslo at PAR 394 skulle styre ca  $10^\circ$  mer til høyre, noe som ville gi direkte trekk til AAL VOR/DME. Det kan sees av utskriften at besetningen fulgte henstillingen.

Fra kl 1431:07 til kl 1432:18 registrerte Skagen radar en trekkforandring til venstre - fra  $195,5^\circ$  til  $188,3^\circ$ . Etter en liten forandring i trekket mot vest, var det fra kl 1433:53 til kl 1435:27 en ny forandring til venstre fra  $190,2^\circ$  til  $179,0^\circ$ .

1.17.3.6 Fra kl 1436:39 til kl 1437:02 svingte flyet skarpt til høyre mot nordvest for så å svinge skarpt til venstre mot sydvest kl 1437:14 og mot syd kl 1437:26. Fra sistnevnte klokkeslett til kl 1438:38 registrerte datamaskinen treff

av radarstrålen bare ved annenhver rotasjon. Avstanden mellom de aksepterte treff indikerte en stor høydeforandring i dette området. Flyet kan heller ikke ha vært lenger ut i svingene enn figur 6 viser pga. karakteristikker i radarsystemet. Siste registrering av godkjent kvalitet fant sted kl 1438:49. Siste registrering fra AWACS fant sted kl 1438:08. Svensk radar hadde siste registrering av LN-PAA kl 1437:43. At radarregistreringen tok brått slutt i det svenske radarsystemet, indikerte ifølge de svenske sakkyndige en bratt nedstigning.

Ifølge HSLs sakkyndige var presentasjonen av flyets trekk fra Skagen radar mest nøyaktig. Kommisjonen har derfor valgt å holde seg til den (figur 6).

1.17.3.7 I tillegg til flyets trekk registrerte den ene svenske radaren ett eller flere objekter som ble synlige kl 1438:23. LN-PAA var da forsvunnet fra radarskjermen. Registreringen foregikk til kl 1509:36. I dette tidsrommet tilbakela objektet en distanse som tilsvarte en gjennomsnittlig hastighet på ca 15 KT. Det beveget seg med stø kurs 080°, hvilket innebar en sikker indikasjon på at gjennomsnittlig vindretning og -hastighet var 260°/15 KT. Dette faller sammen med vørtjenestens ettervarsling av vindretningen i området.

1.17.3.8 Innflygingsradaren ved Aalborg lufthavn ble også benyttet til å se etter LN-PAA. Flygelederen og hans assistent observerte et tilsynelatende stillestående objekt i posisjon radial 360° 16 NM fra Sindal flyplass. Denne posisjonen avvek bare 1 NM fra den svenske registreringen. Objektet ble observert fra ca kl 1457 til kl 1520.

Det var også av interesse at København ACC radar registrerte "noe" 40 NM nord av Aalborg kl 1445. Dette faller sammen med posisjonen på objektet registrert av innflygingsradaren ved Aalborg lufthavn.



# PARTNAIR CONVAIR 580, LN-PAA

Plot based on Skagen radar.

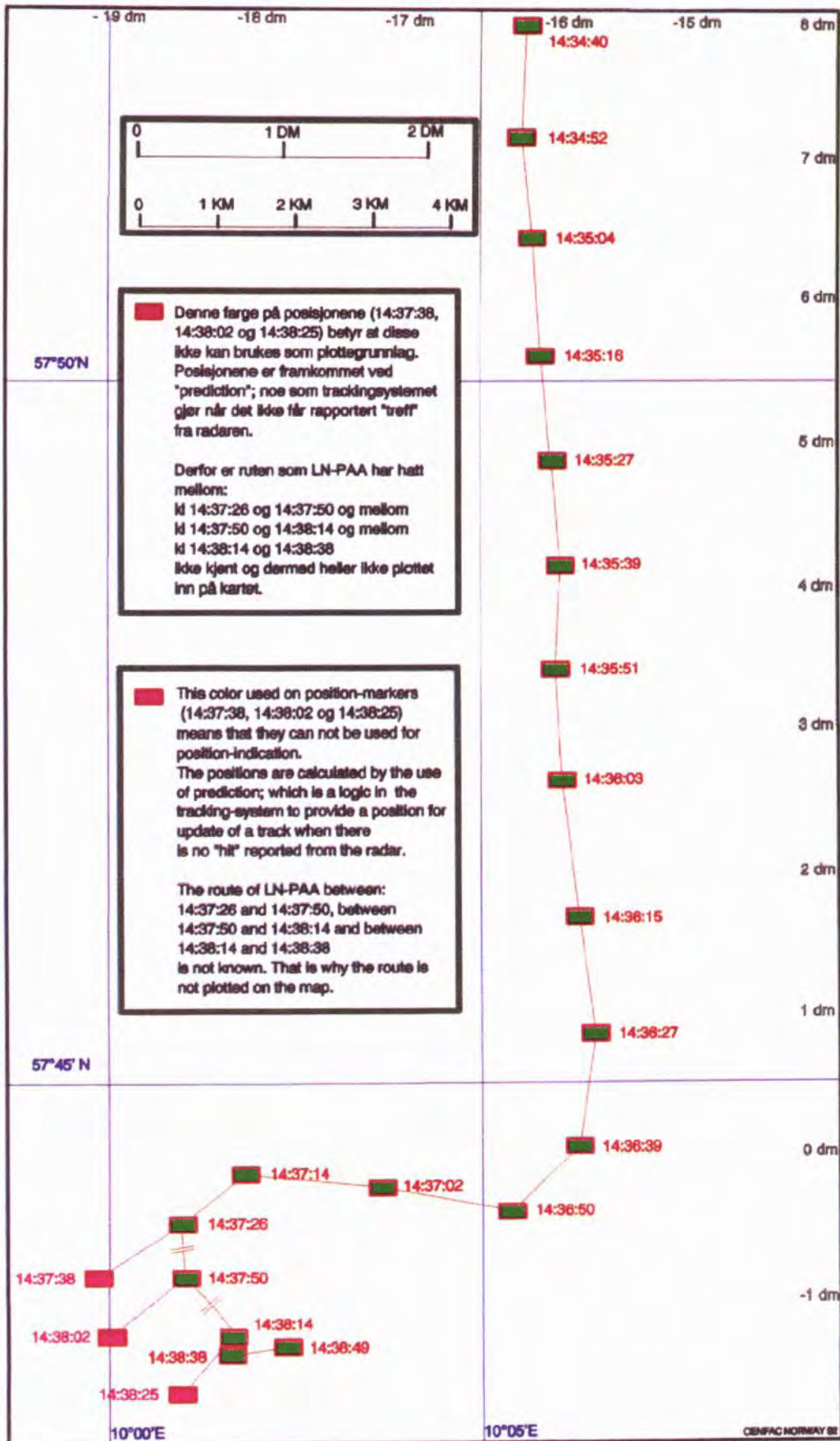


FIG. 6

- 1.17.3.9 Til bestemmelse av flyets høydeprofil fantes det en del verdifull informasjon. Flyets transponder, mode C, registrert av AWACS, var noe sporadisk. Kl 1422:26 var høyden 21 700 FT og kl 1423:25 var den 21 800 FT. Fra kl 1428:00 til kl 1432:36 var det flere registreringer på 21 900 FT. 20 sek senere registrertes 21 800 FT. Deretter var det et opphold til kl 1438:03, som var siste registrering. Flyets høyde ble da angitt til 11 200 FT.
- 1.17.3.10 En bedømmelse av AWACS 3D radar viste at den jevne presentasjon av høyde sluttet ca kl 1437. Dette indikerte at det store høynetapet begynte ved dette tidspunktet.
- 1.17.3.11 Høydeinformasjonene Skagen radar bidro med, er registreringer foretatt med sekundærradarsystemet (mode C). Disse viste at flyet holdt marsjhøyden fra kl 1422:35 til kl 1435:39. Registrert høyde var 21 900 FT - 21 800 FT. To antenneomdreininger senere, kl 1436:03, var registreringen 300 FT høyere, dvs 22 100 FT. Tre omdreininger senere, kl 1436:39, ble 21 000 FT registrert. Den siste høydeangivelsen fra Skagen var 21 100 FT tidfestet til kl 1437:02.
- 1.17.3.12 Det svenske forsvaret registrerte ikke flyets høyde. Det ble anført at flyet måtte ha vært i eller over ca 5 000 m høyde (16 400 FT) kl 1437:43. Det objektet som kom til syne kl 1438:23, ble bedømt til å ha vært i minst 5 000 m høyde. Da dette radarmålet forsvant fra skjermen, ble høyden bedømt til ca 400 m (1 300 FT).
- Lufttrafiktjenesten ved Aalborg lufthavn har ut fra de lokale forhold denne dagen, bedømt at det radarmålet de hadde på innflygingsradaren forsvant i 2 000 FT høyde.
- 1.17.3.13 *Svenske radarregistreringer etter kl 1638:23 (figur 7)*
- HSL har lagt vekt på å bestemme hva som ble registrert av det svenske forsvaret etter at radarsignalet for PAR 394 forsvant. Utgangspunktet var at objektet må ha vært lite og

NORSK METROPOLITAN  
 HAVERI 8 SEPTEMBER 1989  
 TID: UTC  
 NORWEGIAN METROPOLITAN  
 ACCIDENT 8 SEPTEMBER 1989  
 KI TIME: UTC

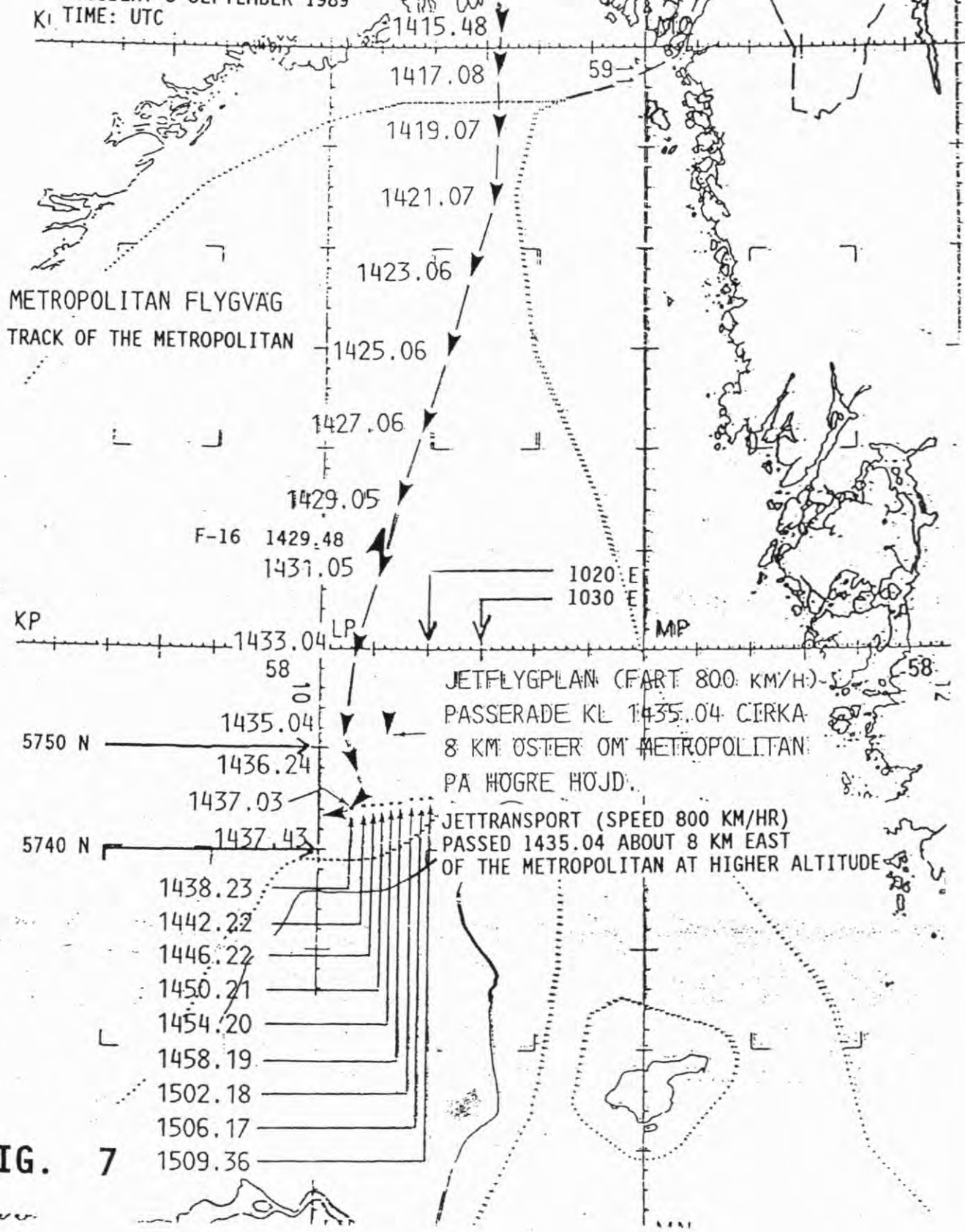


FIG. 7

meget lett. Det må også ha hatt utmerkede refleksjonsegenskaper for radarutsendt energi. Objektet ble registrert i 2 473 sek (41 min og 13 sek.) fra en utgangshøyde på minimum 5 000 m ned til det forsvant i 400 m høyde. Dette innebar en minimumsverdi for objektets gjennomsynkning på 1,86 m/s. Fordi radarregistreringen kunne vært maskert av flyets radarekko, ble maksimal utgangshøyde 21 100 FT = 6 431 m. Dette tilsvarte et største høydetap på 6 031 m i løpet av samme tidrom. Maksimal mulig gjennomsynkning var følgelig på 2,4 m/s. Både maksimums- og minimumsverdien innebar at objektet måtte ha vært meget lett. På grunn av radarsignalets karakter, bedømte de sakkyndige at objektet sannsynligvis var lite i størrelse.

1.17.3.14 Luftforsvaret ble konsultert vedrørende bølgelengder for de aktuelle radarer, fordi et radarmåls utforming og størrelse i relasjon til radarbølgelengden er avgjørende for refleksjonsegenskapene. Nøye gjennomgang av flyets struktur, innredning og løsøre ga som resultat at det bare var den metalliske "honeycomb" fra vertikalfinnens dekkplater ("shroud doors") som kunne tilfredstille forutsetningene.

For å få slått fast refleksjonsegenskapene med sikkerhet, ble Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) kontaktet. FFI meddelte HSL at refleksjonsegenskapene på metallisk "honeycomb" er 100%. Oppbyggingen av flyets vrakdelene viste at deler av "honeycomb"-strukturen manglet flere steder på vertikalfinnens dekkplater.

Fordi denne "honeycomb" var det eneste materialet på flyet som kunne tilfredsstille kravene til lav vekt pr flateenhet og perfekt refleksjon av radarenergi, konkluderer HSL med at det objektet som ble registrert av svensk radar og Aalborg innflygingsradar, var en eller flere biter "honeycomb" fra vertikalfinnens dekkplater.

#### 1.17.4 Annen lufttrafikk

- 1.17.4.1 I tillegg til LN-PAA var annen samtidig lufttrafikk i det nærmeste luftrom et B-737 passasjerfly fra Braathens SAFE (rutenummer BRA 405) på vei fra Fornebu til Billund og et norsk F-16 jagerfly på vei fra Aalborg til Rygge under sivil lufttrafikkledelse. De to flyene var etablert i sine respektive marsjhøyder da de passerte LN-PAA. LN-PAA holdt FL 220, BRA 405 holdt FL 290 og F-16 holdt FL 240 . Ifølge radaropplysningene var alle flyene identifisert som "vennlige", dvs kjente mål (figur 8).
- 1.17.4.2 LN-PAA og F-16 passerte hverandre kl 1429:28. Danske radar-data viser at LN-PAA passerte øst for F-16 med en horisontal avstand på ca 1 NM. Svenske radardata viser at LN-PAA passerte øst for F-16 med en horisontal avstand på ca 0,5 NM. LN-PAA ble observert av flygeren og passasjereren i jagerflyet. Flygeren bekrefter at Partnairflyet passerte til høyre, men han mener det var nærmere enn 1 NM uten å kunne angi en nøyaktig avstand. Differansen i høyde var 2 000 FT. Gjennomsnittsberegning av F-16s hastighet i en tre-minutters periode rundt passeringen av LN-PAA basert på tilgjengelige verdier, gir en hastighet i forhold til lydets hastighet på ca M.87 (Mach number). I kommisjonens samtale med fartøysjefen på F-16 i november 1989, opplyste han at jagerflyets hastighet hadde ligget mellom M.85 og M.90. Hastigheten M.87 ligger innenfor det økonomiske marsjhastighetsområdet for flytypen. Det ble ikke observert noe unormalt ved passeringen.
- 1.17.4.3 BRA 405 fløy i samme retning som LN-PAA og tok igjen sistnevnte luftfartøy kl 1434:52. Ifølge radarregistreringene var den horisontale avstanden 3 NM og høydedifferansen 7 000 FT. Besetningen på BRA 405 observerte ikke LN-PAA.

# NATO RADAR TRACK PICTURE

-8 SEP -89, 14:19 - 14:39z  
 -PARTNAIR CONVAIR 580 LN-PAA  
 -INCLUDING OTHER TRAFFIC IN AREA

+ = PARTNAIR LN-PAA  
 + = BRA 405  
 + = F-16

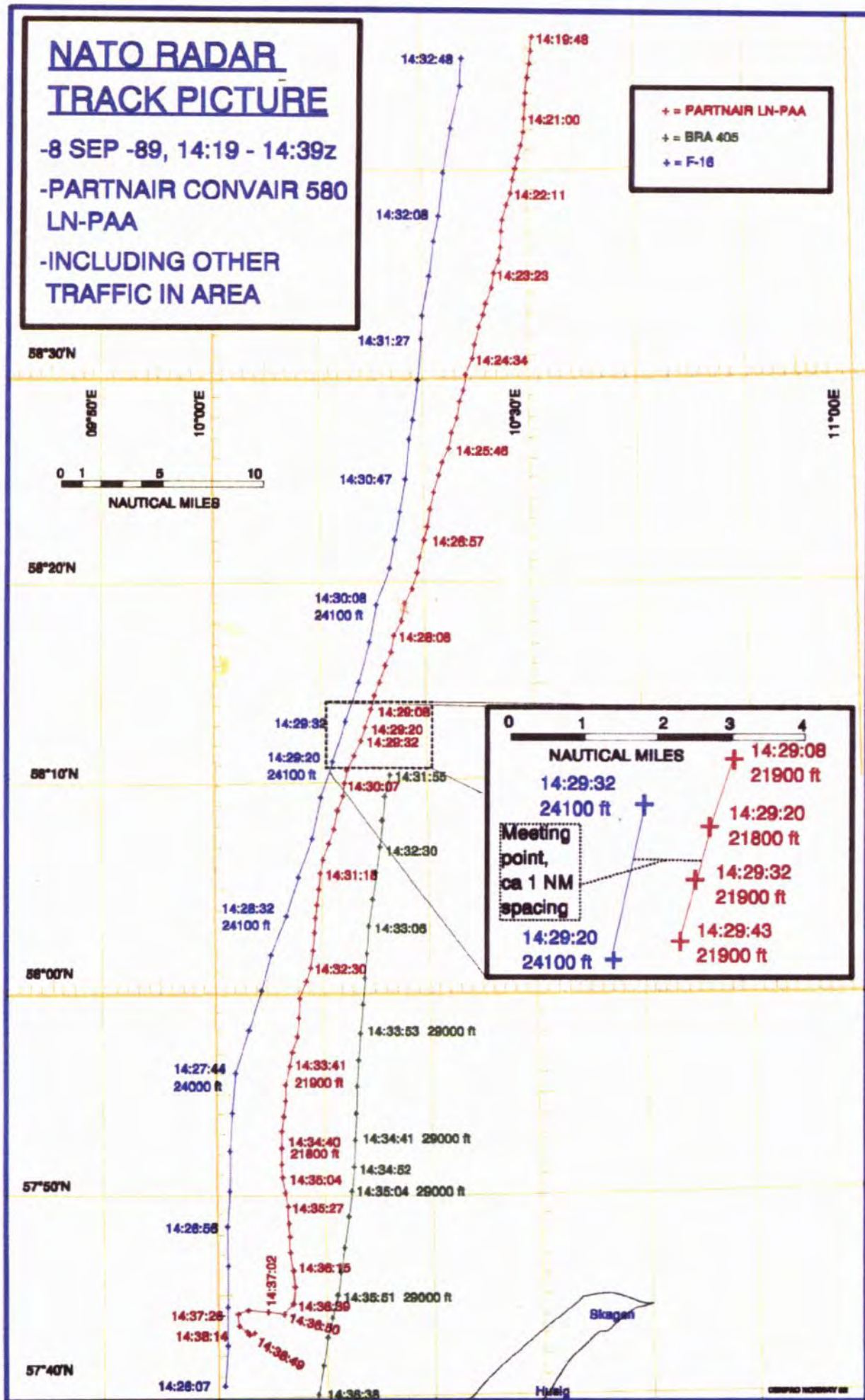


FIG. 8

## 1.17.5 Militær aktivitet

1.17.5.1 Da LN-PAA havarerte foregikk den militære NATO-øvelsen "SHARP SPEAR". Øvelsen innbefattet sjø- og luftstyrker, og foregikk bl.a. i områdene ved Danmark m/tilstøtende farvann og luftrom. Øvelsesområdene var kunngjort for luftfarende av bl.a. de norske luftfartsmyndigheter ved NOTAM nr 71/89 og 72/89.

1.17.5.2 Etter havariet oppsto rykter og påstander om at LN-PAA kunne være skutt ned av deltakere ved nevnte øvelse. Forsvarets Overkommando (FO) dementerte imidlertid påstandene bl.a. via media. HSL fikk likevel henvendelser fra publikum om at flyet kunne være skutt ned i forbindelse med militær øvelsesaktivitet. Det ble fra HSLs side sendt en skriftlig henvendelse til FO, hvor kommisjonen anmodet om å få klarlagt om det var militær aktivitet i havaristedets nærområde som kunne settes i forbindelse med påstandene om at LN-PAA kunne være skutt ned. HSL mottok etter dette en redegjørelse fra FO hvor bl.a. ryktet om nedskyting ble avvist.

1.17.5.3 Det norske jagerflyet, som møtte LN-PAA ca 9 min før havariet, deltok ikke i NATO-øvelsen. Det har også versert rykter om at dette jagerflyet skulle ha skutt ned LN-PAA. Ryktene er skriftlig tilbakevist av såvel FO som av angjeldende flyger. Han har overfor kommisjonen gitt uttrykk for at det er en stor belastning å bli utsatt for slike beskyldninger. Han påpekte også at Luftforsvarets regler for medbringning av våpen til utlandet er helt klare og at flyet ikke var armert. Radarutskriften vedrørende F-16 flyet viser at dette fløy med stø kurs og høyde i den aktuelle tidsperioden.

## 1.17.6 Undersøkelse av sprengningsteori

1.17.6.1 Politiet foretok undersøkelser for å klarlegge om det kunne ha vært en eksplosjon i form av detonasjon av sprengstoff ombord i LN-PAA. Politiet søkte på denne bakgrunn bistand

fra internasjonalt anerkjente etterforskningseksperter på dette fagområdet. HSL bistod på sin side politiet med flyteknisk ekspertise ved identifisering og undersøkelse av vrakdelene.

To engelske eksperter, som hadde deltatt i oppklaringen av sabotasjen mot Pan-Am-flyet over Lockerbie, Skottland, i desember 1988, utførte en nøye gjennomgang av alle delene, utstyret og de personlige effektene fra LN-PAA. De konkluderte med at de ikke hadde funnet noen av de sporene de forventet å finne etter en eksplosjon.

1.17.6.2      Politiets konklusjon på bakgrunn av den omfattende undersøkelse som ble foretatt er:

- "Ved våre undersøkelser av vrakdelene fra det havarerte flyet, bagasjen og klærne fra de omkomne er det ikke påvist spor etter sprengning ved bruk av eksplosiver.
- Undersøkelsene foretatt av Walter Korsgaard, FAA og ved laboratoriet ved RARDE, England, har ikke frembrakt spor/analyseresultater som konkluderer med at flyet er sprengt. De minimale mengdene av det militære sprengstoffet RDX som er påvist på en flydel\*, kan skyldes forurensning/oversmitning, enten før ulykken eller ved behandlingen/oppbevaringen av delene etter ulykken.
- Samlet sett er det etter vår mening ikke påvist spor som tyder på at havariet kan ha sin årsak i en eksplosjon ombord i flyet."

Anm. \* flydel = 23,5 cm x 76 cm del av ventilasjonskanalen i passasjerkabinen

1.17.6.3      HSL har tatt politiets konklusjon til etterretning. HSLs egne tekniske undersøkelser av tilgjengelige vrakdeler samsvarer med politiets konklusjon.



## 1.17.7 Vitner

- 1.17.7.1 Politiet i Hjørring i Danmark mottok vitneutsagn fra 16 personer i anledning ulykken. Alle hadde hørt lyder som kunne tenkes å stamme fra LN-PAA. Utsagnene gikk i hovedsak ut på at de hadde hørt lyder de forbandt med rusing av flymotorer, etterfulgt av lyder som ble beskrevet som "brag - drøn - pang - bump - tordenskrall o.l.". Tidspunktet for havariet falt i stor grad sammen med de tidsperiodene eller tidspunktene vitnene oppga. Utsagnene var sammenfallende i den forstand at samtlige hadde hørt at lydene kom fra retninger som passet med havaristedet nord for Hirtshals. Det var ingen øyenvitner til forhold som kunne settes i sammenheng med ulykken.
- 1.17.7.2 Til norsk politi og HSL har det meldt seg i alt 24 personer som hadde hatt opplevelser de satte i forbindelse med LN-PAA og andre CV-340/580 fly. Syv av utsagnene gikk ut på observasjoner tilknyttet selve ulykkesturen. Det gjaldt i hovedsak lydinntrykk fra unormal motorgange og observasjoner av fly med unaturlig røktvikling fra motorene. I ett tilfelle mente vedkommende å ha hørt kanonlignende drønn i retning havariområdet. De øvrige 17 utsagnene gikk i stor grad ut på opplevelser de hadde hatt som passasjerer med LN-PAA og/eller andre CV-340/580 fly. Utsagnene omfattet vanskeligheter med å lukke dørene, en nødutgang som åpnet seg ved landing, samt tåke i kabinen før landing. Noen observasjoner gjaldt bevegelser og bukler i hudplater på vinger og motordeksel, en tilsynelatende usentrert propellerspinner og vibrasjoner. To av vitneobservasjonene var fra flygere som fløy angjeldende rutetrasé noe tidligere enn LN-PAA. Disse vitnene har beskrevet værforholdene langs ruten.
- 1.17.7.3 Politiet foretok avhør av de personene som utførte sikkerhetskontrollen av passasjerene og deres bagasje samt av de som foresto "handling" av flyet. Avhørene tilkjenner at det ikke ble avdekket noe unormalt, bortsett fra at selskapets kreditt overfor LV og cateringsselskapet var

suspendert.

Politiet avhørte 27 ansatte i PAS og FOF som bl.a. hadde erfaring med LN-PAA. Generelt tilkjenne gir avhørene at flyet hadde hatt en normal operativ og teknisk standard. Noen av vitnene mener at LN-PAA etter verkstedsoppholdet i 1989 hadde hatt noen flere småproblemer enn de to andre CV-340/580, som selskapet opererte. Det ble bl.a. nevnt vanskeligheter med lukking av hoveddør og problemer med tetningslisten ved servicedøren. En periode var det vanskeligheter med å starte motorene. Det forekom at det var vanskelig å regulere varmen i passasjerkabinen, og at det under innflygingsfasen i noen tilfeller hadde oppstått kondens (grå, luktfri tåke) i kabinen. Ett vitne har uttalt at LN-PAA ristet/vibrerte mer enn de andre flyene av samme type, og to vitner har sagt at de syntes det var mer støy/bråk i dette flyet enn i de øvrige. Andre vitner har ikke merket unormale vibrasjoner eller lyder.

Noen vitneutsagn gir tilkjenne at PAS tidvis hadde økonomiske vanskeligheter.

1.17.7.4 HSL har i tillegg innhentet omfattende informasjon gjennom samtaler med en rekke aktuelle personer innen PAS og FOF.

#### 1.17.8 Forskrifter - tilsyn

Av de hovedoppgaver som er tillagt LV, er det to forhold som er relevante for denne rapporten - utarbeidelse av forskrifter og tilsynsvirksomhet. Forskriftene har forankring i Lov om luftfart og er å betrakte som minimumskrav. Aktører i norsk luftfart, private, kommersielle og tilsynsmyndigheten skal ha et regelverk å forholde seg til for at luftfarten skal foregå på en sikker måte. De forskrifter som gjelder for luftfart, er samlet i Bestemmelser for sivil luftfart (BSL), serien B til H. Av særlig interesse for denne rapport kan nevnes Flytekniske bestemmelser, BSL B, og Driftsbestemmelser, BSL D. Disse forskriftene skal være bærebjelker i utøvelse av den tekniske og den

operative delen av luftfarten, sett både fra operatørens og tilsynsmyndighetens side. I bestemmelsene finnes bl.a. definisjonen på myndighetens tilsyn:

"Sikkerhetsmyndighetens utøving av adgangskontroll og virksomhetstilsyn for å overvåke at sikkerhetens krav tilfredsstilles."

Med "sikkerhetens krav" menes forskriftene (herunder henvisninger til øvrige krav/standarder), dvs de minimumskrav som må følges for å oppnå et akseptabelt flysikkerhetsnivå. Det er sikkerhetsmyndighetens oppgave gjennom forskrifter og tilsyn å sørge for at dette minimum-sikkerhetsnivået til enhver tid opprettholdes i sivil luftfart.

#### 1.17.8.1 *Luftdyktighetsbevis - adgangskontroll*

Luftfartøy som brukes i henhold til Luftfartsloven, skal etter denne lov være luftdyktig.

Luftdyktighetsbegrepet finnes definert i Luftfartslovens § 43 og i forskriftene som følger:

"Et luftfartøy kan ikke anses for luftdyktig, med mindre det er konstruert, bygd, utstyrt og vedlikeholdt og har slike flyegegenskaper at det tilfredsstiller sikkerhetens krav."

Når det ved besiktelse eller på annen måte er godtgjort at et luftfartøy er luftdyktig, utsteder luftfartsmyndigheten luftdyktighetsbevis. Det er deretter eier/bruker som, i henhold til lovens § 49 skal påse at luftfartøyet er luftdyktig, men myndigheten fører tilsyn med at fartøyer som brukes etter loven, er luftdyktige.

#### 1.17.8.2 Norge er tilsluttet den internasjonale luftfartsorganisasjonen ICAO. Denne organisasjonen har på bakgrunn av Chicago-konvensjonen av 1944 utarbeidet et sett regler som de tilsluttende stater er forpliktet til å følge, med mindre de har meldt avvik. Reglene inneholder bl.a. standarder for luftdyktighet og hvordan luftdyktighet skal bekreftes. Dette gjelder både utstedelse av luftdyktighets-

bevis og hvordan slike bevis skal håndteres over landegrensene (for eksempel ved salg fra et land til et annet). Reglene, som omhandler luftdyktighetsområdet, er samlet i Annex 8, Airworthiness of Aircraft, og skal reflekteres i de norske forskriftene. Norge har ikke meldt avvik til Annex 8.

1.17.8.3 I et brev til HSL skriver LV bl.a. om dette:

"Systemet er hele veien basert på at arbeidene er utført i henhold til et godkjent vedlikeholdsprogram og av en kvalifisert organisasjon som er godkjent i samsvar med vedkommende stats forskrifter og ICAO's standarder, samt at både organisasjonen og fartøyet er underlagt et myndighetstilsyn. Luftdyktighetsbeviset som eksportlandet utsteder og eventuelt fornyer, er en bekreftelse på dette."

I samme brev opplyses også at det er opprettet både bi- og multilaterale avtaler om gjensidig akseptering av luftdyktighetsbevis med en rekke land. Det finnes land som Norge ikke har noen avtale med, f.eks. Kanada. I slike tilfeller vil det være en forutsetning for import fra disse land, at reglene for luftdyktighet i vedkommende stat samsvarer med de regler som gjelder for import fra USA eller en ECAC-stat (europeisk).

1.17.8.4 Når det skal importeres et luftfartøy til Norge, vil det derfor alltid være internasjonale standarder og eventuelle avtaler som ligger til grunn for utstedelse av norsk luftdyktighetsbevis. I tillegg finnes mer detaljerte bestemmelser om dette i norske forskrifter, BSL. I forbindelse med en slik prosess gjennomfører LV en adgangskontroll som beskrevet i BSL B 1-6, Godkjenning av flymateriell - Adgangskontroll, og BSL B 1-7, Forskrift om luftdyktighetsbevis. Adgangskontroll er i BSL B definert som:

"Sikkerhetsmyndighetens bedømmelse, på grunnlag av foreliggende dokumenter og opplysninger, av om et system eller deler av et system oppfyller fastsatte bestemmelser for adgang til sivil luftfart."

1.17.8.5 Prosessen for utstedelse av luftdyktighetsbevis for større fly er vist i BSL B 1-7, Bilag 3:

- "Eier/bruker må sende søknad til Luftfartsverket på fastlagt skjema, bilagt nødvendige dokumenter, jfr. bilag 1 til BSL B 1-7, senest 2 mndr før luftdyktighetsbevis ønskes utstedt.
- Luftfartsverket behandler søknaden og gjennomfører adgangskontrollen.
- I forbindelse med utstedelse av luftdyktighetsbevis skal luftfartøyet fremstilles av godkjent vedlikeholdsinstans."

Kanadiske luftfartsmyndigheter utstedte den 15. mai 1986 luftdyktighetsbevis for C-GKFT. På basis av søknad fra PAS om utstedelse av luftdyktighetsbevis ble det kanadiske beviset dagen etter, 16. mai 1986, validert ved påskrift av de norske luftfartsmyndigheter og gjort gjeldende i 30 dager for LN-PAA. Denne validering ble utført i Kanada som et ledd i adgangskontrollen. Det ble senere, da flyet var kommet til Norge, utstedt norsk luftdyktighetsbevis.

1.17.8.6 Adgangskontrollen, som ble utført i forbindelse med den norske sertifiseringsprosessen, var en del av den tilsynsvirksomhet ifølge BSL B som LV utøver for å overvåke at sikkerhetens krav tilfredsstilles.

Kontrollen, som ble utført for å gi LN-PAA adgang til sivile norske luftfartssystemer bestod, ifølge opplysninger til HSL, av:

- fysisk kontroll av spesielt valgte områder på flyet
- aksept av det kanadiske luftdyktighetsbevis som grunnlag for at flyet oppfylte luftdyktighetskriteriene
- gjennomgang av all tilgjengelig dokumentasjon

## 1.17.9 Minimum Equipment List

### 1.17.9.1 Forskrift om MEL, BSL D 2-6, fastsatt av LV 16. april 1986 sier:

"For at en flyging kan påbegynnes, skal luftfartøyet med instrumenter, utstyr og systemer være luftdyktig i samsvar med gjeldende luftdyktighetsbestemmelser.

En flyging kan likevel påbegynnes med instrumenter eller systemer ute av funksjon innenfor rammen av et myndighetsgodkjent MEL-system."

MEL-systemet skal godkjennes av LV. Det er flere krav som skal oppfylles for at en slik godkjennelse kan bli gitt, bl.a.:

- Det skal finnes MEL for den enkelte type luftfartøy og eventuelle versjoner av disse. Listene skal omfatte hvilke systemer/komponenter som kan være ute av funksjon og under hvilke vilkår luftfartøyet kan opereres.
- Behandling av avvik, plassering i håndbøker og revisjon av systemet.
- Målsetting med hensyn til MEL-systemet.
- En beskrivelse av hvordan teknisk og operativt ansvar for MEL-systemet blir ivaretatt, herunder oppgaver over det personell som skal være teknisk og operativt ansvarlig for utarbeidelse, revisjon og bruk av systemet. (Som grunnregel skal flygesjefen være ansvarlig for MEL-systemet i samråd med teknisk sjef).
- System for utstedelse av luftdyktighetsattest.

### 1.17.9.2 Partnairs MEL-system ble godkjent av LV 9. mai 1987. I brevet fra LV framgår bl.a. hvilken forskrift det henvises til som bakgrunn for godkjennelsen, BSL D 2-1, og at det skal være flygesjefen som er ansvarlig for systemet. I et

vedlegg til den interne saksbehandlingen i LV framkommer kommentarer fra teknisk avdeling i luftfartsinspeksjonen om krav som finnes i BSL D 2-6, Forskrift om MEL. Dette er ikke nevnt i brevet. I brevet framkommer ikke hvilken rolle FOF kom i som teknisk ansvarshavende for PAS CV-340/580 fly.

Standarder for Minimum Equipment List finnes i ICAO Annex 6, Operation of Aircraft.

#### 1.17.10 Flygehåndbok (Flight Manual)

1.17.10.1 Konstruksjonsbestemmelsene i det land som foretar opprinnelig typesertifisering, krever at det for luftfartøyet blir utarbeidet en Flight Manual (i ICAO Annex 8 kalt Aeroplane Flight Manual). Dette er en betjeningshåndbok som primært er beregnet på flygebesetningen, men den er formelt tilknyttet luftdyktighetsbegrepet. Myndighetene krever at visse deler av slik håndbok skal være myndighetsgodkjent. For den type luftfartøy som omfattes av denne undersøkelsen, var opprinnelig myndigheten amerikansk (FAA). Ved utstedelse av norsk luftdyktighetsbevis blir den myndighetsgodkjente delen av Flight Manual validert av LV ved utstedelse av en autorisasjonsside, som settes inn i boken. Luftdyktighetsbeviset for LN-PAA ble validert 16. mai 1986, mens Flight Manual ble autorisert av LV 27. mai 1986. Flyet var da på vei til Norge.

1.17.10.2 I ICAO Annex 8, Airworthiness of Aircraft, part 3, 9.5, finnes et grunnlag for Flight Manual:

"An aeroplane flight manual shall be made available. It shall identify clearly the specific aeroplane or series of aeroplanes with which it is related. The aeroplane flight manual shall include at least the limitations, information and procedures specified in this chapter."

1.17.10.3 Av norske forskrifter som omhandler flygehåndbok finnes følgende i BSL B 3-2, 8.4.5:

"Dersom reparasjon eller modifikasjon av et luftfartøy eller forandring av utstyr kan medføre endring av dets operative begrensninger, betjeningsforskrifter eller ydelsesdata, innført i luftfartøyets flygehåndbok, skal den som har ansvaret for at luftfartøyet etter utført arbeid er luftdyktig, påse at nødvendige godkjente endringer blir innført i flygehåndboken med tilhørende sjekklister samt, om nødvendig, i flygehåndbokens innholdsfortegnelse.

Anm: 1 Fremgangsmåten for endring av flygehåndboken er angitt i BSL B 1-5, flygehåndbok og sjekklister for luftfartøy."

BSL B 1-5 står oppført i innholdsfortegnelsen i BSL B, men er ikke utgitt (under utarbeidelse).

- 1.17.10.4 Den amerikanske luftfartsmyndigheten, har fastslått at de krav til dokumentasjon som stilles overfor flyfabrikanter som innehar Type Certificate (TC), også gjelder for fabrikanter som leverer modifikasjoner med Supplemental Type Certificate (STC). Dette betyr altså at det ved modifikasjoner med bakgrunn i en STC, som har betydning for operasjonen av luftfartøyet, også skal finnes relevante supplementer til den myndighetsgodkjente flygehåndboken. Dette er altså i god overensstemmelse med den tidligere refererte tekst fra BSL B.
- 1.17.10.5 Flight Manual for LN-PAA, som fulgte flyet, ble ikke funnet etter havariet. Den Flight Manual som HSL fikk utlevert fra selskapet, var ikke i overensstemmelse med mange av systemene som var installert i LN-PAA. Selskapets nye flygesjef har på forespørsel opplyst at det ombord fantes en Flight Manual med nødvendige tillegg for de systemer som var spesielle for LN-PAA, innbefattet APU-installasjonen. Det finnes ikke noe krav med basis i forskriftene om at det ved operatørens hovedbase skal finnes en "master-kopi" av flygehåndboken for en spesiell type luftfartøy i revidert utgave med supplementer for modifikasjoner eller typeversjoner. Selskapets FOM 1.7.5 pkt 2, som omhandler Airplane Flight Manual, fastslår imidlertid at ett eksemplar av Flight Manual skal finnes på selskapets tekniske kontor, og ett eksemplar skal ligge ombord i hvert fly.



1.17.11 Tilsyn

1.17.11.1 LV definerer tilsyn som

"Sikkerhetsmyndighetens utøving av adgangskontroll og virksomhetstilsyn for å overvåke at sikkerhetens krav tilfredsstilles."

I tillegg til den adgangskontroll som ble utøvet da LN-PAA ble innført i Norges luftfartøyregister og fikk norsk luftdyktighetsbevis, er det gjennomført andre adgangskontroller og et virksomhetstilsyn.

LV gjennomfører sitt tilsyn i form av årlige inspeksjoner, systeminspeksjoner, temainspeksjoner og stikkprøvekontroller. Et eksempel på en temainspeksjon er et tilleggsprogram LV startet for eldre luftfartøy (over 30 år gamle) på norsk register. Dette hadde sin bakgrunn i den økte internasjonale oppmerksomhet på gamle luftfartøy. LV er representert i fora som behandler dette problemområdet internasjonalt.

1.17.11.2 Som et ledd i det norske tilleggsprogrammet og samtidig som en del av virksomhetstilsynet, foretok LV en inspeksjon av en CV-340/580. Inspeksjonen ble gjennomført 29. - 31. mars 1989 og falt tilfeldigvis på LN-PAA, som var inne til inspeksjon hos FOF.

Etter inspeksjonen ble det utferdiget en rapport nr 89 "Virksomhetstilsyn av Convair CV-340/580" som hadde følgende målsetting:

"Hensikten med denne rapport er å foreta en stikkprøvekontroll av et tilfeldig fly som er mer enn 30 år gammelt, samt danne oss et bilde av hvordan det tekniske vedlikeholdet blir ivaretatt inkludert den tekniske standard."

Rapporten viser at besiktelsen ikke var så omfattende at den avdekket alle manglene ved dokumentsystemet (vedlikeholdsunderlaget og MEL-systemet).

I rapportens hovedkonklusjon står det:

"Som det fremkommer av rapportens delkonklusjoner ble det på enkelte områder avdekket forhold i FOF's vedlikeholdsrutiner som Luftfartsverket ikke finner tilfredsstillende.

Det forutsettes at selskapet gjennomgår de anmerkninger som fremkommer i rapporten og korrigerer disse.

Hangarens kontrollavdeling bør for ettertiden være mer aktiv i sin funksjon med kontroll på fly som FOF har teknisk ansvar for.

FOF's VHB (verkstedshåndbok) gir en grei beskrivelse av dette forholdet.

Det skal til slutt nevnes at Luftfartsverket registrerte en positiv holdning til inspeksjonen fra begge selskap".

Den besiktelsesrapport, som også ble utferdiget ved samme anledning, viser at alle anmerkninger og delkonklusjon vedrørende skrog, vinger og cockpit - cabin som ble påpekt i rapport nr 89 var korrigert og kvittert ut av FOF.

- 1.17.11.3 I lovverket skilles mellom ansvaret for tilsyn og ansvaret for drift. Tilsynsansvaret er som tidligere nevnt, sikkerhetsmyndighetens, mens driftsansvaret hviler på eier/bruker. Det siste innebærer at operatøren i stor grad må kontrollere sin egen virksomhet, med andre ord drive egenkontroll. Sett fra den flysikkerhetsmessige side får egenkontrollen stor betydning for sikringen av kvalitet i alle deler av virksomheten. Ifølge opplysninger fra LV har luftfartsmyndigheten bare ansvaret for at egenkontrollsystemet finnes og at det er i samsvar med forskriftene.

## ANALYSE

En betydelig del av kommisjonens undersøkelser har vært rettet mot årsaksområder som teoretisk sett var mulige uten at det forelå indikasjoner på at disse forholdene kunne være medvirkende til havariet. Vanlige rutiner tilsier at alle undersøkelser starter på et fritt grunnlag, dvs. at alle alternativer undersøkes så langt det er mulig og/eller nødvendig. I denne saken er det bare begrenset informasjon fra CVR og FDR tilgjengelig. Komplette data fra disse to registratorene kunne ha redusert omfanget av undersøkelsene, og ledet disse inn på de aktuelle områdene på et tidlig stadium.

Sammen med undersøkelsene som har gitt positive funn, har undersøkelsene som har vært negative, bidratt til at kommisjonen kan konkludere med at forhold utenfor flyet ikke har påvirket havarisekvensen.

- 2.1 Undersøkelsene har ikke avdekket forhold som indikerer at besetningens handlemåte har hatt innflytelse på hendelsesforløpet som ledet til havariet. Medisinske og tekniske funn viser at besetningen har forsøkt å kontrollere situasjonen så langt det har vært mulig. Begge flygerne var meget erfarne og ansett som dyktige i sitt fag.
- 2.2 På bakgrunn av informasjoner kommisjonen har mottatt om de meteorologiske forhold på havaristedet på det aktuelle tidspunkt, av rapporter fra andre fly, og av observasjoner gjort ved havoverflaten, kan det utelukkes at værforholdene var til hinder for å gjennomføre en rutinemessig flyging.
- 2.3 Undersøkelser utført av politiet utelukker at havariet skyldes sprengning av eksplosiver i flyet. Denne konklusjonen er for øvrig bekreftet av det skademønster kommisjonens egne tekniske undersøkelser har avdekket.

- 2.4 Fra Forsvarets overkommando har kommisjonen mottatt opplysninger om at det ikke foregikk militær virksomhet i området som kunne representere fare for luftfarten. De data HSL har samlet inn i forbindelse med at LN-PAA møtte et F 16-fly noen minutter før havariet inntraff, indikerer at det ikke skjedde noe unormalt da flyene passerte hverandre.
- 2.5 De tekniske undersøkelsene utelukker at havariet kan skyldes feil ved motorer eller propeller. Undersøkelsene av motorinstrumentene, viser at motorene gikk med marsjsetting da det oppsto strøbrudd i vekselstrømssystemene ombord. På det tidspunkt var flyet ute av kontroll og farlige strukturskader i halen var under utvikling.
- Propellene var i normal stilling for marsjhastighet da strøbruddet oppsto.
- 2.6 Undersøkelsene har avdekket en del forhold som er pålitelige funn i den forstand at betydningen av disse er entydig. Funnene er av så stor betydning for å forklare hendelsesforløpet, at kommisjonen i hovedsak har brukt disse som underlag for sine vurderinger. Informasjonen som er tillagt denne betydningen, kan deles inn i følgende funnområder:
- vingebrudd
  - skademønster i halen
  - APU
  - radarinformasjon
  - Flight Data Recorder, FDR
- 2.6.1 Det faktum at begge vingene var brukket av i negativ overbelastning, og at bruddstedene var i samme avstand fra flyets skrog, gir grunnlag for to slutninger. Den negative belastningen må ha vært noenlunde symmetrisk om lengdeaksen, og belastningens intensitet må ha økt raskt. Dersom overbelastning, positiv eller negativ, fører til brudd i en vinge, avlastes den andre vingen raskt ved at flyet roterer om lengdeaksen. Når begge vinger er brukket, betyr det at

begge bruddene oppsto samtidig eller innenfor et meget kort tidsrom. Dette oppnås bare når belastningen er så raskt tiltagende at avlastning ikke finner sted før overbelastning.

Det anses usannsynlig at handlinger utført av besetningen, eller feil i kontrolloverføringene mellom cockpit og rorene, har brakt flyet i en stilling som forårsaker slik overbelastning. Det må derfor konkluderes med at flyet var ute av kontroll da vingebraudd oppsto. Tap av kontroll og stabilitet i den grad at flyets struktur overbelastes, kan bare forklares med at flyets kontrollflater i halen på dette tidspunkt var helt eller delvis avrevet.

#### 2.6.2

De bølgeformede diagonale deformasjonene av faste og bevegelige flater i halen, er tydelige indikasjoner på de vekslende vridningsbelastninger som oppstår ved flutter. Alle aerodynamiske konstruksjoner har en fluttergrense, en maksimal hastighet en kan operere opp til uten fare for flutter. Marginen mellom normal operasjon og maksimal grense må tilfredsstillende sertifiseringskrav. For denne flytypen ble det ikke utført fullstendige beregninger ved tilleggstypesertifisering (STC) i forbindelse med installasjon av turbinmotorer. Det ble i stedet utført prøveflyging til så stor maksimal hastighet at en rimelig margin var demonstrert.

Metoden, som var godkjent av FAA, er enkel og økonomisk fordelaktig, og er forutsatt å gi samme grad av sikkerhet som beregninger. Det som imidlertid ikke fremkommer ved prøveflyging, er hvilken komponent på flyet som har minst fluttermargin.

Undersøkelsene har vist at flytypen har en forhistorie med problemer med høyderorshengslene. Installasjon av turbinmotorer ga dette forholdet en ny dimensjon ved at sterkere motorer påførte halen større vibrasjonsbelastning fra propellenes slippstrøm. Det er rapportert flere tilfelle av sterke svingninger i høyderoret pga. skader i hengslene.

Disse svingningene har vært av en karakter som, om de fikk fortsette lenge nok, ville true integriteten til halepartiets struktur.

Undersøkelsene av restene av høyderoret fra LN-PAA, og høyderorets "torque-tube", viser at høyderoret på et stadium i havarisekvensen har vært utsatt for abnorme svingninger. Høyderorets hengsler ble også funnet i til dels sterkt deformert tilstand. De metallurgiske undersøkelsene konkluderer imidlertid med at deformasjonene har funnet sted over et kort tidsrom, sekunder eller maksimalt minutter, og således ikke er et resultat av lengre tids drift. Det ble videre funnet at ingen av hengslepinnene kan ha vært ute av inngrep med sine respektive gjengepartier da overbelastningsbrudd oppsto. Det er derfor lite sannsynlig at svingningene var initiert av skadde høyderorshengsler. Derimot viser undersøkelsene at ekstreme høyderorsutslag har gitt et vesentlig bidrag til det totale vibrasjonsmønster i halen i oppbrytingsfasen.

### 2.6.3

På grunn av svikt i venstre hovedsystem for vekselstrøm, ble APU holdt kontinuerlig i drift på denne turen. Dette fremgår av flyets logg, og bekreftes av tekniske funn. Det fremre feste for APU var av uoriginal konstruksjon og hadde sviktet før havariet. Det ble funnet vibrasjonsmerker på og omkring bruddflatene i fremre feste. Turbinseksjonen i APU var i en forholdsvis dårlig forfatning. Den hadde betydelige varmesprekker, en del erosjon, og viser gnissing mellom rotor og stator pga. deformasjon. Ved normal drift roterer turbinen i APU med over 40 000 RPM. Dersom gnissingen førte til vibrasjon, ville den ha vært høyfrekvent. Det virker derfor usannsynlig at APU med sitt defekte fremre feste skulle være den initielle årsak til de store vekslende belastninger halen for øvrig har vært utsatt for.

Derimot er det sannsynlig at APU i form av en betydelig masse plassert langt bak i halepartiet, og med den gyroeffekt rotordelen utøver, kan ha betydning for det generelle vibrasjonsmønster i halen. De tekniske funnene viser at

APU, etter at fremre feste hadde sviktet, ble stående og svinge om tverraksen. Et stort antall slagmerker på fremre feste viser dette. Bevegelse om tverraksen var mulig pga. elastisitet i de festene som fortsatt var intakte. Disse svingningene må nødvendigvis ha påvirket egenskapene til øvrige elementer i halepartiet.

#### 2.6.4

De tekniske undersøkelsene har vist at sideroret slo ut over normalt utslag til begge sider. Derved slo siderorets balansevekter mot dekkplatene (shroud doors), slo disse i stykker, og frigjorde honeycomb som var en del av strukturen i dekkplatene. Undersøkelsen har godtgjort at bare dette materialet, flak av aluminium-honeycomb, kan ha gitt det radarekko som ble observert av svensk radar og av innflygingsradaren ved Aalborg lufthavn. Utvendig på flyet var det ikke andre materialer eller sammensatte konstruksjoner som kunne tilfredsstille kriteriene med hensyn til tetthet, geometrisk form og refleksjonsverdi. Radarobservasjonene viser at honeycomb ble frigjort i stor høyde, mest sannsynlig allerede i marsjhøyde. Når flyet er i bevegelse med marsjfart, skal det så store krefter til for å gi sideroret fulle utslag at det ikke er mulig å overføre disse via rorkontrollsystemet. Svingningene kan derfor ikke være initiert av besetningen eller autopiloten, eller ved at det har oppstått en feil i selve rorkontrollene eller overføringene.

For at sideroret skulle kunne gjøre slike utslag mens flyet holdt marsjfart, må det ha vært utsatt for unormale aerodynamiske påkjenninger, eventuelt kombinert med mekanisk overførte krefter fra den vertikale stabilisatoren (halefinnen). Undersøkelsene har vist at halefinnen på dette tidspunktet hadde klaringer i innfestingene til skrogets struktur, og at den dermed hadde mulighet for å la seg bevege sideveis. Bevegelsene var i størrelsesorden mindre enn 1 mm i innfestingen. På grunn av finnens geometriske utforming, ville bevegelsene i toppen være forstørret 10 til 15 ganger, dersom finnen var fullstendig uelastisk. På grunn av elastisitet i konstruksjonen, og aerodynamisk

påvirkning, kan bevegelsene ha blitt forsterket med en større faktor. Bevegelsene har skjedd i bølgeform som også har tilført finnen vridningspåkjenninger. Dette kommer tydelig frem av det forhold at høyre, fremre feste hadde en slitasjesone som var bredere enn dimensjonene på monteringsbraketten. Dette forklarer at boltens lengdeakse, som er forutsatt å være parallell med flyets lengdeakse, har fått en konisk bevegelse.

Undersøkelsene har vist at den vertikale stabilisatoren ble overbelastet av aerodynamiske krefter. Dette fremgår av avrivingsmønsteret og varige deformeringer i innfestingsboltene.

Det er kommisjonens oppfatning at svingningene i finnen nådde et nivå der sideroret ble påvirket både aerodynamisk via forstyrrelsene i luftstrømmen, og av mekaniske påkjenninger overført gjennom siderorshengslene. Denne påvirkningen satte sideroret i svingninger som rorets balanseveker etter hvert ikke hadde kapasitet til å dempe. Da dekkplatene ble slått i stykker, ble forholdene ytterligere forverret av økningen i turbulens i spalten mellom sideror og finne.

2.6.5           Undersøkelsene av flygeregistratoren, FDR, har gitt informasjon på to adskilte områder:

- registrering av flygeparametere
- registrering av unormal vibrasjon

2.6.5.1        FDR hadde i perioden før havariet vist sviktende driftspålitelighet. På den siste turen, som på de foregående, registrerte den bare tre parametere, høyde, hastighet og kurs. Registreringene opphørte 36 min og 29 sek etter avgang (rotasjon), dvs 36:01 FDR-tid. De tre parameterne som fungerte, viste verdier som samsvarte med normal operasjon de første 34 minuttene FDR-tid. En samlet vurdering av registreringene for de to siste minuttene før FDR stoppet, leder til den konklusjonen at de ikke kan forklares på



annen måte enn ved at besetningen på dette tidspunkt var i ferd med tape kontrollen over flyet. Retningsforandringen til venstre som skjedde ved 34:00 FDR-tid, var isolert sett ikke urovekkende, men den virker umotivert etter en periode med stabile flygeparametere. Den er dessuten sammenfallende med en hastighetsforandring som også virker umotivert. I perioden umiddelbart før 34 min etter avgang (FDR-tid), der de registrerte flygeparametere viser svært stabile verdier, mener kommisjonen skyldes at autopilot var innkoblet. Etter de registrerte verdier å dømme, var det valgt høyde og kurs som styrende parametere.

De variasjoner i høyde som er registrert i dette tidsrommet, er innenfor normale variasjoner. Sammenholdt med radarata, bidrar høyderegistreringene i dette tidsrommet til å samstemme de ulike tidsmålinger som er gjort.

Ved ca 35 min FDR-tid, oppsto en ny retningsforandring til venstre, sammenfallende med et markert tap av hastighet. Den indikerte hastighetsøkningen som startet ca 35:45 FDR-tid, er av en størrelse som ikke er reell. Dette betyr at målesystemet for FDR på dette tidspunkt ble påvirket av feilkilder som ikke er tilstede ved normal drift. En aktuell feilkilde er unormale strømningsforhold ved flyets inntak for statisk lufttrykk (static ports). Ukoordinert yaw og raske pitchforandringer vil gi slike forhold, og kan resultere i feilindikasjon av fart og høyde.

Umiddelbart før FDR stoppet, viste kursparameter først ca 3 sek sving til høyre, for deretter å gå direkte over i kursforandring til venstre i størrelsesorden 500° pr min. For å forstå betydningen av denne registreringer, har kommisjonen lagt til grunn informasjon fra fabrikanten av denne type FDR. I fire tidligere havarisaker der tilsvarende type registreringer har forekommet, har det enten vært øyenvitner eller tekniske funn som har bekreftet flyenes bevegelser. Øyenvitnene har rapportert at flyene rollet på det tidspunkt FDR gjorde de aktuelle registreringene. Vedkommende representant fra fabrikanten, som også har med-

virket i konstruksjonen av denne type FDR, hevder at registrering og øyenvitneobservasjon er i samsvar med forventet reaksjon, basert på analytisk vurdering av karakteristikken til FDR med tilhørende systemer.

Basert på denne informasjonen, er det kommisjonens oppfatning at flyet på dette tidspunkt gikk inn i en ukontrollert roll til venstre.

#### 2.6.5.2

Kommisjonen konkluderer med at den dobbelt avsatte registreringslinjen for indikert høyde, slik den fremkommer på folien i FDR, indikerer at FDR har vært utsatt for et unormalt høyt vibrasjonsnivå. Denne konklusjonen er basert på informasjon fra fire adskilte områder:

- analyse av mekanisk utforming (karakteristikk) av FDR, kjente sviktmekanismer og informasjon fra eksperthold
- samsvar mellom funn og vedlikeholdshistorie for FDR
- samsvar mellom funn og vedlikeholdshistorie for potensiell vibrasjonskilde (halefinnens innfesting)
- at det er samsvar mellom registreringene og de flygeforhold som gir størst vibrasjonspåkjenning på flyets haleparti

#### 2.6.5.2.1

Halepartiet er generelt et område med høyt vibrasjonsnivå. Særlig er dette tilfelle på fly med propellermotorer med høyt effektuttak, der slippstrømmen fra propellene skaper turbulens omkring halen. FDR er naturligvis forutsatt å fungere normalt selv om den utsettes for vibrasjon. Ifølge spesifikasjonene som er gjengitt i faktadelen av denne rapport, skal den testes til et visst energinivå definert som maksimum amplitude innenfor et frekvensområde. Siden det ikke internt i FDR finnes kjente sviktmekanismer som gir registreringer av den typen som er funnet, må den i dette tilfelle ha blitt utsatt for ytre påkjenning i form av vibrasjon over det nivå som er gitt i testkriteria.

Det forhold at det hovedsakelig oppsto anomalier ved en av totalt tre fungerende parametere, har vært vurdert. I denne vurderingen er skriverarmenes karakteristikk et viktig moment.

Hver arm er individuelt massebalansert ved hjelp av en skrue som forandrer tyngdepunktets avstand fra omdreiningsaksen. Dette betyr også at hver arm har et egensvingningstall som kan være forskjellig fra de andres. For at en arm skal komme i periodiske svingninger, må den påvirkes av ytre energistøt med en frekvens som er i harmoni med dens egenfrekvens. Det er derfor usannsynlig at flere armer skulle komme i svingninger samtidig. Videre tilsier armens utforming og registreringene slik de fremkommer på folien i FDR, at de ytre svingninger eller vibrasjoner den har vært påvirket av, har vært forholdsvis lavfrekvent.

- 2.6.5.2.2 Ved å granske vedlikeholdshistorien for FDR, og tidligere brukte folier, fremkommer det at det har vært mange driftsforstyrrelser, og at disse har vært økende fram mot havariet. I tillegg til de omtalte forhold med armen for høydeparameteren, har det også vært registrert unormale forhold ved kursindikasjonen. I lang tid var g-parameteren ute av drift. Dette tolker kommisjonen som en indikasjon på at FDR der den var installert i halen, i økende grad fram mot havariet har vært utsatt for unormale påkjenninger.
- 2.6.5.2.3 I umiddelbar nærhet av monteringsstedet for FDR, ved stasjon 820.950, ble det funnet forhold som etter all sannsynlighet var en kilde til økende vibrasjon. Det var de slitte boltene og hylsene i innfestingen for halefinnen. Ved å sammenholde vedlikeholdshistorien for disse med utviklingen av vibrasjonsmønsteret slik det fremkommer i FDR, er det en sammenheng. Et særlig tungtveiende moment i denne forbindelse, er den forandringen i registreringsmønsteret som skjedde i forbindelse med verkstedbesøket i juli/august 1989. Før dette verkstedoppholdet forekom den doble, avbrutte linjen hyppigere og hyppigere inntil den forekom nesten på hver tur. De siste 10 timene før flyet kom inn på

verkstedet, virket FDR bare delvis. Ved verkstedoppholdet, ble ett av festene for halefinnen, det bakre høyre, funnet slitt. Ny bolt med hylse ble montert i dette festet, de andre ble ikke demontert for kontroll. På de ni første turene etter verkstedoppholdet, forekom unormal registrering bare på en tur. Deretter tiltok vibrasjonsregistreringene igjen. De forekom på 15 av de siste 24 turene. På den siste turen startet registreringene tidligere etter avgang enn de hadde gjort før. Utslagene var større enn tidligere, og varte så lenge FDR var i gang.

- 2.6.5.2.4 Det er likevel en analyse av hvilke flygeforhold registreringene oppsto under, som gir de sikreste tegn på at det er en sammenheng mellom de anomale registreringene og et høyt vibrasjonsnivå i halepartiet. Vibrasjoner i halepartiet er generelt generert ved turbulent strømming omkring faste og bevegelige flater. Vibrasjonsnivået påvirkes først og fremst av energien i innkommende luft, angrepsvinkel, overflatens beskaffenhet og atmosfærisk turbulens. Energien i luftstrømmen bestemmes av flygefarten, men påvirkes lokalt i stor grad av slippstrømmen fra propellene. Denne påvirkningen er ikke symmetrisk om lengdeaksen når begge propellene roterer samme vei. For denne flytypen er det kjent at indre, venstre del av høyderoret er særlig påvirket. Det kan derfor antas at halefinnen tilføres betydelige sideveis trykkstøt fra turbulens, spesielt i en fase der flygefarten øker mens kraftuttaket fra motorene er stort. En slik fase er overgang fra stigning til utflatning, der motorsetting for stigning beholdes i en periode for å aksellerere til marsjfart. Alle de første registreringene av dobbeltlinje startet i utflatingsfasen og varte litt inn i underveisfasen. Med andre ord, de forsvant igjen når motorkraften ble redusert. Senere gikk utviklingen mot at de startet tidligere og varte lenger. På havarituren ble vibrasjonene utløst kort tid etter avgang, i en sekvens der flygefarten ble øket fra ca 190 til ca 217 KT, sannsynligvis med konstant, høy motorsetting.

- 2.7 På grunnlag av de funn som er gjort, og de analytiske slutninger som kan trekkes på grunnlag av funnene, har kommisjonen kommet til at hendelsesforløpet som førte til havariet, mest sannsynlig kan beskrives som i det etterfølgende.
- 2.7.1 Flyet hadde i lang tid operert med et unormalt vibrasjonsnivå i halen. Svingningene var konvergente fordi energinivået ikke var høyt nok til å overvinne konstruksjonens dempende virkning. Vibrasjonene var hele tiden av en karakter som ikke kunne alarmere hverken besetning eller passasjerer.
- 2.7.2 På flygingen som førte til havariet, ble det valgt å holde APU i kontinuerlig drift. I ca 1 400 FT ble stigefarten midlertidig redusert, hvilket førte til at flygefarten økte fra ca 190 KT til ca 217 KT pga. den høye motorsettingen. Etter noen sekunder ble stigevinkelen øket igjen, og farten sank til ca 200 KT. Denne manøvreren utløste de samme vibrasjonsindikasjoner som på tidligere turer hadde startet langt senere. De unormale registreringene på folien i FDR var nå sterkere enn på tidligere turer.
- 2.7.3 Ved ca 22:30 min FDR-tid, var FL 220 nådd og utflating ble foretatt. Flygefarten, som hadde variert mellom 217 KT og 182 KT under stigning, økte nå gradvis fra 185 KT, til den ca 28 min etter avgang (FDR-tid) kulminerte på ca 215 KT. På dette tidspunkt ble sannsynligvis motorene satt til marsjsetting. Deretter avtok farten til den ved ca 32 min FDR-tid ble stabil på ca 200 KT. I de neste 2 min, fra ca 32 til ca 34 min FDR-tid, viser de tre registrerte parametre stabile verdier. Det er, som tidligere nevnt, kommisjonens oppfatning at autopilot var innkoblet på dette tidspunktet med høyde og kurs valgt som styrende parametre. Vibrasjonene i halen kunne sannsynligvis fortsatt ikke merkes av besetningen.
- 2.7.4 I løpet av perioden 34 til 36 min FDR-tid, antok vibrasjonene katastrofale dimensjoner, og de begynte å påvirke

flyets retningsstabilitet. Svingningene ble ikke lenger dempet av konstruksjonens stivhet, de ble divergente, dvs. utslaget (amplituden) økte for hver periode. Årsaken til dette må ligge i økende energitilførsel i form av flere eller større vibrasjonskilder, eller begge deler. Det er derfor sannsynlig at det i denne perioden ble initiert svingninger også i de horisontale flatene, faste og bevegelige. Det er kjent at APU var i drift, at dens fremre feste på dette tidspunkt hadde sviktet, og at den var i svingninger om tverraksen. Sannsynligvis har det forhold at APU vibrerte om tverraksen sammenheng med svingningene i høyderoret, uten at det kan fastslås med sikkerhet hvilken av disse to vibrasjonskildene som initierte reaksjonen i den andre.

Når svingningene først var utløst, ble det tilført store mengder energi fra luftstrømmen omkring halen. Kreftene rorflatene ble utsatt for, overbelastet overføringene mellom cockpit og ror, og førte til brudd i disse.

#### 2.7.5

Besetningen visste sannsynligvis på dette tidspunkt at noe var galt i halen, og utløste brannslukker for APU. Dette førte til at drivstofftilførsel til APU ble stengt av, men hadde ingen innflytelse på det videre hendelsesforløp.

Kommisjonen har vurdert om rask reduksjon i motorsetting, og dermed hastighet, på dette tidspunkt kunne ha hindret videre utvikling av skadene. Uttalelser fra flygere som har erfart vibrasjoner pga. slitte høyderorshengsler, viser at det er praktisk talt umulig å lokalisere en vibrasjonskilde til halen på et tidlig tidspunkt. Uttalelser fra flygere i det aktuelle miljøet, viser også at det ikke var allment kjent at eventuelle problemer best kunne møtes med reduksjon i motorkraft og hastighet. Flere funn bekrefter at tap av kontroll og stabilitet skjedde plutselig, og kom helt overraskende.

#### 2.7.6

Sideroret gjorde fulle utslag til begge sider. Rorets balansevekter montert i forkant, slo i stykker dekkplatene

mellom ror og halefinne. Dette utløste flak av honeycomb som var opphav til ekko observert både av svensk og dansk radar.

Ved ca 35:40 min FDR-tid satte sannsynligvis siderorert seg fast med stort utslag til venstre. Fastlåsing kan ha oppstått ved at finnen gjennomgikk elastiske svingninger som gjorde at omdreiningaksen for hengslene ikke lenger var en rett linje. Sideroret brakk og løsnet delvis fra hengslene av påkjenningen, men ikke før det hadde induisert så stort yaw-moment at flyet rollet.

#### 2.7.7

De tekniske funn og radardata gir flere indikasjoner på det videre hendelsesforløpet. I hovedtrekk gikk dette ut på at også stabilitet om tverraksen gikk tapt ved at horisontale flater i halen brakk av. Etter dette gikk flyet inn i en manøver med så mye negativ g at vingene brakk.

Funn av interiørrester i turbinen til APU, vrakets spredningsmønster, medisinske funn, og skademønster på bl.a. øl- og mineralvannbokser, viser etter kommisjonens oppfatning at kabinens integritet gikk tapt før flyet traff havoverflaten. Det foreligger en betydelig mengde data om hendelsesforløpet fra flyet var ute av kontroll til det traff havflaten. Noen av disse har gitt informasjon av betydning for undersøkelsene.

De svenske radarregistreringene av langsomt fallende honeycomb, gir en sikker indikasjon på at vindretningen var 260° i alle høyder. Deler av de horisontale haleflatene ble funnet spredt over et større område. Mønsteret de ble funnet i, sammenholdt med antatt trekk og oppbrytingsrekkefølge, bekrefter at disse falt av tidlig i oppbrytingsfasen. Undersøkelser av generatoren på APU, viser at det oppsto kortslutning i vekselstrømssystemene før APU ble stengt av. Likestrøm fra batteriet må ha vært tilgjengelig i den høyde det siste Mode C-signal gikk ut fra transponderen. Vitner på nordkysten av Jylland har avgitt utsagn om høye motorlyder og andre lyder som sannsynligvis har sam-

menheng med denne delen av hendelsesforløpet. Imidlertid vil en beskrivelse av sluttfasen være basert på en del antagelser, og således bli upresis. En slik beskrivelse er ikke nødvendig for å fastslå årsaksforholdet som ledet til havariet. HSL avstår derfor fra en dypere analyse av denne delen av hendelsesforløpet.

2.8 For å belyse de forhold som ledet fram til, og som har hatt betydning for det endelige hendelsesforløpet, har kommisjonen valgt å stille opp de funn undersøkelsen har frembragt i et kronologisk og historisk perspektiv. Etter kommisjonens oppfatning er det naturlig å dele denne oppstillingen i følgende perioder:

- verkstedoppholdet ved Kelowna Flightcraft Ltd i 1985 - 1986
- operasjon og vedlikehold av flyet i perioden 1986 - 1989
- verkstedoppholdet ved Kelowna Flightcraft Ltd i 1989
- operasjon og vedlikehold av flyet i perioden 27. august til 8. september 1989

2.8.1 I forbindelse med verkstedoppholdet ved Kelowna Flightcraft Ltd 1986, er det tre forhold som har vist seg å ha hatt betydning. Disse er:

- det ble skiftet bolter og hylser i innfestingene for halefinnen
- APU ble montert med et uoriginalt, fremre feste av ukjent opprinnelse
- flyet ble klargjort for overføring til norsk register, og for drift i regi av norsk operatør, med et mangelfullt vedlikeholdsunderlag.



2.8.1.1 Vedlikeholdsdokumentasjonen viser at alle fire boltene med tilhørende hylser som fester halefinnen til skroget, ble skiftet ved verkstedoppholdet i 1986. Undersøkelsene viser videre at alle fire hylsene, og de to fremre boltene, ikke var i samsvar med fabrikantens spesifikasjoner med hensyn til hårdhet. De var så myke at de hadde en strekkholdfasthet bare litt over halvparten av spesifikasjonen. Siden delene var tilfredsstillende med hensyn til materialkvalitet og dimensjonskrav, er det overveiende sannsynlig at feilen skyldes ufullstendig varmebehandling, med andre ord manglende herding etter maskinering.

2.8.1.2 Monteringen av APU i 1986 var en remontering. Samme APU hadde vært tatt ut og sendt til overhaling før flyet gikk inn i en lagringsperiode i 1984-85. I 1986 ble den montert igjen, ifølge verkstedet med samme tilhørende utstyr som den hadde hatt tidligere. Dette kan være en medvirkende årsak til at fremre feste ikke ble underkastet god nok kontroll ved montering.

2.8.1.3 Vedlikeholdsunderlaget som ble brukt ved verkstedoppholdet i 1985/1986, dekket ikke alle modifikasjoner LN-PAA hadde gjennomgått. Modifikasjonene hadde først og fremst med APU-installasjonen å gjøre, og de systemer som var berørt av denne. Disse modifikasjonene gjorde flyet spesielt i forhold til de to fly av denne typen PAS allerede hadde i drift. Dette underlaget fulgte flyet inn i den driftsfasen som foresto. Luftfartsloven krever at et fly skal være "slik vedlikeholdt at det tilfredsstillende sikkerhetens krav". En forutsetning for godt vedlikehold er at underlaget er adekvat.

Deler og komponenter som ikke holder mål kan bare fanges opp av en meget detaljert og målrettet inspeksjon. Normalt preventivt vedlikehold avslører ikke slike feil før eventuelle symptomer oppstår.

2.8.2 Fra mai 1986 til juli 1989 ble flyet operert av PAS og vedlikeholdt av FOF. Undersøkelsene har vist at det i denne

perioden utviklet seg slitasje i innfestingen for halefinnen. Klaringene som oppsto, ga finnen anledning til å vibrere når den ble utsatt for turbulente strømminger. Vibrasjonene inntraff stadig oftere, og varte lenger etter hvert som slitasjen utviklet seg. Ikke på noe tidspunkt nådde vibrasjonene et nivå som kunne ha alarmert besetningene. Heller ikke for vedlikeholdsinstansen var det entydige indikasjoner på slike problemer. Først i juli 1989, ved verkstedoppholdet i Kanada, ble det klart at noe var unormalt i dette området. Ifølge vedlikeholdsdokumentasjonen, hadde symptomer på unormal slitasje ikke kommet fram ved tidligere ettersyn utført i Norge.

Derimot hadde det uoriginale festet for APU gått gjennom gjentatte ettersyn uten å bli avslørt. Det er kommisjonens mening at det mangelfulle underlaget medvirket til dette. I denne perioden ble det arbeidet med å rette opp manglene ved den tekniske beskrivelsen av de modifiserte systemer. Arbeidet var ikke fullført da havariet inntraff.

I ettertid er det også mulig å peke på at de tiltagende driftsproblemene med FDR var betenkelige, både med hensyn til hva årsaken til forstyrrelsene kunne være, og på bakgrunn av forskriftenes krav om at "registreringene løpende kontrolleres".

### 2.8.3

Ved verkstedoppholdet ved Kelowna Flightcraft Ltd i juli/august 1989, er det ett forhold som står sentralt i relasjon til den etterfølgende utvikling. Det er kontroll av bolter og hylser i festebrakettene for halefinnen.

Som et ledd i utførelsen av SID-programmet, var det planlagt at det skulle utføres en sprekkkontroll av selve brakettene som bolter og hylser var montert i. Sprekkkontroll av brakettene var forutsatt utført med bolter og hylser demontert. En slik demontering ville uten tvil avslørt uakseptabel slitasje på alle festene. Verkstedet utførte imidlertid kontrollen ved hjelp av ultralydapparat, uten demontering av bolter og hylser. Denne metoden var ikke i

samsvar med vedlikeholdsunderlaget. Da den norske kontrolløren ble klar over dette, reagerte han ved å underkjenne kontrollen. Kontrollen ble besluttet utsatt til flyet var kommet tilbake til Norge, hvilket var tillatt i henhold til AD-note 88-22-06, som gjaldt SID-programmet.

Vedlikeholdsunderlaget for øvrig krevde ingen spesiell kontroll av bolter og hylser ved dette ettersynet. Total gangtid mellom utskifting var for øvrig ikke endelig fastlagt i det underlaget som ble brukt, men ville ifølge fabrikantens opprinnelige anbefalinger kunne ligge så høyt som mellom 10 000 og 20 000 t.

Ved visuell inspeksjon ble det oppdaget at bolt/hylsekombinasjonen for bakre høyre feste hadde rotert og avgitt slitasjepartikler. Dette utløste skifte av bolt med hylse. Undersøkelsene etter havariet har avslørt forhold som viser at denne arbeidsoperasjonen ikke kan ha vært utført tilfredsstillende. Dette har høyst sannsynlig sammenheng med at det hadde utviklet seg betydelig slitasje også i de andre festene, uten at dette ble oppdaget. Flyfabrikantens (GDCD) vedlikeholdsunderlag beskriver skifte av bolter og hylser. Underlaget anviser skifte av deler i ett og ett feste om gangen. Det vil si med de andre tre festene montert. Dette er vanligvis nok til å holde det 4. festet i riktig posisjon mens det kontrolleres og utbedres. I dette tilfellet, med sterk slitasje i alle fire festene, ville finnens vekt måtte avlastes for å sikre riktig posisjon. Dokumentasjonen angir ikke detaljert hvordan arbeidet ble utført, men det er grunn til å anta at avlasting ikke ble gjort ved skifting av bolt og hylse i høyre, bakre feste i 1989. I så fall ville det være vanskelig å få korrekte mål av hullene og tilsvarende foringer i brakettene.

Det at hullene ikke var konsentriske, fordi finnen hang lavere enn når den var i normal, montert posisjon, vanskeliggjorde riktig montering av ny bolt og hylse.

Graden av slitasje på de utskiftede delene er ikke kjent, da disse var kassert da havariet inntraff. Skal en dømme etter slitasjen som ble observert på tilsvarende deler på venstre side etter havariet, må slitasjen ha vært betydelig. Uansett graden av slitasje, må det sies å være i strid med god vedlikeholdspraksis å bare skifte en av flere identiske komponenter i et vitalt struktursystem, når unormale forhold først er oppdaget. Undersøkelsene etter havariet viser også helt klart betydningen av dette. Skifte av bolt og hylse for det ene festet, førte til forandringer i stivheten for hele innfestingen. Dermed ble også egenfrekvensen forandret for hele det mekaniske element finnen med innfesting utgjorde.

På dette tidspunkt hadde bolter og hylser bare vært installert ca 10% av maksimal tillatt gangtid.

Utskiftingen av en bolt med hylse førte til en endring i vibrasjonsmønsteret. I første omgang fremkom dette som en tilsynelatende forbedring, fordi det ble registrert vibrasjon bare på en av de ni første flygingene etter verkstedoppholdet. Deretter tok utviklingen en alvorlig vending ved at det på de resterende 24 flygingene før havariet forekom registrert vibrasjon på 15 av disse. Det er således mulig at utskiftingen i det ene av de fire festene forandret hele konstruksjonens vibrasjonsmønster i negativ retning ved at det skjedde en forandring i egenfrekvens.

Heller ikke ved dette verkstedoppholdet ble det reagert på at det ikke var underlagsmessig dekning for at APU skulle kontrolleres i sin posisjon i halen.

#### 2.8.4

Informasjon som foreligger om vedlikehold av flyet i de siste dagene før havariet, har avslørt svikt i en del rutiner. Med rutiner tenkes her på ansvarsfordeling og kommunikasjon mellom operatør og vedlikeholdsorganisasjon, vedrørende klargjøring av fly før flyging, og rapportering av feil på innkommende fly. På grunn av en sterk motivasjon for å gjennomføre oppdrag, har flyets flyprogram de siste

dagene gått ut over det løpende vedlikeholdet. Det er kommisjonens oppfatning at dette må ses i sammenheng med operatørens økonomiske situasjon.

2.9 Det faktum at flyet havarerte uten at det var påvirket av unormale ytre forhold, eller at det ble operert utenfor normale driftsbegrensninger, leder til at spørsmålet om flyets luftdyktighet må vurderes. Kommisjonen har derfor funnet det nødvendig å vurdere på hvilket stadium flyets luftdyktighet eventuelt gikk tapt, og hvilke forhold som ledet til at så skjedde.

2.9.1 For å gjøre fremstillingen så oversiktlig som mulig, har kommisjonen valgt å se på begrepet luftdyktighet fra to ulike sider. Den ene er den formelle siden, som dekker luftfartøyets status med hensyn til å tilfredsstillе myndighetskrav til luftdyktighet. Den andre siden er de reelle forhold som går på flyets aktuelle tekniske status, slik den er i forhold til hva den må være for å "tilfredsstillе sikkerhetens krav".

Formelt eksisterer det selvfølgelig ikke et slikt skille, fordi det også er et myndighetskrav at flyets tekniske status skal tilfredsstillе krav til luftdyktighet. Når en likevel har valgt å gjøre en slik oppdeling, er det for å kunne belyse et forhold der det ikke er åpenbare mangler ved formell luftdyktighet, samtidig som det kan være tekniske mangler som går ut over den reelle luftdyktigheten.

2.9.1.1 I forbindelse med at PAS søkte om utstedelse av luftdyktighetsbevis for LN-PAA våren 1986, foretok LV adgangskontroll. Et element i denne kontrollen var det kanadiske luftdyktighetsbeviset som skulle være en bekreftelse på flyets formelle luftdyktighet. Det kanadiske luftdyktighetsbeviset, utstedt 15. mai 1986, ble av norske luftfartsmyndigheter validert neste dag og gitt gyldighet i 30 dager.

2.9.1.2 Siden Kanada og Norge ikke har gjensidig avtale om godkjenning av hverandres luftdyktighetsbevis, må grunnlaget for slik aksept fremkomme av andre forhold. Disse forhold er først og fremst at begge land har ratifisert Chicagokonvensjonen, og at begge land har sammenfallende myndighetskrav til luftdyktighet.

2.9.1.3 Av foranstående fremgår det at det kanadiske luftdyktighetsbeviset var den formelle basis luftdyktigheten hvilte på i det øyeblikk flyet skulle gis adgang til norsk luftfart. Det er videre klart at kanadiske luftfartsmyndigheter utstedte luftdyktighetsbevis på grunnlag av søknad fra den kanadiske eieren, verkstedet. Søknaden må bl.a. ha vært vedlagt vedlikeholdsattest fra verkstedet. Vedlikeholdet flyet hadde gjennomgått før utstedelse av luftdyktighetsbevis, var i de siste månedene før avslutning utført i samsvar med underlag spesifisert av Partnair. Dette underlaget var ikke oppdatert med hensyn til de områdene der LN-PAA hadde avvikende konfigurasjon.

Det kan derfor stilles spørsmål om de kanadiske luftfartsmyndighetene utstedte luftdyktighetsbevis på sviktende grunnlag.

2.9.1.4 Beslutningen om å bruke flyet 8. september 1989, til tross for at det var feil på venstre vekselstrømsystem, var basert på vurdering av MEL for denne flytypen. Vurderingen konkluderte med at flyet ville være formelt luftdyktig med APU i gang, og dennes generator tilkoblet venstre hovedsystem. Det forhold at MEL ikke var oppdatert, og således ikke reflekterte at LN-PAA hadde en tredje generator, har i ettertid reist spørsmålet om vurderingen var riktig, og om formell luftdyktighet var ivaretatt.

Fordi det ikke er klart hvordan MEL hadde sett ut dersom den hadde vært oppdatert, har ikke kommisjonen noe sikkert grunnlag for å vurdere den formelle luftdyktigheten på dette tidspunktet. Det som imidlertid er klart er at MEL er et myndighetskrav, og at forskriftene omtaler MEL som et

luftdyktighetskrav. Det er derfor ikke akseptabelt at operatøren i løpet av mer enn tre års drift ikke hadde rettet opp MEL til å samsvare med flyets konfigurasjon.

Bestemmelsene om MEL er gitt i BSL D, hvilket indikerer at det er myndighetenes syn at MEL primært er et operativt anliggende. MEL må nødvendigvis inneholde et betydelig element av flytekniske vurderinger. Det er da også pekt på i forskriftene at flygesjef skal samarbeide med teknisk sjef i arbeidet med MEL-systemet. Vedlikeholdsavtalen mellom FOF og Partnair omtaler ikke MEL. Kommisjonen finner det uheldig at FOF, som var ansvarlig for vedlikehold av flyet, ikke var engasjert i dette arbeidet.

Tilsynsmyndighetens behandling av operatørens MEL-system, og godkjenning av dette, har heller ikke vært tilfredsstillende.

2.9.1.5 Flygehåndbok, (Flight Manual - FM), er i forskriftene omtalt som et luftdyktighetskrav. Den FM som var ombord i LN-PAA ved havariet, er ikke funnet. Kopier av FM som HSL har mottatt fra operatøren etter havariet, var ikke oppdatert med hensyn til de systemer som var spesielle for LN-PAA.

HSL har i ettertid på forespørsel mottatt informasjon om at FM ombord inneholdt tilleggs sider med relevant omtale av komponenter og installasjoner, deriblant STC for APU-installasjonen.

Av kontrollhensyn ville det være en fordel at operatøren var pålagt å oppdatere ett eksemplar av FM parallelt med det som til enhver tid skal befinne seg i flyet. Dersom dette var blitt gjort, ville HSL hatt mulighet for å avgjøre om besetningen var utstyrt med det nødvendige underlag for å operere flyet på en sikker måte.

2.9.2 Installasjon av vitale komponenter som ikke samsvarer med fabrikantens spesifikasjoner, fører til tap av reell luft-

dyktighet. Boltene og hylsene som ble montert i festene for halefinnen i 1986, hadde ikke den holdfasthet som lå til grunn for fabrikantens beregninger av styrken av flyets struktur. Fremre feste for APU var en komponent som ikke tilfredsstilte krav til luftdyktighet.

Disse forhold leder til slutningen at flyet reelt ikke var luftdyktig etter mai 1986.

### 2.9.3

I den perioden på vel tre år LN-PAA var en del av norsk luftfart, var ansvaret for flyets vedlikehold delt mellom en operatør og en vedlikeholdsorganisasjon, begge under tilsyn fra norsk luftfartsmyndighet. Kommisjonen har vurdert om forholdet mellom disse tre aktørene kan ha hatt betydning for det faktum at flyets tekniske tilstand etter hvert ble så dårlig at det førte til havari.

Operatøren er pålagt driftsansvar, herunder vedlikholdsansvar. I dette tilfelle hadde operatøren kontraktfestet vedlikeholdsansvaret til en vedlikeholdsorganisasjon, hvilket var godkjent av luftfartsmyndigheten. I ettertid viser det seg at partene hadde ulikt syn på ansvarsfordelingen.

Vedlikeholdsorganisasjonen måtte i sin tur kjøpe eksterne vedlikeholdstjenester fra et utenlandsk verksted.

Totalt sett beskriver dette en ordning som stilte store krav til planlegging, administrasjon, kommunikasjon og kontroll.

Vurderingene av disse forhold fører til konklusjonen at for å oppnå sikker drift med et fly som LN-PAA, kreves det at ressurser, ansvar og informasjon ikke deles opp på flere ledd.

Det kreves også en øket innsats fra luftfartsmyndigheten i form av et forbedret forskriftsverk og skjerpet tilsyn.



Etter kommisjonens mening kan man i denne sak se en klar sammenheng mellom faktorer som enkeltvis ikke førte til ulykken, men som ved gjensidig påvirkning og med samlet effekt fikk katastrofal virkning.

#### 2.9.4

Hovedgrunnlaget for sikker luftfart ligger i et moderne, oversiktlig, oppdatert og lettfattelig regelverk. Det gir operatøren muligheter til å forholde seg til regelverket på en rasjonell måte, samtidig som luftfartsmyndighetens tilsyn forenkles. HSL har derfor i denne sak funnet grunn til å se nærmere på om de foreliggende forskrifter, Bestemmelser for sivil luftfart (BSL) er tilfredsstillende som minimumsstandarder.

Flere BSL, både flytekniske (BSL B) og driftsmessige (BSL D), har betydning for hvordan bl.a. adgangskontroll, virksomhetstilsyn, vedlikehold, MEL-system og flygehåndbok skal håndteres. Av de flytekniske bestemmelser er flere ennå ikke utgitt. Av betydning i denne sak kan f.eks. nevnes BSL B 1-5, Flygehåndbok og sjekklister for luftfartøy. Flere av B-forskriftene kunne med fordel vært meget klarere. Som eksempel kan nevnes BSL B 1-6, 1-7 m/Bilag 1 og BSL B 3-2. De mangler og uklarheter som finnes i forskriftene får særlig effekt på luftfartøy med omfattende modifikasjonstatus (som LN-PAA), og der luftfartøyet ikke lenger er i overenstemmelse med opprinnelig typesertifikat eller norsk typeakseptering, og samtidig er vedlikeholdsstyrt av en annen organisasjon enn operatøren. HSL er også av den oppfatning at forskriftene ikke er stringente nok på enkelte vesentlige områder når det gjelder adgangskontroll, noe som i dette tilfelle bl.a. fikk negativ effekt på vedlikeholdsunderlag, MEL-system og flygehåndbok.

#### 2.9.5

HSL er gjort kjent med at LV i mange år har vært i en situasjon med utilstrekkelige ressurser til forskriftsarbeidet. Dette har medført streng prioritering. Konsekvensen er blitt at LV ikke er ajour med denne hovedoppgaven. Sikkerhetens krav, dvs. forskriftene, er blitt utilstrekkelige i den forstand at revisjon, utarbeidelse og utgivelse

ikke har kunnet foregå parallelt med utviklingen i luftfarten i ønsket tempo. I og med at forskriftene også representerer minimumsstandarder, blir resultatet at tilsynet ikke lenger har et tilstrekkelig fundament. Det er kommisjonens oppfatning at et fullstendig regelverk på områder som det er vist eksempler på i det ovennevnte, ville gjort LV bedre i stand til å ivareta tilsyns kontrollen i denne saken.

- 2.9.6 Forskriftsarbeidet er imidlertid i en positiv utvikling. Den prosess som er i full gang i Europa (ECAC/JAA) med utarbeidelse av felleseuropeiske forskrifter (JAR) har også hatt konsekvenser for Norge. Vesentlige ressurser er prioritert til dette arbeidet. Ved å samarbeide har de skandinaviske land blitt i stand til å dekke større fagområder. LV har bl.a. på bakgrunn av dette lagt opp en virksomhetsplan som begrenser arbeidet med nåværende forskrifter til slutføring av utkast som allerede foreligger, utføre helt nødvendige revisjoner, følge opp forpliktende vedtak og følge opp tilrådninger fra HSL.

Resultatet er at LV i løpet av de nærmeste årene vil tilpasse og innarbeide JAR-forskriftene i de nasjonale bestemmelsene innen de gitte tidsfrister.

Så lenge denne situasjonen varer, bør LV etter kommisjonens mening være spesielt påpasselig med saksbehandling i forhold til gjeldende forskrifter.

- 2.9.7 I løpet av undersøkelsen har kommisjonen innrapportert forhold av betydning for flysikkerheten til LV. Operatøren er gått konkurs, og fly av denne typen finnes ikke lenger i Norges luftfartøyregister. For å ivareta både de nasjonale og internasjonale sikkerhetsmessige forhold, rettes de avsluttende tilrådninger til LV.

## 3

**KONKLUSJON**

## 3.1

**UNDERSØKELSESRESULTATER**

- a. Besetningen innehadde forskriftsmessige sertifikater for angjeldende flygetjeneste og hadde gjennomført periodisk flygetrening.
- b. LN-PAA var innført i Norges luftfartøyregister 30. mai 1986. Luftdyktighetsbeviset var sist fornyet 22. mai 1989 og var gyldig til 31. mai 1990.
- c. Vedlikeholdsunderlaget for LN-PAA var ikke i overensstemmelse med flyets faktiske konfigurasjon (årsaksfaktor).
- d. Selskapets MEL-system for CV-340/580 var ikke spesielt tilpasset LN-PAA.
- e. Flygesjefen bestemte at flyet kunne brukes med APU-generatoren som erstatning for den inoperative, venstre vekselstrømsgenerator.
- f. Fartøysjefen aksepterte før avgang fra Fornebu at flyet kunne brukes med APU-generatoren som erstatning for den inoperative, venstre vekselstrømsgenerator.
- g. CVR funksjonerte ikke etter oppjustering av motorturtall før avgang.
- h. FDR funksjonerte med tre av fire parametre (høyde, kurs, hastighet). Den registrerte også at enheten var påvirket av vibrasjoner fra ytre kilder.
- i. Annen flyaktivitet påvirket ikke hendelsesforløpet.
- j. Værforholdene påvirket ikke hendelsesforløpet.
- k. Militær aktivitet påvirket ikke hendelsesforløpet.

- l. Det ble ikke utført sabotasjehandlinger mot flyet.
- m. Flyets motorer og propellere funksjonerte normalt.
- n. Alle horisontale haleflater og sideroret har vært utsatt for vekslende belastninger - flutter.
- o. Vitale deler i halen brøt sammen og førte til tap av kontrollen over flyet (årsaksfaktor).
- p. Besetningen rakk ikke å identifisere problemene i tide til å foreta nødvendige tiltak.
- q. Flyets vinger brakk symmetrisk i negativ g-belastning.
- r. Mens flyet befant seg i stor høyde, ble honeycomb fradekkplatene mellom halefinnen og sideroret frigjort og falt langsomt mot havoverflaten. Dette ga opphav til et radarekko som ble observert av det svenske forsvaret og av innflygingsradaren ved Aalborg lufthavn.
- s. Den vertikale halefinnen var festet til skroget med bolter og tilhørende hylser, som ikke tilfredsstilte spesifiserte krav til metallhårdhet og dermed luftdyktighet (årsaksfaktor).
- t. Den unormale slitasje, som var under utvikling i festene til halefinnen, ble ikke avslørt (årsaksfaktor).
- u. Slitasjen i festene til halefinnen førte til vibrasjoner som utviklet seg til flutter (årsaksfaktor).
- v. Udempede svingninger i høyderoret medvirket til det fullstendige sammenbruddet av flyets haleparti (årsaksfaktor).
- w. APU var installert med et uoriginalt fremre feste av dårlig kvalitet og ukjent opprinnelse (årsaksfaktor).

- x. Mangelfullt og urevidert vedlikeholdsunderlag og utilstrekkelige vedlikeholdsrutiner førte til at det ikke ble avdekket at det fremre festet til APU ikke tilfredsstilte krav til luftdyktighet (årsaksfaktor).
- y. Flyets luftdyktighet ved innførsel til Norge var basert på kanadisk luftdyktighetsbevis. Dette beviset var utstedt under sviktende forutsetninger ved at vedlikeholdsunderlaget var ufullstendig.
- z. Flyets luftdyktighet under driften i Norge var ikke tilfredsstilt ved at MEL og vedlikeholdsunderlaget ikke var oppdatert i henhold til komponenter og systemer som var installert i flyet.
- aa. PAS var i økonomiske vanskeligheter da LN-PAA havarerte. Selskapet gikk konkurs like etter ulykken.
- bb. Generelt er det et etterslep i utgivelse og revisjon av norske forskrifter for sivil luftfart. Enkelte av disse forskrifter berører forhold som er undersøkt i forbindelse med dette havariet.

### 3.2

#### HAVARIETS ÅRSAK

Havariets årsak var tap av kontroll og stabilitet etter svikt i strukturen for primære kontrollflater. Svikten var forårsaket av aerolastiske svingninger initiert ved for store klaringer i den vertikale stabilisatorens innfestningspunkter til skrogets struktur. Innfestningenes tilstand var et resultat av stor slitasje på boltene og hylsene som var brukt i denne strukturforbindelsen. Bolter og hylser var av en kvalitet som ikke tilfredsstilte spesifiserte verdier med hensyn til hardhet. I forbindelse med montering og kontroll av bolter og hylser, ble aksepterte vedlikeholdsnormer ikke fulgt.

Udempede svingninger i høyderoret medvirket til det fullstendige sammenbruddet av flyets haleparti.

Svingningsmønsteret ble påvirket av det forhold at APU var i drift med et defekt feste. Dette festet var en uoriginal komponent av ukjent opprinnelse.

Jfr forøvrig årsaksfaktorer under pkt 3.1.

## TILRÅDNINGER

### GENERELT

Det er i løpet av undersøkelsene gjort funn som HSL bedømte å være av betydning for sikker og forskriftsmessig operasjon av flytypen. For at LV, berørte produsenter og utenlandske sertifiserende myndigheter skulle kunne vurdere eventuelle tiltak raskest mulig, ble følgende funn innrapportert:

- Luftfartøyets skrogtilstand (struktureparasjoner)
- Skaden på indre, høyre hengsel til høyderoret
- Uoriginalt feste til APU
- Avvik fra materialspesifikasjonen i bolter og hylser til vertikalfinnens fester.
- Feilen ved strømforsyningen til CVR

HSL har fått tilbakemelding om at det er iverksatt forebyggende flysikkerhetsmessige tiltak, og HSL anser at ytterligere tilrådninger på disse områder ikke er nødvendige.

Havariets årsak tilsier at sporbarhet av deler brukt på fly er viktig og ønskelig for å sikre at delene tilfredsstiller kravene til luftdyktighet. JAR 21 "Certification Procedures for Aircraft and related Products and Parts" behandler dette området og ventes utgitt vår/sommer 1993. Dessuten arbeider JAA med å etablere regler for hva en vedlikeholdsorganisasjon kan produsere av erstatningsdeler. Reglene vil bli tatt inn i "JAA Maintenance Temporary Guidance", som er en utdyping til JAR 145. De generelle norske regler på området finnes i BSL B 3-2 Produksjons-, Vedlikeholds- og Modifikasjonsbestemmelser for Vedlikehold og Modifikasjon av Flymateriell. HSL finner det derfor ikke nødvendig å fremme en tilrådning på dette området.

Det er et etterslep i utgivelse og revisjon av norske forskrifter. Fordi Norge er tilsluttet ECAC og dermed er

med på å utarbeide de framtidige europeiske luftfartsbestemmelsene (JAR-forskriftene), vil dette i løpet av de kommende år medføre en revisjon av bestemmelsesverket. På denne bakgrunn finner HSL det ikke nødvendig å fremme en tilrådning på dette området.

PAS hadde vanskelig økonomi på den tiden havariet med LN-PAA inntraff, og selskapet gikk konkurs kort tid etter. HSL mener det er viktig at myndighetene også vurderer sikkerhetsnivået i et luftfartsforetagende ut fra en økonomisk synsvinkel i og med at dårlig økonomi kan ha negativ innflytelse på flysikkerheten. Fordi ECAC har operatørens driftsøkonomi med som et viktig moment ved tilsyn, og LV har vurdert dette forholdet og nå tar hensyn til det, finner HSL det ikke nødvendig å fremme en tilrådning på dette området.

- 4.1 HSL tilrår at LV vurderer en tilpasning av det eksisterende system for tilsyn for bedre å ivareta luftfartøy som i første omgang ikke kan behandles rutinemessig.

Fordi gamle luftfartøy eller luftfartøy med høyt timetall ikke nødvendigvis har vært utilstrekkelig vedlikeholdt, kan utløsende tilleggsfaktorer for et slikt utvidet tilsyn være at

- luftfartøyet har vært operert og/eller vedlikeholdt under forskjellige systemer med flere eiere og vedlikeholdsansvarlige
- luftfartøyet har vært gjenstand for flere omfattende modifikasjoner
- luftfartøyet har vært operert under korrosive forhold.

I dette ligger også en initiell oppfølging av egenkontrollen som er pålagt operatøren.



- 4.2 Denne undersøkelsen har avdekket vibrasjonsproblemer med flytypen, som ikke var kjent for alle brukere. Tilsvarende forhold er funnet ved andre undersøkelser, der verdifull informasjon ikke har nådd frem til aktuelle brukere. HSL tilrår at LV vurderer bl.a. å legge større vekt på en flytypes operative og vedlikeholdsmessige historie, i den hensikt å initiere at operatøren tilveiebringer slik informasjon. Dette bør gjøres allerede under den innledende adgangskontrollen.
- 4.3 HSL tilrår at LV vurderer å innføre krav om at det skal finnes en oppdatert "Master Flight Manual" ved et luftfartøys hovedbase.

**BILAG**

1. Forkortelser
2. Komplette FDR-utskrift
3. FDR-utskrift de siste 9 min av ulykkesturen
4. FDR-utskrift som viser fire hendelsesmerker ("event marks") de siste 7 sek av ulykkesturen

HAVARIKOMMISJONEN FOR CIVIL LUFTFART (HSL)

Fornebu, den 12. februar 1993

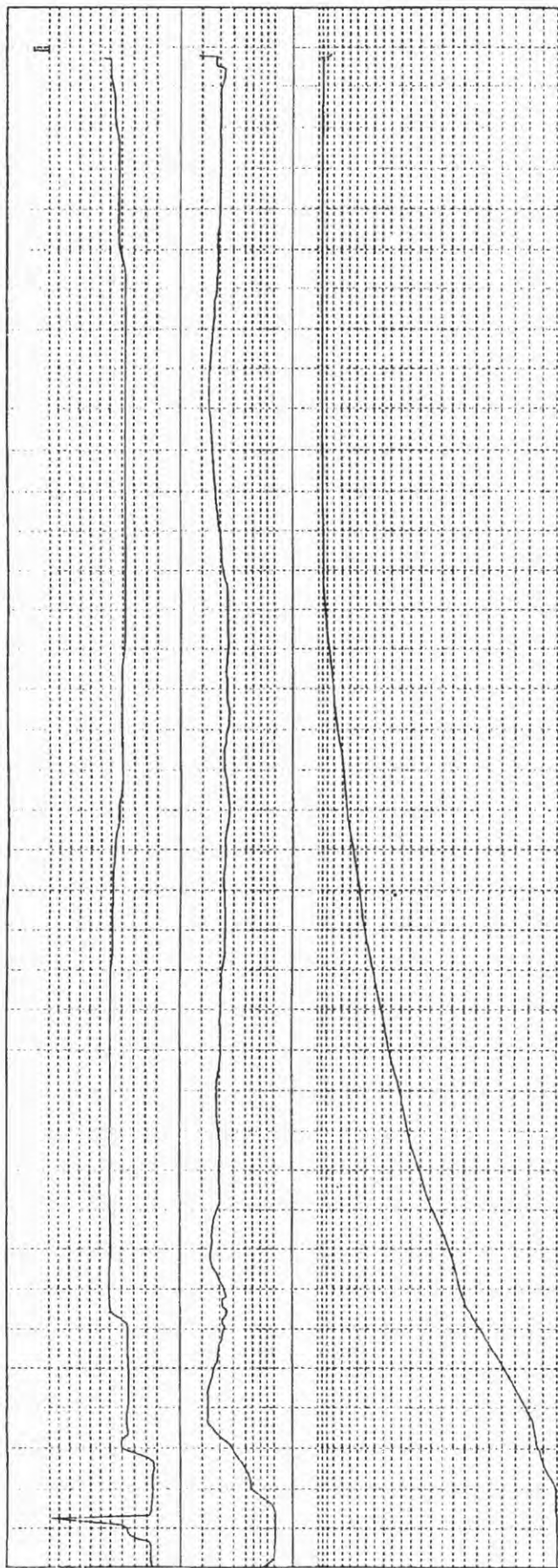
## AKTUELLE FORKORTELSER

AAIB	Air Accidents Investigation Branch (UK)
AC	Alternating Current (vekselstrøm)
ACC	Area Control Center (kontrollsentral)
ADF	Automatic Direction Finder (radiokompass)
AD-note	Airworthiness Directive (luftdyktighetspåbud)
AFM	Aeroplane (Aircraft) Flight Manual - flyets operative håndbok
AIR	Accident Investigation & Research Inc.
APP	Approach control office
APU	Auxiliary Power Unit (hjelpeaggregat)
ATA	Air Transport Association (of America)
ATC	Air Traffic Control
ATS	Air Traffic Services
AWACS	Airborne Warning And Control Station
BOP	Block Overhaul Period (system for større ettersyn)
BSL	Bestemmelser for sivil luftfart
CV	Bokstavbetegnelse for Convair-fly
CVR	Cockpit Voice Recorder (taleregistrator)
DC	Direct Current (likestrøm)
DC	Bokstavbetegnelse for Douglas-fly
DI	Daily Inspection (daglig ettersyn)
DME	Distance Measuring Equipment
ECAC	European Civil Aviation Conference
EST	Estimate(d)
ETO	Estimated Time Over (significant point)
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FAR	Federal Aviation Regulations
FDR	Flight Data Recorder (flygeregistrator)
FFI	Forsvarets Forskningsinstitutt
FIR	Flight Information Region
FL	Flight Level
FM	Flight Manual

FOF	A/S Fred. Olsens Flyselskap (Fred. Olsen Airtransport Ltd.)
FOM	Flight Operations Manual
FPL	Filed flight plan
FT	Fot
g	Enhet for tyngdens aksellerasjon
GDCD	General Dynamics, Convair Division
GMC	General Motors Corporation
GPWS	Ground Proximity Warning System
GS	Ground Speed eller Glide Slope
GTC	Gas Turbine Compressor (for trykkluft til motorstart)
HF	High Frequency
Hg	Kvikksølv
HK	Hestekraft
HP	Horse Power
hPa	Hectopascal (meteorologisk mål for lufttrykk)
HSL	Havarikommisjonen for sivil luftfart
HV5	Hardness Vickers, 5 kilopond, mål for hardhet
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IFR	Instrument Flight Rules
ILS	Instrument Landing System
IMC	Instrument Meteorological Conditions
IR	Infrarød
JAA	Joint Aviation Authorities
JAR	Joint Airworthiness Requirements
KFC	Kelowna Flightcraft Ltd.
KM	Kilometer
KT	Knots = knop (nautisk mil pr. time)
LFK	Luftforsvarets Forsyningskommando
LOC	Localizer (retningsdelen av ILS)
LV	Luftfartsverket
°M	Magnetisk kurs
MEL	Minimum Equipment List
METAR	Meteorological Aerodrome Report
MO	Major Overhaul
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NDB	Non Directional Beacon
NM	Nautical Miles
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)

PAN	Prioritert radiomelding - ilmelding
PAR	Flyselskapet Partnairs 3-bokstavkode
PAS	Partnair A/S
PFT	Periodisk Flygetrening, myndighetspålagt
P/N	Part Number
psi	Pounds per Square Inch (mål for trykk)
QNH	Altimeter subscale setting
RFC	Radio Facility Chart
ROV	Remotely Operated Vehicle
RODOS	Route Documentation System
SAS	Scandinavian Airlines System
SB	Service Bulletin
SI	Service Inspection
SID	Supplemental Inspection Document
SINTEF	Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning
SL	Service Letter
S/N	Serial Number
STA	Station (her avstand i tommer fra referansepunkt)
STC	Supplemental Type Certificate
TAF	Terminal Aerodrome Forecast - værvarsel for flyplass
TAS	True Air Speed
TAT	Total Aircraft Time
TBO	Time Between Overhaul
TC	Type Certificate
TIT	Turbin Inlet Temperatur
TMA	TerMinal control Area
TSO	Time Since Overhaul
TWR	Aerodrome control tower
UTA	Upper control Area
UTC	Co-ordinated Universal Time
VFR	Visual Flight Rules
VHF	Very High Frequency
VMC	Visual Meteorological Conditions
VOR	VHF Omnidirectional radio Range

PARTNAIR CONVAIR 580 FDR



FDR Elapsed Time in Minutes from Aircraft Rotation

Complete FDR Readout for the accident flight, Convaair 580, LN-PAA.



ACCIDENT INVESTIGATION AND RESEARCH

SECRETARY BOARD OF RECORDS      INFORMATION ANALYSIS AND REPORTS      RECORDS IN FILE

SECRETARY BOARD OF RECORDS      INFORMATION ANALYSIS AND REPORTS      RECORDS IN FILE

PARTNAIR CONVAIR 580 FDR

MAGNETIC HEADING IN DEGREES

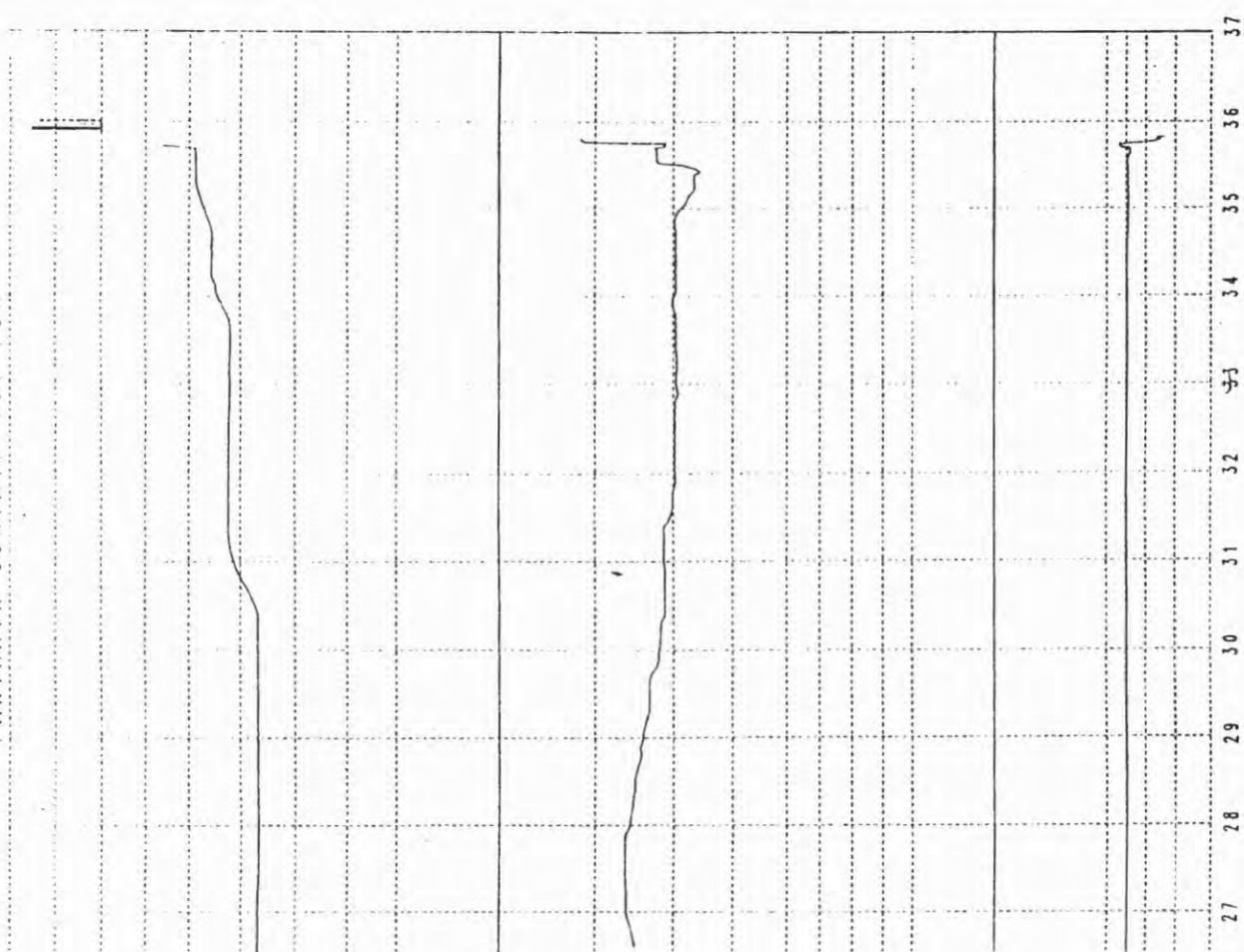
154  
170  
186  
202  
218  
234  
250

INDICATED AIRSPEED IN KNOTS

225  
200  
175  
150  
125  
100  
75  
50

ALTITUDE IN FEET

23000  
22500  
22000  
21500  
21000  
20500  
20000



FDR Elapsed Time in Minutes from Aircraft Rotation



ACCIDENT INVESTIGATION AND RESEARCH

FDR Readout data for the last 9 minutes of the accident flight, Convair 580, LN-PAA.