

**RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE 4. DESEMBER 2003 PÅ BODØ  
LUFTHAVN MED DORNIER DO 228-202 LN-HTA, OPERERT AV  
KATO AIRLINE AS**

**ENGLISH SUMMARY INCLUDED**

Avgitt  
Juni 2007

Statens Havarikommisjon for Transport  
Postboks 213  
2001 Lillestrøm  
Telefon: 63 89 63 00  
Faks: 63 89 63 01  
<http://www.aibn.no>  
E-post: [post@aibn.no](mailto:post@aibn.no)

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

MELDING OM HAVARIET .....	3
SAMMENDRAG.....	3
ENGLISH SUMMARY .....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	5
1.1 Hendelsesforløp .....	5
1.2 Personskader .....	9
1.3 Skader på luftfartøy.....	9
1.4 Andre skader .....	9
1.5 Personellinformasjon .....	9
1.6 Luftfartøy .....	11
1.7 Været.....	17
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	19
1.9 Samband.....	19
1.10 Flyplasser og hjelpemidler .....	19
1.11 Flygeregistratorer .....	20
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	21
1.13 Medisinske forhold .....	26
1.14 Brann.....	26
1.15 Overlevelsesaspekter.....	26
1.16 Spesielle undersøkelser .....	27
1.17 Organisasjon og ledelse .....	28
1.18 Andre opplysninger.....	28
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	35
2. ANALYSE.....	35
2.1 Værforholdene .....	35
2.2 Værradar (flybåren) .....	35
2.3 Besetningens håndtering av nødsituasjonen .....	36
2.4 Lufttrafikkjenesten.....	37
2.5 Lufthavntjenesten:.....	38
2.6 Lynnedslaget .....	38
2.7 Jordingskablene.....	38
3. KONKLUSJON .....	39
3.1 Undersøkelseresultater .....	39
3.2 Signifikante undersøkelsesresultater.....	40
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	41

## RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Typebetegnelse:	Dornier DO 228-202
Registrering:	LN-HTA
Eier:	Kato Airline AS
Bruker:	Samme som eier
Havaristed:	Bodø lufthavn (ENBO), terskel rullebane 25 (67°16'2''N 014°24'0''Ø)
Havaritidspunkt:	Torsdag 4. desember 2003, kl. 0909

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

## MELDING OM HAVARIET

Torsdag 4. desember 2003 kl. 0915 ringte sjefflygeleder ved Bodø kontrolltårn til vakthavende havariinspektør i Statens havarikommisjon for transport (SHT)<sup>1</sup> og varslet om ulykken. Meldingen gikk ut på at en Dornier 228 tilhørende Kato Airline hadde havarert like øst for terskel til bane 25 ved Bodø lufthavn. Det ble opplyst at status for de fire om bord var uklar. Kort tid etter mottok havarikommisjonen tilsvarende varsel fra Politiets operasjonssentral, samt fra Kato Airline.

Grunnet dårlige værforhold i Bodø, og fordi østre del av rullebanen var stengt, var det en tid usikkert hvorvidt ruteflyet, som havarikommisjonen benyttet, kunne lande ved Bodø lufthavn. Havarikommisjonen rykket ut med 3 havariinspektører og ankom havaristedet kl. 1450 samme dag.

## SAMMENDRAG

Kato Airline rute KAT603, et fly av typen Dornier 228-202 med registrering LN-HTA, skulle fly regulær rute fra Røst lufthavn (ENRS) til Bodø lufthavn (ENBO). Det var to passasjerer og to flygere om bord.

Det var sterk vind fra vest, og da flyet nærmet seg Bodø utviklet det seg meget raskt omfattende lynaktivitet. Flyet ble truffet av et meget kraftig lyn. Lynet gikk inn i flyets neseparti og videre til flyets hale. Jordingsledninger mellom skroget og haleflaten, og en ledning mellom haleflaten og høyderoret ble brent av. Stor elektrisk energi passerte gjennom høyderorstaget i halepartiet. Et endestykke løsnet, slik at det oppsto brudd i stagoverføringen. Dermed var den eneste forbindelsen mellom stikkekontrollene i cockpit og høyderoret brutt. Flytypen har elektrisk "pitchtrim" som justerer vinkelen på haleflaten, og flygerne oppnådde etter hvert begrenset kontroll på flyets nesestilling ved hjelp av denne.

Da lynet traff flyet, ble flygerne blendet i ca. et halvt minutt. De tapte for en periode kontrollen over flyet, slik at det var meget nær ved å steile. Flygerne erklærte nødsituasjon.

---

<sup>1</sup> Etatens navn var Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB) inntil 1. september 2005.

Flyets øvrige systemer var intakte, og flygerne lyktes å få brakt flyet ned for landing. På første landingsforsøk var flygehastigheten noe for stor. Flyet traff bakken hardt i en tilnærmet trepunktslanding og spratt opp igjen. Flygerne bedømte at landingen var ukontrollerbar fordi høyderoret ikke fungerte. Avbrutt landing og ny landingsrunde ble gjennomført. Det var vanskelige vindforhold, og også neste innflyging ble ustabil i høyde og hastighet. På kort finale tippet flyets nese ned, og flygerne fikk bare så vidt flatet litt ut før flyet traff bakken. Treffpunktet var få meter før rullebanen, slik at flyet skled videre inn på rullebanen.

Store redningsstyrker kom raskt til stedet. De to flygerne ble alvorlig skadet, mens begge passasjerene slapp unna med kun lettere fysiske skader. Det oppstod ikke drivstofflekkasje eller brann. Flyet ble totalskadet.

Det er grunn til å anta at den totale energien i lynet overskred verdiene i konstruksjonskravene. Undersøkelsen har avdekket at inntil 30 % av trådene på sentrale jordingskabler i halen kan ha vært defekte før lynet traff. Andre momenter av betydning for sikkerheten som drøftes i rapporten, er behov for styrket fokus på vedlikehold og optimal bruk av flybårne værradarer. Videre har undersøkelsen avdekket behov for bedre presentasjon av informasjon fra bakkebaserte værradarer hos flygekontrolltjenesten.

Havarikommisjonen fremmer tre sikkerhetstilrådinger i denne rapporten.

## **ENGLISH SUMMARY**

Kato Airline flight KAT603, an aircraft of the type Dornier 228-202 with registration LN-HTA, was to fly a regular scheduled flight from Røst airport (ENRS) to Bodø airport (ENBO). There were two passengers and two pilots on board.

There was a strong westerly wind, and when the plane approached Bodø extensive lightning activity developed quickly. The aircraft was struck by a very powerful lightning. The lightning struck the aircraft's nose area and passed to the tail. Boundings between the fuselage and tail surface and a wire between the tail surface and the elevator were burned off. A powerful electric energy passed through the elevator rod in the tail section. A rod end came loose, resulting in a breach in the controlrod. Thus the only connection between the control column in the cockpit and the elevator was lost. This aircraft type has electric pitchtrim which adjusts the tail surface angle of attack and after a period the pilots regained limited control of the aircraft's nose position by using this.

When the lightning struck the aircraft, the pilots were blinded for approximately 30 seconds. They lost control of the aircraft for a period and the aircraft came very close to stalling. The pilots declared an emergency.

The aircraft's remaining systems were intact and the pilots succeeded in bringing the plane in for landing. During the first landing attempt the airspeed was somewhat high. The aircraft hit the ground in an approximate three-point position and bounced into the air. The pilots concluded that the landing was uncontrollable because the elevator was not working. The landing was aborted and the aircraft circled for a new attempt. Wind conditions were difficult and the next attempt was also unstable in terms of height and speed. At short final the aircraft nosed down and the pilots barely managed to flare a little before the aircraft hit the ground. The point of impact was a few metres before the runway and the aircraft slid onto the runway.

Emergency services quickly arrived at the scene. The two pilots were seriously injured while both passengers suffered only minor physical injuries. No fuel leakage or fire occurred. The aircraft was written off.

There is reason to believe that the total amount of energy in the lightning exceeded the values of the construction specifications. The investigation has uncovered that up to 30% of the wiring in essential bindings in the tail may have been defective before lightning struck. Other relevant safety issues that are discussed in the report are the need for increased focus on maintenance and the optimum use of airborne weather radars. The investigation has further uncovered a need for better presentation of information from ground-based weather radars by the air traffic control service.

The Accident Investigation Board Norway issues three safety recommendations in this report.

## **1. FAKTISKE OPPLYSNINGER**

### **1.1 Hendelsesforløp**

1.1.1 Besetningen sjekket inn om morgenen 4. desember ved selskapets base på Narvik Framnes lufthavn (ENNK). Deretter fløy de følgende ruter:

KAT601: Narvik til Bodø, avgang kl. 0615, landing kl. 0705.

KAT602: Bodø til Røst (ENRS), avgang kl. 0735, landing kl. 0800.

1.1.2 Flyturen fra Narvik via Bodø og til Røst forløp normalt.

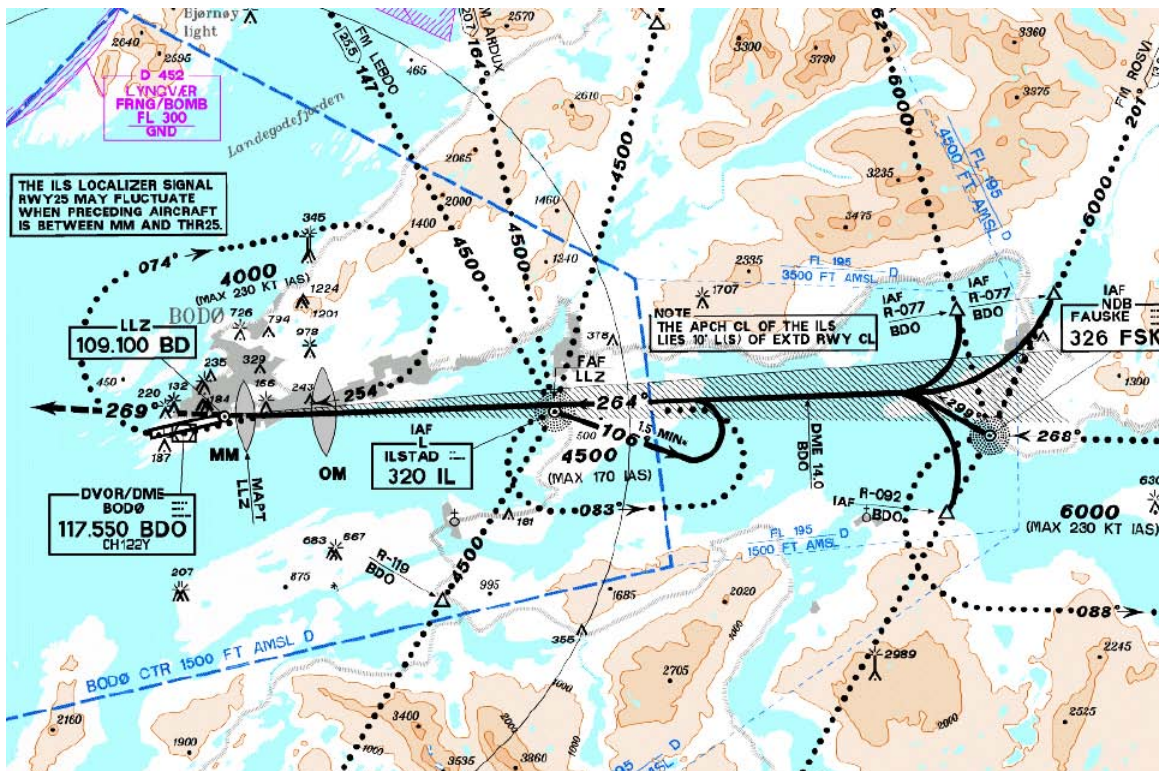
1.1.3 Det var booket 7 passasjerer på flyet fra Røst til Bodø. Grunnet de dårlige værforholdene med sterk vind, valgte imidlertid et ektepar og deres 3 barn å avstå fra å reise. Etter et kort bakkeopphold tok KAT603 av fra Røst kl. 0825. Om bord var fire personer, hvorav to mannlige passasjerer, kaptein og styrmann. Styrmannen var den som førte flyet (Pilot Flying PF).

1.1.4 Kl. 0828 kontaktet besetningen på KAT603 Bodø Approach (119,700 MHz). Bodø Approach bekreftet at de hadde radarkontakt og instruerte besetningen om å fly i 6 000 ft, samt å følge en kurs på 090° for senere å kunne forvente innflyging ved hjelp av radarledning til ILS25. Besetningen innhentet deretter automatisk terminalinformasjonstjeneste (ATIS) for Bodø lufthavn.

1.1.5 Første del av flyturen forløp uten problemer og med mindre turbulens enn forventet. De fikk tidlig Bodø i sikte. Det var sterk vind fra vest og dermed rullebane 25 i bruk for landing. Foran dem, og inn over fastlandet, lå en vegg med skyer. I løpet av svært kort tid utviklet det seg kraftig lynaktivitet i området fra nord til syd for Bodø. I den påfølgende perioden valgte flere fly i området på eget initiativ eller basert på luftrafikkjenestens informasjon om tordenbygeaktivitet, å fly utenom de aktive cellene med stor nedbør-/lynaktivitet.

1.1.6 Kl. 0836, nærmet WIF803 (DHC-8 fra Widerøes flyveselskap) seg innflyging til Bodø lufthavn fra øst. Besetningen registrerte høy nedbørsintensitet i området Ilstad lokator (IL) på sin værradar. De vegret seg for å fly gjennom nedbørscellene, og spurte luftrafikkjenesten om andre fly hadde fløyet gjennom området. De fikk til svar at det ikke hadde vært andre fly i området øst for plassen den siste halve timen.

Luftrafikkjentensten klarerte deretter WIF803 for å påbegynne ILS 25. WIF 803 befant seg da over Valnesfjord. Litt senere informerte luftrafikkjentensten WIF803 om at en alternativ mulighet kunne være å sette kurs mot vestsiden av flyplassen og utføre ILS 07, påfulgt av visuell sirkling for landing på rullebane 25. Det ble informert om at sikten var dårlig og at dette alternativet derfor ikke var gunstig å satse på. I mellomtiden hadde det bygget seg opp bygeskyer (cumulonimbus CB) i området Landegofjorden (se kart i figur 1) og på sørsiden av Fugløya. Besetningen på WIF803 valgte derfor å fortsette en innflyging fra øst. Kl. 0838 rapporterte WIF803 at de var etablert på ILS25.



Figur 1: Utsnitt av innflygingskart ILS25 til Bodø

- 1.1.7 Kl. 0839, mens WIF803 befant seg ca. 3 NM øst av Ilstad (IL) (se figur 1) og i en høyde av 3 500 – 4 000 ft, informerte besetningen Bodø Approach om at de var truffet av et kraftig lyn og at de ikke anbefalte andre Dash 8 fly å fly gjennom den samme bygen. I ettertid har kapteinen på WIF803 overfor havarikommisjonen uttalt at i løpet av de 19 årene han hadde fløyet i Bodø området, aldri tidligere hadde opplevd at det så raskt utviklet seg voldsom lynaktivitet. Han beskrev situasjonen som å skru på en bryter. Lynnedslaget medførte at Widerøes fly ble stående på verksted en uke for utbedring av skadene.
- 1.1.8 Bodø Approach informerte umiddelbart KAT603 om advarselen fra WIF803. Besetningen på KAT603 spurte da om muligheten for å utføre ILS07 med påfølgende sirkling til rullebane 25. Etter koordinering mellom Bodø Approach og Bodø TWR som visuelt kunne sjekke posisjonen på bygene, fikk KAT603 informasjon om at bygevirkensomheten var på vei nordøstover. Besetningen ble gitt valget om å vente i Fauske-området eller å sette kurs vestover for senere å gjøre en innflyging fra vest mot øst. KAT603 ba om å få gjøre en innflyging fra vest. I Bodø-området var det da stor bygevirkensomhet og besetningen ble spurt om hvordan det ville være å fly tilbake vestover. Besetningen informerte om at de underveis fra Røst til Bodø hadde sett

lufthavnen og at en retur samme veien burde gå bra, men at det var en ganske tett bygd der de var. Kl. 0841 hadde KAT603 passert nord for Bodø lufthavn og befant seg nordøst av lufthavnen. For å posisjonere dem for innflyging fra vest ble KAT603 sendt på radarledingskurs 270°, fortsatt i en marshøyde på 6 000 ft. I perioden kl. 0842-0843 fant det sted en mengde kommunikasjon mellom besetningen og Bodø Approach. De kommuniserte om posisjoner på byger i området, endringer i været, muligheten til å kunne fly utenom bygene og vurdering av hva som vil være beste rute å følge. Besetningen besluttet å fortsette for ILS til rullebane 25. Kl. 0843 diskuterte flygerne seg i mellom at flyets værradar var helt ubrukelig. Til tross for de åpenbart kraftige cellene i området, ga den ingen rød indikasjon. Flyet kom samtidig inn i kraftig turbulens.

1.1.9 Kl. 0844 ble KAT603 truffet av et meget kraftig lyn i flyets neseparti. Begge flygerne ble fullstendig blendet. Først etter ca. 30 sekunder begynte de å få synet gradvis tilbake. Besetningen informerte Bodø Approach om hva som hadde skjedd. Basert på data fra flyets ferdskriver var flygehastigheten 168 KIAS, flyhøyden 5 900 ft og kursen 225° da flyet ble truffet av lynet. Flyet befant seg da ca. 10 NM øst av Bodø lufthavn.

1.1.10 Med referanse til tidspunktet for lynnedslaget inntraff deretter følgende:

- 0-45 sekunder: Flyet mistet langsomt høyde fra 5 900 ft til 5 600 ft. Flygehastighet varierte mellom 145-165 KIAS
- 10-40 sekunder: Flygerne erfarte at flyets høyderor ikke fungerte som normalt.
- 40 sekunder: Flygerne diskuterte seg imellom om det hadde skjedd noe med flyets høyderor og bestemte seg for å øke motorkraften.
- 45 sekunder: Flyet startet en rask stigning, etter hvert med en stigerate på så mye som 4 000 ft i minuttet og med raskt avtagende flygehastighet som resultat.
- 70 sekunder: Flygerne registrerte at flygehastigheten var raskt synkende og diskuterte hvordan de kunne få flyet nedover igjen.
- 80 sekunder: Flyet var nær ved å steile. Hastigheten hadde da sunket til en laveste verdi på 66 KIAS, og flyet sluttet å stige ved en høyde på 7 800 ft. (V<sub>mc</sub> single engine = 81 KIAS)
- 90 sekunder: Føringen av flyet ble overført fra styrmannen til kapteinen.

1.1.11 Hastigheten ble økt ved hjelp av motorkraft og trim tilbake til en sikker flygehastighet. Flyet fortsatte å klatre utilsiktet opp til 9 000 ft.

1.1.12 For en periode unnlot Bodø Approach å forstyrre flygerne, for så senere å be besetningen rapportere når de var klar for å starte innflyging.

1.1.13 Kl. 0846 ble lufthavnen truffet av et lynnedslag og mistet alt elektronisk utstyr i et kort øyeblikk inntil nødstrømsaggregatet startet og reserveutstyret kunne tas i bruk. Det er ikke rapportert at dette medførte noe problem for lufttrafikkjenten.

1.1.14 Kl. 0846 kommenterte Bodø Approach, som da hadde sett KAT603 avvike fra klarert høyde, at det ikke fantes annen lufttrafikk i området og at de gjerne måtte klatre og fly slik som de ønsket for øyeblikket. Kl. 0847 kalte besetningen opp og sa de var i flygenivå

(FL) 090 på en kompasskurs av 010°. Bodø approach bekreftet mottatt informasjon og gjentok at de fikk operere som de selv trengte. Kl. 0848 informerte besetningen om at de hadde problemer med flyets høyderor, og at de måtte benytte flyets elektriske høyderorstrim for å kontrollere flyets høyde. De påfølgende minuttene ble det utvekslet oppdatert informasjon om bygene i området og planlegging av hvordan innflyging best kunne bli gjennomført. Besetningen fikk oppgitt at vinden på flyplassen var 230° og 25-32 kt.

- 1.1.15 Kl. 0850 erklærte besetningen at de var i en nødsituasjon på grunn av problemene med høyderoret og det ble informert om hvor mange de var om bord, samt hvor passasjerene satt i kabinen. Meldingen ble bekreftet mottatt av lufttrafikkjentesten. Kl. 0851 iverksatte lufttrafikkjentesten varsling i henhold til varslingsplan (se punkt 1.15.1). På lydbåndopptak fremkommer det at flygelederne seg imellom antok at flyet ville komme til å havarere. Grunnet nye byger som var på vei inn i området hadde lufttrafikkjentesten den påfølgende periode hektisk aktivitet med fortløpende å vurdere hvordan de best kunne råde besetningen til å fly. Ønsket var om mulig å få brakt flyet til visuelle flygeforhold, men det var usikkert om dette kunne la seg gjøre, på grunn av lavt skydekke og redusert sikt i bygene. Fra en posisjon over Landegodefjorden ble det gitt klareringer om kurs og høyde for innflyging til rullebane 25.
- 1.1.16 Etter som tiden gikk, vant besetningen erfaring i å holde kontroll på flyet. Høyderorstrimmen var ettervirkende, og ved hver endring på motorkraft ble det behov for å justere trimmen på nytt. Sterk høydevind og høyt terreng skapte turbulens, og medførte ekstra store utfordringer med å få stabilisert flyet. Flyets øvrige systemer syntes å være intakte etter lynnedslaget. Kl. 0901 på vei ned til 2 500 ft, fikk besetningen flyplassen i sikte fra en avstand på 7 NM og besetningen mottok klarering for landing på rullebane 25. Passasjerene ble fortløpende holdt orientert om problemene med høyderoret, og fikk beskjed om at landingen måtte forventes å bli hard og at de måtte stramme sikkerhetsbeltene.
- 1.1.17 Kl. 0904, da flyet lå på kort finale, ble aktuell vind formidlet til å være 230° 25 kt. Kapteinen valgte å lande med flaps i posisjon 1. Han fløy flyet og ba styrmannen om å utføre alle endringer på ønsket motorkraft. Da flyet var i ca. 700 ft ga flyets terrengvarslingsystem varsel om at flyet lå under elektronisk glidebane. Flygerne bestrebet å holde flyet mest mulig stabilt. Fra ca. 100 ft fløy flyet med en meget liten gjennomsynking innover rullebanen, før det plutselig sank ned. Da flyet traff rullebanen, utenfor taksebane "D" (ca. midt på rullebanen), var flygehastigheten noe for høy (110 KIAS), og flyet landet i trepunktstilling. Landingen var hard og flyet spratt raskt opp og til en stor høyde. Ut i fra situasjonen og med høyderor ute av funksjon, fant kapteinen det mest forsvarlig å avbryte landingen.
- 1.1.18 Flygelederne i tårnet bivånet den avbrutte landingen og påfølgende "go-around". Overfor havarikommisjonen har flygelederne gitt uttrykk for at de mente flyet ville havarere, fordi det fikk en meget høy nesestilling. Flygehastigheten under stigningen var ca. 110 KIAS, varierende fra 101 KIAS opp til ca. 120 KIAS. Besetningen fortsatte deretter en venstre landingsrunde for en ny innflyging til rullebane 25.
- 1.1.19 Flyet ble på ny etablert på finalen 1 minutt og 55 sekunder før landingen (havariet). Innflygingen ble vesentlig flatere enn standard 3,5° for rullebane 25 i Bodø. Fartøysjefen ønsket å legge flyet på en lavere innflygingsvinkel på denne innflygingen enn ved første innflyging, samt å lande et stykke inne på rullebanen. Kapteinens tanke var å få minst



mulig behov for forandring i pitch og trim, samt at landingen skulle treffe best mulig nedpå i en av oscilleringene på flyets flygebane (innflygingsvinkel). Vinden ble oppgitt av flygeleder til å være 230° 27 kt. Fra 30-10 sekunder før havariet varierte flygehastigheten mellom 99-123 KIAS. De siste 10 sekundene sank hastigheten fra 123 KIAS til siste registrerte hastighet på ferdskriveren som var 101 KIAS. Flyets nese pekte da for mye ned, men kapteinen lyktes med å flate noe ut før flyet traff bakken tilnærmet flatt, 22 meter foran asfaltkanten i østre ende av rullebanen (se pkt. 1.12 for detaljer). Flyets ferdskriver registrerte opp til 8,4 G ved nedslaget. Flyets understell ble slått av, buken trykket opp og vingen trykket ned i kabinen. Flyet skled 78 meter før det stoppet på rullebanen. Det oppstod ikke drivstofflekkasje eller brann.

- 1.1.20 Begge flygerne ble for en kortere periode slått bevisstløse av det kraftige nedslaget. Da de kom til seg selv igjen, var redningsmannskapene utenfor vinduene. Flygerne evakuerte flyet via venstre cockpitdør, mens de to passasjerene evakuerte flyet via fremre, høyre nødutgang i kabinen. Brannmannskapene sprøytet skum på flyet. Passasjerene og flygerne ble kjørt til Nordlandssykehuset i Bodø.

## 1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig	2		
Lett/ingen		2	

- 1.2.1 Fartøysjefen fikk hovedsakelig moderate kompresjons-/bruddskader i ryggen. Skadeomfanget og at han var innlagt på sykehus mer enn 48 timer tilsier at han skal regnes som alvorlig skadet.
- 1.2.2 Styrmannen fikk mindre kompresjonsskader i ryggen, samt noen sår og kuttskader. Han var innlagt på sykehus mer enn 48 timer og betegnes således også som alvorlig skadet.
- 1.2.3 De to mannlige passasjerene ble etter legesjekk på sykehus utskrevet etter kort tid og betegnes således som lettere fysisk skadet.

## 1.3 Skader på luftfartøy

Luftfartøyet ble totalskadet (se punkt 1.12 for detaljer).

## 1.4 Andre skader

Mindre skader på rullebane og terreng foran rullebanen.

## 1.5 Personellinformasjon

### 1.5.1 Fartøysjefen

- 1.5.1.1 Fartøysjef, mann 49 år, startet sin flygerkarriere i 1984 med trafikkflygerutdannelse og senere flygerarbeid i USA. I 1988 kom han hjem til Norge og begynte i Norving som styrmann på DO 228 og ble senere kaptein på den og andre flytyper. Han hadde også en kortere periode på DO 228 i Sverige. I årene 1993-1998 fløy han hos Air Stord på Beech 100/200 og senere DO 328. Deretter fløy han på DO 328 for et flyselskap i Italia i 2,5 år

frem til det selskapet gikk konkurs. Etter dette var han en periode arbeidsledig, men gikk etter hvert tilbake til å praktisere sin opprinnelige profesjon som elektriker. I mai 2003 begynte han på et engasjement i Kato Airline og fløy DO 228. I løpet av den relativt korte perioden i Kato Airline var han blitt permittert to ganger grunnet overtallighet. 1. oktober 2003 ble han sagt opp med 3 måneders oppsigelse. Han var således under oppsigelse da ulykken inntraff. På Dornier 228 hadde han til sammen ca. 700 timers erfaring, hvorav ca. halve tiden som kaptein.

- 1.5.1.2 Sertifikatinnehaver av norsk B/CPL (nasjonalt) siden 26. juli 1994. ATPL (A) (nasjonalt) siden 26. juni 1998, gyldig til 25. mars 2008.
- 1.5.1.3 Rettigheter: Styrermannsrettighet DO 228 siden 19. november 1992. Kapteinsrettighet på DO 228 fra 26. mars 1998. Siste ferdighetskontroll (PC) på DO 228 ble utført den 1. desember 2003 (fire dager før ulykken) og hadde gyldighet til 30. november 2004. Rettighetsbeviset var påført en begrensning om kun å fly flytypen i flerpilot konsept.
- 1.5.1.4 Tidligere rettigheter: IR (A), SEP (land), MEP (land), BE90/99/100/200 og DO 328.
- 1.5.1.5 Legeattest: Kl. 1 ble sist fornyet 19. november 2003 og var gyldig til 7. mai 2004 med begrensningen VNL (må ha lesebriller tilgjengelig).

Tabell 2: Flygetid

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	6	6
Siste 3 dager	11	11
Siste 30 dager	12	12
Siste 90 dager	34	34
Totalt	6 400	700

- 1.5.1.6 All opplæring, trening og ferdighetskontroll som fartøysjefen hadde på DO 228 var foretatt på fly. Fartøysjefen hadde ikke tidligere trent på nødprosedyren "LANDING WITH ELEVATOR INOP", da slik trening vanskelig kan gjøres uten hjelp av simulator.
- 1.5.1.7 Fartøysjefen hadde tidligere i Dornier 328 simulator trent på å fly uten fungerende høyderor. Han mener den treningen hjalp ham på LN-HTA.
- 1.5.1.8 Fartøysjefen har overfor havarikommisjonen gitt uttrykk for at han følte seg uthvilt og i fin form for flyging den aktuelle dagen.

## 1.5.2 Styrermannen

- 1.5.2.1 Styrermann, mann 35 år, startet sin flygerkarriere i 1991 med trafikkflygerutdanning og senere flygerarbeid et par år i USA. I perioden 1992 til 1994 tok han et kandidatstudium i organisasjon og administrasjon ved høyskolen i Bodø. Deretter jobbet han 2 år ved Meteorologisk Institutt i Bodø og på Blindern. Han tjenestegjorde som flygerinspektør i Luftfartstilsynet i perioden 2000-2003 hvor hans fagfelt var tilsyn med flygerutdanning. Samtidig var han flyinstruktør i Oslo Flyveklubb. Styrermannen begynte i Kato Airline januar 2003. Det første halve året hadde han base på Værnes og fløy hovedsakelig på selskapets rute mellom Trondheim og Brønnøysund. Siden august 2003 var han stasjonert i Narvik og fløy hovedsakelig ruten mellom Narvik, Bodø og Røst.

- 1.5.2.2 Sertifikat: Innehaver av norsk CPL (A) (nasjonalt) siden 22. oktober 1999. CPL (A) (JAR-FCL) siden 31. januar 2003, gyldig til 31. januar 2008.
- 1.5.2.3 Rettigheter: IR (A) siden 22. oktober 1999. Styrermannsrettighet på DO 228 ervervet ved ferdighetsprøve (ST) den 31. januar 2003. Typerettigheten var gyldig til 31. januar 2004. Rettighetsbeviset var påført en begrensning om kun å fly som styrmann.
- 1.5.2.4 Tidligere rettigheter: SEP (land), IK/3, FI (A) og FE.
- 1.5.2.5 Legeattest: Kl. 1 ble sist fornyet 1. desember 2003 (fire dager før ulykken) og var gyldig til 28. november 2004 uten noen begrensning.

Tabell 3: Flygetid

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	3	3
Siste 3 dager	3	3
Siste 30 dager	35	35
Siste 90 dager	110	110
Totalt	1 450	260

- 1.5.2.6 All opplæring, trening og ferdighetskontroll som styrmannen hadde på DO 228 var foretatt på fly. Styrmannen hadde ikke tidligere trent på nødprosedyren "LANDING WITH ELEVATOR INOP", da slik trening vanskelig kan gjøres i annet enn simulator.
- 1.5.2.7 Styrmannen har overfor havarikommisjonen gitt uttrykk for at han følte seg utvilt og i fin form for flyging den aktuelle dagen.

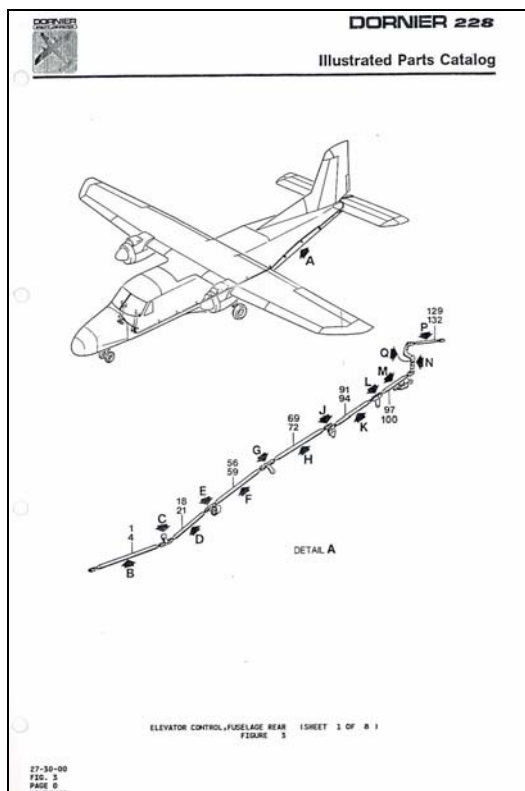
## 1.6 Luftfartøy

### 1.6.1 Generelt

Fabrikant:	Dornier Luftfahrt GmbH (Tyskland)
Typebetegnelse:	DO 228-202
Serienummer:	8127
Byggeår:	1987
Nasjonalitets- og registreringsmerke:	LN-HTA
Eier:	Kato Airline AS
Luftdyktighetsbevis:	Gyldig til 30. juni 2004
Typesertifiseringsnummer:	FAA A16EU
Sertifiseringsklasse:	FAR 135A, FAR 23, SFAR 41C
Akkumulert flytid:	11 069 timer

Flytid siden siste ettersyn:	55 timer (siden 300 timers inspeksjon)
Motorer:	2 stk. Garret TPE 331-5-2520
Drivstoff:	JET A-1
Maksimal avgangsmasse:	6 200 kg.
Aktuell avgangsmasse:	4 738 kg.
Tyngdepunkt:	23 % MAC (17,5-40% sertifisert grense)

- 1.6.1.1 Dornier 228 kom inn i norsk luftfartøyregister da Norving tok flytypen i bruk i 1982.
- 1.6.1.2 Dornier 228 har ikke trykkabin og blir derfor fløyet for det meste i høyder under 10 000 ft hvor det ikke kreves bruk av oksygen. Flytypen er hovedsakelig bygget av aluminium. Det samme gjelder flyets horisontale stabilisator. Høyderoret er bygd med et rammeverk av aluminium trukket med duk.
- 1.6.1.3 Mellom flygekontrollen ved begge flygerposisjonene og flyets høyderor, skjer overføringen ved hjelp av diverse stag (se figur 2).



Figur 2: Skisse av stagene som overfører kraft fra høyderorskontrollen til høyderoret.

- 1.6.1.4 Dornier 228 er konstruert slik at flyets elektriske trim beveger horisontal stabilisator opp og ned. Høyderoret er montert bak den bevegelige horisontale stabilisatoren. Det er derfor mulig å opprettholde en viss kontroll av flyets "pitch" selv med høyderoret ute av funksjon.

- 1.6.1.5 Luftfartøyet var utstyrt for instrumentflyging og hadde blant annet installert VOR, ADF, DME, ILS, GPS, transponder, radiohøydemåler, GPWS og værradar.
- 1.6.2 Værradar (flybåren)
- 1.6.2.1 I henhold til JAR-OPS 1.670 skal fly i denne størrelse være utrustet med flybåren værradar når det opereres om natten eller i IFR-forhold i områder hvor det langs ruten kan forventes potensielt farlige værforhold som det ansees mulig å oppdage med flybåren værradar.
- 1.6.2.2 I henhold til JAR-OPS 1.1045 pkt. 8.3.8 skal selskapets operasjonshåndbok (OM) ha en beskrivelse for operasjon i ugunstige og potensielt farlige atmosfæriske forhold. Kato Airline har i sin OM part A, seksjon 8 retningslinjer for hvordan selskapets flygere generelt skal forholde seg dersom det flys nær eller i områder med tordenvær. Det er poengtert at det, hvis mulig, bør bestrebes å unngå kraftige byger. Noen av retningslinjene var relevante, andre ikke. Operasjonsmanualen har en tabell, som gir retningslinjer om å ikke fly nærmere enn 5-10 NM fra de mest aktive cellene. Selskapet beskriver videre at dersom værradaren ikke fungerer, skal man unngå kraftige byger (CB) med en avstand på minimum 10 NM. Forøvrig nevnes at håndboken blant annet anbefaler å skru cockpitbelysningen på fullt, samt å benytte solvisirene for å minimere effekten av blendene lyn.
- 1.6.2.3 Som det fremkommer i pkt. 1.1.8, erfarte flygerne at værradaren ikke viste noe rødt under ett minutt før flyet fløy inn i celler med kraftig nedbør og ble truffet av lyn. Havarikommisjonen har derfor gjennomgått vedlikeholdet av flyets værradar. Om bord var det montert værradar sender-/mottaker-antenne (typebetegnelse KA126, serienummer 50585) og indikator (typebetegnelse KI244, serienummer 60616). Begge fikk etter henholdsvis reparasjon og benkttest "JAA FORM ONE" "JAR 145.50 Release to Service" blanketter utstedt av Aerotechnic Vertriebs und Service GmbH (Tyskland) den 16. mai 2001.
- 1.6.2.4 Kort tid etter viser arbeidsordre at sender-/mottaker-antenne (KA126 s/n 50585) og indikator (p/n KI244 s/n 60616) ble utmontert fra LN-HTA den 5. juni 2001 med følgende anførsel: "WXR – Frequency out of tolerance" Som korrektivt tiltak ble anført: "*KA126 and KI266 removed for repair, repair too expensive, after repair reinstalled and tested acc. AMM Chpt. 34-62-30 and test report ZE-0-004, ok*"
- 1.6.2.5 Neste anførsel i teknisk logg som havarikommisjonen har tilgjengelig er fra den 10. juni 2003 og viser at værradaren ble anført med "*WX radar only shows green*". Tekniker utkvitterte anførselen med at forholdet var planlagt tatt vare på gjennom arbeidsordre WO 03-106. I henhold til kopi av arbeidsordre 03-106 ble indikator (KI126 s/n 50585) montert inn i LN-HTA den 18. juni 2003.
- 1.6.2.6 Etter havariet viser havarikommisjonens funn at værradaren hadde følgende innstillinger:
- Funksjon (mode): MAP (Alternativer: OFF, STBY, TEST, WX eller MAP)
  - Avstand (range): 40 NM (Alternativer: 10, 20, 40, 80 eller 160 NM)
  - Tilt: +3,5° (Kan justeres trinnløst mellom -12 ° til +12 °)
  - Styrke (gain): Automatisk (Alternativer: Automatisk eller variabel styrke)
  - Stabilisator: ON (Alternativer: OFF eller ON)

1.6.2.7 En værradar opererer etter ekkoprinsipp og sender ut elektromagnetiske pulser. Når pulsene treffer nedbørsceller, bakken eller andre gjenstander reflekteres deler av pulsen og presenteres på indikatoren med forskjellig farge, størrelse, konturer, retning og avstand. De elektromagnetiske pulsene fra senderen vil variere i Puls Repetisjon Frekvens (PRF) avhengig av hvordan radaren er innstilt. De fleste indikatorer presenterer været i følgende farger: sort, grønn, gul, rød eller magenta. Svake retursignaler indikeres med grønn og maksimal retur gir magenta. Det er mengden vann i cellene som gir varierende grad av refleksjon. En værradar detekterer ikke lyn, turbulens eller statisk elektrisitet.

### 1.6.3 Høyderor

I henhold til Dornier 228 Pilot's Operating Handbook, seksjon 3 (Emergency and Abnormal Procedures) finnes følgende prosedyre for "LANDING WITH ELEVATOR INOPERATIVE":

*"With an inoperative elevator it has been proven that the airplane can be safely landed by use of horizontal stabilizer trim and/or power adjustment for pitch control. To prepare for a landing approach proceed as follows:*

1. Flaps - UP or 1

<b>WARNING</b>
----------------

*Do not extend the flaps beyond position 1 as airplane may become marginal with forward center of gravity.*

2. Approach Speed -  $V_{REF} + 5 \text{ kts}$

3. Fly a shallow, power on approach

4. For landing flare use horizontal stabilizer trim and engine power as necessary

<b>WARNING</b>
----------------

*With forward center of gravity and flaps position UP, horizontal stabilizer trim will not be sufficient for the landing flare. Adding appx. 15% torque per engine for the flare will result in sufficient pitch up moment to break a normal sink rate.*

#### **NOTE**

*Adding power will induce a pitch up moment.*

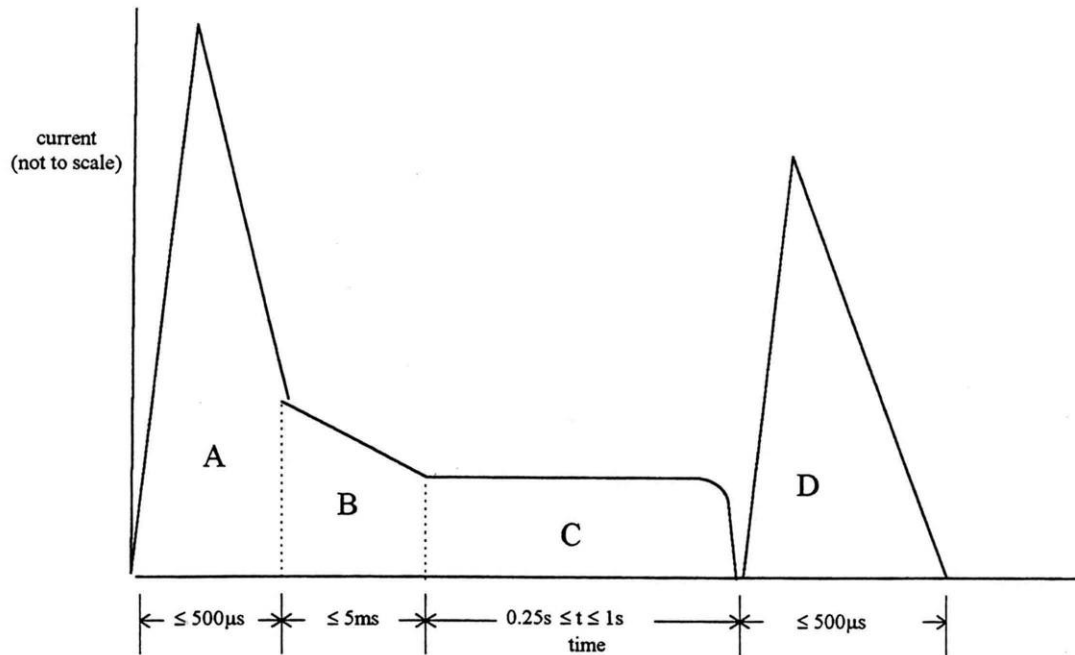
*Reducing power will induce a pitch down moment."*

#### 1.6.4 Sertifiseringskrav til motstandsdyktighet overfor lyn

1.6.4.1 Sertifiseringskravene med hensyn til motstandsdyktighet overfor lyn er svært generelle. Eksempelvis stilles følgende krav i “FAR Part 23 Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplanes, section 23.867”:

*“(a) The airplane must be protected against catastrophic effects from lightning.  
(b) For metallic components, compliance with paragraph (a) of this section may be shown by--  
(1) Bonding the components properly to the airframe; or  
(2) Design the components so that a strike will not endanger the airplane.”*

1.6.4.2 For å utveksle kunnskaper og for å få en felles forståelse av konstruksjonskrav, har europeiske produsenter av luftfartøy og sertifiseringsmyndighetene gått sammen og dannet EUROCAE. Organisasjonen er delt inn i undergrupper hvorav Working Group 31 (WG31) arbeider med spørsmål omkring beskyttelse mot lyn og tilhørende sertifiseringskrav. Arbeidsgruppen har utviklet standarder og testmodeller som ved anvendelse fører til godkjenning i henhold til kravene i eksempelvis FAR 23.867. Eksempelvis har arbeidsgruppen utviklet modeller for negative luft-til-bakke lyn (Negative Lightning Flash), positive luft-til-bakke lyn (Positive Lightning Flash) og lyn mellom skyer (Intra-Cloud Flash). På bakgrunn av dette er det utarbeidet standardmodeller for testing av effektene fra lyn (se figur 3). Tilsvarende er det utarbeidet sonkart som viser hvor på flyet det er størst sannsynlighet for at lyn treffer.

**COMPONENT A (First Return Stroke)**

Peak Amplitude	:	200kA ( $\pm 10\%$ )
Action Integral	:	$2 \times 10^6 \text{A}^2\text{s}$ ( $\pm 20\%$ ) (in 500 $\mu\text{s}$ )
Time Duration	:	$\leq 500\mu\text{s}$

**COMPONENT B (Intermediate Current)**

Max. Charge Transfer	:	10 Coulombs ( $\pm 10\%$ )
Average Amplitude	:	2kA ( $\pm 20\%$ )
Time Duration	:	$\leq 5\text{ms}$

**COMPONENT C (Continuing Current)**

Amplitude	:	200 - 800A
Charge Transfer	:	200 Coulombs ( $\pm 20\%$ )
Time Duration	:	0.25 to 1 s

**COMPONENT D (Subsequent Return Stroke)**

Peak Amplitude	:	100kA ( $\pm 10\%$ )
Action Integral	:	$0.25 \times 10^6 \text{A}^2\text{s}$ ( $\pm 20\%$ ) (in 500 $\mu\text{s}$ )
Time Duration	:	$\leq 500\mu\text{s}$

Figur 3: Modell for testing av direkte effekter ved lynnedslag

### 1.6.5 Vedlikeholdskrav til jordingskabler

- 1.6.5.1 Flyets vedlikeholdshåndbøker inneholder inspeksjonsbeskrivelse for noen av jordingskablene om bord, men jordingskablene mellom skrog og haleflater er ikke omtalt. De aktuelle jordingskablene er følgelig bare gjenstand for generelle områdeinspeksjoner.
- 1.6.5.2 Det amerikanske luftfartstilsynet (FAA) har gitt ut boken "Aircraft Inspection, Repair & Alterations, Acceptable Methods, Techniques, and Practice AC 43.13-1B/2A". Boken har i Norge blitt akseptert som standard referansedokument, og benyttes i undervisning av



flymekanikere/flyteknikere. Følgende sitater er hentet fra punkt 11-188 "Bonding Inspection":

*"c. Bonding connections should be secure and free from corrosion.*

*d. Bonding jumpers should be installed in such a manner as not to interfere in any way with the operation of movable components of the aircraft.*

-----  
*h. Bonds must be installed to ensure that the structure and equipment are electrically stable and free from hazards of lightning, static discharge, electrical shock, etc.*

-----  
*i. Use of bonding testers is strongly recommended."*

- 1.6.5.3 I punkt 11-193 "Lightning Protection Bonding" beskrives metoder for å sikre luftfartøyet mot lynnedslag. I kapitlet gis konstruksjonsråd til hvordan bl.a. kontrollflater og flygekontroller kan beskyttes, men det sier ingenting om vedlikehold av jordingskabler.

## 1.7 Været

- 1.7.1 Meteorologisk institutt (MWO) i Tromsø er ansvarlig enhet for utgivelse av meteorologisk informasjon ved Bodø lufthavn. Ved Bodø lufthavn var det meteorologisk fullmektig som innhentet værobservasjoner og utstedte METAR. Lufthavnen var utstyrt med utstyr for presentasjon av satellitt skybilder.

Kl. 0739 UTC: Lynnedslag WIF803.

Kl. 0744 UTC (mørkt): Lynnedslag KAT603.

Kl. 0809 UTC (begynnende demring): Havari KAT603.

- 1.7.2 TAF:

ENBO 040615 23030G45KT 9999 –SHRA FEW012 BKN025 TEMPO 0609 21020KT  
TEMPO 0615 4000 SHRA TS SCT006 BKN012CB BECMG 0609 23040G55KT  
BECMG 0912 29045G60KT=

ENBO 040918 23040G55KT 9999 –SHRA FEW012CB BKN025 TEMPO 0912  
21030G45KT 4000 TSRAGR SCT006 BKN012CB BECMG 0911 29045G60KT  
TEMPO 1218 0500 +TSSNGR VV004=

- 1.7.3 METAR:

ENBO 040650Z 22031G41KT 9999 –SHRA FEW015 BKN030 07/03 Q0988 TEMPO  
4000 SHRA BKN012=

COR ENBO 040720Z 22030G49KT 8000 SHRAGS TS BKN015CB 07/03 Q0987  
BECMG 23040G55KT TEMPO 4000 TSRAGS SCT006 BKN012CB=

ENBO 040750Z 22023G33KT 8000 –SHRAGS TS SCT012CB SCT025 03/M03 Q0986  
BECMG 23040G55KT TEMPO 4000 TSRAGS SCT006 BKN012CB=

ENBO 040820Z 22030KT 6000 VCSH SCT012CB SCT025 07/04 Q0985 BECMG  
23040G55KT TEMPO 4000 TSRAGS SCT006 BKN012CB=

ENBO 040850Z 24034G48KT 9000 VCSH SCT012CB SCT020 05/04 Q0984 TEMPO  
23045G60KT 4000 TSRAGS SCT006 BKN012CB=

Vakthavende flygeleder i tårnkontrollen har opplyst at det ca. 5-10 minutter før KAT603 landet første gang, blåste vesentlig kraftigere enn under landingen. Videre var bakkevinden oppe i ca. 60 kt et par minutter etter siste landing (havariet). Vindstyrken kunne således ha vært vesentlig mer ugunstig enn den var under de to landingene.

#### 1.7.4 SIGMET:

ENMI 040353

ENBD SIGMET 02 VALID 040400/040800 ENVN –  
NORWAY FIR N OF N6500 AND W OF E02500 LOC SEV TURB FCST BLW FL080.  
NC.=

ENMI 040757

ENBD SIGMET 03 VALID 040800/041200 ENVN –  
NORWAY FIR N OF N6500 LOC SEV TURB FCST BLW FL080. NC.=

#### 1.7.5 TILLEGGSSINFORMASJON:

WS WARNING ENBO VALID 040830/041030 ENVN-  
WS OBS AND FCST AT ENBO. WS AT SHORT FINAL. WIND SFC W 23045KT,  
WIND SFC E 23020KT.=

#### 1.7.6 Meteorologisk Institutt har opplyst følgende om værforholdene omkring Bodø lufthavn 4. desember 2003 for det aktuelle tidsrom:

” ....

*Opplysningene bygger på observasjoner fra Bodø lufthavn og nærliggende stasjoner, analyserte værkart, satellittbilder og et lynregistreringsprogram.*

*En kaldfront passerte Bodø lufthavn kl 0600 UTC i forbindelse med et stormsentrum rett nordvest av Lofoten. Stormsenteret gikk nordøstover. Kaldfronten ble etterfulgt av bygeceller, cumulonimbus (CB), med regnbyger, haglbyger og tordenbyger. Kl 0744 UTC var disse nådd inn til området omkring Bodø lufthavn. Kl 0745 UTC ble det på Bodø lufthavn (ENBO) observert sørvestlig vind 23 knop med vindkast 33 knop, 8000 m sikt i tordenbyger med regn og hagl, skyhøyde 1200-2500 fot og temperatur 3 grader C.*

*Vinden i området var altså sørvestlig. Maksimale vindstyrker i timene mellom 0600 og 0900 UTC var for Bodø (ENBO) 39 knop, Røst (ENRS) 43 knop, og Myken fyr sørvest av Bodø 46 knop. I Bodø var største vindkast 62 knop. Vinden i 5000 fot var omkring 240 grader og 60 knop. Det var sendt ut SIGMET om lokalt sterk turbulens*

*(LOC SEV TURB) under 8000 fot nord for 65 grader nord og vest for 25 grader øst.”*

1.7.7 På spørsmål om energien i tordenaktiviteten skriver Meteorologisk Institutt følgende:

*”Vi kan ikke si noe utfyllende om energien i de enkelte lynnedslag da vi ikke gjør målinger av spenningen i det elektriske feltet. Ut fra antall registreringer var imidlertid lynaktiviteten meget omfattende mellom 0600 og 0900 UTC, særlig omkring Bodø lufthavn. Satellittbildene viser også at bygecellene var kraftige med stor vertikal utstrekning. En ytterligere forsterkning av bygecellene med økt elektrisk spenning kan ha foregått ved at de vertikale luftstrømmene i disse har tiltatt i styrke pga. heving forårsaket av den sterke vinden mot kystfjellene.”*

1.7.8 Temperaturen i 6 000 ft var ca. -5 °C.

## **1.8 Navigasjonshjelpemidler**

Flyet ble gitt radarledning for gjenværende flyging frem til innflyging. Til tross for lynnedslaget synes flyets gyrosystem (kursgyro), pitotstatiske instrumenter (høydemåler/fartsmåler) og ILS å ha fungert som normalt.

## **1.9 Samband**

1.9.1 Det var normal toveis VHF radiosamband mellom flygebesetningen på LN-HTA og lufttrafikkjenesten. Da lynnedslaget inntraff var KAT603 i toveis kontakt med ”Bodø Approach” på frekvens 119,700 MHz. Normalt vil et luftfartøy før landing bli overlevert til ”Bodø Tower” på frekvens 118,100 MHz. Som følge av situasjonen, valgte lufttrafikkjenesten å la KAT603 forbli på frekvens 119,700 MHz for resten av flygingen. Lufttrafikkjenesten koordinerte det internt slik at ”Bodø Approach” og ”Bodø Tower” begge opererte frekvens 119,700 MHz.

1.9.2 I henhold til ”Regelverk for lufttrafikkjeneste” (RFL) kapittel 15 pkt. 1.1.3 er anbefalt fremgangsmåte under nødsituasjoner å unngå å be en flygebesetning om å skifte radiofrekvens hvis mulig.

## **1.10 Flyplasser og hjelpemidler**

### **1.10.1 Generelt:**

1.10.1.1 Bodø lufthavn er eid av luftforsvaret og er åpen døgnet rundt for militær og sivil IFR/VFR trafikk. Avinor driver flysikringstjeneste og den sivile delen av lufthavnen.

1.10.1.2 Rullebane 25 er utstyrt med instrumentinnflygingssystem (ILS). ILS 25 og innflygingslysrekken vinkler 10° (offset) i forhold til retningen på rullebanen. Rullebanen er utstyrt med visuell glidebane (PAPI) på 3,5°. Rullebane 25 har en tilgjengelig landingsdistanse (LDA) på 2 794 meter. Bredden på rullebanen er 45 meter, mens samlet bredde på rullebane og skuldre er 54 meter. Terskel 25 ligger 39 ft over havet.

1.10.1.3 Lufttrafikkjenesten ved Bodø kontrolltårn (TWR) og innflygingskontroll (APP) benytter Bodø terminalradar (TAR).

- 1.10.1.4 Brann og redningstjeneste ved lufthavnen var i kategori 6 og tjenesten var klar i beredskap.
- 1.10.1.5 Ambulanser var rekvirert og stod klare i beredskap før flyet landet.
- 1.10.2 Presentasjon av vær på radardisplay
  - 1.10.2.1 Meteorologisk institutt, Avinor og Statens vegvesen har gått sammen om utbygging og drift av værradarer i Norge. Nettet er pt. ikke landsdekkende. Meteorologisk institutt ([http://met.no/met/met\\_lex/v\\_a/varradar/index.html](http://met.no/met/met_lex/v_a/varradar/index.html)) opplyser at utbyggingen av et landsdekkende nasjonalt værradarnett er en prioritert oppgave. Til sammen 27 værradarer i Sverige, Finland og Norge har dekningsområder som overlapper hverandre. Landene har avtaler om utveksling av radardata.
  - 1.10.2.2 For dekning av Nordlandsområdet var en ny radar under oppføring på Røst da ulykken inntraff. Værradaren på Røst ble tatt i bruk juni 2004.
  - 1.10.2.3 Ved Bodø TWR/APP viser NARDS råvideo fra Bodø terminalradar (TAR). Kvaliteten på denne informasjonen med tanke på å vektore fly rundt dårlig vær er i følge luftrafikk-tjenesten ikke optimal. Kvaliteten på værinformasjonen ble redusert etter siste oppgradering av primærradar (Primary Surveillance Radar - PSR), og stemmer ikke like godt overens med hva flyene opplever eller ser på sine værradarer.
  - 1.10.2.4 NOVA radarfremviser i Bodø TWR viser også råvideo fra Bodø terminalradar. Denne er oppstilt i pulten ved siden av Radar and Automatic Dependence Surveillance (Radar and ADS Display System RaADS) for at TWR-flygeleder skal ha informasjon om været.
  - 1.10.2.5 RaADS viser ikke råvideo eller informasjon om været.
  - 1.10.2.6 Ved planlagt installering av Norwegian Air Traffic Control System (NATCON), i Bodø, vil dette systemet vise syntetisk informasjon om været, det vil si symboler der radarprosesseringsystemet har fått informasjon at det finnes nedbør av en viss betydning (lav eller høy intensitet).
  - 1.10.2.7 På tross av at værradarkjeden er delfinansiert av Avinor, mottar ikke flygekontrolltjenestene data direkte fra værradarene. Eksempelvis får ikke Bodø TWR/APP inn radardata direkte fra værradaren på Røst. De må følgelig innhente informasjonen fra Internett med 15 minutters forsinkelse og aktuell PC med Internett-tilknytning er ikke i syne for flygeleder. Flygekontrolltjenesten oppfatter dette som utilfredsstillende.

## **1.11 Flygeregistratorer**

### **1.11.1 Ferdskriver:**

- 1.11.1.1 I henhold til utstyrskrav i BSL JAR-OPS 1 var LN-HTA utstyrt med ferdskriver (Flight Data Recorder – FDR). Ferdskriveren var produsent av Sundstrand og med modellbetegnelse UFDR Digital Flight Data Recorder, delenummer N 980-4100-FMUS og serienummer 2049.
- 1.11.1.2 Ferdskriveren ble brakt til Air Accidents Investigation Branch (AAIB) på Farnborough, England for avspilling. Ferdskriveren var utvendig fysisk uskadet, men grunnet en

innvendig feil, måtte ferdskriverens minnemodul flyttes over i en annen ferdskriver av samme fabrikat. Det var da mulig å laste ned data av god kvalitet.

1.11.1.3 Ferdskriveren hadde følgende registrerte parametere:

- Høyde
- Hastighet
- Kurs
- G-belastning
- Utetemperatur
- VHF-nøkling
- Manuell aktivering av hendelsesknapp "Event"

1.11.1.4 Data fra ferdskriveren har vært viktig for å kartlegge flyets bevegelser.

1.11.2 Taleregistrator

I henhold til utstyrskrav i BSL JAR-OPS 1 var LN-HTA utstyrt med en taleregistrator (Cockpit Voice Recorder - CVR). Taleregistratoren var produsert av Sundstrand og hadde modellbetegnelse AV 557D, delenummer 980-6019-001 og serienummer 205.

Taleregistratoren ble brakt til Air Accidents Investigation Branch (AAIB) på Farnborough for avspilling. Enheten skal i henhold til kravene, minimum lagre de siste 30 minutter av informasjonen hentet fra tre kanaler, henholdsvis lyd registrert fra kapteinen og styrmannens høyttalere/mikrofoner, og lyd som fanges opp fra cockpitområdet. Havarikommisjonen fikk hentet ut registreringer fra de siste 45 minutter (11 minutter før lynnedslaget inntraff og deretter 34 minutter frem til havariet). Informasjonen hentet fra taleregistratoren bidro i stor grad til å klarlegge hendelsesforløpet under flygingen.

## **1.12 Havaristedet og flyvraket**

1.12.1 Havaristedet

1.12.1.1 Første treffpunkt var tilnærmet i forlengelse av rullebanens senterlinje og 22 meter før begynnelsen på asfalten til rullebane 25. Terrenget frem til rullebanen var jevnt og dekket med gress. Flyet skled 56 meter inn på rullebanen før det kom til ro. Flygehastighet var 101 KIAS ved nedslaget, hvilket tilsvarer ca. 78 kt bakkehastighet som ble retardert over en samlet lengde på 78 meter.

1.12.1.2 Flyet ble liggende noe til høyre for rullebanens senterlinje og flyets nese endte opp 13 meter fra langsgående banekant.

1.12.2 Flyvraket

1.12.2.1 I følge FDR ble flyet utsatt for opp til 8,4 G ved nedslaget. Landingen var så kraftig at flyets neshjulslegg ble slått av og begge hovedunderstell trykket inn og vridd bakover for senere å løsne. Kreftene ved nedslaget førte til at flyets vinge ble trykket så langt ned i kabin at propellene på begge motorene ble kraftig bøyd etter kontakt med bakken. Videre ble hele flyets underside trykket inn, særlig i fronten. (Se figur 4 og 5). Dette medførte at gulvet i cockpit ble trykket ca. 20 cm opp, noe som igjen førte til at det ble relativt trangt for benene. Store vertikale krefter ble overført via alle seter til både flygerne og

passasjerene. Størst var kreftene i fremre del av flyet, med påfølgende skader i rygg, seteparti og nakke på begge flygerne.

- 1.12.2.2 Flyet var konfigurert med totalt 19 passasjer seter, 2 seter til venstre + 2 seter til høyre for midtgangen. De to passasjerene satt henholdsvis på andre høyre seterad og tredje venstre seterad. I fremre del av kabinen (seterad 1-4) ble høyden opp til taket vesentlig redusert (ned til ca. 70 cm mot normalt 155 cm), grunnet at fremre del av vingeseksjonen ble trykket ned i kabinen. Fra seterad 5 og bakover var kabinen lite skadet.
- 1.12.2.3 Flyet ble om morgenen 5. desember flyttet inn i en av forsvarrets beredskapshangarer for nærmere undersøkelser. Det ble da konstatert at det var brudd i staget for høyderorskontroll i den enden som er koblet til høyderoret. Høyre høyderor manglet ca. halvparten av dukbekledningen. Videre manglet ca. halvparten av karbonfiberdekselet på enden, inkludert rorets ytre statiske avleder (se figur 6). Ytre høyre hjørne av rorets aluminiumsstruktur var også brent av. Ved hjelp av et ohmmeter ble det konstatert brudd i den elektriske forbindelsen mellom høyderoret og flyets skrog. En nærmere undersøkelse avdekket flere brudd i jordingsforbindelsene mellom høyderoret og skroget (se figur 8 og 10). På den ytre jordingsforbindelsen på høyre høyderor manglet nesten hele jordingskabelen. I tillegg hadde begge de to naglene som holder braketten med jordingskabelen smeltet slik at braketten lå løs i spalten mellom høyderoret og den horisontale haleflaten (se vedlegg B forsvarrets rapport s. 2). Det ble også konstatert at det ikke var elektrisk forbindelse mellom de horisontale haleflatene og skroget. Årsaken til dette ble funnet å være at innfestingen av haleflaten var via lagre med teflonbelegg. Følgelig ble de horisontale haleflatene elektrisk isolert fra skroget ved brudd i jordingsforbindelsene.
- 1.12.2.4 Det ble besluttet å avmontere høyre høyderor, staget med brudd og jordingene mellom skroget og den horisontale haleflaten for nærmere undersøkelser. I arbeidet med å avmontere høyderoret ble det funnet skade på en av de fire boltene som holder de to halvdelene av høyderoret sammen. Boltene som også holder hornet hvor staget til høyderoret var festet, hadde stedvis smeltet.



Figur 4: Vraket (foto tatt av forsvarret)



Figur 5: Vraket (foto tatt dagen etter ulykken)



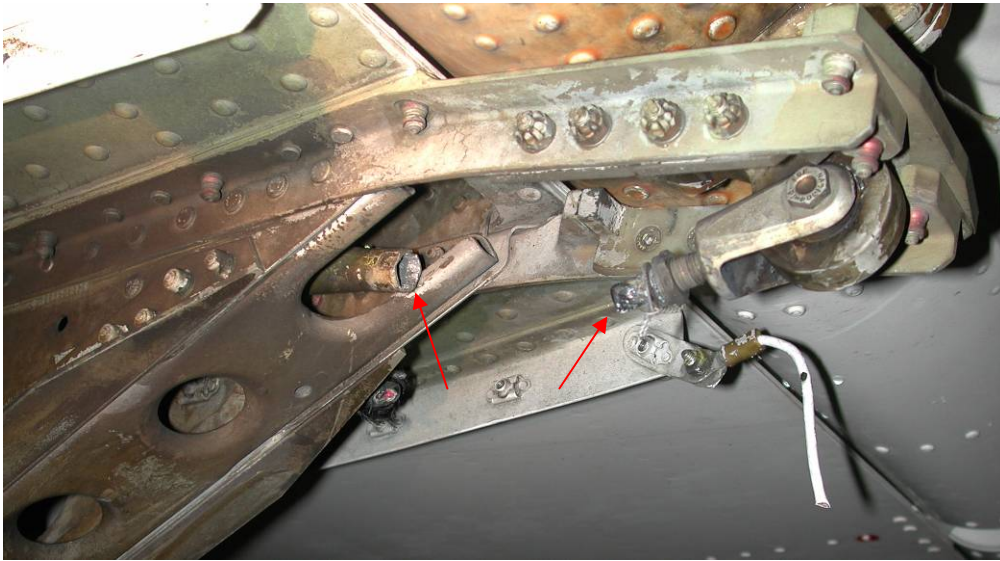
Figur 6: Skadet høyre høyderor (foto tatt av forsvaret)



*Figur 7: Brutt stagoverføring til høyderor*

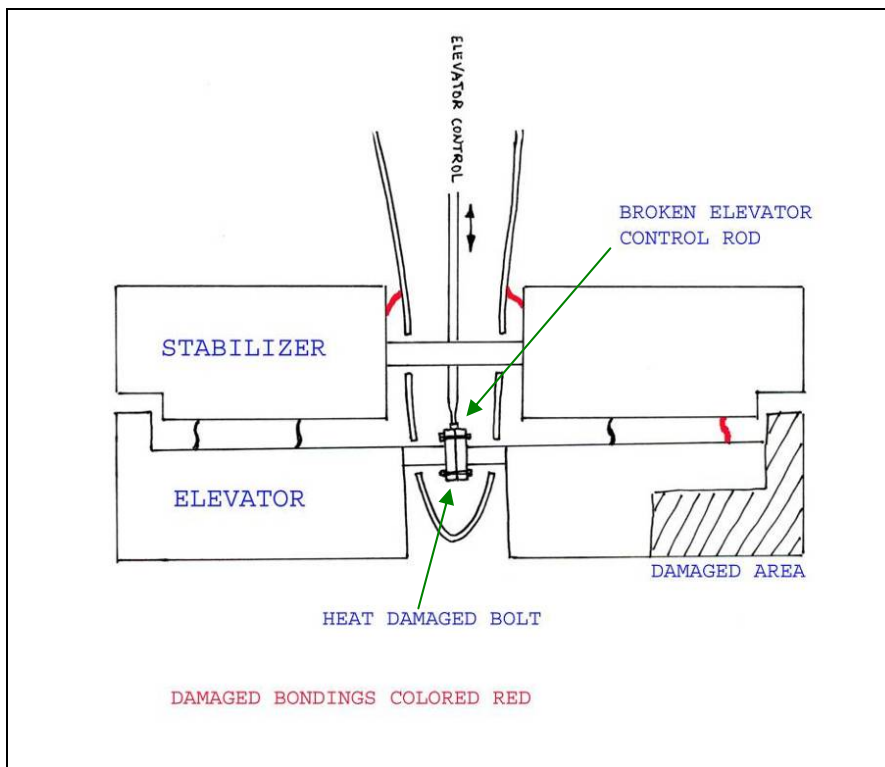


*Figur 8: Avbrent jordingskabel*



*Figur 9: Brutt stagoverføring mellom cockpit og høyderor*





Figur 10: Tegning med anviste brudd i jordingskabler.

- 1.12.2.5 Flyet ble undersøkt for om mulig å finne innslagsstedet for lynet. Det eneste som kunne påvises var to små merker oppe på nesepartiet på venstre side (se figur 11). Et lite område (2 x 6 mm) av venstre bagasjedør hadde smeltet i front av hengslet. Tilsvarende hadde et naglehode ved venstre pitotrør smeltet.



Figur 11: Bilde av flyets nese. Flyets front til høyre. Røde piler markerer treffpunktene.

1.12.2.6 Det ble ikke funnet skader etter lynnedslaget innvendig i flyet. Etter en periode ble flyet frigitt og solgt for opphogging. Senere ble det aktuelt for medlemmer av arbeidsgruppen WG31 å gjennomføre destruktive tester på tilsvarende stag som høyderorsstaget som feilet. En representant fra firmaet som hadde kjøpt vraket av LN-HTA sa seg villig til å skru ut tilgjengelige stag fra cockpitområdet. Det ble i den sammenheng konstatert at flere bolter og lagre i høyderorsmekanismen hadde varmeskader etter strømgjennomgang. Havarikommisjonen har imidlertid ikke undersøkt dette nærmere.

### 1.13 Medisinske forhold

Det ble rutinemessig foretatt rusmiddelanalyse av flygebesetningen. Ingen rusmidler ble påvist.

### 1.14 Brann

Det oppstod ikke brann.

### 1.15 Overlevelsesaspekter

- 1.15.1 25 minutter før flyet havarerte meldte flygebesetningen til lufttrafikkjentesten om at flyet hadde vært utsatt for et kraftig lynnedslag og at de hadde problemer med å kontrollere flyets høyderor. 19 minutter før havariet erklærte flygebesetningen nødsituasjon. Lufttrafikkjentesten iverksatte på det grunnlaget umiddelbart varsling i henhold til standard prosedyrer i følgende rekkefølge: Luftforsvarets 330 skvadron med Sea King redningshelikopter, Hovedredningsentralen N-Norge (HRS), Brann og redningstjeneste ved lufthavnen, AMK-sentralen (113), Wing OPS (Luftforsvaret Bodø), MIL SKV (Luftforsvaret Bodø), Politiet, Sjefsflygeleder, Avdelingssjef LTT, Widerøe, LHT og Kato Airline.
- 1.15.2 Da havariet inntraff ble ny varsling iverksatt.
- 1.15.3 I alt 11 mann og 4 brannbiler ved lufthavnens brann og redningstjeneste hadde vært i beredskap fra lufttrafikkjentesten iverksatte varsling som følge av at besetningen hadde erklært nødsituasjon. Disse rykket ut til havaristen da havariet var et faktum.
- 1.15.4 Bodø Brannvesen rykket ut med 10 mann, 1 brannbil og 1 tankvogn.
- 1.15.5 Ambulansetjenesten rykket ut med 4 ambulanser.
- 1.15.6 Politiet rykket ut med stort mannskap og mange biler.
- 1.15.7 Det oppstod ikke drivstofflekkasje fra flyet. Flyet ble raskt skumlagt.
- 1.15.8 I fremre del av kabinen ble det trangt opp til taket og de to passasjerene måtte åle seg til nærmeste nødutgang. Flere steder var det opprevet metall som kunne medført skader på de om bord.



Figur 12: Komprimert kabin (foto tatt av forsvaret)



Figur 13: Fremre del av kabinen

## 1.16 Spesielle undersøkelser

### 1.16.1 Generelt

For å få bedre kunnskap om lynnedslag i fly, kontaktet havarikommisjonen Saab AerotechTelub AB i Sverige. Flere personer engasjerte seg i spørsmålet omkring hva som kunne ha skjedd med LN-HTA. En av disse var Leif Andersson som også er Saab sin representant i EUROCAE Working Group 31 (se punkt 1.6.4.2) som derigjennom brakte informasjon om ulykken til et bredt fagmiljø.

### 1.16.2 Høyderorstaget

Høyderorstaget av aluminium hadde hatt så stor strømgjennomgang at gjengepartiet i selve staget hadde smeltet i den ene enden. Endestykkene, som er laget av høylegert stål, tålte belastningene. For om mulig å beregne hvor stor strøm som hadde gått gjennom staget ble det besluttet å måle den elektriske resistansen i den intakte enden. De første målingene avdekket imidlertid at også den tilsynelatende uskadede enden hadde skader på gjengepartiet og at kontramutteren hadde løsnet. Etter opprensning av gjengepartiet og ny tiltrekking av kontramutteren ble den elektriske resistansen målt til 0,7 - 1 m $\Omega$  (milliohm). Beregninger foretatt av AerotechTelub viste at en nedsmelting av det aktuelle gjengepartiet ville kunne skje ved belastninger fra en A-puls (se figur 3).

### 1.16.3 Jordingskablene

- 1.16.3.1 Begge jordingskablene mellom de horisontale haleflatene og skroget ble funnet delt i to. For om mulig å finne tilstanden på kablene før flyet ble truffet av lynet ble deler av de to kablene sendt til Forsvarets laboratorietjeneste på Kjeller for analyse. Sammen med kablene ble også en brakett fra den ytre jordingsforbindelsen fra høyre høyderor analysert. Resultatet er dokumentert i "Teknisk rapport nr. 04012.03" (se vedlegg B). Fra rapporten siteres konklusjonen:

*”På bakgrunn av utførte undersøkelser konkluderes følgende:*

*De mottatte jordingskablene har hatt redusert ledningsevne som følge av mekanisk slitasje (brukne ledetråder) samt betydelig korrosjonsangrep.*

*Kablene har høyst sannsynlig røket som følge av elektrisk-overbelastning ved lynnedslaget. De observerte skadene er forenlig med observasjoner som ble gjort ved forsøk utført av FOLAT/EMC og Kraftforsyningslaboratoriet.”*

I følge flyets byggespesifikasjoner skal de aktuelle jordingskablene ha et tverrsnitt på 13 mm<sup>2</sup>. Personell fra AerotechTelub bekreftet at dette tverrsnittet kunne håndtere de strømpulser som var spesifisert av WG31. Målinger indikerer at jordingskablene opprinnelig hadde spesifisert tverrsnitt.

## **1.17 Organisasjon og ledelse**

Flyelskapet ble opprinnelig dannet under navnet Kato Air i begynnelsen av 1995 og har siden høsten 1995 drevet charterflyging, fraktflyging, fotoflyging og spesialoppdrag innenfor seismikk. Senere skiftet selskapet navn til Kato Airline, men markedsføres fortsatt som Kato Air. Fra desember 1998 og et år fremover drev selskapet ruteflyging mellom Evenes, Tromsø og Bodø.

Selskapet ble JAR-OPS 1 godkjent i april 2002.

Høsten 2002 ble Kato Airline tildelt konsesjon med statsstøtte for drift av rutene Røst-Bodø og Narvik-Bodø med oppstart april 2003.

Selskapet har administrativ, operativ og teknisk hovedbase på Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Videre har selskapet en sekundærbase på Bodø lufthavn.

Kato Airline opererte to DO 228. Det ene var stasjonert i Narvik/Harstad, det andre i Trondheim. Selskapet fløy blant annet fast mellom Trondheim og Brønnøysund. I tillegg opererte selskapet to Cessna Caravan (C-208) og eide en Piper Seneca (PA 34-220T).

Selskapet er ikke en godkjent treningsorganisasjon for typerettigheter (TRTO). Ved ansettelse av flygere uten rettighet på DO 228, benytter Kato Airline muligheten i JAR-FCL til å søke godkjennelse hos Luftfartstilsynet for å få gjennomføre godkjente enkeltkurs på flytypen.

## **1.18 Andre opplysninger**

### **1.18.1 Generelt om lynnedslag i luftfartøy**

#### **1.18.1.1 Lyn kan deles inn i tre hovedgrupper:**

- Positive lyn. Positive elektriske ladninger strømmer fra skyer til bakken. Positive lyn er som regel kraftigst av de tre gruppene. Åpningsstrømmen kan være moderat, men periodene med høy strøm er forholdsvis lange.
- Negative lyn. Negative elektriske ladninger strømmer fra skyer til bakken. Åpningsstrømmen kan være en eller flere svært kraftige pulser av kort varighet. Deretter kommer en mellomfase med lav strøm før lynet avsluttes med kraftigere pulser. Fordi pulsene har kort varighet (< 10 ms), blir den totale energimengden mindre enn for positive lyn.

- Lyn mellom skyer (Intra-cloud). Elektriske ladninger strømmer mellom skyer. Åpningsfasen og avslutningsfasen består av en rekke pulser av svært kort varighet. I mellomfasen oppstår varierende pulser med hensyn til frekvens og strømstyrke.
- 1.18.1.2 Et lyn følger en ionisert kanal. Når spenningsfeltet (V/m) i en slik kanal blir tilstrekkelig høyt, skjer en utladning (lyn). Spenningsfeltet i en ionisert kanal kan bli flere tusen volt per cm. Et fly som kommer inn i en ionisert kanal kan kortslutte deler av kanalen og sjansene for utladning økes betraktelig. Av dette kommer at store fly lettere kan utløse et lyn fordi de kan kortslutte et større spenningspotensial. Den elektriske resistansen i atmosfæren er svært stor i forhold til resistansen i et fly. Et lyn kan derfor betraktes som en konstantstrøm-generator hvor strømstyrken gjennom flyet blir konstant uansett hvilke materiale som finnes i flykonstruksjonen.
- 1.18.1.3 Et luftfartøys bevegelse i luften kan føre til elektrisk ladning av luftfartøyet. Slik oppladning skjer gjerne i tørr kald luft som inneholder snø. Oppladningen blir normalt kraftigst ved stor flyhastighet og på rotorblader på helikoptre. Spenningsfeltet øker ved utstående og spisse gjenstander. For å senke flyets spenningsoppladning er de fleste luftfartøy utstyrt med statiske avledere (corona dischargers) på vingetipper, haleflater og lignende. For å redusere radiostøy består avlederne av karbon med høy elektrisk resistans. Hvis et kraftig ladet luftfartøy kommer inn i områder med høye spenningsfelt (anslagsvis 50 KV/m) kan lyn bli utløst (Triggered Lightning). Lyn som treffer bakken er kraftigst nede ved bakken fordi energien som regel samles i ett punkt på bakken. Høyere opp er energien fordelt i flere grener. Størst skade kan derfor oppstå hvis et luftfartøy treffes av et positivt lyn i lav høyde.
- 1.18.1.4 Fly blir gjerne truffet i nesepartiet, i motor/propell eller i vingetipper. Lynet går normalt ut i stor avstand fra treffpunktet, dvs. i motsatt vingetipp, i halen eller rotorblader. Primærskader er varmgang, sprenging<sup>2</sup> og kraftige magnetfelt. Sekundærvirkninger er vesentlig grunnet induksjon. Sekundærvirkningene er ofte problematiske i forbindelse med lyn mellom skyer fordi strømpulsene kan ha svært høy frekvens. Erfaringsvis oppstår de største skadene der lynet forlater luftfartøyet. Hvis en ledning eller gjenstand brennes bort i en innledende puls kan påfølgende pulser følge det samme ioniserte sporet. Hvis den påfølgende pulsen kommer for lang tid etter kan den finne nye veier. Fly kan ha flere treffpunkter bakover langs eksempelvis flyets rygg. Dette benevnes ”swept stroke lightning” og oppstår fordi flyet beveger seg framover samtidig som lynet pulserer. Hvert innslagspunkt kan være vanskelig å oppdage fordi det ofte bare oppstår minimal skade på naglehoder eller lignende.
- 1.18.1.5 Ulykker forårsaket av lynnedslag skjer relativt sjelden. Som regel oppstår mindre mekaniske skader og eventuelle forstyrrelser i avionikkutstyr. Av alvorlige hendelser kan blant annet nevnes:
- 19. februar 1971. En Beechcraft B90 ble truffet av lyn i Jackson Michigan, USA. Flyet fikk omfattende skader på venstre vingetipp, haleflater og en propell. Smeltet metall og oppsprekking av ikke-metalliske detaljer både innvendig og utvendig.
  - 1980. En Piper Pa 46 ble truffet av lyn nær Milwaukee Wisconsin, USA. Vingetippene av glassfiber ble sprengt av og deler av vingestrukturen ble deformert av overtrykk. Det er antatt at effekten i lynet var over sertifiseringskravene.

---

<sup>2</sup> Sprenging oppstår når materialer grunnet varme går over i gassform i trange eller innelukkede rom.

- 22. desember 1983. Et militært Nimrod overvåkningsfly ble truffet av lyn over Atlanterhavet vest av Nord Irland. Særlige skader i radaren og ”MAD Boom” i halen.
- 4. februar 1986. En AS 332 nær La Coruna i Spania mistet en tredjedel av rotortippen på et hovedrotorblad grunnet lyn. Bladtippene ble modifisert i 2000 for bedre å kunne tåle lyn.
- 19. januar 1995. En AS 332 i Nordsjøen 120 NM øst for Aberdeen fikk store vibrasjoner grunnet lyn. Vibrasjoner førte til at halerotorgearboksen falt av.
- 29 februar 1996. En AS 332 fikk store skader i hovedrotoren etter å ha blitt truffet av lyn i Nordsjøen. Alle hovedrotorbladene fikk omfattende skade og en tredjedel av en bladtipp forsvant.
- 12. desember 1997. En AS 332 fikk store skader i hovedrotoren etter å ha blitt truffet av lyn i Nordsjøen. Alle hovedrotorbladene fikk omfattende skade og ca. 40 % av to motstående bladtipper forsvant.
- 17. april 1999. Et ASK 21 glidefly over Bedfordshire, UK ble totalt ødelagt av trykk inne i vingene etter å ha blitt truffet av lyn slik at stagene til balanserorene delvis smeltet. De to om bord reddet livet i fallskjerm. Det stilles ikke særskilte krav for glidefly til beskyttelse mot lyn, men det antas at effekten i lynet var over de generelle sertifiseringskravene.

#### 1.18.2 Luftdyktighetspåbud

På bakgrunn av havarikommisjonens undersøkelser og foreløpige funn, utstedte Luftfartstilsynet den 20. desember 2003 følgende luftdyktighetspåbud:

Luftfartstilsynet  
Postboks 8050 Dep., 0031 Oslo  
Besøksadresse:  
Rådhusgata 2, 0031 Oslo  
Telefon : 23 31 78 00  
Telefax : 23 31 79 95  
e-post: postmottak@caa.dep.no

## LUFTDYKTIGHETSPÅBUD (LDP)

MOTORDREVNE  
LUFTFARTØY

DORNIER - 69

---

Med hjemmel i lov av 11. juni 1993 nr. 101 om luftfart, § 15-4 jf. § 4-1 og det vedtak om delegering av myndighet til Luftfartstilsynet av 10. desember 1999 nr. 1273.

---

### 2003-085      **KONTROLL AV BONDING JUMPERS**

#### **Påbudet gjelder:**

Alle Dornier Do 228 modeller på norsk register.

#### **Påbudet omfatter:**

For å sikre at strøm ledes ut av flykroppen som tiltenkt, skal det utføres kontroll av følgende bonding jumpers:

2 stk bonding jumpers på venstre del av høyderoret i overgangen mellom stabilisator og høyderor. Tilsvarende på høyderorets høyre del.

I tillegg skal bonding jumpers mellom stabilisator og skrog på hver side av skroget ved stabilisatorens opplagring mot skroget kontrolleres.

Følgende kontroll skal utføres:

1. Sikre at innfesting av bonding jumpers er fri for fett og smuss og kontroller at bonding jumpers er hele (ikke fliset) og er festet forsvarlig.
2. Dersom bonding jumpers er fliset eller på annen måte i ustand skal disse erstattes med nye av godkjent type.

#### **Tid for utførelse:**

Innen 2003-12-31.

#### **Referanse:**

TOL

#### **Gyldighetsdato:**

2003-12-20

---

MERK! For at angjeldende flymateriell skal være luftdyktig må påbudet være utført til rett tid og notat om utførelsen

## LUFTDYKTIGHETSPÅBUD

Courtesy translation:

*Subject: Control of bonding jumpers*

*Effectivity:*

All Dornier Do 228 models on the Norwegian register.

*Reason:*

This Airworthiness Directive (AD) is issued following an accident in severe weather conditions. The elevator control rod broke from the eye bolt attaching the control rod to the elevator attach fitting as a consequence of high electric current caused by a lightning strike.

Bonding jumpers involved:

- Each two bonding jumpers connecting the LH and RH elevator to the stabilizer.
- The two bonding jumpers on the horizontal stabilizer bearing fitting connected to the fuselage.

*Mandatory actions:*

1. Ensure that the attachment of the bonding jumpers as described above are clean and without grease and/or dirt and control that the bonding jumpers are intact (not splintery) and correctly attached ref. MM chapter 23-61-00.
2. If the bonding jumpers are splintery or in other ways are incorrect they should be replaced by new approved bonding jumpers.

*Compliance time:*

Within 2003-12-31.

*Effective date:*

Upon receipt.

*Reference:*

TOL

Figur 14: Luftdyktighetspåbud

### 1.18.3 Informasjon fra Luftfartstilsynet

1.18.3.1 Luftfartstilsynet har på forespørsel fra havarikommisjonen opplyst om andre registrerte hendelser med lynnedslag på Dornier 228. Fra en nordisk database over innrapporterte hendelser fremkommer følgende oversikt:

- 16. september 1986, DO 228-100, LN-HPE, Norving. På en underveisflyging, fikk flyet lynnedslag som medførte generatorfeil og behov for å felle ut flyets understell manuelt.
- 21. mai 1995, DO 228, SE-KVV underveis fra Stockholm Arlanda (ESSA) til Mora (ESKM). Flyet fikk lynnedslag. Det ble kun mindre skade på flyet.



- 4. mai 2003, Kato Airline, DO 228-200, LN-BER. Lynnedslag kort tid etter avgang, medførte mindre skade på vingetipp, ADF-antennar og værradar.

1.18.3.2 Luftfartstilsynet har vidare opplyst at det i samme database kun var registrert en ulykke i forbindelse med lynnedslag på fly (fixed wing):

- 8. september 2000, Coast Air, ATR-42-320, LN-FAO syd av Florø (ENFL). Flyet utførte avbrutt innflyging til Florø og under stigning mot Bergen ble flyet utsatt for kraftig turbulens og truffet to ganger av lyn. Lynet medførte skade i struktur på forkantene av høyre og venstre høyderor. Havarikommisjonens undersøkelser etter ulykken er beskrevet i rapport RAP 90/2000:

[http://www.aibn.no/items/360/144/7384278956/LN\\_FAO.pdf](http://www.aibn.no/items/360/144/7384278956/LN_FAO.pdf)

1.18.3.3 Havarikommisjonen er vidare blitt kontaktet av en flyger som tidligere har fløyet flytypen og som opplyser følgende:

- En gang i perioden 1985-89, Norving, DO 228, innflyging til Kirkenes ble flyet truffet av lyn. Begge flyets ADF navigasjonsinstrumenter ble defekte.

1.18.4 Lynregistrering:

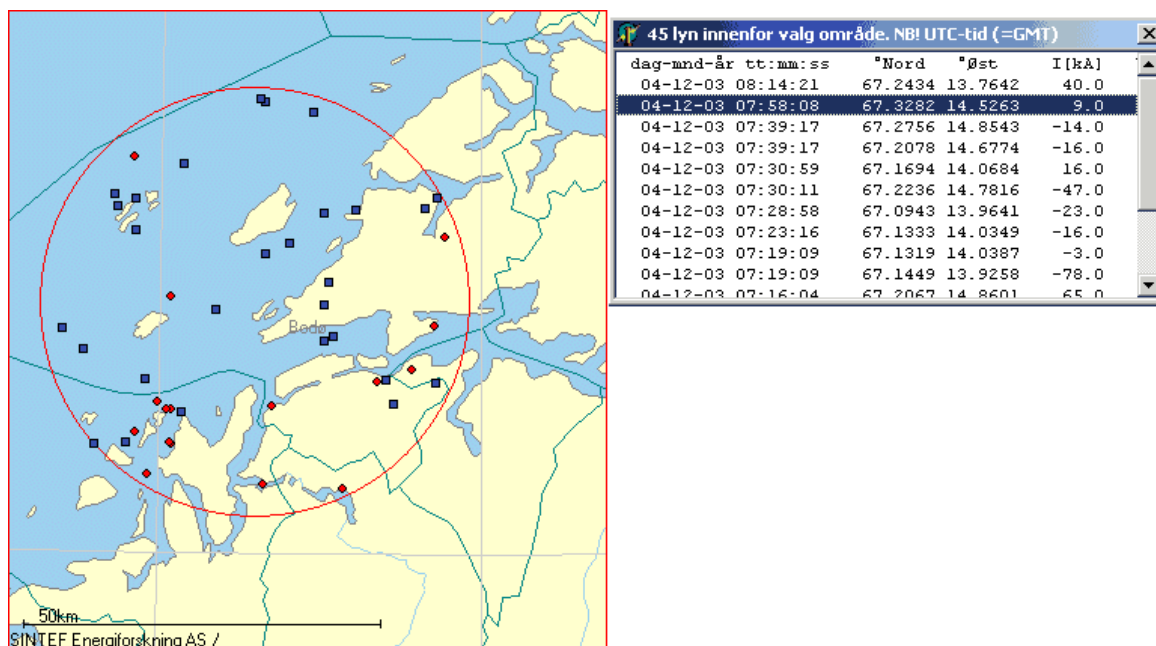
1.18.4.1 SINTEF Energiforskning AS og Statnett SF samarbeider om lynregistrering i Norge. Lynregistrerings-systemet som gir posisjon og data for lynnedslag, eies og driftes av Statnett. Tjenester vedrørende distribusjon av lydndata foretas av SINTEF. De har i en årrekke arbeidet med tordenværsproblematikk i elektriske anlegg, analyser av lynpåkjenninger, utforming og valg av lynvern etc.

1.18.4.2 På hjemmesiden til SINTEF Energiforskning finner vi blant annet følgende:

1.18.4.3 En forutsetning for at det skal oppstå lyn, er at det er en viss temperatur og fuktighet tilstede i atmosfæren (dvs en viss mengde energi og dynamikk).

1.18.4.4 SINTEF skriver at 2003 var et rekordår med over 200 000 lynnedslag registrert i Norge.

1.18.4.5 SINTEF har utarbeidet og lagt ut på hjemmesiden et kart med registrerte lyn i Bodø-området den aktuelle morgen 4. desember 2003. Eksempelvis var det innenfor det valgte området (rød sirkel) hele 45 lyn på tidspunktet markert i tabellen:



Figur 15: Kart fra SINTEF Energiforskning med registrerte lyn i Bodø området 4. desember 2003

1.18.4.6 Kilde: [http://www.sintef.no/upload/Energiforskning/LYN/Bodø\\_04-12-2003.gif](http://www.sintef.no/upload/Energiforskning/LYN/Bodø_04-12-2003.gif)

1.18.4.7 SINTEF har gjengitt omtale av flyulykken med Kato Airline i artikkelen:

[http://www.nfo.no/nyinfo/Main/Tidligere\\_artikler/2003/04.12.03\\_Flyulykke\\_i\\_BOO.htm](http://www.nfo.no/nyinfo/Main/Tidligere_artikler/2003/04.12.03_Flyulykke_i_BOO.htm)  
(opprinnelig kilde: nettavisen til Avisa Nordland)

#### 1.18.5 Internundersøkelse i Kato Airline

Kato Airline nedsatte en intern granskningskommisjon etter ulykken. Fra kommisjonens tekniske anbefalinger hentes følgende utdrag:

1. Årlig/1200 timers inspeksjon av generell tilstand på alle jordforbindelser.
2. Måle motstand over alle forbindelser til nærmeste ledd.
3. Måle motstand på alle "static wicks" til nærmeste jordforbindelse.
4. Sikre dobbelt jordplan mellom stabilisator og skrog.

#### 1.18.6 Flygerne

Norsk Flygerforbund (NF) fremmet både kapteinen og styrmannen som kandidater til å motta International Federation of Airline Pilots Associations (IFALPA) pris Polaris Award for eksepsjonelt god ferdighet ("Exceptional Airmanship"). Polaris Award er den høyeste faglige anerkjennelse for lufttjeneste en trafikkflyger kan tildeles fra kolleger over hele verden. IFALPA tildelte begge flygerne på KAT603 hver sin Polaris Award pris på føderasjonens årskonferanse i Sør-Afrika i april 2005.

## 1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

SHT har med basis i informasjon fra flyets ferdskriver og taleregistrator, samt flyplassradar og lydbånd fra lufttrafikkjentesten utarbeidet en animasjon. Animasjonen dekker flyets ferd fra oppstart på Røst flyplass og frem til havariet i Bodø. Animasjonen har vist seg svært nyttig for å få en oversikt over flyets rute, hastighet og høyde, samt en forståelse av flygebesetningens disposisjoner.

## 2. ANALYSE

### 2.1 Værforholdene

2.1.1 Det forelå varsel om tordenvær og kraftig vind ved Bodø lufthavn i tidsrommet for planlagt landing for KAT 603. Besetningen hadde fløytt inn og ut fra Bodø samme morgen og hadde erfart at dette ikke bød på større problemer. Havarikommisjonen anser at værforholdene var akseptable til å gjennomføre flygningen med en DO 228 inn til Bodø den angjeldende morgen.

2.1.2 En forutsetning for havarikomisjonens ovennevnte syn er at flyets værradar var funksjonsdyktig.

### 2.2 Værradar (flybåren)

2.2.1 Som det fremkommer i pkt. 1.6.2.3-1.6.2.5 hadde det vært flere problemer med flyets værradar. Havarikommisjonen har gjennomgått mottatt dokumentasjon på teknisk historie for flyets værradar. Den 10. juni 2003 ble det anført at flyets værradar bare ga grønne indikasjoner.

2.2.2 Besetningen erfarte at flyets værradar ikke ga de indikasjoner som var forventet rett forut for lynnedslaget. Besetningen hadde da nylig hatt kraftige nedbørsceller i området som åpenbart skulle ha vært presentert med rød eller magenta farge. Med referanse til anførselen fra juni 2003 og besetningens erfaring på ulykkesdagen, tar havarikomisjonen dette som tegn på at værradaren ikke var funksjonsdyktig.

2.2.3 Havarikommisjonen minner om at dersom et luftfartøy har systemer som ikke er operative, skal dette anføres i luftfartøyets tekniske logg og utbedres av autorisert personell innen fastsatte tider. I henhold til selskapets "Minimum Equipment List" (MEL) ville det ikke ha vært tillatt å påbegynne flygningen dersom det var kjent at værradaren ikke fungerte som forutsatt, i og med at det var varslet tordenaktivitet langs flyruten. Det vises i den forbindelse til forskriftskrav nevnt i pkt. 1.6.2.1 og 1.6.2.2.

2.2.4 Derimot om en besetning etter avgang erfarer at værradar ikke lenger fungerer normalt, er det ikke lenger MEL man skal legge til grunn, men derimot selskapets operasjonshåndbok. I håndboken til Kato Airline beskrives at man, i en slik situasjon, skal unngå tordenceller med en avstand på minimum 10 NM.

2.2.5 Etter havariet ble værradaren på LN-HTA funnet i MAP-mode og avstandsvelgeren stod innstilt på 40 NM skala. Besetningen kan ikke erindre hvilken innstilling værradaren stod i da lynnedslaget inntraff. Besetningen hadde, imidlertid, prøvd å skru radaren av og på flere ganger, i forsøk på å få den til å gi meningsfulle indikasjoner. Værradarer krever ca. 45 sekunder oppvarmingstid i STBY for at magnetronen skal varmes opp, før man skrur

velgeren videre til TEST, WX eller MAP. Dersom værradaren har vært i OFF, vil oppvarmingstiden være den samme selv om radaren nylig hadde stått på. Basert på gjennomgang av taleregistratoren, kan ikke havarikommisjonen høre at besetningen, etter at lynnedslaget inntraff, omtaler indikasjonene de så på værradaren eller at de diskuterte å skifte innstilling på denne. Med en værradar i MAP-mode og 40 NM skala vil nedbørsceller bli gjengitt, men ikke like godt som i WX-mode og med en kortere avstandsskala. Havarikommisjonen konstaterer at værradaren ikke indikerte tordenbygene i området, og anser at dette var som følge av teknisk feil på utstyret. Det har ikke vært mulig å teste værradaren etter havariet fordi deler av systemet var knust.

- 2.2.6 SHT mener at på flygninger med fare for tordenaktivitet skal værradar benyttes kontinuerlig, for å få indikert områder som må unngås. Besetningene bør benytte værradar i god tid før en flyr inn i potensielt farlige områder, og dermed ha god tid til å sjekke om værradaren fungerer som tiltenkt og at innstillingene er optimale.
- 2.2.7 Basert på taleregistratoren er første gang besetningen på KAT603 kommenterer at værradaren ikke indikerer som forventet først ca. 30 sekunder før flyet ble truffet av lynet.
- 2.2.8 Havarikommisjonen anser at det bør gis bedre opplæring for flygere i hvordan værradarer fungerer og brukes. Eksempelvis bør det gis opplæring i og trenes på korrekt funksjonsvalg (WX eller MAP), optimalt avstandsvalg (kort eller langt), optimal vinkling (tilt) og senderstyrke (automatisk eller variabel styrke). Videre er det viktig å kunne tolke de indikasjoner som fremkommer, med hensyn til farger, størrelse og konturer på nedbørscellene. Både teknisk og operativt personell må vite hvordan man utfører test av værradar, og hvilken testindikasjon som verifiserer at værradar fungerer som forutsatt. Det fremmes en sikkerhetstilråding i denne forbindelse.

### **2.3 Besetningens håndtering av nødsituasjonen**

- 2.3.1 Havarikommisjonen anser at samarbeidet mellom kapteinen og styrmannen bar preg av en god kollegial tone. Frem til tordenaktiviteten begynte, var besetningen aktive med tanke på å skaffe seg totaloversikt for å vurdere hvordan de best kunne fly for å unngå det verste været.
- 2.3.2 Det var styrmannen som førte flyet fra Røst, og kort tid etter lynnedslaget oppdaget han at høyderoret ikke fungerte. Kapteinen sjekket også hvordan kontrollene kjentes ut. Han konstaterte da at høyderoret ikke fungerte, men at det var mulig, i begrenset grad, å endre nesevinkel ved hjelp av flyets høyderortrim. Da flyet noe senere var i ferd med å stige bratt oppover, tapte det raskt flygehastighet og var meget nær ved å steile. Besetningens samarbeid bar preg av at de var i en kritisk situasjon og strevde med å finne ut hvordan flyet skulle flys med høyderoret ute av funksjon. Havarikommisjonen anser at med høyderoret ute av funksjon, ville det vært vanskelig å gjenvinne kontroll dersom flyet hadde steilet.
- 2.3.3 Havarikommisjonen mener det var en korrekt avgjørelse av kapteinen å selv overta føringen av flyet på dette tidspunkt. Samtidig satte det ham i en situasjon hvor mye av hans mentale kapasitet gikk med til å fly. Selv om det er demonstrert av fabrikanten at en Dornier 228 kan flys med høyderor ute av funksjon, var dette en situasjon besetningen på KAT603 ikke tidligere hadde trent på. Med meget kraftig vind, turbulens, skyer og

tordenaktivitet i kombinasjon med høyderor ute av funksjon, anser havarikommisjonen at det var en meget krevende oppgave å føre flyet.

- 2.3.4 SHT berømmer besetningen for at de erklærte nødsituasjon. På verdensbasis har det vist seg at mange flygere vegrer seg for å erklære MAYDAY. Dette kan føre til at assistanse uteblir og viktig informasjon ikke kommer frem.
- 2.3.5 Besetningssamarbeidet bar etter hvert preg av flygernes vanskelige situasjon og høye mentale belastning. Nødsjekkliste ble ikke iverksatt, hvilket ville ha gitt besetningen viktig informasjon. Kapteinen oppgir hardt mentalt og fysisk arbeidspress som årsak til at bruk av sjekkliste ikke ble iverksatt og det forhold at han hadde kjennskap til innholdet. I nødsjekkliste for "LANDING WITH ELEVATOR INOPERATIVE" (se 1.6.3) ville de ha hatt tilgjengelig informasjon om at landingen må foregå med flaps i posisjon 0 eller 1, korrekt innflygingshastighet, innflygingsvinkel og optimal motorsetting. Videre ville nødsjekkliste ha gitt dem informasjon om hvilken påvirkning endring av motorkraft får på flyets nesevinkel.
- 2.3.6 Med kraftig motvind og lang rullebane, ville det ikke vært fare for å overfly rullebanen. Havarikommisjonen støtter således kapteinen i at det var riktig å sikte mot et punkt et stykke inne på rullebanen.
- 2.3.7 Havarikommisjonen anser totalt sett at flygerne klarte å løse oppgavene godt under meget vanskelige forhold. SHT anser følgelig at flygerne var fortjent IFALPAs utmerkelse for "Exceptional Airmanship".

## 2.4 Lufttrafikkjenesten

- 2.4.1 Havarikommisjonen anser at lufttrafikkjenesten ytet god tjeneste med å assistere flyene til å unngå de mest aktive nedbørscellene ut i fra de hjelpemidlene de hadde til rådighet.
- 2.4.2 Da KAT603 ble truffet av lynet og flyet ikke lenger beholdt tildelt flyhøyde, var lufttrafikkjenesten raske med å oppfatte at besetningen var i en stresset situasjon. Nødvendig assistanse i form av taktiske vurderinger for innflyging ble kontinuerlig gitt til besetningen, samtidig som lufttrafikkjenesten ikke belastet dem unødvendig.
- 2.4.3 Umiddelbart etter at besetningen informerte om at de var i en nødsituasjon ble varsling iverksatt til alle berørte.
- 2.4.4 Strømbruddet ved lufthavnen var av kort varighet og det er ikke rapportert at dette medførte noe problem.
- 2.4.5 Sjefsflygeleder har uttalt at han mener approachflygeleder og tårnflygeleder koordinerte godt i en vanskelig situasjon. Havarikommisjonen støtter den vurderingen.
- 2.4.6 Havarikommisjonen anser det som et paradoks at Luftfartsverket/Avinor har vært og er med på å støtte utbygging og drift av værradarer i Norge, men selv ikke har teknologi til å kunne benytte dataene i flygekontrolltjenestens radarfremvisere. SHT anser at dagens løsning hvor værradardata presenteres via Internett og med en tidsforsinkelse på 15 minutter ikke er tilfredsstillende til flygekontrolltjenestens bruk. SHT anser det som essensielt at det finnes oppdaterte data om posisjoner på kraftige nedbørsceller direkte på radarfremviserne, så at lufttrafikkjenesten kan bistå med informasjon om disse og slik at ikke luftfartøyer radarledes inn i potensielt farlige flygeforhold. Havarikommisjonen

mener at det snarest mulig bør tilrettelegges tekniske løsninger for at radarfremviserne som benyttes av flygekontrolltjenesten får informasjon fra værradarer integrert. Det fremmes i den forbindelse en sikkerhetstilråding.

## **2.5 Lufthavntjenesten:**

2.5.1 Havarikommisjonen har valgt å ikke utføre noen nærmere undersøkelse av hvordan redningsarbeidet forløp annet enn å formidle sitt inntrykk av at lufthavntjenesten gjorde en meget god innsats. Mannskap var alarmert i god tid før flyet nærmet seg lufthavnen. Redningsmannskapene og utrykningsutstyr var raskt på stedet og bidro aktivt.

2.5.2 Lufthavntjenesten gjorde en god innsats med å sikre flyet etter havariet, da vinden til tider var meget sterk og til fare for at flyet kunne forflytte seg.

## **2.6 Lynnedslaget**

2.6.1 På grunn av flyhøyden på 5 900 ft antar havarikommisjonen at LN-HTA ble truffet av et "mellom-skyer lyn". Havarikommisjonen legger til grunn at flyet ble truffet i nesen ved venstre bagasjeluke. Grunnet skadene i havariet har det ikke vært mulig å utelukke flere treffpunkter, men det er ikke usannsynlig at energien ble fordelt på de to observerte punktene. Havarikommisjonen mener at strømmen i hovedsak har fulgt følgende veier bakover flyet:

- Fra flyets neseparti langs skroget bak til halepartiet. Deretter gjennom jordingskablene fra skroget og over til den horisontale haleflaten og videre gjennom jordingskablene til høyderorets høyre side.
- Fra flyets neseparti og inn i høyderorstagene i cockpitområdet. Strømmen har så fulgt høyderorstaget bakover i flyet og rett over til høyre høyderor.

2.6.2 Det er ikke mulig å fastslå om strømmen har fulgt disse to veiene parallelt eller om en puls har fulgt en vei og at en senere puls har benyttet den andre. Baser på beregninger utført av AerotechTelub AB er det imidlertid grunn til å anta at den totale energimengden i lynet har overskredet verdiene i modellen utarbeidet av EUROCAE WG31 (se punkt 1.6.4.2). Det er ingen tegn til at endestykket i høyderorstaget ikke har vært skrudd tilstrekkelig til, eller at for få gjenger i det justerbare endestykket har vært i inngrep med staget.

2.6.3 Lynet forlot flyet via tippet på høyre høyderor. Antagelig har lynet innledningsvis gått ut via den ytre statiske avlederen. Plutselig varmeeekspansjon inne i roret har så flerret av duken og ødelagt karbonfiberdekslet ytterst på roret.

## **2.7 Jordingskablene**

2.7.1 Det er grunn til å mene at tilstanden på jordingskablene ikke var tilfredsstillende før flyet ble truffet av lynet. Telling utført av Forsvarets laboratorietjeneste tyder på at ca. 30 % av alle trådene i kabel merket A kan ha vært ødelagt før flyet ble truffet. Videre har undersøkelsen av kablene avdekket betydelige korrosjonsangrep på trådene. Dette virker negativt inn på både de mekaniske egenskapene og ledningsevnen til jordingskablene.

2.7.2 Det er ikke mulig å beregne energien i det lynet som traff LN-HTA. Det er heller ikke mulig med sikkerhet å fastslå tilstanden på jordingskablene før lynet traff. Følgelig går

det heller ikke an å beregne om endestykket i høyderorstaget ville ha holdt hvis flyet hadde hatt nye jordinger. Det er imidlertid grunn til å anta at strømstyrken gjennom høyderorstaget hadde vært mindre hvis jordingene hadde hatt bedre ledningsevne.

- 2.7.3 Vedlikeholdskravene gitt av Dornier Luftfahrt GmbH er ikke spesifikke med hensyn til tilstand på flyets jordingskabler. En flytekniker må derfor forholde seg til generelt aksepterte inspeksjonskriterier. Disse kriteriene ser ut til å være fokusert omkring god elektrisk kontakt mellom terminalen og komponenten. Det vektlegges inspeksjon for sikker montering og korrosjon i termineringen. Videre er oppmerksomhet rettet mot at kablene ikke skal komme i konflikt med bevegelige detaljer slik at fri operasjon av for eksempel flygekontroller ikke påvirkes. Motstandsmålinger over jordingskabler gir et godt bilde av ledningsevnen ved små strømmer, men sier lite om kabelens evne til å lede flere hundre ampere. En oppfliset kabel med korroderte tråder kan tilsynelatende være luftdyktig i henhold til de mest sentrale inspeksjonsparametrene. Kabelen kan likevel ha betydelig nedsatt evne til å lede store strømstyrker.
- 2.7.4 Ulykken med LN-HTA har vist at jordingskablenes ledningsevne blir satt på prøve da lynet traff flyet. Luftfartøy kan ikke utrustes med jordinger som har kapasitet til å lede all strøm fra ethvert tilfelle av lynneslag. Det er imidlertid viktig at jordingskabler inspiseres regelmessig og at korroderte og oppflisete ledninger byttes ut med nye.
- 2.7.5 Havarikommisjonen har merket seg at Luftfartstilsynet har utgitt Luftdyktighetspåbud (LDP) nr. 2003-085. Denne pålegger en engangsinspeksjon av flytypens ”bonding jumpers”. Dette synes å ha ivaretatt nødvendig kontroll av de aktuelle jordingskablene på kort sikt. Imidlertid setter LDP’en ingen krav til gjentakende kontroll. Det vises for øvrig til de inspeksjonene som Kato Airline sin interne granskingskommisjon har anbefalt. SHT mener at vedlikeholdet av sentrale komponenter i forbindelse med evnen til å motstå lyn bør ses mer helhetlig enn tilfelle i LDP 2003-085, og fremmer derfor en tilråding om dette.

### **3. KONKLUSJON**

#### **3.1 Undersøkelseresultater**

##### **3.1.1 Flyet**

- a) Flyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig luftdyktighetsbevis
- b) Det er ikke avdekket forhold som tilsier at flyet ikke var vedlikeholdt i henhold til godkjente ettersynsrutiner
- c) Stag mellom cockpit og høyderoret var ikke forutsatt å skulle fungere som jordingsledning
- d) Stagoverføringen til høyderor ble brutt som følge av lynets ferd gjennom flyet. Det var således ikke lenger mulig å kontrollere høyderoret
- e) Ved hjelp av elektrisk trim var det mulig å kontrollere flyets horisontale stabilisator og dermed til en viss grad flyets pitch

- f) I følge flyets besetning indikerte ikke flyets værradar nedbørscellene. Dette tyder på at værradaren ikke fungerte som forutsatt.

### 3.1.2 Besetningen

- a) Besetningen hadde nødvendige sertifikatrettigheter og hadde gjennomgått påkrevd periodisk trening/sjekk
- b) Flyets værradar ble funnet i MAP-mode og 40 NM skala etter havariet. Dette tyder på at besetningen hadde utilstrekkelig opplæring i bruk av værradar
- c) Besetningen hadde ikke trent på flyging med høyderor ute av funksjon
- d) Besetningen benyttet ikke nødsjekklistene
- e) Besetningens samarbeidet bar etter hvert preg av at begge flygerne var på grensen av sin mentale kapasitet
- f) Totalt sett håndterte besetningen den oppståtte situasjonen på en god måte.

### 3.1.3 Luftrafikktenesten

- a) Luftrafikktenesten var aktiv med å skaffe oversikt over områdene med kraftige nedbørsceller, om å formidle denne informasjonen videre til luftfartøyer i området
- b) Bakkemontert værradar var ikke tilgjengelig da ulykken inntraff.

### 3.1.4 Lufthavntjenesten

- a) Redningsmannskapene rykket umiddelbart ut og bidro aktivt.

### 3.1.5 Værforholdene

- a) Det var en stort antall kraftige nedbørsceller i området.

## 3.2 **Signifikante undersøkelsesresultater**

- a) Luftrafikktenesten var ikke utstyrt med utstyr for å presentere vær integrert på radardisplay
- b) Flyets værradar indikerte ikke nedbørscellene og var således ikke funksjonsdyktig
- c) Inntil ca. 30 % av trådene på enkelte jordingskabler mellom flyets skrog, horisontal stabilisator og høyderor kan ha vært brukket før lynet traff
- d) Flyet ble truffet av et lyn med meget stor energi. Flyets jordingskabler klarte ikke å lede elektrisk energi fra lynet og overføringsstag fra cockpit til høyderor ble brutt
- e) Som følge av begrenset kontroll av flyets pitch og vanskelige vindforhold, var ikke gjennomsynkningen tilstrekkelig stabilisert på kort finale. Besetningen fikk ikke forhindre at flyet smalt i bakken.



## 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger:<sup>3</sup>

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2007/22T:**

Funksjonsdyktig flybåren værradar og optimal bruk av denne er viktig for å lokalisere nedbørceller og dermed unngå å fly inn i områder med farlige flygeforhold. SHT tilrår Luftfartstilsynet og Kato Airline å vurdere hvordan det best kan settes fokus på vedlikehold av flybårne værradarer og opplæring i optimal bruk av disse.

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2007/23T:**

Presentasjon av vær på flygekontrolltjenestens radarfremvisere er viktig for å unngå at luftfartøyer radarledes inn i områder med farlige flygeforhold. SHT tilrår Avinor å vurdere å integrere informasjon fra værradarer på radarfremvisere hos flygekontrolltjenesten.

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2007/24T:**

Inntil ca. 30 % av trådene på enkelte jordingskabler mellom flyets skrog, horisontal stabilisator og høyderor kan ha vært brukket før lynet traff. Eksempelvis er ikke vedlikeholdskravene gitt av Dornier Luftfahrt GmbH spesifikke med hensyn til tilstand på flyets jordingskabler. SHT tilrår derfor at Luftfartstilsynet vurderer om det bør gis tilleggskrav for vedlikehold av flytypen DO 228 med hensyn til evnen til å tåle lyn.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 29. juni 2007

---

<sup>3</sup> Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilrådinger blir forelagt luftfartsmyndigheten og/eller andre berørte departementer til vurdering og oppfølging, jf. Forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, § 17.

**FORKORTELSER**

AOC	Air Operator Certificate, flyselskap operasjonsspesifikasjoner
AMK-sentral	Akutt medisinsk kontrollsentral
APP	Approach, innflygingskontroll
ATPL (A)	Airline Transport Pilot License (Aeroplane), trafikkflygersertifikat kl. 1
B/CPL	B-sertifikat/Commercial Pilot License
CPL (A)	Commercial Pilot License (Aeroplane)
CVR	Cockpit Voice Recorder, taleregistrator
DFDR	Digital Flight Data Recorder, digital flygeregistrator
DME	Distance Measuring Equipment
FAA	Federal Aviation Authority
FAR	Federal Aviation Requirements
FE	Flight Examiner, kontrollant
FI (A)	Flight Instructor (Aeroplane)
FDR	Flight Data Recorder, flygeregistrator
G	Gravity, tyngdekraft
GPS	Ground Positioning System, satellitt posisjonssystem
GPWS	Ground Proximity Warning System, terrengvarslingssystem
hPa	Hectopascal
IAS	Indicated Air Speed, indikert lufthastighet
IFR	Instrument Flight Rules, instrument flygeregler
IK/3	Instruktør Klasse 3
ILS	Instrument Landing System
IR (A)	Instrument Rating (Aeroplane)
ISA	Internasjonal Standard Atmosfære
JAA	Joint Aviation Authorities
JAR	Joint Aviation Requirements
JAR-FCL	Joint Aviation Requirements-Flight Crew Licensing
JAR-OPS	Joint Aviation Requirements-Operations
KIAS	Knots Indicated Airspeed
kt	knots, Nautiske mil per time
LDA	Landing Distance Available, tilgjengelig landingsdistanse
LHT	Lufthavntjenesten

LTT	Lufttrafikkjenesten
MEP	Multi Engine Piston, fler-motors stempel
METAR	Værobservasjoner
MWO	Meteorological Watch Office
NATCON	Norwegian Air Traffic Control System
NM	Nautical Miles, nautiske mil
NORDRAD	Nordisk radarnettverk
NTSB	National Transportation Safety Board
OM	Operations Manual, operasjonsmanual
PC	Proficiency Check, ferdighetskontroll
PSR	Primary Surveillance Radar, primærradar
QNH	Høydemåler innstilt slik at høyden over havet vises når man står på bakken
RaADS	Radar and Automatic Dependence Surveillance
RWY	Runway, rullebane
SEP	Single Engine Piston, en-motors stempel
SIGMET	Signifikant vær
ST	Skill Test, ferdighetsprøve
STBY	Stand-by
TAF	Terminal Area Forecast, værvarsel for en flyplass
TAR	Terminal Area Radar, terminalradar
TWR	Tower, tårnkontroll
UTC	Co-ordinated Universal Time, universaltid
VFR	Visual Flight Rules, visuelle flygeregler
VHF	Very High Frequency
$V_{MC}$	Minimum control speed, minimum kontrollhastighet
$V_{ref}$	Reference speed, referansehastighet
$V_s$	Stalling speed, steilehastighet
WX	Weather, vær



Forsvarets laboratorietjeneste

Analytisk Laboratorium

Kjemi og materialteknologi

Teknisk Rapport

Havarikommissjonen  
for sivil luftfartAd 03/730-17 04/283  
1 1 FEB 2004  
Arkiv: LN-HTA3 TN

Oppdragsgiver HSLB v/		Oppdragsgivers referanse
Gjenpart		
Tittel Undersøkelse av jordingskabler		
Rapportnr 040112.03	Ordrenr	Antall sider/vedlegg 9
Dato for mottak av oppdrag 2003-12-08	Jobbnr M-03-272	Dato for utgivelse 2004-01-27
Utført av Overing I.M. Kulbotter Senioring Ø. Frigaard	<i>IMK</i> <i>Ø. Frigaard</i>	Sjef VLA Senioring T A Gustavsen <i>TAG</i>
<p><b>Sammendrag</b></p> <p>FOLAT, kjemi og materialteknologi, mottok deler av jordingskabler etter lynnedslag. Det var ønskelig å fastslå hvorvidt kablene hadde røket som følge av lynnedslaget, eller om kablene hadde vært utsatt for mekanisk slitasje. Det ble utført fraktografi i SEM samt metallografiske undersøkelser.</p> <p>I tillegg ble det utført forsøk for å se på mulige forløp ved overbelastning av lederne.</p> <p><b>Konklusjon</b></p> <p>På bakgrunn av utførte undersøkelser konkluderes følgende:</p> <p>De mottatte jordingskablene har hatt redusert ledningsevne som følge av mekanisk slitasje (brukne ledertråder) samt betydelige korrosjonsangrep.</p> <p>Kablene har høyst sannsynlig røket som følge av overbelastning ved lynnedslaget. De observerte skadene er forenlig med observasjoner som ble gjort ved forsøk utført ved FOLAT/EMC og Kraftforsyningslaboratoriet.</p>		

Utdrag av rapporten må ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra Analytisk Laboratorium.

Adresse :  
FLO/LHK/VLA  
Postboks 10  
N-2027 KJELLER

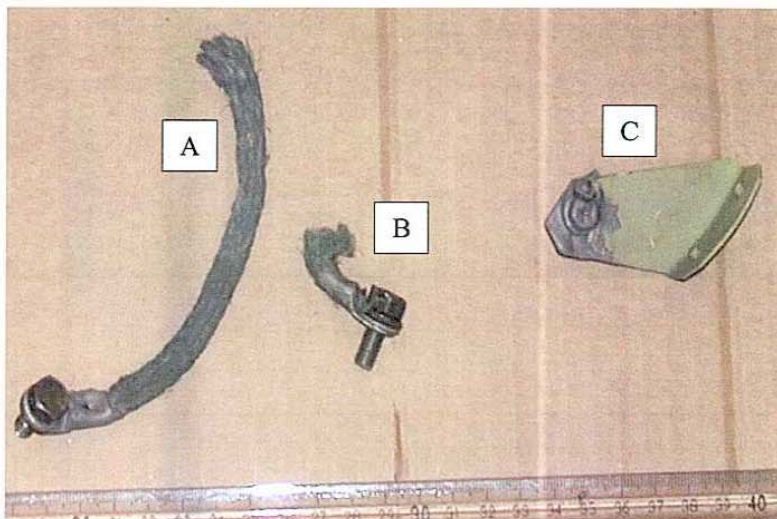
Telefon :  
+47 63 80 80 00  
Mil: 505 8000

Telefax :  
+ 47 63 80 87 58  
Mil: 505 8758

## 1 Innledning

FOLAT, kjemi og materialteknologi, mottok deler av jordingskabler etter lynnedslag. Det var ønskelig å fastslå hvorvidt kablene hadde røket som følge av lynnedslaget, eller om kablene hadde vært utsatt for mekanisk slitasje. Det ble utført fraktografi i SEM samt metallografiske undersøkelser.

I tillegg ble det utført forsøk for å se på mulige forløp ved overbelastning av lederne.



Figur 1 Oversiktsbilde av jordingskabler mottatt for undersøkelse, merket A, B og C.

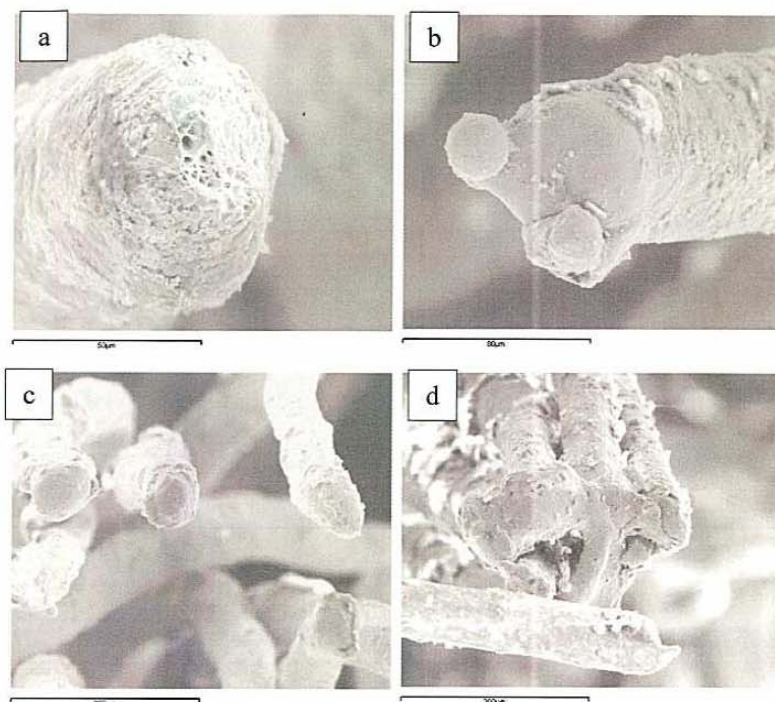
## 2 Fraktografi

Noen karakteristiske bilder av bruddflatene på de ulike kablene ref. Figur 1 og Figur 2 er vist hhv. i Figur 3, Figur 4 og Figur 5. Gjennomgående kunne trådene deles inn i fire hovedgrupper: tråder med dimpler i bruddoverflaten, tråder med glatt overflate med liten/ingen innsnevring mot bruddflaten, tråder med innsnevring uten åpenbare dimpler, og tråder med smelteperler. Det var kun mulig å observere åpenbar smelting av noen få tråder på kabel A, se bilde b og d i Figur 4.

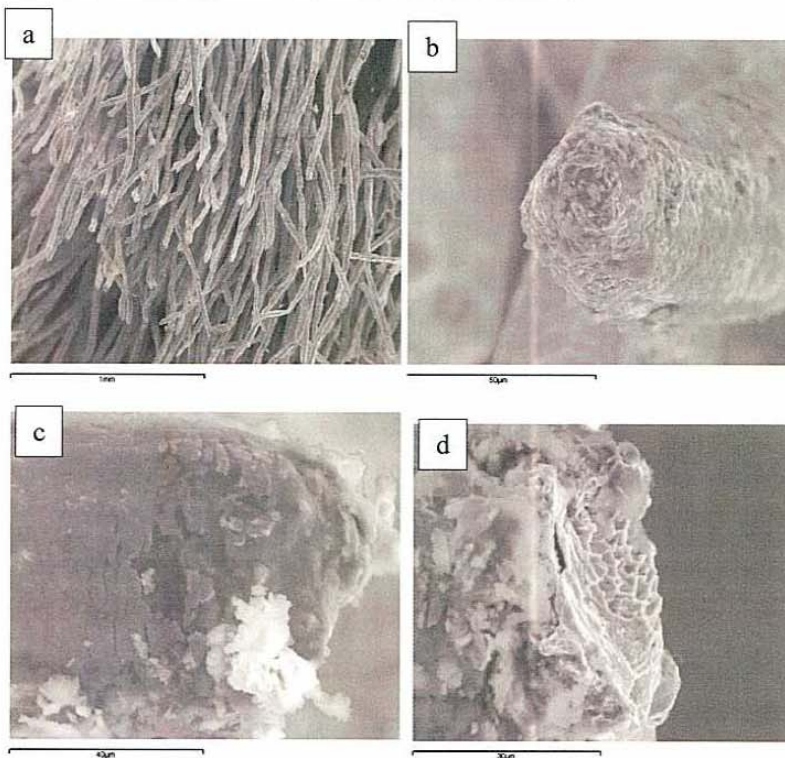
Det må også nevnes at fordi trådene var betydelig deformert, ref Figur 4a og Figur 5a var det vanskelig å få vurdert et tilstrekkelig antall bruddflater få å kunne gi en relevant statistisk vurdering av fordelingen til de ulike hovedgruppene.



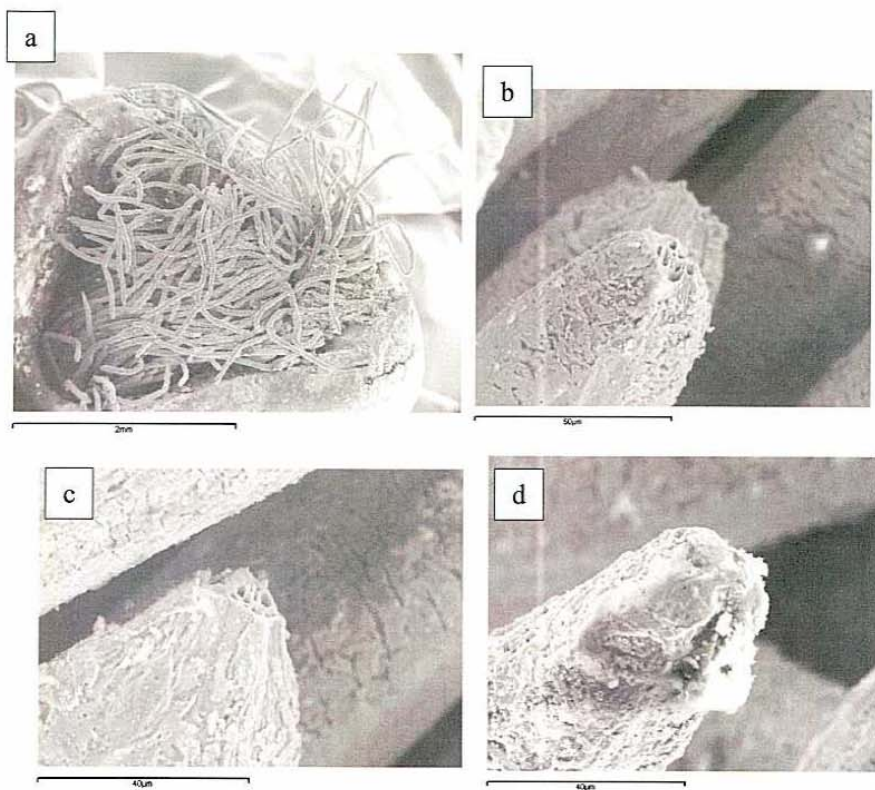
Figur 2 Bilder tatt i stereomikroskop av de ulike kablene vist i Figur 1 (merket tilsvarende).



Figur 3 a: Tråd med dimpler i bruddflaten, b: Tråd med smelteperler, c: Oversikt-bilde av tråder med glatt overflate, d: Sammensmeltede tråder. (Leder i Figur 2A).



Figur 4 a: Oversikt-bilde av tråder, b: Tråd med innsnevring ut mot bruddflaten uten dimpler, b: tråd med glatt og oksidert bruddflate, d: tråd med dimpler i bruddflaten. (Leder i Figur 2B).



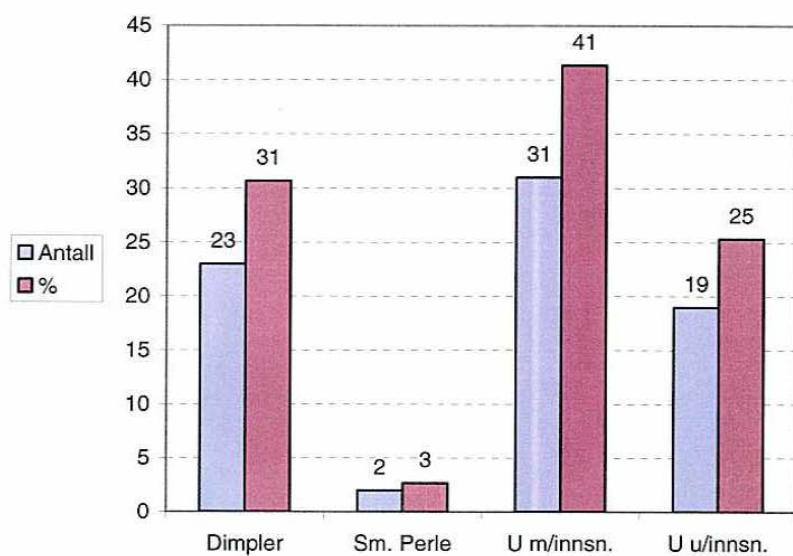
Figur 5 a: Oversiktsbilde av tråder, b: Tråd med dimpler i bruddflaten, c: Tråd med dimpler i bruddflaten, d: tråd med innsnevring ut mot bruddflaten uten dimpler. (Leder i Figur 2C).

Kabelen merket A i Figur 1 ble valgt for å forsøke å gi et anslag på hvordan fordelingen mellom de ulike brudd typene var. Kabelen ble flettet opp, og fire prøver ble tatt ut, vist i Figur 6. Totalt 75 tråder ble undersøkt og delt inn i fire grupper: Dimpler: bruddflater med dimpler, Sm.Perle: bruddflater med smelteperler, U m/innsn.: Uidentifisert bruddflate med innsnevring og U u/innsn.: Uidentifisert uten innsnevring.

Fordelingen er vist grafisk i Figur 7.



Figur 6 Oversiktsbilde av prøver tatt ut fra kabel merket A i Figur 1 for vurdering av bruddflater.



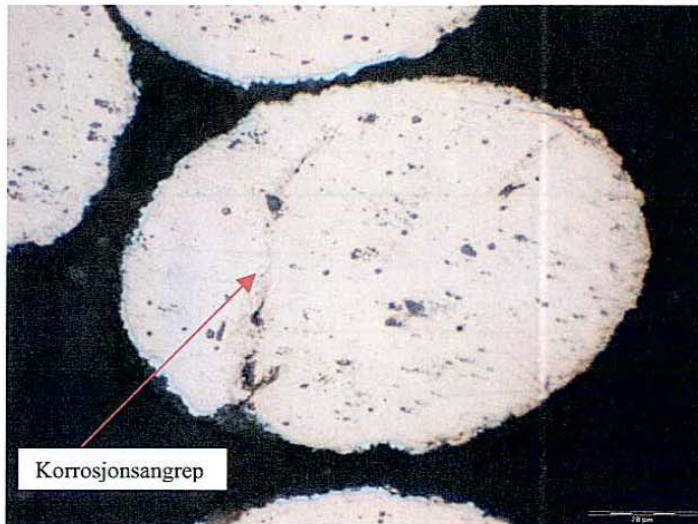
Figur 7 Grafisk presentasjon av fordeling (antall og prosentvis) av ulike bruddtyper. Totalt ble 75 tråder undersøkt.



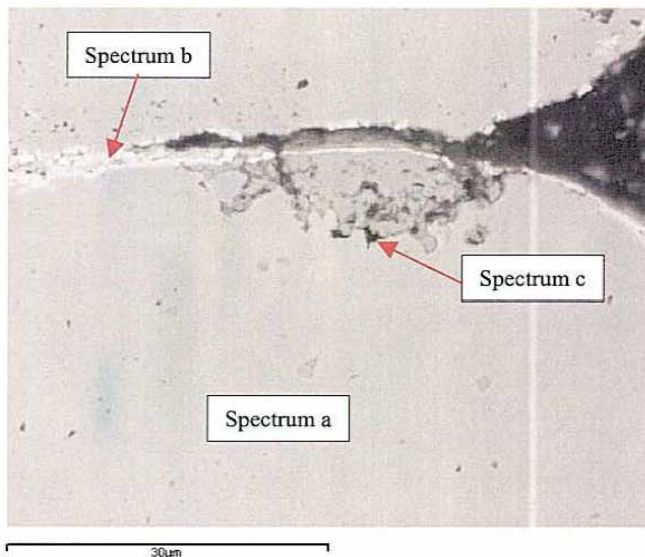
### 3 Metallografisk undersøkelse

For å få et bilde av trådenes beskaffenhet og oppbygning ble det laget tverrslipp gjennom tråder, disse ble undersøkt i lysmikroskop samt i SEM med EDS.

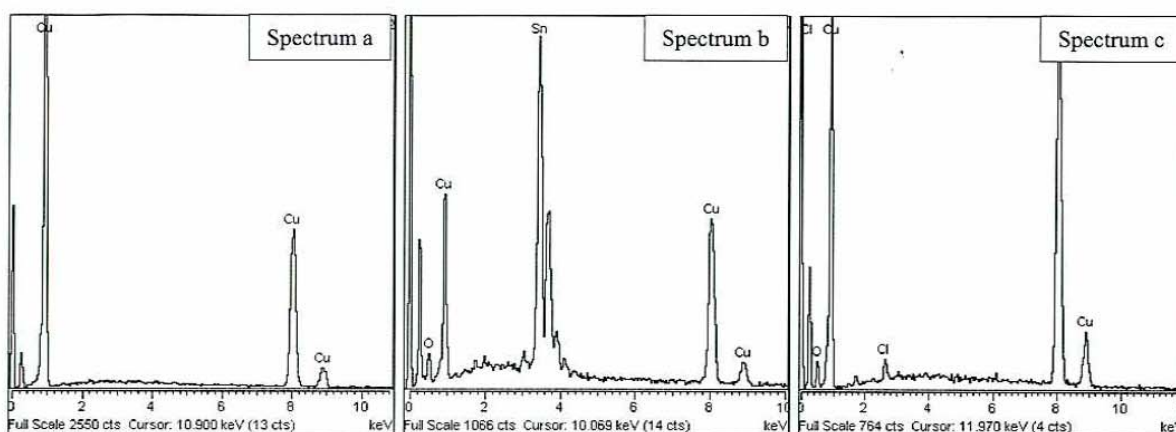
Figur 8 viser et bilde tatt i lysmikroskop gjennom et tverrsnitt av en tråd, bildet er representativt for lederne, og viser tydelig korrosjonsangrep. En tilsvarende tråd med tydelig pitting ble undersøkt med EDS i SEM, se hhv Figur 9 og Figur 10. Det fremgår av bildene at tråden består av rent kobber med et tynt tinnbelegg, spekteret fra roten av korrosjonsangrepet påviser klor.



Figur 8 Bilde av tverrslip gjennom en leder tråd med tydelig korrosjonsangrep.



Figur 9 Bilde av tverrslip gjennom tråd med korrosjonsangrep. Bildet er merket med områdene for EDS spektrene vist i Figur 10.



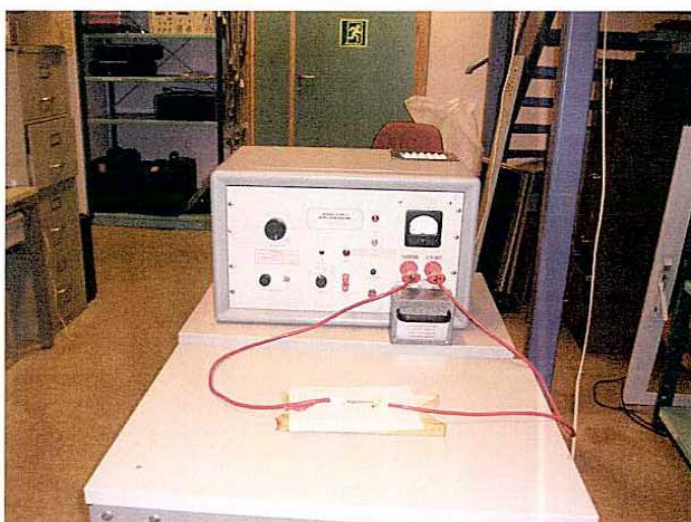
Figur 10 EDS spektre fra områdene avmerket i Figur 9. Spectrum a viser grunnmaterialet i tråden; kobber. Spectrum b viser belegg på tråden; tinn, Spectrum c viser forekomst av klor i korrosjonsgruppen.

#### 4 Avbrenningsforsøk

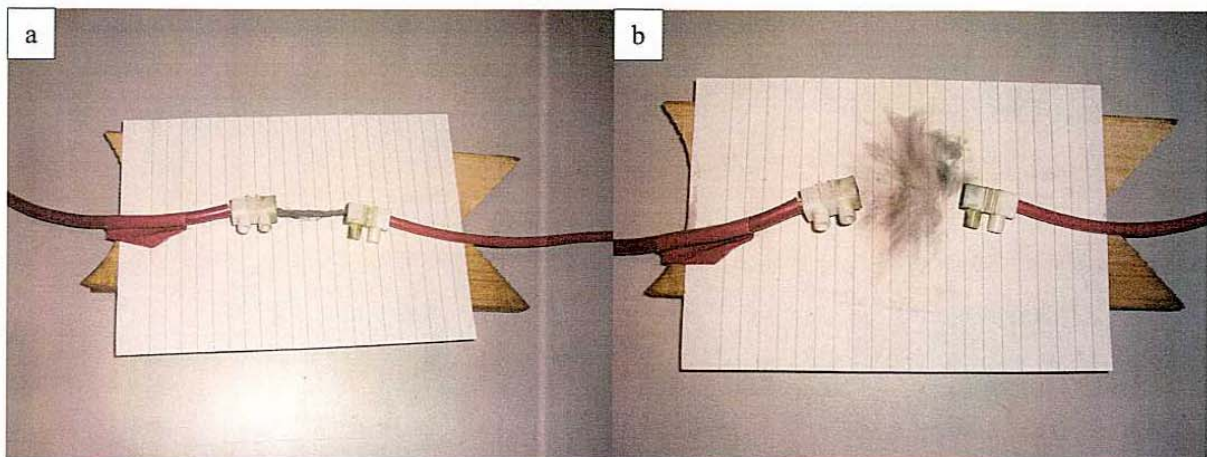
På grunn av stor usikkerhet angående forløpet ved overbelastning av lynavlederne, ble det utført forsøk der deler av lynavleder merket A i Figur 1 ble overbelastet som vist i Figur 11 og Figur 12. Forsøkene ble utført ved FOLAT/EMC og Kraftforsyningslaboratoriet av Overing, O.M. Øystad.

Lynavleder A (se Figur 1) ble flettet opp, og bunter med tråder ble utsatt for belastninger mellom 1500 og 2000 V. Forsøkene avdekket to forløp: i enkelte tilfeller ble lederen svidd av og delt i to, i de fleste tilfellene ble lederen pulverisert som vist i Figur 12b.

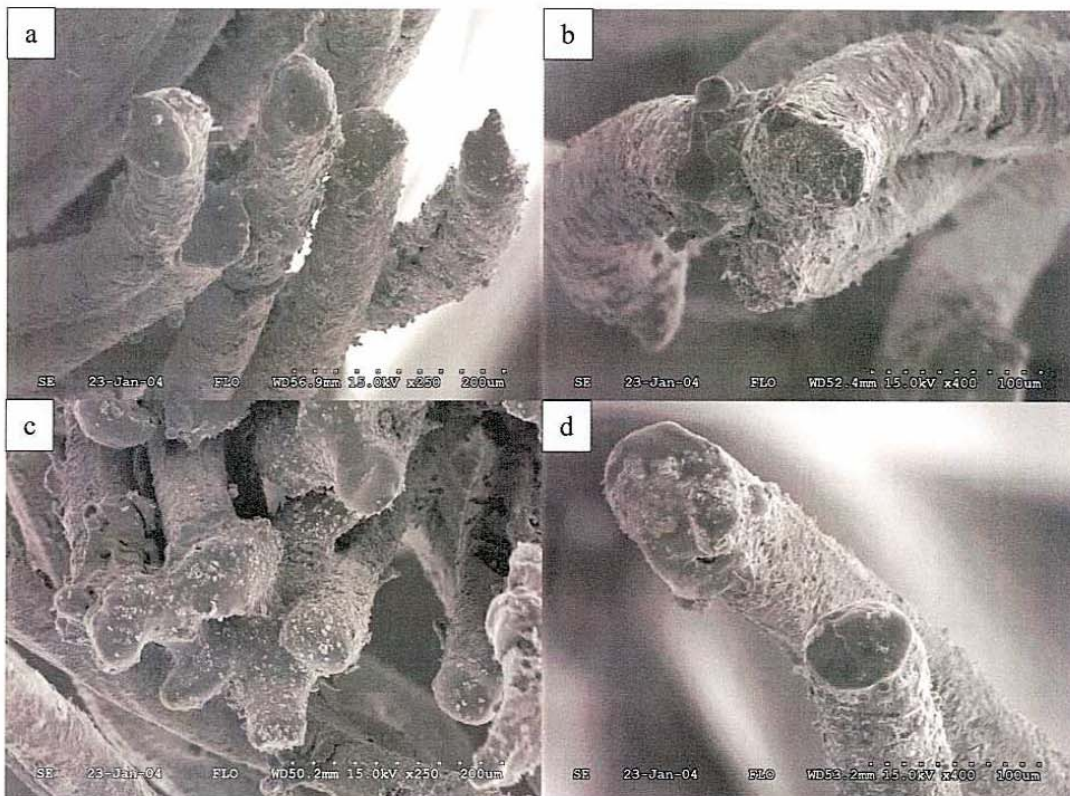
Bruddflaten på to prøver der trådene ble svidd av ble undersøkt i SEM for sammenlikning med resultatene fra lederne undersøkt tidligere. Representative bilder av trådene er vist i Figur 13. Resultatene viser en noe større tendens til sammensmelting sammenliknet med observasjonene ovenfor, det kunne heller ikke observeres bruddflater med dimpler.



Figur 11 Oversiktsbilde av forsøksoppsett (Spike Generator "model 7399-2").



Figur 12 Oversiktsbilde av tråd før og etter belastning ved 2000V.



Figur 13a-d Representative bilder i SEM av tråder etter avbrenningsforsøk, belastning 2000V.

## 5 Diskusjon

På bakgrunn av de utførte undersøkelsene er det åpenbart at det kan stilles spørsmål ved jordingskablenes beskaffenhet. De metallografiske slipene viser betydelig korrosjonsangrep, i tillegg er det påvist klor sammen med korrosjonsproduktene hvilket viser at jordingskablene har vært utsatt for et korrosivt miljø. Undersøkelse i SEM påviser også flere bruddflater med dimpler hvilket er forenlig med mekanisk slitasje. Det må her nevnes at den observerte korrosjonen vil påvirke både ledningsevne samt mekaniske egenskaper til trådene.

Når det gjelder spørsmålet om i hvor stor grad lederne var avslitt før lynnedslaget så er det vår vurdering at inntil 30% av trådene kan ha vært brukkne før nedslaget for jordingskabel merket A i Figur 1. Dette på bakgrunn av det store antall bruddflater med dimpler og tråder med innsnevring.

I forhold til kablene merket B og C så er det vanskelig å gi et tilsvarende anslag da det viste seg å være begrensede muligheter i å få et tilstrekkelig statistisk grunnlag.

Forsøkene utført ved FOLAT/EMC og Kraftforsyningslaboratoriet påviser et skadeforløp forenlig med de observasjoner som er gjort på de mottatte jordingskablene. Der lederne har enten blitt svidd av eller pulverisert. I de tilfellene der kabelen var svidd av kunne det observeres kobberfarge på deler av lederne, trolig på grunn av smelting av det ytre tinnbelegget som har et betydelig lavere smeltepunkt sammenliknet med kobber, hhv. 232 og 1083°C. Tilsvarende observasjoner kunne gjøres på de mottatte kablene, se Figur 2, hvilket indikerer at disse også er blitt brent av.

I forhold til tendensen til sammensmelting av ledertrådene ved avbrenning så vil dette avhenge av avkjølingsforholdene rundt lederne. Det må derfor avklares i hvor stor grad lederne utsettes for luftstrømmer før relevansen i forhold til forsøkene vurderes.

## 6 Konklusjon

På bakgrunn av utførte undersøkelser konkluderes følgende:

De mottatte jordingskablene har hatt redusert ledningsevne som følge av mekanisk slitasje (brukkne ledertråder) samt betydelige korrosjonsangrep.

Kablene har høyst sannsynlig røket som følge av elektrisk-overbelastning ved lynnedslaget. De observerte skadene er forenlig med observasjoner som ble gjort ved forsøk utført ved FOLAT/EMC og Kraftforsyningslaboratoriet.