


RAPPORT

SL 2012/04



RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE 10. OKTOBER
2006 PÅ STORD LUFTHAVN, SØRSTOKKEN
(ENSO) MED BAE 146-200, OY-CRG, OPERERT AV
ATLANTIC AIRWAYS

 This report is also available in English

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre flysikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke flysikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	4
SAMMENDRAG	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	5
1.1 Hendelsesforløp	5
1.2 Personskader	11
1.3 Skader på luftfartøy	12
1.4 Andre skader	12
1.5 Personellinformasjon	12
1.6 Luftfartøy	14
1.7 Været	32
1.8 Navigasjonshjelpemidler	34
1.9 Samband	35
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	35
1.11 Flygeregistratorer	40
1.12 Havaristedet og flyvraket	42
1.13 Medisinske forhold	52
1.14 Brann	52
1.15 Overlevelsesaspekter	54
1.16 Spesielle undersøkelser	61
1.17 Organisasjon og ledelse	63
1.18 Andre opplysninger	72
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	78
2. ANALYSE	79
2.1 Innledning	79
2.2 Hendelsesanalyse	81
2.3 Overlevelsesaspekter	85
2.4 Svikt i liftspoilersystemet	87
2.5 Manglende bremseeffekt og “reverted rubber hydroplaning”	89
2.6 Operative forhold	91
2.7 Stord lufthavn, Sørstokken	93
2.8 Flytypen BAe 146	95
2.9 Luftfartstilsynets oppfølging av sikkerheten ved Stord lufthavn, Sørstokken	96
2.10 Atlantic Airways operasjoner i tilknytning til Stord lufthavn, Sørstokken	96
2.11 Overordnede risikobetraktninger	97
3. KONKLUSJON	98
3.1 Ulykken	98
3.2 Brannen	99
3.3 Overlevelsesaspekter	99
3.4 Luftfartøyet	100
3.5 Operative forhold	100
3.6 Lufthavnen	101
3.7 Organisatoriske forhold	101

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	101
FORKORTELSER.....	103
VEDLEGG.....	106

RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Luftfartøy:	British Aerospace BAe146-200
Nasjonalitet og registrering:	Dansk, OY-CRG
Eier:	Atlantic Airways
Bruker:	Atlantic Airways Vagar Airport FO-380 Sørvágur Faroe Islands
Besetning:	4 (2 flygere og 2 kabinbesetningsmedlemmer)
Passasjerer:	12
Havaristed:	Stord lufthavn, Sørstokken (ENSO) (59°47'50''N 005°19'53''Ø)
Havaritidspunkt:	Tirsdag 10. oktober 2006 kl. 0732

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

MELDING OM HAVARIET

Kl. 0745 ble beredskapsvakten hos Statens havarikommisjon for transport (SHT) varslet om ulykken av Hovedredningssentralen Sør-Norge (HRS). Varselet gikk ut på at et fly fra Atlantic Airways med 16 personer om bord hadde kjørt av rullebanen på Sørstokken. Kl. 0800 mottok beredskapsvakten ytterligere et varsel fra lufttrafikkjentesten ved Bergen lufthavn Flesland (ENBR) med tilsvarende innhold, og det ble da opplyst at flyet stod i brann.

Havarikommisjonen rykket ut med seks havariinspektører og de første fire landet med helikopter på Sørstokken kl. 1308 samme dag.

I henhold til ICAO Annex 13, Aircraft Accident Investigation, ble den engelske havarikommisjonen, Air Accidents Investigation Branch (AAIB) umiddelbart underrettet. AAIB utnevnte en akkreditert representant, som med støtte fra rådgivere fra flyfabrikanten BAE Systems, har deltatt i deler av undersøkelsen.

SAMMENDRAG

Under en normal innflyging og landing på Stord lufthavn Sørstokken fortsatte OY-CRG forbi rullebaneenden og raste ned en bratt skråning. Dette førte til betydelige skader på flyet, og det begynte umiddelbart å brenne. Brannen spredte seg så hurtig at ikke alle rakk å evakuere flyet i tide. Fire personer omkom og seks ble alvorlig skadet.

Havarikommisjonen har ved denne undersøkelsen påvist flere forhold som bidro til ulykken. Ulykken ble utløst av at ingen av flyets seks liftspoilere felte seg ut etter landing¹.

Havarikommisjonen mener å ha funnet to mulige tekniske årsaker til dette. Vingene fortsatte å produsere løft slik at flyets vekt ikke i tilstrekkelig grad ble overført til landingshjulene.

Hovedhjulene fikk dermed ikke god nok kontakt med rullebaneoverflaten, og bremseeffekten ble redusert. Dette ble av flygerne oppfattet som svikt i hjulbremsene og nødbremsen ble koblet inn. Nødbremsen har ikke beskyttelse mot blokkering, og hjulene låste seg. I kombinasjon med den fuktige rullebanen medførte dette "reverted rubber hydroplaning" (gummien i dekkene ble kokt), og flyet greide ikke å stanse på rullebanen.

Havarikommisjonen mener at svikten i utfellingen av lift spoilerne isolert sett ikke hadde medført at flyet gikk utfor enden av rullebanen. Flyet kunne ha stoppet innenfor tilgjengelig banelengde hvis optimal bremsing hadde blitt benyttet. Havarikommisjonen mener derfor at en bedre systemforståelse relatert til manglende funksjon av liftspoilere og effekten dette har på stoppdistanse til flyet, kunne ha forhindre utforkjøringen. I tillegg mener havarikommisjonen at riller i rullebanedekket kunne gitt bedre bremseeffekt i dette tilfellet.

Ulykken har vist at sikkerhetsmarginene ved Stord lufthavn var utilstrekkelige. Det asfalterte sikkerhetsområdet i forlengelsen av rullebanen var for kort i henhold til krav i BSL E 3-2 og gikk over i en skråning som var brattere enn foreskrevet. Disse avvikene bidro i vesentlig grad til ulykkens alvorlighetsgrad. Terrenget forårsaket at flyet kom i brann. Den bratte skråningen hindret i tillegg brann- og redningsarbeidet.

Havarikommisjonen ser ved denne ulykken en akkumulert effekt fra tre faktorer – flydesign, lufthavnen og operative faktorer – som totalt sett kan ha vært uakseptabel på ulykkestidspunktet.

Med bakgrunn i undersøkelsen av denne ulykken fremmer Statens havarikommisjon for transport to sikkerhetstilrådinger.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

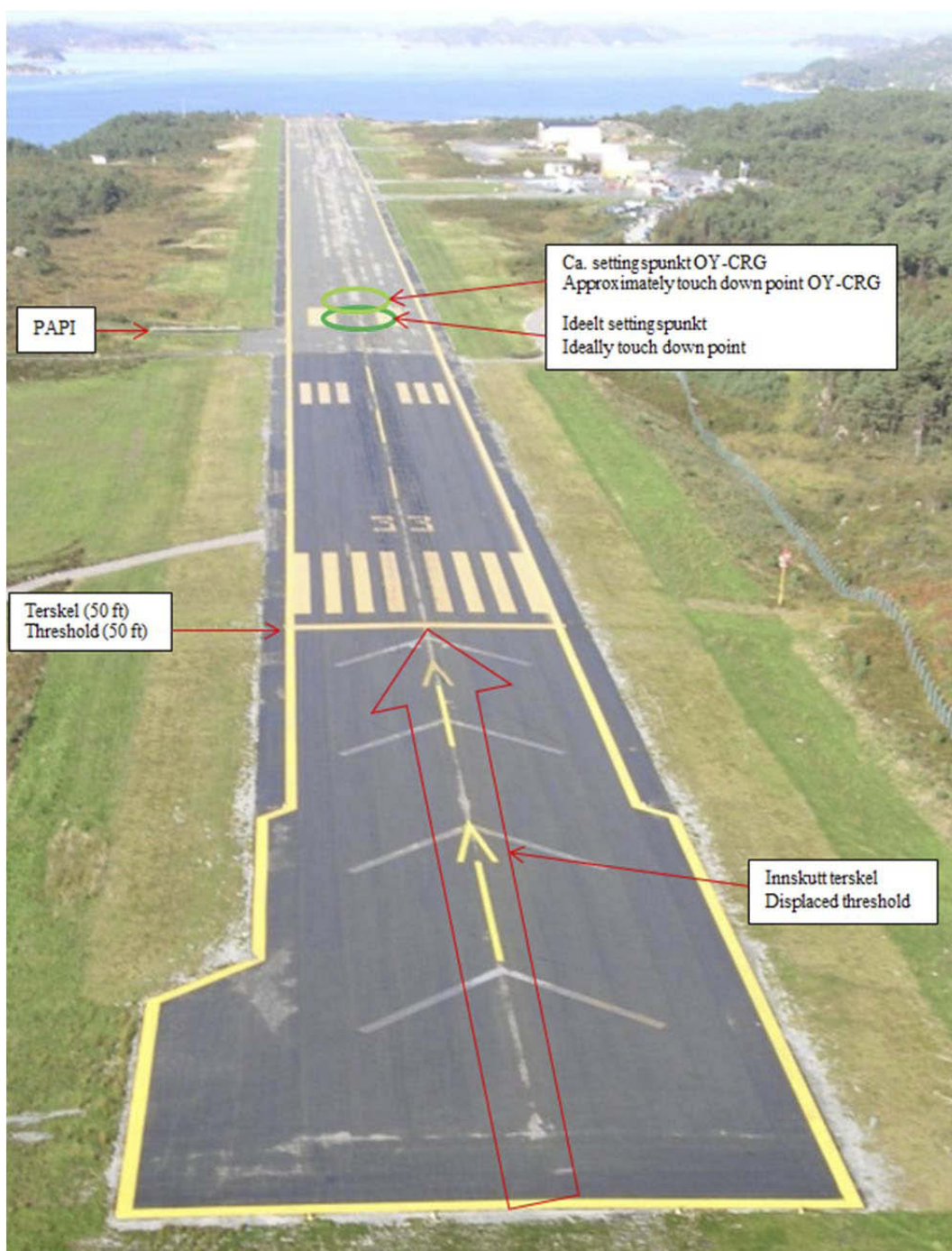
- 1.1.1 OY-CRG landet på Stavanger lufthavn Sola (ENZV) kl. 2330 kvelden før ulykken. Teknisk inspeksjon (48 timers inspeksjon) ble signert utført kl. 0500 om morgenen den 10. oktober.
- 1.1.2 På ulykkesdagen var flyet planlagt å skulle fly fra Sola med mellomlanding på Stord lufthavn Sørstokken før destinasjon Molde lufthavn Årø (ENML). Deretter skulle flyet fly tilbake fra Molde direkte til Stavanger.
- 1.1.3 OY-CRG, med rutenummer FLI670, forlot terminalområdet tilnærmet i henhold til planlagt tidtabell og tok av fra Sola kl. 0715². Etter avgang steg flyet til flygenivå FL100 og satte kursen direkte mot Stord VOR. Fartøysjefen var "Pilot Flying" (PF) og styrmannen "Pilot Not Flying" (PNF). Kort tid etter avgang tok besetningen kontakt med

¹ Liftspoilerne er klaffer på oversiden av vingene som ødelegger vingens løft når de felles ut. Se kapittel 1.6.6.

² Tidsangivelsene heretter er basert på lydbåndopptak fra Sola TWR, Sola APP, Flesland APP, Sørstokken AFIS, radardata Førdesveten MSSR (Monopuls Secondary Surveillance Radar), flyets taleregistrator og politiets oppdragslogg.

Sørstokken AFIS og innhentet opplysninger om værforholdene ved lufthavnen. Da besetningen kontaktet Flesland approach (APP) kl. 0723, ga de beskjed om at de innledningsvis ønsket en direkte VOR innflyging til rullebane 15. De forventet å få plassen i sikte og fly visuelt. Flesland approach ga følgende værinformasjon: Vind 110° 6 kt, sikt mer enn 10 km, få skyer i 2 500 ft, temperatur og duggpunkt 10 °C og QNH 1021 hPa.

- 1.1.4 Opptak på flyets taleregistrator viser at flygerne kommuniserte om kun tjenstlige forhold og med et godt besetningssamarbeid (Cockpit Resource Management CRM).
- 1.1.5 Kl. 0724 ga Flesland approach klarering til at FLI670 kunne starte nedstigning til 4 000 ft. Tre minutter senere ble de klarert til å forlate kontrollert luftrom og å gå over til frekvensen til Sørstokken. AFIS-fullmektigen på Sørstokken hadde i mellomtiden fått flyet i sikte og fikk flyets posisjon telefonisk bekreftet fra Flesland approach. Basert på flyplassdata, vindretning og -styrke, temperatur, samt flyets landingsvekt, fant besetningen det akseptabelt å planlegge for en visuell innflyging og landing på rullebane 33. Dette ville gi en kortere innflyging. De la til grunn at landing på rullebane 33 ville innebære en liten medvindskomponent. Beslutningen om å lande på rullebane 33 ble opplyst til AFIS-fullmektigen. AFIS-fullmektigen bekreftet at vinden var 110° 6 kt. På forespørsel opplyste også besetningen at det var 12 passasjerer om bord.
- 1.1.6 Innflygingen fortsatte som normalt. Understellet ble senket og flaps ble etappevis felt ut. Kl. 07:31:12 var flyet 2 NM fra terskelen til rullebane 33 i en høyde på 800 ft og med en bakkehastighet på 150 kt. Deretter ble flaps felt fullt ut til 33° og fra radardata ser man at bakkehastigheten sank til 130 kt. Kl. 07:31:27 gjentok AFIS-fullmektigen "runway free" og opplyste at vinden var 120° 6 kt.



Figur 1: Rullebane 33 sett i landingsretning (bildet er tatt fra en større høyde enn flygere ser rullebanen under en normal innflyging).

- 1.1.7 Opptak på taleregistratoren forteller videre at styrmannen kl. 07:31:43 bekreftet at flyet var stabilisert og at hastigheten var pluss 5 (kt). Seks sekunder senere kalte styrmannen ut at hastigheten var pluss 3 (kt). Kl. 07:31:51 ble det registrert et lydvarsel (ping) fra flyets varslingsystem³. Fartøysjefen har senere fortalt havarikommisjonen at han siktet for å etablere flyet på tre røde og et hvitt lys på PAPI (presisjons glidebane indikator). Deretter kalte styrmannen ut to ganger at hastigheten var korrekt (bug speed). Fra flyets taleregistrator fremkommer at flygerne holdt en hastighet over terskelen på V_{ref} . I følge

³ Tilgjengelig informasjon tyder på at dette var et varsel om lavt trykk fra motorene til airconditionssystemet, hvilket ikke er uvanlig under nedstigning.

flyets manualer er korrekt V_{ref} 112 kt. Flyet hadde i følge data registrert av bakkeradar en bakkehastighet på 120 kt⁴ da det passerte terskelen til rullebane 33. Fartøysjefen har forklart at han som vanlig reduserte “Thrust Levers” til “Flight Idle” da flyet var ca. 50 ft over rullebanen. Kl. 07:32:14 tilsier lyder som er tatt opp på taleregistratoren at hjulene traff rullebanen. Begge flygerne har forklart at landingen fant sted noen få meter lengre inn enn standard, og at den var “myk”. Deretter skjedde følgende (tid angitt i sekunder etter nesehjulets første berøring med rullebanen⁵):

- 1 sekund: Styrmannen kalte “*and spoilers*”
- 1,5 sekunder: Lyden av at spoilerhåndtaket ble satt i bakre posisjon (LIFT SPLR)
- 4 sekunder: Styrmannen kalte “*no spoilers*”(standard fraseologi i henhold til selskapets standard prosedyrer (SOP) dersom indikatorlysene for spoilerne uteblir)
- 6,6 sekunder: Lyden av at bremsevelgebryteren ble dreiet
- 7,9 sekunder: Lydvarsel (single-chime) fra flyets varslingsystem
- 12,8 sekunder: De første hylelydene fra dekkene høres
- 12,8 – 22,8 sekunder: Varierende grad av hylelyder fra dekkene kan høres
- 22,8 sekunder: Flyet forlot rullebanen. Samtidig utløste AFIS-fullmektigen krasjalarmen.
- 26 sekunder: Taleregistratoren sluttet å registrere lyd.

1.1.8 Styrmannen har forklart til havarikommisjonen at han etter landing verifiserte at fartøysjefen førte “Thrust Levers” fra “Flight Idle” til “Ground Idle” samtidig som flyets nese ble senket. Videre så han at fartøysjefen førte spoilerhåndtaket fra “AIR BRAKE” (luftbrems fullt ute) til “LIFT SPLR” (utfelling av liftspoilerne). Styrmannen forventet at de to indikatorlysene for spoilerne (SPLR Y og SPLR G, se kapittel 1.6.6.3) skulle komme på etter ca. 3 sekunder. Han ble følgelig forbauset da lysene uteble. Styrmannen verifiserte, i henhold til selskapets prosedyrer, da blant annet at hydraulikktrykket og øvrige instrumenter viste normalt, samt at aktuelle brytere stod i korrekte posisjoner.

1.1.9 Fartøysjefen har forklart til havarikommisjonen at etter at hastigheten hadde kommet ned til ca. 80 kt holdt han sin venstre hånd på nesehjulsstyringen og høyre hånd på “Thrust Levers”. Styrmannen tok da over kontrollstikka. Fartøysjefen har forklart at han følte at bremsene fungerte fram til ca. halvveis nedover rullebanen, deretter uteble forventet retardasjon. Flyet hadde da kommet så langt nedover rullebanen at det var for få meter igjen til å avbryte landingen. Fartøysjefen brukte full kraft på begge bremsepedalene, uten at bremsene fungerte som normalt. I et forsøk på å få bedre retardasjon endret han posisjon på bremsesystemvelgeren (Brake Selector Lever) fra posisjon ”Green” til posisjon ”Yellow”, uten at det hjalp. Deretter skiftet han posisjon på velgeren til ”Emergency Brake”, og dermed ble flyets anti-skid system koblet ut.

⁴ Innebærer at bakkehastigheten var mellom 115 og 125 kt.

⁵ Se vedlegg A.

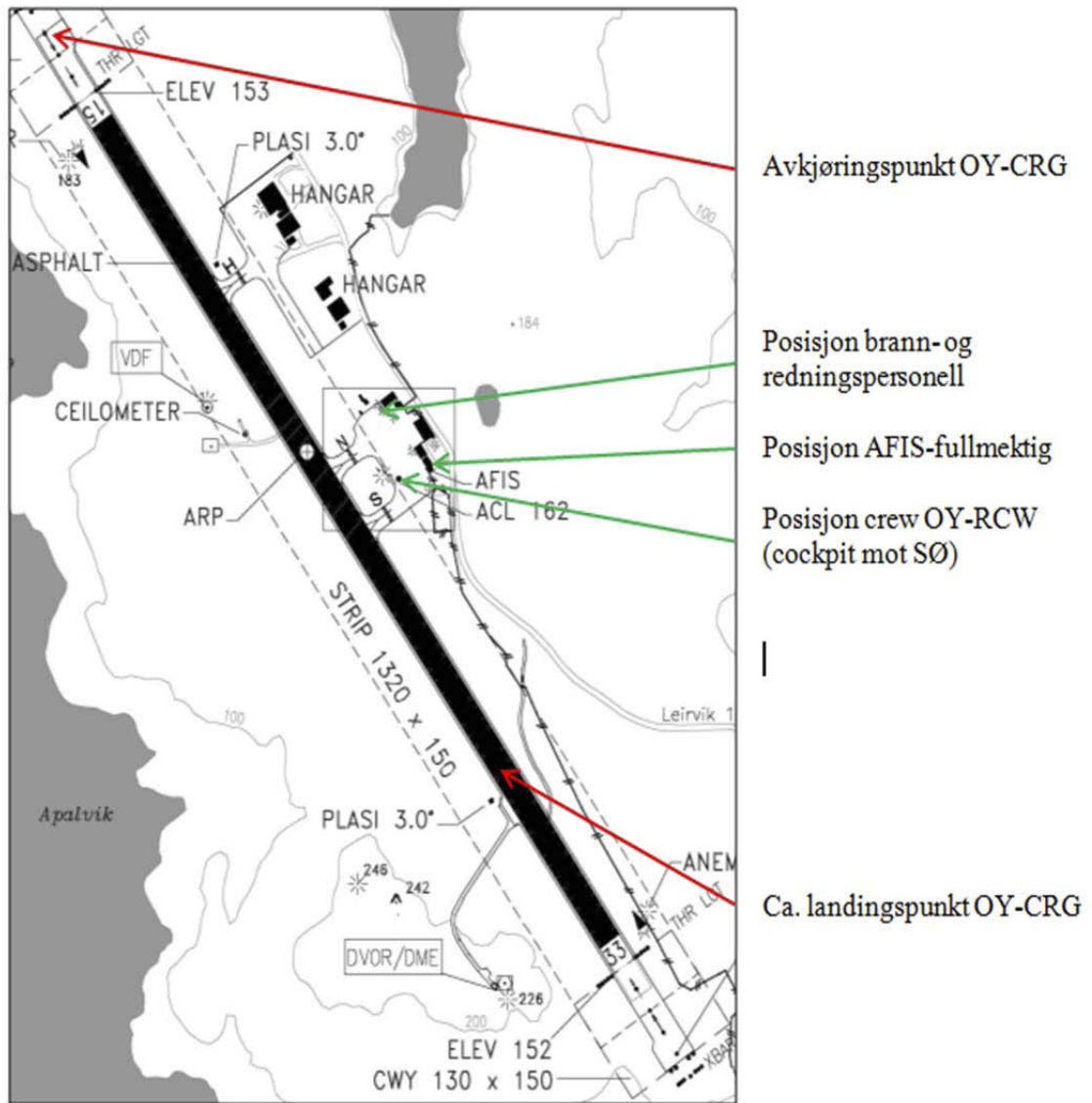
- 1.1.10 Fartøysjefen skjønte på det tidspunkt at flyet ikke lot seg stoppe, selv med kontinuerlig full kraft på bremsepedalene, og at flyet antakelig ville kjøre av rullebanen. Han vurderte at det ikke var tilrådelig å la flyet kjøre av rullebanen verken mot det bratte terrenget ut på flyets venstre side, eller mot klipper til høyre. Hans lokalkunnskap tilsa derfor at beste alternativ var å styre flyet mot enden av rullebanen. I et siste forsøk på å stoppe flyet, styrte han først flyet mot høyre halvdel av rullebanen for deretter å legge det inn i en skrens mot venstre. Fartøysjefen håpet at skrensen ville innebære økt bremseeffekt og forhåpentligvis gi et bidrag til å få redusert flyets hastighet. Flyet forlot rullebanen i en skrens noen meter til venstre for senterlinjen.
- 1.1.11 Fartøysjefen mente at han ville klart å stoppe flyet dersom rullebanen hadde vært ca. 50-100 meter lengre. Styrmannen vurderte at flyet hadde en hastighet på 5-10 km/t da det kjørte utfor kanten og at dersom rullebanen hadde vært 10-15 meter lengre ville de ha klart å stoppe.
- 1.1.12 AFIS-fullmektig har forklart at han fulgte OY-CRG visuelt under deler av innflygingen og landingen. Han mente at flyet muligens kom litt høyt og fløy noe fortere enn normalt på finalen. Fullmektigen var noe usikker på nøyaktig hvor flyet satte seg, men antydnet at det var på den første tredjedelen av rullebanen.
- 1.1.13 OY-CRG var skjult for AFIS-fullmektigen et lite øyeblikk under utrullingene bak et tilsvarende fly (OY-RCW⁶) fra Atlantic Airways som stod på oppstillingsplattformen (se Figur 2). Da AFIS-fullmektigen igjen fikk flyet i sikte skjønte han at noe var unormalt. Flyet hadde større fart enn det som var normalt. Han så at flyet raskt nærmet seg enden på rullebanen og at det mot slutten svingte over på høyre halvdel, for senere å dreie tilbake mot venstre side av rullebanen. Han observerte at flyet forlot rullebanen i en skrens i størrelsesorden 45° i forhold til baneretning. Fullmektigen utløste umiddelbart krasjalarmerne.
- 1.1.14 AFIS-fullmektigen har forklart at flyets hastighet ikke var større enn at han en stund gjorde seg forhåpninger om at flyet ville klare å stoppe før enden av rullebanen. Han antydnet at flyet kanskje kunne ha klart å stoppe dersom rullebanen hadde vært 50 meter lengre. Han opplevde det som uvirkelig da flyets halefinne reiste seg veldig høyt og han ble vitne til at flyet forsvant utfor enden av rullebanen.
- 1.1.15 AFIS-fullmektigen hadde tidligere sett oppbremsinger hvor det hadde kommet blå røyk fra hovedhjulene på tilsvarende fly. Under utrullingene med OY-CRG observerte han at det kom veldig mye fuktighet og røyk opp bak hovedhjulene. Sprøyen, som var i størrelsesorden 30 % høyere enn høyden på hovedhjulene, sto som en trekant opp bak hjulene. Sprøyen var hvit av farge, var vesentlig høyere enn ved tidligere landinger og vedvarte langs hele rullebanen. Han registrerte ikke om flyets spoiler var ut- eller innfelt, men han så at flyet fortsatte å produsere vingevirvler under utrullingene. Da det begynte å stige røyk fra havaristedet, så han at brannmannskapene allerede var på vei ut.
- 1.1.16 Brann og redningstjenesten ved Sørstokken har som rutine å være i beredskap ved brannbilene når luftfartøy tar av eller lander på lufthavnen. Vaktlederen og tre brannmenn sto derfor i posisjon ved brannstasjonen og observerte landingen. Vaktlederen mente at

⁶ Atlantic Airways OY-RCW er i likhet med OY-CRG en BAe146-200. OY-RCW opererte som FLI610 og hadde 25 minutter før landet på rullebane 15.

flyet satte seg på standard sted, muligens litt lenger inn enn normalt på rullebanen. Alt virket normalt til anslagsvis fem til ti sekunder etter selve landingen. Da registrerte de at flyets hastighet var høyere enn normalt. Da OY-CRG passerte taksebanen i syd, hørte både vaktlederen og brannmann nr. 1 at flyet begynte å bremse kraftig ved at det kom meget høye lyder fra flyets dekk og bremses. Vaktlederen hadde hørt tilsvarende lyder noen ganger tidligere, men da bare for ett sekund eller to, i det et fly bremses helt opp eller passerte malte områder på rullebanen. Med OY-CRG vedvarte lydene. De registrerte også at vingene fortsatte å produsere vingevirvler under utrulling, noe de ikke hadde sett tidligere. De skjønnte at flyet ville trenge assistanse og gjorde seg klar for å rykke ut. Det siste vaktlederen så av flyet var at det skrenset med nesens pekende anslagsvis 45° til venstre og at flyet krenget kraftig mot høyre da det forlot rullebanen. Flyet hadde da etter hans vurdering en hastighet i størrelsesorden 30-70 km/t. Da flyet forsvant utfor enden av rullebanen og krasjalarmen kom på, var lufthavnens to brannbiler på vei til stedet.

- 1.1.17 Passasjerene⁷ som havarikommisjonen har snakket med hadde varierende beskrivelser av innflygingen og selve landingen, men ingen av dem merket oppbremsing etter landingen. Samtlige passasjerer har bekreftet at flyet slingret fra side til side mot slutten av rullebanen. De hørte ”hyling” som fra bremses, og flyet vred seg mot venstre. En person observerte blå røyk fra hjulene. En person mener at en av motorene på venstre side ruset opp. De fleste mente at hastigheten var relativt lav da flyet vippet utfor rullebanen.
- 1.1.18 Kabinbesetningsmedlemmet som satt bak i kabinen har fortalt at flyturen forløp normalt frem til landingen på Sørstokken, bortsett fra at hun relativt kort tid før landing hørte en relativt høy pipende lyd. Hun har forklart at hun på andre flyginger også har hørt tilsvarende lyd, men da ikke så høyt. Hun antok at lyden kom fra pakningen i døren ved siden av henne. Ellers oppfattet hun ikke at noe var unormalt før flyet forlot rullebanen.

⁷ Sammendrag etter samtale med de ni passasjerene som overlevde.



Figur 2: Aktuelle posisjoner på rullebanen.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Totalt om bord	Andre
Omkommet	1	3	4	
Alvorlig	3	3	6	
Lett/ingen		6	6	
TOTALT	4	12	16	

1.2.1 Nasjonaliteter:

Passasjerer: De tre omkomne og de tre alvorlig skadde var alle norske statsborgere.

Besetning: Det omkomne kabinbesetningsmedlemmet var færøysk statsborger. De tre alvorlig skadde var to med færøysk statsborgerskap og en med dansk statsborgerskap.

1.3 Skader på luftfartøy

Flyet ble totalskadet, se punkt 1.12 for detaljer.

1.4 Andre skader

Deler av innflygingslysrekken for rullebane 15 ble revet ned. Skader på vegetasjon nord for rullebanen.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjef

1.5.1.1 *Bakgrunn og trening*

Mann 34 år. Han var ferdig utdannet i USA som trafikkflyger i 1995 og fløy i 4 år Jetstream BA-31 i Danmark, før han i 2004 ble ansatt i Atlantic Airways.

Atlantic Airways har et omfattende myndighetsgodkjent treningsprogram. Fartøysjefen gjennomførte i 2004 trening til å bli styrmann og i 2006 kapteinstrening. Dokumentasjonen viser at han gjennomførte treningen med normal progresjon og bestod samtlige selskap- og myndighetspålagte prøver.

Fartøysjefen ervervet typerettighet på flytypen Avro RJ/BAe146 i november 2004. Den første perioden tjenestegjorde han som styrmann.

I mai 2006 gjennomgikk han treningsprogram og bestod ferdighetsprøve til å tjenestegjøre som fartøysjef på flytypen.

Han hadde tjenestegjort som kaptein i selskapet siden 13. mai 2006. Fartøysjefen har forklart at han, under trening i simulator, ikke hadde trent på bortfall av liftspoilere.

1.5.1.2 *Sertifikat*

Innehaver av dansk ATPL (A) gyldig til 15. mai 2011.

1.5.1.3 *Rettigheter*

IR (A) ME og Avro RJ/BAe146 var gyldig til 31. mars 2007. I tillegg rettigheter på MEP (land) gyldig til 30. november 2006, SEP (land) til 31. juli 2008 og TMG gyldig til 31. juli 2008.

1.5.1.4 *Legeattest*

Innehaver av legeattest kl. 1 gyldig til 11. januar 2007 med begrensning om å bruke korrigerende linser under flyging.

1.5.1.5 *Posisjon og tjeneste*

Fartøysjefen satt i flyets venstre cockpitsete og var den som førte flyet (Pilot Flying, PF).

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0	0
Siste 3 dager	0	0
Siste 30 dager	72	72
Siste 90 dager	256	256
Totalt	5 000	1 500*

* Hvorav 424 timer som fartøysjef på flytypen, og et større antall på OY-CRG.

1.5.1.6 Annet

Fartøysjefen hadde 21 landinger på Sørstokken som kaptein, og forrige landing var 17. september 2006. De siste to dagene før ulykken hadde han hatt fri. Kl. 2200 færøysk tid møtte han opp for å bli med OY-CRG som passasjer til Sola, hvor han ankom kl. 2330 norsk tid. På ulykkesdagen sjekket han inn igjen på Sola kl. 0555. Fartøysjefen hadde spist frokost på hotellet før han reiste til flyplassen.

1.5.2 Styrermann

Mann 38 år. Styrermannen ble ansatt i Atlantic Airways april 2006, og startet tjeneste som styrermann på flytypen i juni 2006.

1.5.2.1 Sertifikat

Innehaver av dansk CPL (A), gyldig til 19. juni 2011.

1.5.2.2 Rettigheter

IR (A) ME og Avro RJ/BAe146 var gyldig til 30. juni 2007.

1.5.2.3 Legeattest

Innehaver av legeattest kl. 1 gyldig til 10. oktober 2007 uten noen begrensninger.

1.5.2.4 Posisjon og tjeneste

Styrermannen satt i flyets høyre cockpitsete og var den som overvåket flygingen (Pilot Not Flying, PNF).

Tabell 3: Flygetid styrermann

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0	0
Siste 3 dager	0	0
Siste 30 dager	58	58
Siste 90 dager	231	231
Totalt	1 000	250

1.5.2.5 *Annet*

Styrmannen hadde hatt anledning til søvn på hotell i Stavanger fra kl. 2145 kvelden før ulykken. På ulykkesdagen sjekket han inn igjen på Sola kl. 0555. Styrmannen hadde spist frokost på hotellet før han reiste til flyplassen.

1.5.3 Kabinbesetningsmedlemmene

1.5.3.1 Begge var innehavere av gyldige kabinbesetningssertifikater og legeattester.

1.5.3.2 Kabinbesetningsmedlem nr. 1 (purser) hadde mange års tjeneste i selskapet. Hun satt helt fremme i kabinen på flyets venstre side og med ryggen mot fartsretningen (se Figur 32 i pkt. 1.15). I henhold til selskapets prosedyrer, satt hun ved det sete som er avsatt til sjef for kabinbesetningsmedlemmene om bord. Vedkommende omkom i ulykken.

1.5.3.3 Kabinbesetningsmedlem nr. 2 hadde etter endt opplæring ved et treningssenter for kabinbesetningsmedlemmer fløyet fem måneder i selskapet. Hun hadde erfaring fra flyginger i selskapet betjent med så vel to som fire kabinbesetningsmedlemmer om bord. Hun satt, som standard, helt bak i kabinen på flyets venstre side og med ryggen mot fartsretningen. Hun har forklart at besetningen kjente hverandre godt og at samarbeidet var meget bra.

1.6 **Luftfartøy**



Figur 3: OY-CRG (foto: airliners.net).



Figur 4: Cockpit BAe146-200, OY-RCW (tilnærmet identisk som OY-CRG).

1.6.1 Flytypen

- 1.6.1.1 BAe 146 og etterfølgeren Avro RJ⁸ er konstruert og produsert i Storbritannia. I henhold til fabrikantens hjemmeside ble BAe 146 produsert i et antall av 221 i perioden 1983-1992. I tillegg kommer 170 fly av den mer moderne Avro RJ som ble produsert frem til 2001.
- 1.6.1.2 Flyet er konstruert for å fly korte distanser og for å kunne lande på korte rullebaner. Kombinasjonen av store flaps langs bakkanten av vingene, men uten spesielle innretninger langs vingenes fremkant for å øke løftet, gjør at flytypen normalt lander relativt "flatt". Det vil si at hovedhjulene og nesehjulet⁹ treffer rullebanen omtrent samtidig. Motorkraften kan ikke reverseres for å bidra til bremsing. Flytypen er utstyrt med relativt kraftige hjulbrems (se kapittel 1.6.7) så vel som med en stor luftbrems. For å få god vekt på hjulene tidlig under landingen, og dermed god bremseeffekt, er flytypen utstyrt med liftspoilere som ødelegger mesteparten av løftet fra vingene umiddelbart etter at flyet har landet (se kapittel 1.6.6).
- 1.6.1.3 Det aktuelle flyet (serienummer E2075) ble kjøpt fabrikknytt av et amerikansk flyselskap i 1987. I 1988, da flyet var et halvt år gammelt, ble det solgt til Atlantic Airways og registrert OY-CRG. Dette var det første flyet av typen BAe146 som selskapet opererte.

⁸ RJ har blant annet autospoilers (som teknisk er tilnærmet identisk med BAe 146 med hensyn til oppbygging, men opereres noe forskjellig).

⁹ For enkelthets skyld skrives det her nesehjulet. Flyet har imidlertid doble hjul både på neseunderstellet og begge hovedunderstellene.

1.6.2 Data OY-CRG

Fabrikant og modell:	British Aerospace Ltd, BAe 146 Series 200
Serienummer:	E2075
Fabrikasjonsår:	1987
Første gang registrert på dansk register:	1988
Motorer:	4 stk. Avco Lycoming ALF502R-5 (turbofan)
Luftdyktighetsbevis gyldig til:	25. mars 2007
Vingespenn:	26,21 m
Total lengde:	28,60 m
Maksimal tillatt avgangsmasse:	42 184 kg
Beregnet avgangsmasse:	34 557 kg
Maksimal landingsmasse:	36 740 kg
Beregnet landingsmasse:	33 557 kg
Beregnet tyngdepunkt:	37 DOI (Dry Operating Index) (innenfor begrensningene)
Flyet var 3 183 kg under maksimal tillatt strukturell landingsmasse (begrensende faktor).	
Total flytid:	39 828:56 timer
Totalt antall flyginger:	21 726
Type siste større ettersyn:	C12 inspeksjon
Siste C12 inspeksjonen utført:	25. september 2006
Total flytid ved C12 inspeksjonen:	39 750:58
Antall flyginger ved C12 inspeksjonen:	21 685
Sted utførelse av C12 inspeksjonen:	Malmø
Dager siden C12 inspeksjonen:	16
Flytimer siden C12 inspeksjonen:	77:58
Antall flyginger siden C12 inspeksjonen:	41

1.6.3 Drivstoff

1.6.3.1 Flytypen har tre drivstofftanker plassert henholdsvis i venstre vinge, høyre vinge og senter mellom vingene (over kabinen). Totalt kan de tre drivstofftankene romme 9 362 kg JET A-1.

1.6.3.2 Minimum påkrevd drivstoff for å gjennomføre den aktuelle flyging fra Sola til Sørstokken var beregnet til 3 024 kg.

1.6.3.3 På Sola ble det fylt opp nok drivstoff slik at flyet kunne fly via Sørstokken til Molde lufthavn uten etterfylling av drivstoff på Sørstokken (8 800 kg)¹⁰. De to vingetankene fylles da først opp til maksimal kapasitet, og resten kommer automatisk i sentertank. Før avgang Sola var det ca. 1 600 kg drivstoff i sentertanken, og ved landing på Sørstokken var det i underkant av 600 kg igjen i sentertanken.

1.6.4 Operative håndbøker

1.6.4.1 BAE System har en master Airplane Flight Manual (AFM) for BAe 146-200. Basert på master AFM utstedes det en AFM for det enkelte individ i dette tilfelle serienummer E2075 (OY-CRG) og hvor det tas hensyn til hvordan flyet er utstyrt og modifisert. Til daglig bruk i cockpit vil det ikke være praktisk å benytte AFM for beregning av for eksempel maksimal tillatt landingsmasse for den enkelte rullebane. Flyselskapene får derfor utarbeidet "Route performance manual" som er basert på AFM. Selskapets Pilot's Operating Handbook for BAe 146 (POH) var utarbeidet av Malmö Aviation og implementert i Atlantic Airways operasjoner. Videre har havarikommisjonen fått tilgang til selskapets Standard Procedures Manual.

1.6.4.2 Samtlige dokumenter om bord i flyet ble i stor grad ødelagt av brann. Havarikommisjonen har derfor basert seg på AFM og standard sjekkliste "Abnormal and Emergency Check List" rekonstruert og mottatt fra BAE Systems for BAe 146-200 serienummer E2075 (OY-CRG).

1.6.4.3 Følgende siteres fra landingsprosedyrer i AFM vedrørende landingsdistanse:

3. If lift spoilers are inoperative, reduce landing distance available by 30 % before entering Fig. 5.04/2.

4. If anti-skid is inoperative, reduce landing distance available by 40 % before entering the chart.

1.6.4.4 Følgende siteres fra Abnormal and Emergency Check List (identisk med teksten i Emergency Procedures i AFM):

LOSS OF BRAKING

BRAKES SELECT Select alternative hydraulic system.

If normal braking is not restored select EMERG YEL ----- END

NOTE: No anti-skid available on EMERG YEL. Exercise extreme caution in braking. Use minimum braking consistent with runway length available.

¹⁰ Hvis vektmessig akseptabelt er det vanlig i bransjen å unngå etterfylling av drivstoff på hver mellomlanding.

Atlantic Airways har etter ulykken endret denne sjekklisten til følgende:

Loss of Braking	
ON LANDING	Confirm LIFT SPLR selected
BRAKES	Select alternative braking system
If normal braking is not restored:	
BRAKES	EMERG YEL (No anti-skid)
Taxi only:	
ANTI-SKID	OFF
Exercise extreme caution in braking.	
Use minimum braking consistent with runway length available.	
If low brake pressure is noted or a brake failure is suspected, do not taxi.	

- 1.6.4.5 Følgende siteres fra Abnormal and Emergency Check List vedrørende “Lift Spoilers Not Deployed” (dersom oransje varsellys LIFT SPLR lyser):

IN FLIGHT:

Indication is false unless aircraft lever inadvertently selected to LIFT SPLR.

ON GROUND:

If lever is not selected to LIFT SPLR

(1) The caption will light 6 seconds after touchdown.

If lever selected to LIFT SPLR the caption will indicate that:

(1) Spoilers have not deployed due to a system fault.

OR

(2) 3 seconds after lever selection the squat switches have not made.¹¹

NOTE: Lift spoiler not deployed during landing roll out can significantly reduce braking effectiveness.

- 1.6.4.6 Følgende siteres fra POH vedrørende ”Handling Abnormal”:

6.7 Flight with lift spoilers inoperative

If the Lift spoiler system becomes partially or wholly inoperative in flight, landing distance will be increased by 40 %.¹²

Do not land on slippery runways with lift spoilers partially or wholly inoperative.

The LIFT SPLR caption cautions that neither YEL nor GRN lift spoilers have deployed after landing. If the aircraft is firmly on the ground and LIFT SPLRs selected, it may be necessary to consider a go-around.

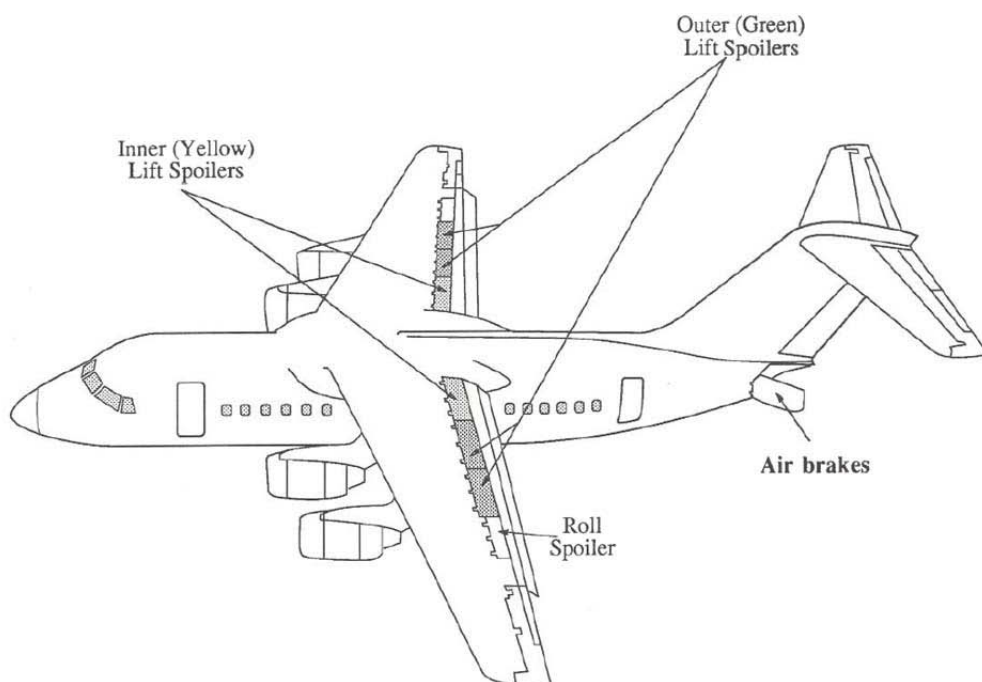
- 1.6.4.7 Selskapets Standard Procedures Manual inneholder en generell prosedyre for avbrutt landing (go-around). Denne prosedyren inneholder ikke “by-heart-items”, men beskriver hvordan fartøysjef og styrmann skal samarbeide under en avbrutt landing.

¹¹ SHT bemerkning: Her mangler trolig noe tekst om at bryterne ikke har aktivert.

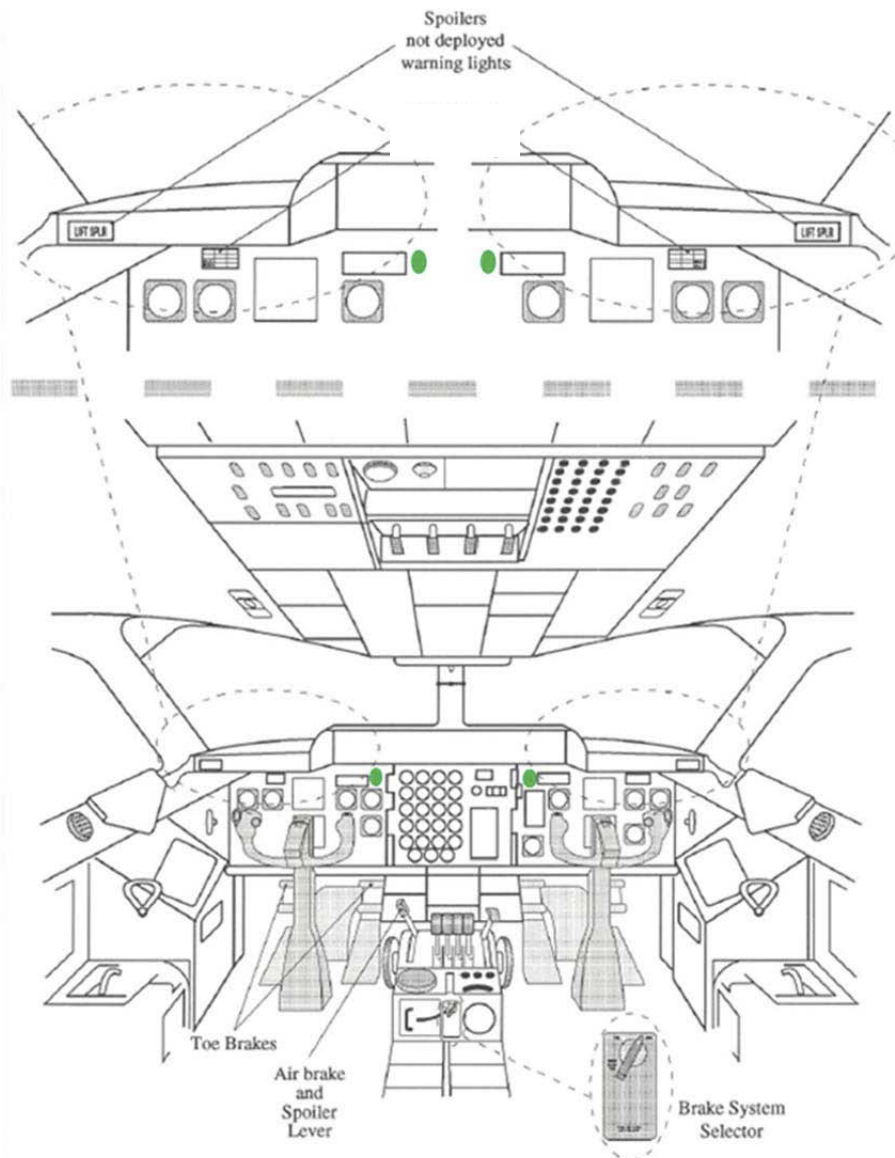
¹² I selskapets Abnormal and Emergency Check List brukes ordlyden: “Landing distance may be increased by up to 40%.”

- 1.6.4.8 Dersom en unormal eller nødsituasjon oppstår, forventes det at enkelte sjekklister skal kunne utenat (by heart), mens andre sjekklister hentes frem fra "Abnormal and Emergency Check List". Det fantes imidlertid ingen spesifikk sjekklister å følge dersom liftspoilerne ikke kommer ut etter landing. Atlantic Airways hadde i sin "Standard Procedures Manual" en generell prosedyre for avbrutt landing (Go-around).
- 1.6.5 Masse, balanse og flyttelser
- 1.6.5.1 Det fremgår av JAR-OPS (nå EU-OPS) pkt. 1.475 (d) at med hensyn til ytelsesberegninger kan en fuktig rullebane betraktes som tørr rullebane.
- 1.6.5.2 I henhold til JAR-OPS (nå EU-OPS) pkt. 1.515 om landing på tørre rullebaner, skal et luftfartsforetak sikre at et turbojetfly kan lande på 60 % av tilgjengelig landingsdistanse. Dette var ivaretatt i selskapets ytelsesberegninger.
- 1.6.5.3 Som beskrevet i 1.6.4.1 benyttet fartøysjefen selskapets "Route Performance Manual" ved planleggingen av landingen. Han planla landing på Sørstokken rullebane 33 og med en liten medvindkomponent og 33° flaps. Beregnet landingsmasse var 33 557 kg. Som det fremkommer i pkt. 1.7.5 og 1.12.1.1 var rullebanen på Sørstokken fuktig, men informasjon gitt til FLI670 tilsa at rullebanen var tørr.
- 1.6.5.4 Selskapets "Route performance manual" for BAe146 ved landing på Sørstokken rullebane 33 med optimal flaps (33°) viser at med tørr rullebane og 5 kt medvindkomponent, kan flytypen operere med inntil 33 951 kg landingsmasse. OY-CRG var således ca. 394 kg under maksimal landingsmasse.
- 1.6.5.5 BAE Systems hevder at det for OY-CRG ikke kunne benyttes ytelsesverdier for annet enn våte rullebaner selv om banen er definert som tørr. Atlantic Airways på sin side hevder de har hatt anledning til å benytte ytelsesberegninger for både tørre og våte rullebaner. Samtidig er det bekreftet at det ikke er noen fysiske modifikasjons forskjeller mellom flyindivider som har formell godkjenning til å benytte ytelsesberegninger for tørre så vel som våte rullebaner.
- 1.6.5.6 Informasjon vedrørende det formelle har generert særs mye og motstridende informasjon fra flyfabrikant og flyselskap. Informasjon fra tilsynsmyndighet har heller ikke avklart alle forhold. Havarikommisjonen anser at mye av informasjonen fra partene er et forsøk på å flytte fokus og ansvar.
- 1.6.5.7 ICAO Annex 13 og styrende dokumenter for havarikommisjonens arbeid sier at undersøkelser ikke har som formål å fordele skyld og ansvar. Havarikommisjonen anser at slik ovennevnte tema har utviklet seg er det fare for at denne havarirapporten med stor grad av sannsynlighet kan bli brukt til annet formål enn hva som er intensjonen med en havariundersøkelse. Havarikommisjonen velger derfor å ikke omtale emnet videre.
- 1.6.6 Spoilersystemet
- 1.6.6.1 Innledning
- Flytypen er utstyrt med til sammen åtte spoilere på oversiden langs vingens bakkant. Alle spoilerne heves (felles ut) ved hjelp av hydrauliske aktuatorer. Spoilerne utgjør to adskilte systemer som har forskjellige oppgaver. Det ene av disse systemene består av den ytterste

spoileren på hver vinge og disse kalles rollspoilere. Dette er en del av flyets balanserorssystem og vil ikke bli omtalt nærmere. Det andre systemet består av seks liftspoilere og har som funksjon å ødelegge løftet fra vingene kort tid etter at hjulene treffer rullebanen under landing slik at flyets vekt overføres til understellet. Liftspoilerne ødelegger ca. 80 % av vingens løft, og det kan få sertifiseringskategori opp til «Katastrofal» hvis disse kommer ut mens flyet er i luften. For å kunne felle ut spoilerne må en rekke vektfølere (squat switches) i understellsleggene aktiveres. Systemet for liftspoilere er følgelig primært konstruert med tanke på å forhindre ufrivillig utfelling i luften. For å sikre stor sannsynlighet for en minimum funksjon er systemet for liftspoilere delt opp i to tilnærmet uavhengige systemer. Beskrivelsen av systemet nedenfor er forenklet.



Figur 5: Skisse som viser plassering av liftspoilere, rollspoilere og luftbremsen (Figur hentet fra [AAIB Report 5/2009](#)).



Figur 6: Skisse cockpit – (plassering av dublerede SPLR Y og SPLR G markert med grønt). (Figur hentet fra [AAIB Report 5/2009](#)).



SPLR Y
SPLR G

Figur 7: Gult og grønt lift spoiler lys.



LIFT SPLR

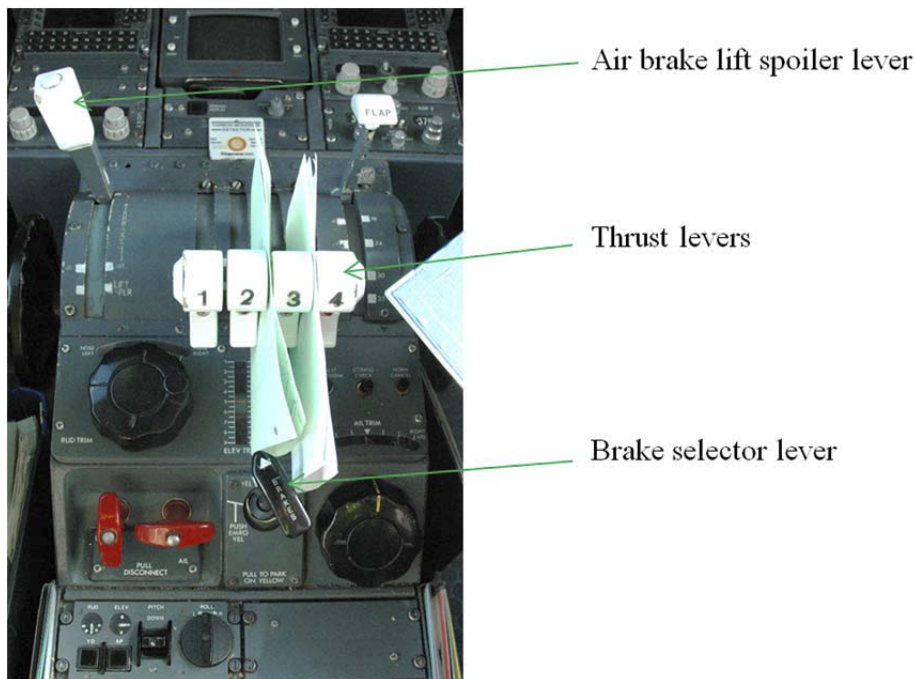
Figur 8: Lift spoiler varsellys.

1.6.6.2 Systembeskrivelse

De to uavhengige liftspoilersystemene opereres av henholdsvis flyets gule og grønne hydrauliske system, følgelig vil spoilersystemene heretter bli omtalt som gult og grønt system. De to innerste spoilerne opereres av gult system. De fire resterende spoilerne

opereres av grønt system. Spoilerne på grønt system på henholdsvis høyre og venstre vinge er parvis koblet mekanisk sammen. For å felle ut spoilerne må håndtaket (LIFT SPLR) settes til bakre posisjon (Lift Spoiler). Håndtaket vil ved bevegelse bakover, først gradvis felle ut en luftbrems i flyets hale (air brakes). Luftbremsen har begrenset relevans i denne sammenheng og systemet omtales derfor ikke nærmere. Bevegelse i håndtaket overføres via stag til ”Spoiler lever switches” (også omtalt som “Airbrake Lever Microswitches”). Håndtaket og overføringsmekanismen til bryterne er felles for begge spoiler-systemene. For at spoilerne skal komme ut må imidlertid en rekke forutsetninger være innfridd. Dette forklares nærmere nedenfor (se Figur 10).

De fleste av forutsetningene for at spoilerne skal komme ut er tilnærmet identiske for gult og grønt system og omtales samlet. En viktig forutsetning er at hjulene berører rullebanen. Følere i understellsleggene registrerer når støtdemperne i understellet komprimeres (benevnes squat switch). Signalene fra disse følerne går til en rekke systemer om bord i flyet, deriblant spoiler-systemet. Denne forutsetningen er forskjellig for gult og grønt system og beskrives derfor separat.



Figur 9: Kontrollhåndtak.

Squat Switch knyttet til gult system: Systemet forsynes med strøm fra flyets EMERG DC BUS via en automatsikring. For at gult system skal aktivere må enten begge hovedunderstellene ta deler av flyets vekt, eller ett hovedunderstell og neseunderstellet ta deler av flyets vekt. Hvis ett av hovedunderstellene blir komprimert (squat switch registrerer flyets vekt) og deretter mister vektbelastningen, starter et tidsur på 10 sekunder. Hvis “squat switchen” på neseunderstellet blir aktivert i denne perioden vil spoilerne til gult system felles ut.

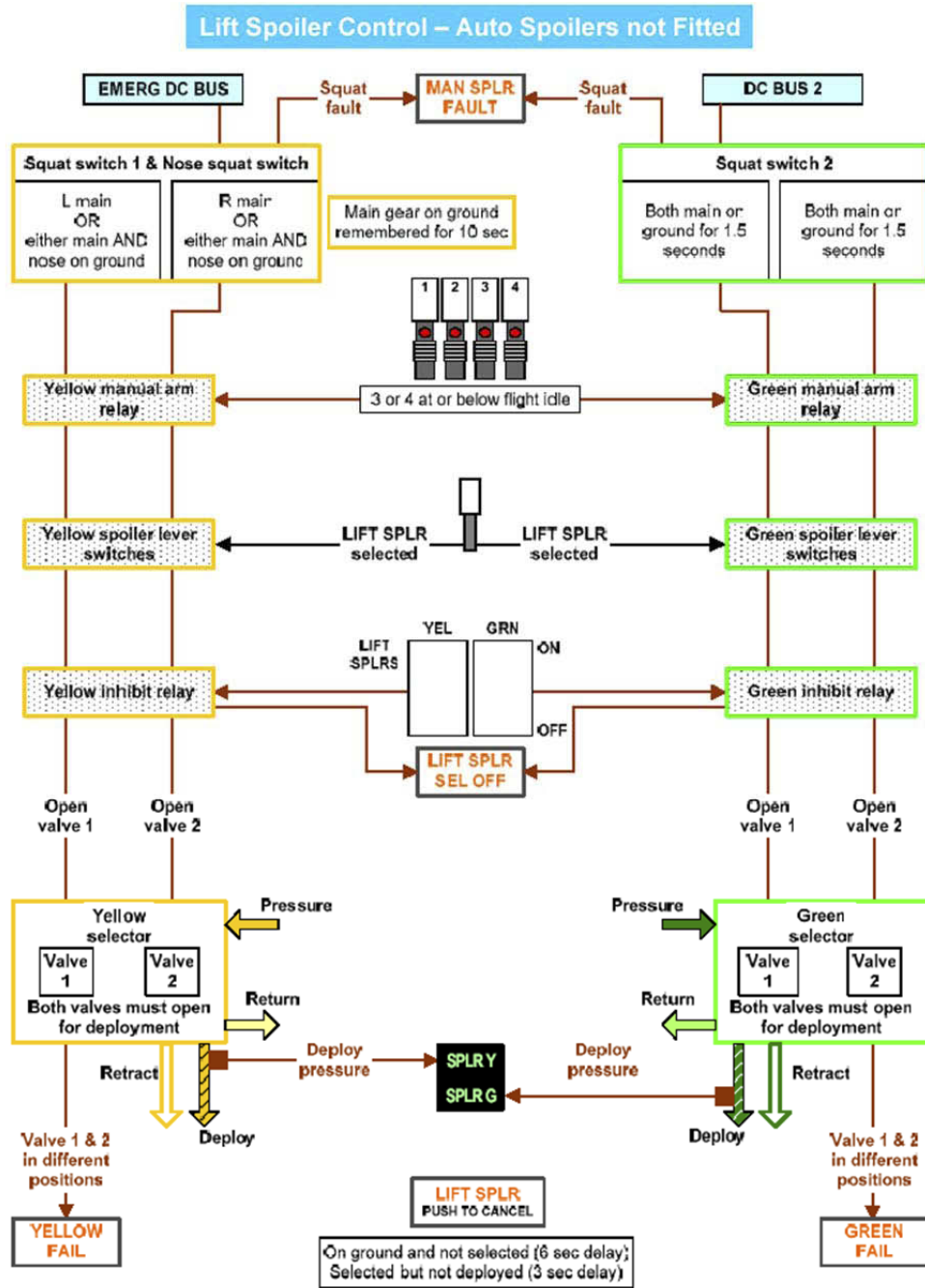
Squat Switch knyttet til grønt system: Systemet forsynes med strøm fra DC BUS 2 via en automatsikring. For at grønt system skal aktivere må begge hovedunderstellene ha tatt deler av flyets vekt i minimum 1,5 sekunder.

Thrust Lever Microswitches: For at spoilerne skal kunne komme ut, må minimum 3 av 4 “Thrust levers” (motorens gasshåndtak) være trukket tilbake til, eller forbi “Flight idle”, når er flyet er på bakken. Flight idle er den laveste motoreffekten som kan velges når flyet er i luften. En forutsetning for at “Thrust levers” skal kunne trekkes til eller forbi “Flight idle”, er at “squat switchene” må registrere vekt på hjulene. Posisjonene på “Thrust levers” registreres av mikrobrytere. Disse er felles for begge spoilersystemene, men de sender signalene til to adskilte elektroniske kretser. Kretsene er lokalisert i samme enhet og gir signaler til respektive “Arm relay” i gult og grønt system. Allerede i 1992 var det kjent at det kunne oppstå feil ved disse mikrobryterne. Flyprodusenten innførte derfor en modifikasjon av brytermekanismen (Modifikasjon 001195A – se 1.6.10.2). British Aerospace utga også en Service Bulletin (SB. 27 – 63) som påla en funksjonstest av mikrobryterne ved hver 450 flyging, hvis modifikasjonen ikke var utført. Intervallet på denne testen ble senere utvidet til 625, og oppgaven ble innarbeidet som et eget punkt i det ordinære vedlikeholdsprogrammet (se 1.6.10, inspeksjon august 2006).

Hovedbryter: Gult og grønt system kan slås av individuelt med hver sin bryter montert i cockpitens takpanel. Bryterne er benevnt LIFT SPLRS og har stillingene ON og OFF (se også 1.6.6.3). Hvis spoilersystemene slås av, skjer det ved at signalgangen brytes i “Inhibit Relay” (se Figur 10).

Selector Valve: Flyets hydrauliske systemtrykk for henholdsvis gult og grønt system er ledet inn til respektive “Selector valves”. Som det framgår av Figur 10 inneholder hver “Selector valves” to uavhengige servoventiler (Valve 1 og Valve 2) som styres av to uavhengige signallinjer. For at “Selector valve” skal åpne for hydraulisk trykk ut til spoileraktuatorene, må det komme åpnings signaler langs begge disse linjene.

Spoiler Actuator: Hver spoiler styres av en hydraulisk aktuator. Aktuatoren er tilført hydraulisk trykk som holder spoilerne i ned-posisjon under flyging. I tillegg er aktuatoren mekanisk låst når den er innfelt. Når en aktuator skal åpne må den først tilføres trykk for å frigjøre låsmekanismen. Deretter kan aktuatoren heve spoileren.



Figur 10: Forenklet skisse av spoilersystemene (mottatt fra BAE Systems).

1.6.6.3 *Indikasjoner i cockpit*

Spoilersystemet er tilknyttet en rekke varsler i form av lys og lyd. Disse beskrives nedenfor (se også Figur 12).

MAN SPLR FAULT: Et oransje (amber) lys i takpanelet (Overhead panel) varsler hvis det oppstår et misforhold mellom tilstanden til “squat switchene” før landing. Systemet har en 20 sekunders forsinkelse som kommer på når understellshåndtaket senkes. Dette er for å forhindre at lyset kommer på utilsiktet når understellet felles ut. Lyset varsler parallelt med oransje (amber) SPLR -lyset på “Master Warning Panel” og varsellyd (single-chime).

LIFT SPLR SEL OFF: Et oransje (amber) lys på “Master Warning Panel”. Lyset kommer på og blir stående på hvis ett eller begge spoilersystemene (gult eller grønt) blir slått av med hovedbryteren (LIFT SPLRS til OFF).

SPLR UNLOCKED: Et oransje (amber) lys i takpanelet (Overhead panel) varsler hvis en eller flere spoilere ikke er stengt og mekanisk låst. Lyset er koblet via en mikrobryter tilknyttet “LIFT SPLR” håndtaket og en 5 sekunders forsinkelse slik at lyset ikke kommer på ved tilsiktet utfelling av spoilerne. Lyset varsler parallelt med det oransje (amber) SPLR -lyset på “Master Warning Panel” og varsellyd (single-chime).

YELLOW FAIL: Et oransje (amber) lys i takpanelet (Overhead panel) varsler hvis det oppstår et misforhold mellom de to servoventilene (Valve 1 og Valve 2) i “Yellow Selector Valve”. Varselet går via en 5 sekunders forsinkelse. Lyset varsler parallelt med det oransje (amber) SPLR -lyset på “Master Warning Panel” og varsellyd (single-chime).

GREEN FAIL: Et oransje (amber) lys i takpanelet (Overhead panel) varsler hvis det oppstår et misforhold mellom de to servoventilene (Valve 1 og Valve 2) i “Green Selector Valve”. Varselet går via en 5 sekunders forsinkelse. Lyset varsler parallelt med det oransje (amber) SPLR -lyset på “Master Warning Panel” og varsellyd (single-chime).

LIFT SPLR: Et oransje (amber) lys i skjermen over instrumentpanelet (Glare shield) foran hver flyger. Varsler hvis spoilerhåndtaket (LIFT SPLR) ikke er satt i bakre posisjon 6 sekunder etter at flyet har fått vekt på hjulene. Tilsvarende varsler det hvis spoilerne ikke har kommet ut 3 sekunder etter at spoilerhåndtaket (LIFT SPLR) er satt i bakre posisjon (se Figur 6 og Figur 8).

SPLR Y: Et grønt lys på instrumentpanelet foran hver flyger som lyser når spoiler aktuatorene tilføres hydraulisk trykk for å åpne spoilerne i gult system (se Figur 6 og Figur 7).

SPLR G: Et grønt lys på instrumentpanelet foran hver flyger som lyser når spoiler aktuatorene tilføres hydraulisk trykk for å åpne spoilerne i grønt system (se Figur 6 og Figur 7).

1.6.7 Bremsesystemet

1.6.7.1 *Innledning*

De fire hovedhjulene er utstyrt med hydrauliske skivebremser. Som vist på Figur 11 er bremsene operert av to nær uavhengige bremsesystemer, et gult system og et grønt

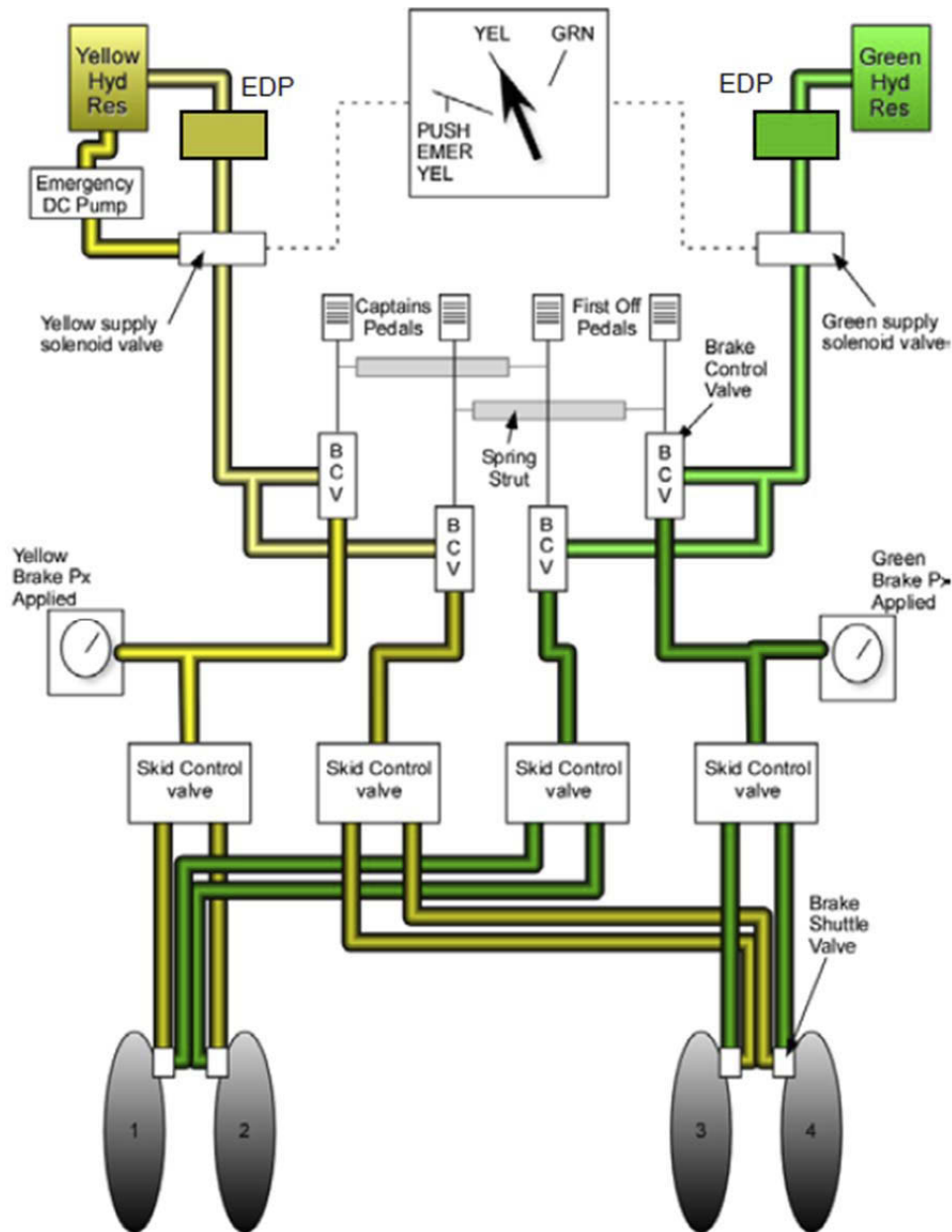
system i tillegg til et nødsystem. Ved hjelp av bremsevelgebryteren på pidestallen velges ønsket bremsesystem. Bremsesystem kan skiftes under nedbremsing uten at trykket på bremsepedalene må fjernes. Videre er flytypen utstyrt med et system som forhindrer blokkering ved kraftig bremsing (anti-skid) og parkeringsbrems. Hovedhjulene på hver av sidene kan bremses uavhengig av hverandre. Både fartøysjefen og styrmannen kan operere bremsene. Nedenfor beskrives de respektive systemene.

1.6.7.2 *Systembeskrivelse*

Grønt bremsesystem: Bremsesystemet tilføres konstant trykk fra hydraulikkpumpen på grønt hydraulikksystem (Engine Driven Pump – EDP). Systemtrykket ledes inn i grønt bremsesystem via “Green supply solenoid valve”. Denne ventilen styres via bremsevelgebryteren i cockpit (på pidestallen). Når velgeventilen står på GRN ledes hydraulikktrykket til to “Brake Control Valves” på styrmannens side. Disse ventilene åpner for bremsetrykk proporsjonalt med nedtrykking av pedalene. “Spring Strut” skaper kunstig økende motstand i pedalene etter hvert som de presses ned. “Spring Strut” kobler også sammen respektive høyre og venstre pedaler til fartøysjefen og styrmannen og gjør dermed at grønt bremsesystem kan opereres av begge flygerne. Bremsetrykket kan avleses i cockpit via et eget instrument (Green Brake Pressure Applied). Bremsetrykket ledes deretter til to “Skid Control valves”, en for venstre- og en for høyre hovedunderstell. Disse ventilene, som består av en ventil for henholdsvis venstre og høyre hjul, styres av en “Anti-skid Control box”. Bremsetrykket ledes deretter til hjulene via en “Brake Shuttle Valve” på hvert hovedhjul. Denne ventilen skifter posisjon avhengig av om bremsetrykket kommer fra gult eller grønt system.

Gult bremsesystem: Bremsesystemet er nær identisk med grønt system og trenger ingen nærmere beskrivelse. Den vesentligste forskjellen er at gult system har tilkoblet en nødbremsefunksjon (se nedenfor). Gult system blir aktivt når bremsevelgebryteren dreies til YEL. “Brake Shuttle Valve” skifter så posisjon og leder gult bremsetrykk inn til bremsene.

Nødbremse: “Yellow supply solenoid valve” har to innganger for systemtrykk. Normalt kommer trykket fra EDP. Hvis bremsevelgebryteren i cockpit settes til EMER YEL vil en elektrisk pumpe (Emergency DC Pump) levere trykk til bremsesystemet. I reserve finnes også en akkumulator som kan levere trykk til nødbremsen. Når bremsevelgebryteren settes til EMER YEL vil også anti-skid systemet bli koblet ut.



Figur 11. Forenklet skisse av bremsesystemene (mottatt fra BAE Systems).

1.6.7.3 Blokkeringsfrie bremsesystemer (anti-skid)

Hvert hovedhjul er utstyrt med en enhet som registrerer rotasjonshastigheten til hjulet (wheel speed transducer). Signaler fra rotasjonsgiveren, proporsjonale med rotasjonshastigheten, sendes til en styreenhet (Anti-skid Control box). Hvis oppbremsingen blir så kraftig at et av hjulene begynner å skli (rotasjonshastigheten synker for hurtig) vil "Skid Control valves" redusere bremsetrykket ved å slippe noe av oljen tilbake til hydraulikkreservoaret via returledningen. Etter at hjulet på ny roterer fritt, vil "Skid control valve" tillate at bremsetrykket gradvis øker. Etter noen slike sykluser tilpasses bremsetrykket til rullebanefriksjonen. Hvis bremsepedalene slippes opp, rullebanefriksjonen forandrer seg vesentlig eller det skiftes til et nytt bremsesystem (gult eller grønt) vil prosessen med å tilpasse bremsetrykket til rullebanefriksjonen starte på ny.

Flytypen er også utstyrt med et system som forhindrer at hjulene er blokkert når hjulene berører rullebanen under landing (locked wheel protection). Før landing, når hjulenes hastighet er under 33 kt, vil “Anti-skid Control box” gi signaler til “Skid Control valves” om å dumpe bremsetrykket tilbake til returlinjen. Når ett hjul på hvert hovedunderstell har nådd en hastighet på 33 kt, vil det bremsetrykket som flygeren regulerer via bremsepedalene bli ført via “Skid control valves” til bremsene.

1.6.7.4 Indikasjoner i cockpit

Følgende indikasjoner og varsler i cockpit er knyttet til bremsesystemet.

Brake Pressure Applied: En dobbel trykkindikator for hvert bremsesystem (gult og grønt). Begge sitter nede på venstre side av instrumentpanelet. De viser bremsetrykket ut fra “Brake Control Valves” for henholdsvis venstre og høyre hovedunderstell. Dette trykket er ikke det aktuelle trykket i bremsene hvis “Skid Control valves” griper inn og reduserer trykket.

ANTI SKID INOP: Et oransje (amber) lys i takpanelet varsler hvis det oppstår feil i ett av “anti-skid” systemene. Lyset kommer også på hvis “anti-skid” systemet slås av ved at bremsevelgebryteren settes til EMR YEL. Lyset varsler parallelt med et oransje (amber) ANTI SKID -lyset på “Master Warning Panel” (se Figur 12) og varsellyd (single-chime).



Figur 12: Master warning panel.

1.6.8 Hydraulikksystemet

1.6.8.1 *Innledning*

Flytypen er utstyrt med to uavhengige hydrauliske systemer, gult hydraulisk system og grønt hydraulisk system. De to systemene gir trykk til forskjellige systemer i flyet både i fellesskap og uavhengig. Nedenfor beskrives relevante forhold ved de to systemene.

1.6.8.2 *Systembeskrivelse*

Gult hydraulikksystem: Systemet har egen oljetank og hydraulikkpumpe drevet av motor nr. 2 (EDP). Ved svikt i den motordrevne pumpen kan systemet trykksettes ved hjelp av en vekselstrømsmotor koblet til en egen hydraulikkpumpe. Ved bakkeoperasjoner, særlig vedlikeholdsoppgaver, men også i nødsfall kan en rekke hydrauliske systemer trykksettes ved hjelp av en likestrømsmotor koblet til en hydraulikkpumpe. Dette nødsystemet har et eget dedikert kammer i oljetanken som ikke tømmes hvis det oppstår lekkasjer i det ordinære gule systemet. Gult hydraulikksystem er utstyrt med en rekke ventiler og filtre samt indikatorer i cockpit. Det vil eksempelvis komme varsel både ved lavt oljenivå i hydraulikk tanken og ved lavt oljetrykk. Gult hydraulikksystem leverer blant annet trykk til “gule liftspoilere” og til bremsene hvis bremsevelgebryteren er satt til YEL eller EMER YEL.

Grønt hydraulikksystem: Systemet har egen oljetank og hydraulikkpumpe drevet av motor nr. 3 (EDP). Ved svikt i den motordrevne pumpen kan systemet delvis trykksettes ved hjelp av gult hydraulikksystem via en “Power Transfer Unit”. Grønt hydraulikksystem er utstyrt med en rekke ventiler og filtre samt indikatorer i cockpit. Det vil eksempelvis komme varsel både ved lavt oljenivå i hydraulikk tanken og ved lavt oljetrykk. Grønt hydraulikksystem leverer blant annet trykk til “grønne liftspoilere” og til bremsene hvis bremsevelgebryteren er satt til GRN.

1.6.9 Strømforsyningen

1.6.9.1 Under normale forhold leverer to AC-generatorer vekselstrøm til flyet. En generator drevet av motor nr. 1 leverer strøm til AC BUS 1 og tilsvarende leverer generatoren drevet av motor nr. 4. strøm til AC BUS 2. I tilfelle svikt i forsyningen fra generatoren på motor nr. 1, kan en AC-generator drevet av flyets bakkeaggregat (Auxiliary Power Unit – APU) levere vekselstrøm til AC BUS 1. AC BUS 1 og 2 kan også kobles sammen slik at én motordrevet AC-generator kan levere strøm til begge to. En generator (STBY GEN AC/DC) drevet av en hydraulisk motor kan alternativt levere vekselstrøm og likestrøm til utvalgte forbrukere. Flyets likestrømsanlegg forsynes normalt via vekselstrøm-til-likestrøm omformere (Transformer Rectifier Unit – TRU). Likestrømsanlegget inneholder også et batteri som uavhengig av generatorer kan forsyne utvalgte komponenter med strøm i en kortere periode.

1.6.9.2 Spoilersystemet på flyet forsynes bare med likestrøm. I hovedsak leveres strøm fra EMERG DC BUS, ESS DC BUS og DC BUS 2. Særlig EMERG DC BUS og ESS DC BUS er godt beskyttet mot svikt i strømforsyningen. Strømforbrukerne er tilkoblet via automatsikringer. Sikringene kan også fungere som strømbrytere ved at de trekkes ut manuelt. Sikringer som er trukket, eller som har løst ut automatisk, kjennes igjen ved at “bryteren” stikker ut, og at et hvitt bånd kommer til syne. De fleste sikringene til spoilersystemet og tilknyttede systemer er plassert i takpanelet i cockpit. Noen få

sikringer, deriblant MAN LIFT SPLR GRN, er plassert i flyets avionikkrom (avionics bay) og er ikke tilgjengelig under flyging.

1.6.10 Vedlikehold, reparasjoner og modifikasjoner

1.6.10.1 *Vedlikehold*

September 2005 Et større vedlikehold på OY-CRG ble utført hos Malmø Aviation i Sverige (PART 145 SE.145.0028). Det aktuelle vedlikeholdet, benevnt som C11 inspeksjon, ble utført i henhold til WO No. (arbeidsordre nr.) 9064 og avsluttet 23. september 2005. Flyet hadde da akkumulert 37 696:38 timer og 20 445 flyginger. Inspeksjonen inneholder en stor mengde deloppgaver som skal utføres. Følgende deloppgaver har relevans til liftspoilersystemet:

Oppgave 42 “Lift spoiler system annunciator circuits – operational check” (AMM 27-61-00 501 para. 2 – skal gjøres hver 5 000 flyging) er en oppgave delt opp i 39 underpunkter. Inspeksjonen omhandler test av varslene LIFT SPLR SEL OFF, LIFT SPLT og MAN SPLR FAULT (se kapittel 1.6.6.3).

Oppgave 44 “Check and adjust nitrogen inflation pressure of shock absorbers” (AMM 12-10-32). Inspeksjon av sammenpressingen av støtdemperne (lengden) i hovedunderstellet og eventuell etterfylling av nitrogen.

Oppgave 45 “Check and adjust nitrogen inflation pressure of shock absorbers” (AMM 12-10-32). Inspeksjon av sammenpressingen av støtdemperen (lengden) i neseunderstellet og eventuell etterfylling av nitrogen.

August 2006 En mindre inspeksjon på liftspoilersystemet på OY-CRG ble gjennomført hos Atlantic Airways på Færøyene (PART 145 DK.145.0009) 29. august 2006. Den aktuelle inspeksjonen ble utført i henhold til WO No. (arbeidsordre nr.) 4844. Flyet hadde da akkumulert 39 633:51 timer og 21 594 flyginger. “Lift spoiler, selection, thrust lever inhibition test” (AMM 27-61-00-501 para. 9) For fly som ikke har utført modifikasjon 01195 eller 01195B skal dette gjøres hver 625 flyging (gjelder OY-CRG, se kapittel 1.6.10.2). Inspeksjonen går ut på å funksjonsteste mikrobryterne som står i forbindelse med “Thrust levers” (se kapittel 1.6.6.2).

September 2006 Siste større vedlikehold på OY-CRG ble utført hos Malmø Aviation i Sverige (PART 145 SE.145.0028). Det aktuelle vedlikeholdet, benevnt som C12 (B4) inspeksjon, ble utført i henhold til WO No. (arbeidsordre nr.) 11851 og avsluttet 24. september 2006. Flyet hadde da akkumulert 39 750:58 timer og 21 685 flyginger. Inspeksjonen inneholder en stor mengde deloppgaver som skal utføres. Følgende deloppgaver har relevans til liftspoilersystemet:

Oppgave 35 “Inspect Yellow and Green selector valves” (AMM 27-61-17 601 – skal gjøres hver 5 000 flyging) er en detaljert visuell inspeksjon av respektive “selector valves” (se kapittel 1.6.6.2).

Oppgave 36 “Linkages – Airbrake selector lever mechanical – Inspection/check” (AMM 27-63-00 601 – skal gjøres hver 5 000 flyging). En detaljert visuell inspeksjon av stagene mellom “Airbrake lever” og mikrobrytere/potensiometer.

Oppgave 37 “Microswitch assembly (location 131-02-00) – Adjustment/test (AMM 27-09-11 501 – skal gjøres hver 5 000 flyging) er en omfattende funksjonstest av mikrobryterne i liftspoilersystemet tilknyttet “Airbrake lever” og “Thrust levers”. Inspeksjonen omfatter både elektrisk kontroll av bryterfunksjonene og riktig aktiveringstidspunkt for bryterne. Flere mikrobrytere i andre systemer enn liftspoilerne inngår også i inspeksjonen.

Oppgave 38 “Operational test of Yellow system lift spoilers” (AMM 27-61-11 201 para. 2) og “Lift spoiler jack internal lock test” (AMM 27-61-11 201 para. 4). Begge disse oppgavene skal gjøres hver 9 200 flyging. Den første oppgaven er en enkel funksjonstest av spoilerne på gult system. Den siste oppgaven går ut på fysisk å sjekke med håndmakt at de interne låsene i samtlige hydrauliske aktuatorer går i lås når spoilerne presses ned.

Oppgave 39 “Lift spoilers not deployed – operational test” (AMM 27-61-00 501 para. 8 – skal gjøres hver 10 000 flyging). En test på at varsellyset LIFT SPLR i “glare shield” kommer på 3 sekunder etter at spoilerhåndtaket (LIFT SPLR) er satt i bakre posisjon og at det kommer på etter 6 sekunder hvis håndtaket ikke settes i bakre posisjon (se kapittel 1.6.6.3).

Oppgave 40 “Switch – Lift spoiler pressure – operational test” (AMM 27-61-21 501 – skal gjøres hver 5 000 flyging). En test på at lysene SPLR Y og SPLR G fungerer når spoilerne åpner (se kapittel 1.6.6.3).

10. oktober 2006 kl. 0500 ble det signert for siste 48 timer inspeksjon. Flyet hadde da akkumulert 39 828:56 timer og 21 726 landinger. I tillegg ble utført et bytte av “yaw damper computers” i flyet i forbindelse med feilsøking i et annet av selskapets fly (OY-RCB). Så vidt havarikommisjonen kjenner til ble det ikke arbeidet på systemer tilknyttet spoilersystemet i denne forbindelse. Arbeidsoppgavene inkluderte ikke utkobling/trekking av automatsikringer i tilknytning til spoilersystemet, noe havarikommisjonen har fått bekreftet fra selskapet i ettertid. Dette var siste vedlikeholdsarbeid på flyet før ulykken skjedde.

1.6.10.2 *Reparasjoner*

En gjennomgang av tilgjengelig teknisk dokumentasjon for perioden 17. januar 2005 og fram til ulykken skjedde, viser at det har oppstått flere feil ved spoilersystemet og tilknyttede systemer. Feilene har blitt utbedret fortløpende, og da ulykken skjedde var det ingen gjenstående anmerkninger i flyets tekniske logg tilknyttet disse systemene. Siste anmerkning før ulykken angående spoilersystemet var: “*Yellow lift spoiler ind stays on all times.*” Dette ble utbedret 23. juli 2005 ved at trykkbryter med delenummer HE15258-1 ble skiftet.

Teknisk dokumentasjon viser at det i oktober 2006 var en rekke problemer med flyets autopilot. 8. oktober ble systemet siste gang forsøkt rettet ved at autopilotcomputer ble byttet. Systemet virket ved bakketest og det var ingen oppføringer angående autopiloten eller andre systemer i løpet av de 6 påfølgende flygingene før ulykken skjedde.

1.6.10.3 *Modifikasjoner*

Atlantic Airways overleverte havarikommisjonen en liste over modifikasjoner utført på selskapets fly, deriblant OY-CRG. Oversikten inneholdt i overkant av 3 800

modifikasjoner, både slike som etter hvert ble inkludert ved flyproduksjonen og de som ble utført etter at flyet ble tatt i bruk. Med bakgrunn i det utarbeidede feiltreet (se vedlegg C) har havarikommisjonen lagt vekt på de modifikasjonene som kan påvirke både gult og grønt liftspoilersystem.

Modifikasjon 00321A-E med referanse til S.B.27-A24, S.B.27-24 og S.B.27-30. Modifikasjoner på mekanismen til LIFT SPLR håndtaket og tilhørende mikrobrytere. Utført på OY-CRG.

Modifikasjon 00485A med referanse til S.B.27-29. Modifikasjon av logikken til “squat switcher” i forhold til utfelling av liftspoilere. Utført på OY-CRG.

Modifikasjon 00889A med referanse til S.B.27-23. Modifikasjonen gikk ut på å øke kreftene som trengs for å bevege LIFT SPLR håndtaket fra “lift spoiler” til “airbrake”. Det vil si at en etter modifikasjonen må tilføre en kraft på 13 – 14 lb for å få håndtaket fra “airbrake” til “lift spoiler” og at det trengs en kraft på 12 lb for å få håndtaket fram til “airbrake” igjen (se kapittel 1.6.6.2). Utført på OY-CRG.

Modifikasjon 00913B med referanse til S.B.27.70. Modifikasjonen går ut på å installere varsellyset LIFT SPLR i “glare shield” over instrumentpanelet. Dette varsler hvis spoileren ikke kommer ut (se kapittel 1.6.6.3) og skal være med på å minne besetningen på å ta ut liftspoilerne etter landing. Utført på OY-CRG. En modifikasjon som ble introdusert kort tid senere (modifikasjon 00913D) som gjelder dimme- og testfunksjon av det samme lyset var ikke utført på OY-CRG. En 3 sekunders forsinkelse på varselet hvis LIFT SPLR håndtaket ble aktivert uten at det skjedde noe ble introdusert med modifikasjon 01109A. Denne ble utført på OY-CRG.

Modifikasjon 01195B Denne modifikasjonen går ut på å modifisere mekanismen som opererer mikrobryterne tilknyttet “Thrust levers”. Samme mekanisme omfattes også av modifikasjon 01210A. Ingen av disse var utført på OY-CRG fordi flyet ikke var utstyrt for kategori III innflyginger.

1.7 Været

1.7.1 TAF og METAR

Ansvarlig enhet for meteorologisk informasjon for Sørstokken er MWO Bergen (Met Watch Office). TAF var ikke tilgjengelig den aktuelle morgenen. Følgende METAR var utstedt (ulykken inntraff kl. 0533UTC):

Kl. 0350UTC 14005KT 9999 FEW015TCU FEW025 10/09 Q1020=

Kl. 0420UTC 13006KT 9999 FEW018TCU FEW030 10/10 Q1021=

Kl. 0450UTC 12004KT 9999 FEW020TCU FEW035 10/09 Q1021=

Kl. 0520UTC 11006KT 9999 FEW025 10/10 Q1021=

Kl. 0850UTC VRB02KT 9999 3000S FEW000 12/11 Q1023=

Kl. 0920UTC 11004KT 9999 3000SW FEW000 13/11 Q1023=

Kl. 0950UTC VRB03KT 9999 FEW001 13/11 Q1023=

1.7.2 Lysforhold

Da ulykken skjedde var det grålysning på lufthavnen. Nede ved havaristedet var det noe mørkere som følge av skygge fra høyereliggende terreng.

1.7.3 Kommunikasjon relatert til værforhold

- Kl. 0523UTC oppga Flesland Approach: Vind 110° 6 kt, sikt mer enn 10 km, få skyer i 2 500 ft, temperatur 10 °C, duggpunkt 10 °C, QNH 1021.
- Kl. 0527UTC oppga besetningen til Flesland approach at de hadde flyplassen i sikte.
- Kl. 0532UTC oppga AFIS-fullmektig Sørstokken vinden til å være 120° 6 kt.

1.7.4 Vindforhold

1.7.4.1 Oppgitt vind tilsvarer en medvindskomponent på ca. 5 kt ved landing på rullebane 33.

1.7.4.2 Sørstokken er utstyrt med en vindmåler i nærheten av hver rullebaneterskel. OY-CRG landet på rullebane 33. Registrerte vindmålinger er basert på vindmåleren nær terskelen til rullebane 15. Vindmåleren står plassert 53 moh og ca. 13 meter over baneterskelen¹³.

1.7.4.3 Havarikommisjonen har undersøkt hvorvidt flyet under landing ble utsatt for sterkere vind enn 120° 6 kt som besetningen fikk opplyst. I den sammenheng har Meteorologisk Institutt gitt følgende vindmålinger:

	Offisiell vind ¹⁴	Kraftigste middelvind ¹⁵	Vindkast ¹⁶
Kl. 0450UTC:	119° 5,8 kt	114° 5,8 kt	10,7 kt
Kl. 0550UTC:	114° 5,8 kt	109° 6,6 kt	13,2 kt
Kl. 0650UTC:	164° 2,7 kt	164° 5,8 kt	7,0 kt

1.7.4.4 Følgende var kunngjort i AIP Norge ENSO AD2.23 pkt. 3.1:

Pga. terrengforholdene kan vindskjær forekomme på siste del av sluttinnlegget til RWY 33 med vind fra 240-300° over 15KT.

1.7.5 Baneforhold

1.7.5.1 Meteorologisk Institutt har opplyst at målestasjonen i Bergen målt ca. 15 mm nedbør mellom kl. 19 dagen før og frem til kl. 07 på ulykkesdagen. Ved målestasjonen på Stord ble det siste døgn (kl. 07 til kl. 07) målt ca. 10 mm nedbør. Havarikommisjonens observasjoner etter ulykken viser at rullebanen var fuktig da OY-CRG landet på rullebane 33 (se kapittel 1.12.1.1). Havarikommisjonen har imidlertid ikke kunnet fastslå graden av fuktighet på rullebanen.

¹³ Vindmåleren er plassert oppe på en høyde.

¹⁴ Indikerer 2 minutter middelvind.

¹⁵ Avleses hver hele time og er kraftigste middelvind siste 10 minutter.

¹⁶ Vindkast i 3 sekunder.

- 1.7.5.2 Før OY-CRG startet innflyging den 10. oktober, foretok mannskaper ved lufthavnen en rutinemessig banekontroll. I den informasjonen som gikk fra AFIS-tjenesten til besetningen på OY-CRG før landingen ble det ikke oppgitt hvorvidt rullebanen var tørr, fuktig eller våt. Siden besetningen ikke fikk annen beskjed, la de da til grunn at rullebanen var tørr, og dette var grunnlaget for landingsberegningene (se kapittel 1.6.5).
- 1.7.5.3 I henhold til forskrift om plasstjeneste (BSL E 4-2) § 7 Rapportering skal det rapporteres til flygebesetningen dersom rullebanen kan være glatt fordi den er våt. Dagens rutiner for rapportering av banestatus tilsier dermed at fuktighet på rullebanen normalt ikke oppgis til flygebesetningen.
- 1.7.5.4 The International Federation of Air Line Pilots' Associations (IFALPA) har utarbeidet en Runway Safety Manual hvor det anbefales at en rullebane som ikke er tørr, dvs. med synlig fukt, eller kontaminert betraktes som våt¹⁷. Med andre ord, at en fuktig rullebane rapporteres som våt.
- 1.7.5.5 Havarikommisjonen er kjent med at det i ICAO gjennom Friction Task Force (FTF) pågår en diskusjon, i forbindelse med utvikling av et globalt rapporteringsformat for rullebaneoverflate, om hvorvidt fuktig rullebane skal utgå som begrep.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

- 1.8.1 Da ulykken inntraff var det ved Sørstokken plassert en kombinert DVOR/DME ("Stord" identifikasjon STD frekvens 113,000 MHz). Følgende innflygingsprosedyrer var kunngjort i AIP Norge for Sørstokken:
- VOR z RWY 15
 - VOR RWY 33
 - VOR y RWY 15
 - VISUAL APPROACH CHART – ICAO
- 1.8.2 Flyplassen var utstyrt med visuell glidebane PAPI på 3,0° for begge rullebaneretninger.
- 1.8.3 I henhold til standard prosedyrer etter en større luftfartsulykke, ble det utført kontrollflyging av instrumentprosedyrene ved flyplassen. DVOR/DME-anlegget ble kontrollfløyet av Avinors innleide kalibreringsfly samme ettermiddag. Fra rapporten siteres følgende utdrag:

Anlegget kontrollert etter havari med Atlantic Airways BAE 146. Sirkelflyging indikerer ingen korreksjon av VOR anlegget. Kontroll utført med sender 1 da denne var i drift den aktuelle dagen.

Kontroll av innflyging til begge baner kontrollert grunnet havari av Atlantic Airways BAE-146. Innflyging til begge baner indikerer ingen unormale resultater av DVOR anlegget. Krav til kurs-struktur (retthet) for VOR anlegg er $\pm 3^\circ$. Korreksjon indikerer aktuell radial godt innenfor krav.

¹⁷ Se:

<http://www.ifalpa.org/downloads/Level1/Briefing%20Leaflets/Airport%20Issues/Runway%20Safety%20Manual%201.2.pdf>

1.9 Samband

Det var under hele flygingen normalt toveis VHF radiosamband mellom besetningen på OY-CRG og respektive enheter av lufttrafikkjenesten.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

1.10.1 Stord lufthavn, Sørstokken

- 1.10.1.1 Stord lufthavn Sørstokken ligger plassert på vestsiden av øya Stord i Sunnhordland. Aerodrome Reference Point (ARP) er lokalisert til 59°47'34''N 005°20'23''E. Magnetisk variasjon var 1° W i 2005. Rullebanens høyde over havet (MSL) er 160 ft (49 meter). Mot sør, vest og nord grenser området til Stokksundet.
- 1.10.1.2 Lufthavnen er godkjent for allmenn ferdsel med fly opp til referansekode¹⁸ 2C. Det er ikke-presisjonsinnflyging til begge rullebaner. I AIP Norge vedrørende tilgjengelighet (ENSO AD 2.20) presiseres at lufthavnen ikke kan brukes av luftfartøy som tilsier høyere kodebokstav enn C uten Luftfartstilsynets tillatelse.
- 1.10.1.3 Det var ikke stilt særskilte krav til operatører som skulle utøve ervervsmessig lufttransport på lufthavnen (ref. AIP ENSO AD 2.23 Annet). Dette er imidlertid i ettertid endret til kategori B, hvilket krever trenings/besetningskvalifikasjoner og utarbeidelse av begrensninger for bakkevind, banestatus, utflygingsprosedyrer, avgangsminima og vektanalyser. Operatøren må kunne dokumentere ovennevnte.
- 1.10.1.4 Rullebanen (15/33) på Sørstokken er orientert i retning 145° og 325°. Banen var på ulykkestidspunktet 1 460 m lang¹⁹ og 30 m bred. Begge tersklene²⁰ var 130 m inn fra asfaltkantene. Kunngjort tilgjengelig distanse for landing (LDA) var 1 200 m for begge baneretninger og kunngjort tilgjengelig distanse for take-off (TODA²¹) var 1 330 m for begge baneretninger. Dette betyr at det var et asfaltert sikkerhetsområde på 130 m i begge baneender. Utenfor sikkerhetsområdene skråner terrenget bratt ned i forlengelsen av begge rullebaneretninger. OY-CRG forlot rullebanen i nordvestre ende av rullebanen.
- 1.10.1.5 I henhold til nasjonale (BSL E 3-2 § 3.2 (1)) og internasjonale (ICAO Annex 14) regler om utforming av flyplasser skal det ved enden av rullebaner etableres et sikkerhetsområde som kan beskytte fly som lander før eller ruller utenfor rullebanen. Det asfalterte sikkerhetsområdet på 130 m var i henhold til tidligere krav, men kortere enn nye krav (på 180 m) i BSL E 3-2 av 6. juli 2006 (se kapittel 1.17.3.2 om konsesjoner og godkjenninger av lufthavnen).

¹⁸ Ref. Forskrift 6. juli 2006 nr 968 om utforming av store flyplasser (BSL E 3-2) §1-5 annet ledd: Kodetall 2: rullebanelengde 800 m inntil 1200 m. Kodebokstav C: vingespenn: 24 m inntil 36 m, avstand mellom ytterside hovedhjul: 6 m inntil 9 m.

¹⁹ Dette er i praksis all asfalt fra kanten på den ene siden til kanten på den andre siden.

²⁰ Begynnelsen av den delen av rullebanene som er brukbar for landing.

²¹ TODA er kunngjort distanse som også innbefatter Clearway (CWY). CWY er ikke en del av rullebanesystemet men en hinderfri utflygingsflate i luften. TODA = TORA + CWY = 1200 m + 130 m.

- 1.10.1.6 Rullebanens omkringliggende terreng var også brattere enn foreskrevet i BSL E 3-2. Følgende gjengis fra § 3-5 om sikkerhetsområdets tverrhelning:

Overgangen i tverretningen mellom sikkerhetsområdets planerte del og den uplanerte del, alternativt omkringliggende terreng, skal være så jevn som mulig. Overgangshelningen både til underliggende og til overliggende terreng bør ikke overstige 10% og skal ikke overstige 20%. Den uplanerte del av sikkerhetsområdet skal likevel ikke noe sted rage høyere enn 3 m over rullebanens senterlinje, sett vinkelrett på senterlinjen.

- 1.10.1.7 Følgende var kunngjort i AIP Norge (ENSO AD 2.23 Annet)²² for Sørstokken vedrørende avvik fra ICAO Annex 14 SARPS:

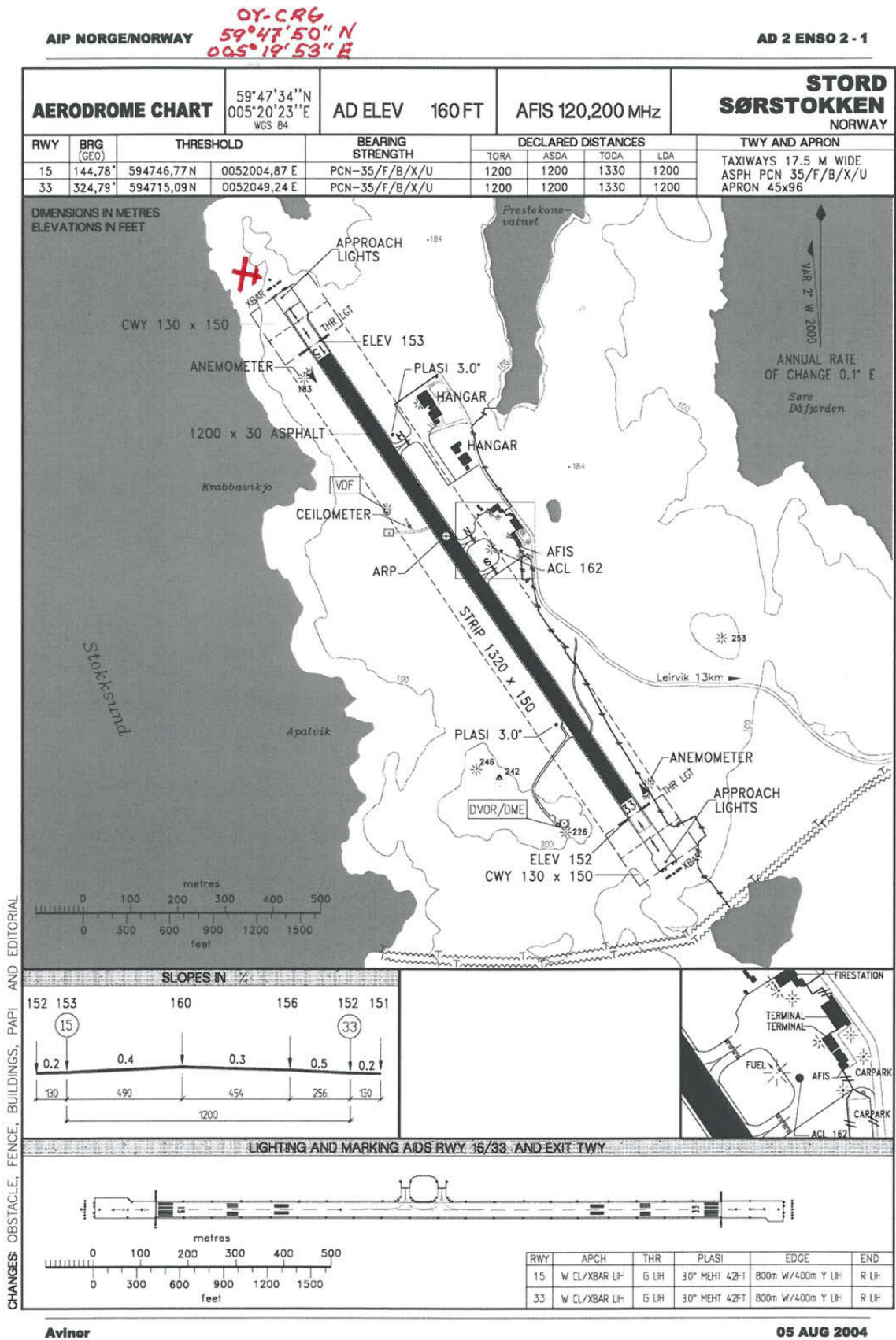
1.1 Sikkerhetsområdets nordvestlige hjørne, W og NW av THR 15, er brattere enn kravet i forskriften, para 3.3.14.

1.2 NE og SW av THR 33 går sikkerhetsområdets planerte del over i brattere skråning enn foreskrevet, mot underliggende terreng.

1.3 Den planerte del av sikkerhetsområdet for begge rullebaneender går over i brattere skråning enn foreskrevet, mot underliggende terreng.

1.4 Terreng, Stokkåsen og Stord penetrerer hinderflaten S og W av THR 33. Hindrene er belyst.

²² Tilsvarende informasjon er fortsatt kunngjort i AIP Norge per 28. juli 2011.



Figur 13: Aerodrome chart Stord lufthavn, Sørstokken. Havaristedet i nordvestre del av banen markert med rødt flysymbol.

1.10.2 Rullebanedekke

1.10.2.1 Rullebanedekket var asfaltert uten riller. Følgende siteres fra BSL E 3-2:

En rullebane med fast dekke skal ha en slik overflate at det oppnås god bremsvirkning når rullebanen er våt. Den gjennomsnittlige overflateteksturen skal enten være over 1,0 mm eller så skal overflaten være rillet, det vil si ha spor skåret i overflaten, med jevnhet, bredde, dybde og innbyrdes avstand som sikrer god bremsvirkning når overflaten er våt.

1.10.2.2 Asfaltteknisk Institutt (ATI) utførte 10. juli 2006 målinger av makrotekstur, tverrfall og jevnhet i lengdeprofilen av rullebanen på Sørstokken. Fra rapporten siteres følgende utdrag:

Måleresultater.

Makrotekstur:

Beregnet makrotekstur (MTD i mm) varierer mellom 1,1 - 1,7 i landingssonen. (MTD varierer mellom 0,9 - 1,7 over hele banen.)

Middelverdien for alle leggebredder er: 1,3 mm.

Tverrfall:

Midlere tverrfall på østsiden av senterlinjen: - 1,5 %

Midlere tverrfall på vestsiden av senterlinjen: 1,5 %

Jevnhet i lengdeprofilet:

Jevnhet i lengdeprofilet på rullebanen er god med unntak av enkelte punkter.

Stor ujevnheter ved profil 1200 i sør. (Overgang til baneforlengelse)

1.10.2.3 Etter ulykken rekvirerte havarikommisjonen friksjonsmåling av rullebanen. Målingen ble utført av Statens vegvesen på ulykkesdagen i tidsrommet kl. 1857-1904 og det ble beregnet snittverdier for friksjon fra $\mu=0,74$ til $\mu=0,79$. Friksjonsmålingene viser at asfaltdekket på rullebanen ga god friksjon i tørr tilstand.

1.10.3 Lufttrafikktenesten

1.10.3.1 Ved Sørstokken er det etablert en trafikkinformasjonsone (Sørstokken Traffic Information Zone TIZ) med ikke kontrollert luftrom klasse G opp til 3 500 ft. I åpningstiden er det AFIS-tjeneste (Aerodrome Flight Information Service) som yter flygeinformasjons- og alarmtjeneste, og Sørstokken AFIS er normalt bemannet med en AFIS-fullmektig. Over Sørstokken TIZ ligger Sola TMA (Terminal Area) og Flesland TMA, som er kontrollert luftrom klasse D. I disse terminalområdene ytes det flygekontrolltjeneste av flygeledere.

1.10.3.2 AFIS-fullmektig signerte "OK kl. 0432" for "Status på teknisk utstyr" om morgenen ulykkesdagen²³.

1.10.3.3 Havarikommisjonen foretok en befaring av AFIS-enheten ved Sørstokken om morgenen dagen etter havariet. Det er ingenting som tyder på at tekniske forhold i tårnkabinen

²³ Tiden er angitt UTC.

påvirket negativt den tjeneste som ble gitt fra Sørstokken AFIS til FLI670 verken før landing eller i forbindelse med redningsarbeidet.

- 1.10.3.4 Flynavigasjonstjenesten ved Sørstokken var satt bort på kontrakt til Avinor AS. Avinor AS stod herunder for drift og vedlikehold av flynavigasjons- og meteorologisk utstyr ved flyplassen.

1.10.4 Brann og redningstjeneste

Lufthavnen var utstyrt med brann- og redningsutstyr i kategori 6 i henhold til bestemmelser i BSL E 4-4. Dette inkluderte to brannbiler med til sammen 11 800 liter vann for framstilling av skum i kvalitet A (AFFF) og 250 kg BC slokkepulver. Det var fire brannmanskaper på vakt da ulykken skjedde, inkludert en utrykningsleder.

I BSL E 4-4 § 12 var følgende krav gitt til utrykningsveier:

Der terrenget tillater, skal det på store flyplasser og store helikopterplasser være utrykningsveier. For store flyplasser i brann- og redningskategori 4 – 10 skal utrykningsveiene nå ut til 1 000 m fra innflygningsflatens innerkant.

1.10.5 Radardata

- 1.10.5.1 Innflygingene og landingene på Sørstokken med FLI670 ble registrert på lufttrafikk-tjenestens MSSR radar som er plassert på Førdesveten. Indikerte høydeangivelser blir avrundet til nærmeste hele hundre fot og indikert bakkehastighet avrundes til nærmeste 10 kt.
- 1.10.5.2 Havarikommisjonen har studert radardata i forbindelse med landingene til FLI670 (OY-CRG) og FLI610 (OY-RCW). Begge flyene er av samme type og hadde sammenlignbar landingsmasse og var følgelig forutsatt å skulle ha tilnærmet samme landingshastighet. FLI670 (OY-CRG) landet i ca. 5 kt medvind på rullebane 33, mens FLI610 (OY-RCW) landet i ca. 5 kt motvind på rullebane 15.
- 1.10.5.3 Det fremkommer av Figur 14 at bakkehastighet for FLI670 var 120 kt (indikert med 12) og fra Figur 15 at bakkehastighet for FLI610 var 110 kt. Forskjell i bakkehastighet på 10 kt kan forklares ved 5 kt medvind kontra tilsvarende motvind.
- 1.10.5.4 Som beskrevet i punkt 1.1.7 var FLI670 (OY-CRG) stabilisert i forhold til planlagt hastighet (V_{ref} bug speed) før landing. Gitt at FLI610 (OY-RCW) holdt korrekt landingshastighet så vil en sammenligning av radarbildene for de to flyene indikere at OY-CRG også hadde forventet flyhastighet over terskelen.



Figur 14: Viser FLI670 (OY-CRG) da det passerte terskel til rullebane 33. Bakkehastigheten 120 kt.



Figur 15: Viser FLI610 (OY-RCW) da det passerte terskelen til rullebane 15. Bakkehastighet 110 kt.

1.11 Flygeregistratorer

1.11.1 Ferdskriver

1.11.1.1 I henhold til aktuelle forskriftskrav var flyet utstyrt med en ferdskriver. Denne hadde et relativt begrenset antall parametere som var ment å skulle lagre data for de siste 25 flytimer. Ferdskriveren i OY-CRG var en Flight Data Recorder – (FDR) av typen Plessey Avionics type PV1584J, delenummer 650-1-14040-009 og serienummer CK2190. FDR brukte bånd som lagringsmedium.

1.11.1.2 Data fra ferdskriveren ble hentet ut hos den britiske havarikommisjonen (Air Accidents Investigation Branch - AAIB-UK) på Farnborough. Da ferdskriveren ble åpnet, bar den tydelig preg av å ha blitt utsatt for høyere temperatur og lengre eksponeringstid enn hva den var ment å skulle kunne tåle i henhold til sertifiseringskriteriene. Spesialistene på laboratoriet måtte etter møysommelig arbeid ta til etterretning at mesteparten av dataene på ferdskriveren var gått tapt som følge av varmeskader (se Figur 16 og Figur 17).

1.11.1.3 AAIB-UK lyktes imidlertid å hente ut følgende tre faser med data:

Fase A: Inneholder 1 time med data fra begynnelsen da flyet var underveis (cruise) i forbindelse med forrige flyging fra Vagar til Sola og ender med flygingen til Stord. Registreringen slutter ca. 40 sekunder før begynnelsen av fase B.

Fase B: Inneholder 12 sekunder med data fra innflygingen til Stord. Registreringen slutter ca. 43 sekunder før begynnelsen av fase C.

Fase C: Inneholder 3 sekunder med data som slutter mellom 2,5 og 3 sekunder før slutten av registreringen.

1.11.1.4 Så langt det har latt seg gjøre å hente ut data, inneholdt fase B og C følgende data:

Fase B: Flygehastighet: Ca. 130 kt IAS

Radiohøyde: 380 synkende ned til 350 ft

Nesestilling (pitch): -4.5°

Flapsposisjon: 33°

Luftbrems posisjon: Ikke utfelt

Fase C: Motorparameter for motor #3 og 4: Ca. 27 % N1

Flygehastighet: Reduseres fra 66 til 59 kt IAS

Flyets kurs: Svinger fra 312° til 306°

Radiohøyde: 12 ft

”Gult” og ”grønt” system på spoilere: Ikke utfelt

Nesestilling (pitch): -1.7°

Krengning: Flyet ruller fra 0° til 3° høyre vinge ned og tilbake til 0°

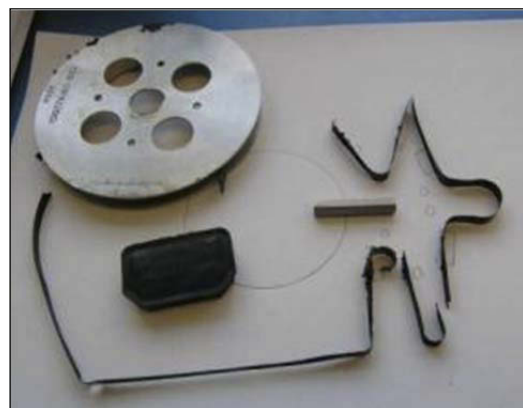
Rorutslag: Balanseror og spoilerutslag for en høyre sving

Flapsposisjon: Upålitelige data

Luftbremsposisjon: Upålitelige data



Figur 16: Varmeskadet lagringsenhet i ferdsriver.



Figur 17: Deler av magnetbånd hvor det lot seg gjøre å hente ut data.

1.11.2 Taleregistrator

1.11.2.1 I henhold til aktuelle forskriftskrav skal flytypen ha en taleregistrator som skal lagre data for de siste 30 minutter. OY-CRG var utstyrt med en taleregistrator (Cockpit Voice Recorder – CVR) av typen Fairchild A100S, delenummer S10008000 og serienummer 00654. Lagringsenheten bestod av digitale minnebrikker.

1.11.2.2 Data fra taleregistratoren ble forsøkt hentet ut hos den britiske havarikommisjonen (AAIB-UK). Tross høy ekspertise og betydelig innsats, lyktes det ikke å få hentet ut data fra taleregistratoren. Dette hovedsakelig fordi kontaktene på lagringsenhetens kretskort var ødelagt på grunn av varmeskade (se Figur 18).

- 1.11.2.3 Havarikommisjonen brakte derfor lagringsenheten videre til fabrikanten L3 Communications i Sarasota, Florida, USA, hvor man lyktes å få reparert kretskortet og fikk hentet ut lagrede data.
- 1.11.2.4 Det var god kvalitet på lydopptaket. Opptaket inneholdt kommunikasjon flygerne imellom, kommunikasjon til og fra de forskjellige enhetene av lufttrafikkjentesten og lyder i cockpit. Opptaket var som forutsatt av 30 minutters varighet, og inneholdt alt fra oppstart på Sola og frem til strømmen ble brutt i forbindelse med havariet.



Figur 18: Taleregistratoren.

1.12 Havaristedet og flyvraket

1.12.1 Havaristedet

1.12.1.1 *Spor på rullebanen*

Det vises til kapittel 1.10 for generell beskrivelse av havaristedet.

Da havarikommisjonen ankom Sørstokken med helikopter kl. 1308, var rullebanen fortsatt stedvis mørk av fukt (se Figur 19). Det var også mulig fra luften å skimte spor etter flyet på rullebanen. Disse sporene var innledningsvis vanskelige å se fra bakken, men etter hvert som rullebanen ble helt tørr, kom de tydeligere fram.



Figur 19: Rullebanen fotografert fra helikopter kl. 1308.

Alle spor på rullebanen ble systematisk kartlagt fra sør. Begynnelsen på asfaltdekke i sørenden ved terskelen til rullebane 33 ble definert som nullpunkt. Avstandene nedenfor (målepunkt) er gjengitt i meter fra dette punktet. Det var ikke mulig å finne sikre spor etter OY-CRG før ved målepunkt 945 m. Fra dette punktet var det avsatt sammenhengende spor etter hovedhjulene helt til baneenden ved målepunkt 1 465 m.

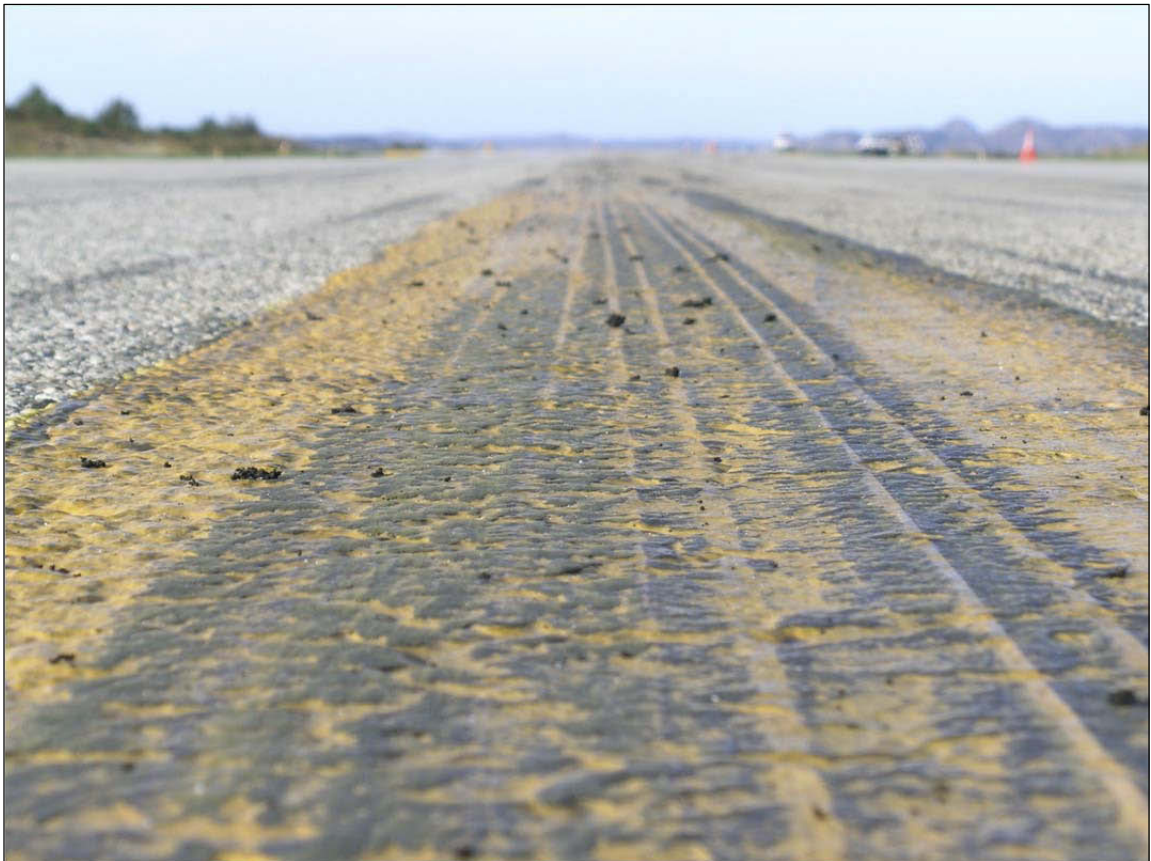
Sporene etter OY-CRG skilte seg fra andre spor avsatt på rullebanen. Det var ikke avsatt gummirester i mikrostrukturen på overflaten av rullebanen, noe som var typisk for de sorte bremsesporene avsatt av andre fly (se Figur 20). Sporene etter OY-CRG framsto som svakt definerte, delvis utydelige lysebrune spor. Utenfor sporene lå en mengde små gummibiter, de fleste med en størrelse fra 1 – 8 mm (se Figur 22). Noen av gummibitene ble funnet flere meter til siden for sporene.



Figur 20: Sporene etter OY-CRG på rullebanen. Hjelpelinjer i rødt viser hvor hovedhjulene gikk.



Figur 21: Rullebaneende med spor etter hjulene. Neseunderstell til venstre, deretter venstre hovedunderstell som har avsatt svarte striper i asfaltdekket og ytterst til høyre i billedkanten spor etter høyre hovedunderstell.



Figur 22: Nærbilde av små gummibiter som lå spredd ut over rullebanen på begge sider av sporene etter OY-CRG. (De sorte bremsesporene på gul banemerking er ikke fra ulykkesflyet).

Sporene etter OY-CRG fulgte rullebanens senterlinje til omkring målepunkt 1 140 m hvor de gradvis gikk til høyre. Ved målepunkt 1 206 m krysset venstre hovedhjul senterlinjen på vei fra venstre mot høyre. Ved målepunkt 1 275 m var høyre hovedhjul ca. 8 m fra rullebanens høyre begrensning. Dette var også det nærmeste flyet kom høyre banebegrensning før det dreide mot venstre. Spor avsatt etter nesehjulet og hovedhjulene indikerer at flyet de siste ca. 100 m fram til målepunkt 1 275 m hadde en skrens med flyets nese pekende til høyre. Fra målepunkt 1 275 m og fram til baneenden gikk imidlertid flyet gradvis over til å skrense med flyets nese pekende til venstre. Ved målepunkt 1 310 m krysset sporet fra nesehjulet sporet til venstre hovedhjul. Da hadde flyet en skrens på ca. 12° til venstre. Denne skrensen økte ytterligere til ca. 25° og var deretter konstant helt til flyet kjørte utfor kanten av rullebanen ved målepunkt 1 465 m. Flyet hadde da en kurs 9° til venstre i forhold til rullebaneretningen på 325°.

OY-CRG forlot den asfalterte baneenden med nesehjulene 8 m til høyre for venstre banebegrensning. Tilsvarende avstander for de fire hovedhjulene var 9,5 m, 10,1 m, 13,9 m og 14,5 m. Tre av hovedhjulene hadde avsatt tydelige sorte bremsespor med lengde henholdsvis (nevnt fra venstre) 0,8 m, 0,5 m og 2 m rett før de gikk ut for asfaltkanten. Hovedhjulet lengst til høyre hadde ikke avsatt slik bremsespor. Sporene avsatt fra hjulene i gressbakken i forlengelsen av asfalten var parvis tilnærmet like.

Glasset til ett banekantlys, som sto nær der venstre hovedhjul hadde passert, var knust.

Det ble ikke funnet gjenstander på rullebanen som stammet fra OY-CRG. Det ble heller ikke funnet tegn til lekkasjer eller brann.

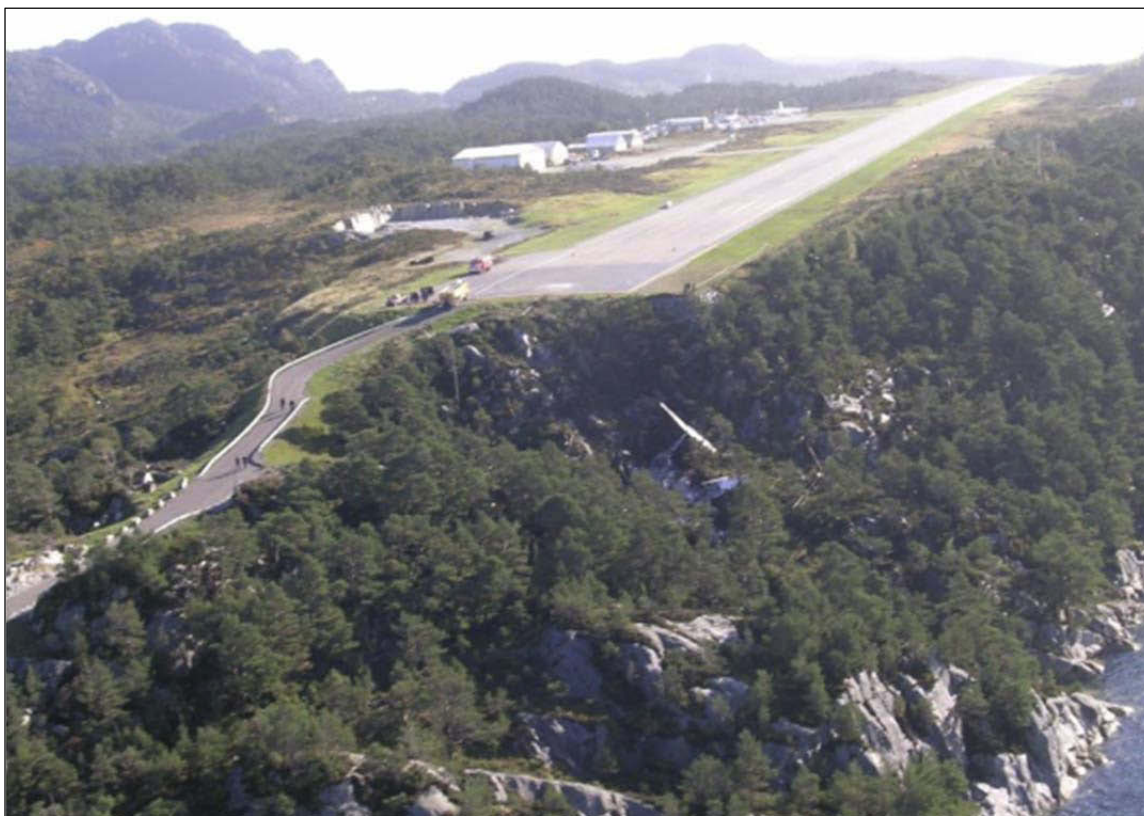
1.12.1.2 *Skråningen i enden av rullebanen*

Utenfor det asfalterte sikkerhetsområdet var det et gressbevokst relativt flatt område med en lengde på ca. 4 m før terrenget gikk bratt ned mot sjøen. I området hvor flyet kjørte ut var helling på skråningen ca. 30° (se Figur 23). Skråningen, som besto av ujevnt fjell, var delvis dekket av lav vegetasjon, busker og mindre trær. Fra den nordøstre delen av rullebanen gikk en ned mot sjøen. Ved det nordvestre hjørnet av sikkerhetsområdet var terrenget fylt opp og avgrenset med en steinmur. I dette området var skråningen tilnærmet loddrett.

Flyvraket ble liggende med halen 46 m fra enden av rullebanen. Flyets neseparti traff stigende terreng på motsatt side av et søkk. I bunnen av dette søkket var det et myraktig fuktig område som det ene hovedhjulet sank ned i.

I forlengelsen av rullebanen sto flere innflygingslys montert på stativ. Stativene besto av 17 – 18 cm tykke trestolper påmontert horisontale vinkelprofiler av aluminium. På stativene var det festet kabler med strømforsyningen til innflygingslysene. Det meste av innflygingslysene ble revet ned og delvis dratt med ned til flyvraket (se Figur 24).

Flere steder nedover skråningen var det skader på vegetasjon og skrammer på steiner.



Figur 23: Flyplassen sett mot sydøst med flyvraket, skråningen og nordre ende av rullebanen nærmest kamera.

1.12.2 Flyvraket

1.12.2.1 *Generelt*

Flyvraket ble i det alt vesentlige liggende samlet på ett sted 46 m fra enden av rullebanen og ca. 55 m fra sjøen. Flyet ble liggende med nesen pekende nedover og med noen få graders krenning mot venstre. Av større gjenstander fra flyet som lå mellom rullebanen og flyvraket nevnes begge dørene til hovedunderstellet, et motordeksel revet av ytre høyre motor (motor nr. 4) og motor nr. 4. Motordekslet lå ca. midt mellom baneenden og flyvraket. Motoren lå 4,3 meter rett ut for høyre vingetipp. Den var ikke skadet av varmpåvirkning. Flyvraket var generelt sterkt påvirket av brann og høy temperatur. Store deler av skroget og vingene hadde brent helt opp eller smeltet.



Figur 24: Flyvraket med deler av innflygningslysrekken i forgrunnen.

1.12.2.2 Cockpit og passasjerkabinen

Det eneste av cockpiten som ikke var påvirket av varme, var nesepartiet og deler av undersiden. Disse områdene var imidlertid deformert som følge av kontakt med terrenget. Døren på høyre side foran (nødutgangen) i flyet var forholdsvis intakt. Den var presset inn mot en liten forhøyning i terrenget og dørhåndtaket var delvis åpnet (se Figur 33). Det var ikke mulig å undersøke relevante detaljer i cockpit på en meningsfylt måte grunnet varmeskader. Det meste av aluminium hadde smeltet, og bare detaljer i stål kunne gjenkjennes.

Passasjerkabinen helt bak til halefinnen var totalt ødelagt av varme. Bare deler av skrogets underside, som lå mot den fuktige bakken, var relativt upåvirket av varme.

1.12.2.3 Vingen

Vingen var tilnærmet utbrent i de områdene som inneholdt drivstofftankene. Den fremre vingebjelken hadde imidlertid beholdt så mye styrke at vingen ble holdt sammen fra vingetipp til vingetipp. Begge vingetippene og balanserorene var tilnærmet uskadet. Det samme gjaldt "rollspoilerne" og de ytre delene av flapsen. Flapsen ble funnet i utfelt stilling (landingskonfigurasjon).

Særlig høyre ytre vinge hadde en del skader i fremkanten etter sammenstøt med trær, stolper og lignende. Ingen av disse skadene hadde nådd inn til drivstofftanken i det området som lå utenfor ytre høyre motor (motor nr. 4). For områdene innenfor motorene var skadene for omfattende til at en kunne undersøke tilstanden på drivstofftankene.

Fremkanten på venstre vinge utenfor ytre venstre motor (motor nr. 1) hadde små skader og hadde ikke hull i forkanten.

Alle liftspoilerne hadde brent opp. De hydrauliske aktuatorerne til de to ytterste spoilerne satt imidlertid på sine respektive plasser. De fire innerste spoilerne måtte graves ut av smeltet aluminium og aske rett under de posisjonene hvor de opprinnelig hadde sittet.

1.12.2.4 *Halen*

Halen var relativt intakt. Nedre del av halefinnen, halekonen inkludert hjelpemotoren (APU) og "Air brakes" var svarte av sot og noe preget av varmepåvirkning. "Air brakes" var delvis utfelt og kunne beveges med håndkraft.

1.12.2.5 *Motorene*

Motor 1 hadde delvis løsnet fra vingen og vridd seg til venstre. Motorfestene var sterkt varmeskadet. De fleste deler på motoren laget av aluminiumslegeringer var enten sterkt deformert eller hadde smeltet. Motoren hadde delt seg slik at frontviften (fan) hadde løsnet. Det var ingen synlige skader på kompressor eller turbinblader som tydet på at motoren var påført skader mens den roterte.

Motor 2 befant seg på opprinnelig plass i forhold til vingen. Motoren var sterkt varmeskadet, og de fleste delene laget av aluminiumslegeringer var enten sterkt deformert eller hadde smeltet. Det var ingen synlige skader på kompressor eller turbinblader som tydet på at motoren var påført skader mens den roterte.

Motor 3 befant seg på opprinnelig plass i forhold til vingen selv om motorfestet var sterkt varmeskadet. Motoren var sterkt varmeskadet, og de fleste delene laget av aluminiumslegeringer var enten sterkt deformert eller hadde smeltet. Noen av kompressorbladene i "fan" var bøyd på en måte som tyder på at viften roterte mens motoren ble påført skade.

Det var ingen tegn til brann i motor 4 som var revet av vingen. Denne motoren var kraftig bulket flere steder, også bak i utblåsningsrøret. Mange av kompressorbladene i "fan" var bøyd på en måte som tyder på at viften roterte mens motoren ble påført skade.

1.12.2.6 *Understellet*

Hele neseunderstellet var slått løst og lå til høyre for cockpit. På høyre nesehjul var det tydelige slitasjemerker (se Figur 25). Tilsvarende slitasjemerker fantes i noe mindre grad på det venstre nesehjulet. Begge hjulene hadde varmeskader, men var for øvrig intakte.



Figur 25: Høyre nesehjul. Tydelige slitasjemerker til venstre og varmeskade til høyre.

Dekkene på høyre hovedunderstell hadde brent delvis opp. Også det meste av felgene hadde smeltet. Det var følgelig ikke mulig å finne spor etter slitasje på dekkene.

Venstre hovedunderstell ble funnet delvis nede i en liten myr, og dette hadde beskyttet deler av dekkene (se bilde Figur 26). Den delen av venstre dekk som hadde sklidd på rullebanen var helt uskadet av brannen (se Figur 27). Det ble ikke funnet tilsvarende slitasjemerker på høyre dekk, men der var over halvparten av dekkbanen oppbrent.



Figur 26: Hjulene på venstre hovedunderstell. Venstre hjul er til høyre på bildet.



Figur 27: Slitasjemerker på venstre dekk på venstre hovedunderstell. Dekket har i en periode beveget seg fra venstre mot høyre med en vinkel på 27° i forhold til asfalten. "Kladder" med dekomponert gummi til høyre på bildet.

På venstre dekk har en porøs, delvis klumpete seig gummimasse lagt seg til høyre på dekket (sett på Figur 27). I dette området går også en rekke striper med en vinkel på 27° i forhold til dekkets rulleretning. I venstre del av bildet sees et flatt område på dekket med en poret overflate uten tilsvarende striper. Bildene viser også at dekkene hadde relativt god dybde på rillene. Se omtale av “reverted rubber hydroplaning” i kapittel 1.18.3.

Hovedunderstellene var generelt så varmeskadet at det ikke var mulig å undersøke “squat switchene”, turtallsgiverne til “Anti-skid” systemet eller bremsene på en meningsfylt måte.

1.13 Medisinske forhold

- 1.13.1 Det ble rutinemessig tatt blodprøve av de overlevende besetningsmedlemmene. Det ble ikke funnet spor etter alkohol eller andre rusmidler/medikamenter.
- 1.13.2 Flytypen BAe146 har hatt tilfeller hvor forurenset luft (organofosfater) fra motorene har kommet inn i kabinen og hvor man mener at personer kan ha blitt uvel eller syke som følge av dette. Havarikommisjonen anmodet derfor, samme dag som ulykken inntraff, om at flylege ved Flymedisinsk Institutt ble konsultert før blodprøver ble tatt. Det var ikke medisinske funn som tilsier at det eksisterte forurenset kabinluft forut for havariet med OY-CRG.

1.14 Brann

- 1.14.1 Det er ingen funn eller vitneforklaringer som indikerer at OY-CRG var i brann mens flyet befant seg på rullebanen.
- 1.14.2 Havarikommisjonen har vitneforklaringer og videoopptak som tilsier at det kort tid etter utforkjøringen brant kraftig omkring flyets senterseksjon og høyre vinge. Brannen spredte seg raskt bakover i flyet og over til venstre vinge.
- 1.14.3 Havarikommisjonen har fått tilgang til tre forskjellige videoopptak foretatt av privatpersoner som befant seg på forskjellige posisjoner vest for havaristedet. Den videoen som best viser hva som skjedde på havaristedet ble filmet av en person som befant seg på motsatt side av Stokksund, ca. 1,5 km fra havaristedet. Videoopptaket ble kjøpt av TV2 og overlevert havarikommisjonen. TV2 har vært særs behjelpelig med å optimalisere opptaket til hjelp i havariundersøkelsen. Videoen er 21 minutter lang og viser opptak fra kort tid etter at flyet kom til ro og den første delen av redningsarbeidet.

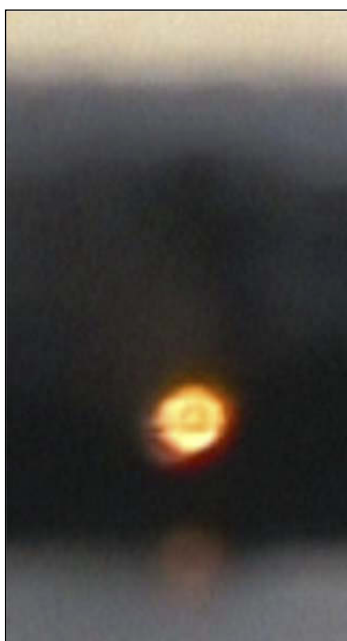
For å fastslå når videoopptaket ble startet, kan følgende nevnes:

- Krasjalarm ble utløst idet flyet forlot rullebanen, og brannbilene rykket øyeblikkelig ut.
 - Brannmannskapene anslo at de var fremme ved enden av rullebanen etter ca. 30 sekunder.
 - 59 sekunder etter at krasjalarm ble utløst rapporterte de første mannskapene at de var fremme.
- 1.14.4 Ut fra dette legger havarikommisjonen til grunn at første brannbil var fremme ca. 45 sekunder etter at flyet forlot rullebanen. I videoopptaket ser man at første brannbil ankom

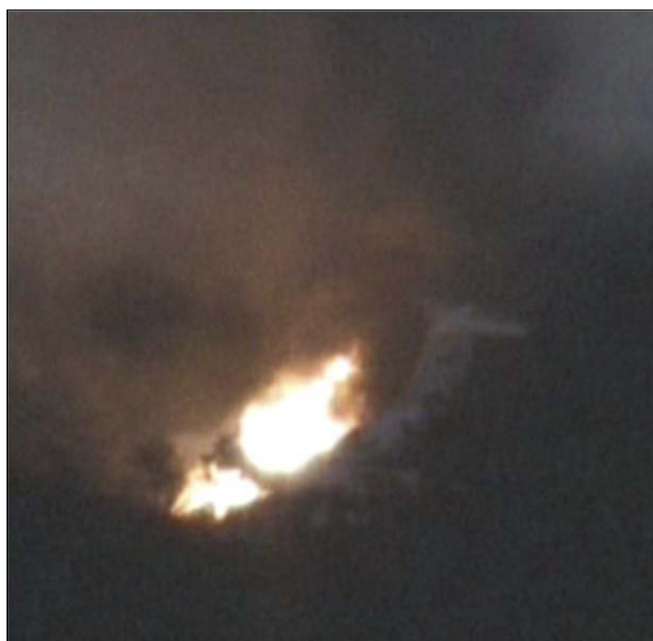
enden av rullebanen 32 sekunder ut i opptaket, hvilket tilsier at videoopptaket ble startet ca. 13 sekunder etter at flyet forlot rullebanen.

1.14.5 Fra videoopptaket kan følgende utdrag nevnes (tidsangivelser fra flyet forlot rullebanen):

- 13 sekunder (videostart): Flyet står i brann (se Figur 28).
- 21 sekunder: Første relativt skarpe foto viser at det brenner rundt flyets nese og bakover til et stykke bak vingen (se Figur 29).
- 45 sekunder: Første brannbil fremme ved enden av rullebanen og starter brannslukking med vann.
- 50 sekunder: Andre brannbil fremme.
- 1 minutt 45 sekunder: Brannen sprer seg til mesteparten av skroget (se Figur 30).
- 3 minutter 30 sekunder: Halen kollapser.
- 5 minutter 45 sekunder: Indre venstre motor (motor nr. 2) stopper etter å ha gått på høyt turtall siden flyet skled nedover skråningen.
- 8 minutter: En av brannbilene returnerer til brannstasjonen for å etterfylle vann.
- 13 minutter: Brannbilen er tilbake ved enden av rullebanen og fortsetter slukkearbeidet.
- 18 minutter: Ekstern brannbil fremme ved enden av rullebanen.



Figur 28: Brannutvikling ca. 13 sekunder etter at flyet forlot rullebanen.



Figur 29: Brannutviklingen ca. 21 sekunder etter at flyet forlot rullebanen.



Figur 30: Brannutviklingen 1 minutt 45 sekunder etter at flyet forlot rullebanen og når brannmannskapene hadde prøvd å slukke brannen i 1 minutt.

- 1.14.6 Videoen viser at brannen var i full utvikling allerede før første brannbil ankom. Lufthavnens brann- og redningspersonell parkerte de to brannbilene ved enden av rullebanen, drøyt 65 m fra brannen, og startet å spyle vann og skum ned mot flyet. På videoen kan man i det enorme flamme- og røykhavet skimte noen personer fjerne seg fra det brennende flyet.
- 1.14.7 Videre viser videoen at indre venstre motor fortsatte å gå i flere minutter, og at den blåste med stor kraft oppover skråningen og mot vannstrålene fra brannbilene.
- 1.14.8 Brannmannskapene koblet først 50 meter slange til den ene brannbilen og rakk ca. 12 meter fra flyvraket. Senere ble slangen forlenget. De har beskrevet at det var intens varme i området. Brannmannskapene brukte også et 250 kg pulverapparat mot flyet i håp om at det ville gi effekt. De måtte imidlertid etter hvert innse at de ikke kunne kontrollere brannen. Likevel fortsatte de slukkejobben med uforminsket innsats under krevende forhold. Brannen ble rapportert slukket kl. 0930.

1.15 Overlevelsesaspekter

1.15.1 Varsling og utrykning

- | | |
|--------------|---|
| Kl. 07:32:40 | Krasjalarm utløst av AFIS-fullmektig. |
| Kl. 07:32:44 | Brann- og redningsmannskapene bekreftet at de rykket ut. |
| Kl. 07:32:49 | Summetone startet, det ble slått alarmtelefonnummeret 113 til AMK-sentralen ²⁴ , men det kom opptattsignal. Umiddelbart etter fikk AFIS-fullmektig kontakt med AMK-sentralen og fikk informert om at det hadde skjedd en flyulykke med 16 personer om bord, og at det brant. |

²⁴ Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral

Han ba om at alle aktuelle enheter ble alarmert. Samtalen varte i 14 sekunder.

I de påfølgende minuttene ble det iverksatt ytterligere varsling i henhold til lufthavnens varslingsrutiner.

- Kl. 07:33:39 Første oppkall fra brann- og redningsmannskapene om at de hadde kommet til skadestedet. Beskjed ble gitt om at flyet hadde gått utenfor rullebanen og at det befant seg i skråningen mellom rullebanen og sjøen.
- Kl. 0736 Politiet²⁵ mottok melding om ulykken fra AMK-sentralen.
- Kl. 07:36:19 AMK-sentralen i Haugesund ringte tilbake til AFIS-fullmektig og bekreftet at alle ressurser var varslet.
- Kl. 0738 Lensmannen ble varslet og deler av politiets stab ble innkalt.
- Kl. 0740 Politiet mottok melding fra Hovedredningssentralen om at HRS-S hadde rekvirert et Sea King redningshelikopter og luftambulanshelikoptere.
- Kl. 0744 Første politipatrulje meldte at de hadde ankommet.
- Kl. 0750 Politiet rekvirerte ambulanse fra Røde Kors.
- Kl. 0751 Politipatruljen meldte at tre brannbiler og to ambulanser var ankommet.
- Kl. 0752 Politipatruljen meldte at de ikke hadde sett noen komme ut fra flyvraket.

²⁵ Tidsangivelser fra politiets oppdragslogg. Tidsangivelsene er 5 minutter senere enn tidsreferanser fra lufttrafikkjenestens GPS-baserte tidssystem. SHT har valgt å korrigere klokkeslettene fra politiets logg.



Figur 31: Illustrerer noen av de ressursene som deltok i redningsapparatet.

1.15.2 Evakuering

1.15.2.1 *Evakueringsmuligheter*

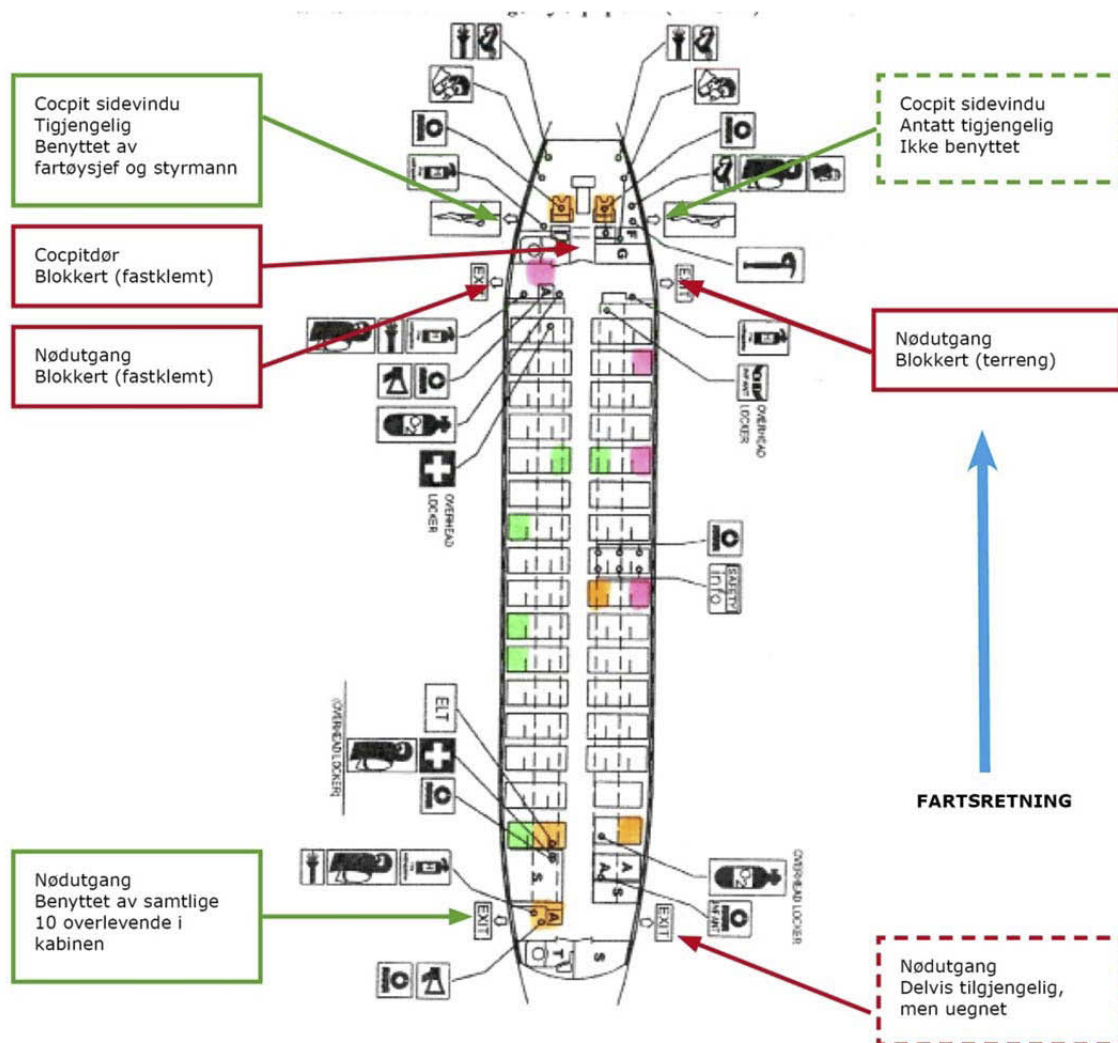
Da OY-CRG raste nedover skråningen og til slutt stoppet mot terrenget, ble deler av skroget deformert.

Følgende var status med hensyn til nødutganger og evakueringsmuligheter (se Figur 32).

- Fremre venstre dør i kabinen var ikke mulig å åpne, trolig fordi den var fastklemt.
- Fremre høyre dør i kabinen var blokkert som følge av at den var klemt mot terrenget.
- Cockpittør var blokkert som følge av deformasjoner i skroget.
- Venstre cockpitvindu var tilgjengelig.
- Høyre cockpitvindu var antagelig tilgjengelig, men uegnet som følge av brannutviklingen.
- Bakre venstre dør i kabinen var tilgjengelig og ble benyttet av samtlige 10 overlevende i kabinen.
- Bakre høyre dør i kabinen var delvis tilgjengelig, men uegnet som følge av brannutviklingen.

Basert på forklaring fra de involverte, tok det litt tid før det begynte å brenne inne i kabinen. Det var derfor et visst tidsrom for de lengst fremme i kabinen til å komme seg ut via cockpit eller fremre nødutganger (forutsatt at disse var tilgjengelig/ikke blokkert).

Kabinbesetningsmedlem nr. 1 og en av passasjerene ble funnet omkommet like bak cockpitdøren.



Figur 32: Plassering²⁶ i flyet, grad av personskade og tilgjengelige nødutganger.

Rød: Omkommet.

Orange: Alvorlig skadet.

Grønn: Lett eller ikke skadet.

1.15.2.2 Forsterket cockpitdør

I henhold til Atlantic Airways Operations Manual er det standard prosedyre²⁷ at fartøysjef og styrmann skal bistå i kabinen med evakuering. I en nødsituasjon må følgende cockpitdør kunne åpnes fra cockpit. Opprinnelig cockpitdør i OY-CRG var utstyrt med lås, men var konstruert slik at flygerne kunne sparke ut et felt i døren for å komme seg inn i kabinen dersom døren ikke lot seg åpne på normalt vis.

Av sikringshensyn, er det innført nye internasjonale krav som er vesentlig strengere med hensyn til forsterkning av cockpitdører. Opprinnelig cockpitdør i OY-CRG var erstattet

²⁶ Plassering er basert på vitneutsagn.

²⁷ Etter havarikommisjonens kjennskap har mange flyselskaper tilsvarende prosedyre.

med en slik forsterket cockpitdør. Denne kunne åpnes på en av følgende måter fra cockpit:

- Fjernkontrollert elektrisk bryter som åpner en sperremekanisme som gjør det mulig å åpne døren enten fra kabinen eller cockpit.
- Mekanisk frigjøring av sperremekanismen på døren som gjør det mulig å åpne døren enten fra kabinen eller cockpit.
- Fjerning av låsesplinter i dørkarmen som resulterer i at karmen løsner og hele cockpitdøren kan fjernes.

1.15.2.3 *Evakuering av cockpit*

Fartøysjefen har forklart at da flyet kom til ro, stengte han drivstofftilførselen og utløste brannslukningsflaskene på motorene. Som følge av brudd i mekanisk forbindelse mellom motorområdet og håndtaket for stenging av drivstofftilførsel for motor nr. 2 (indre venstre), var det ikke mulig å få stoppet den motoren.

Fartøysjefen fikk ikke telefonkontakt (intercom) med de som befant seg i kabinen, og cockpitdør var blokkert. Sammen med styrmannen evakuerte fartøysjefen gjennom venstre sidevindu i cockpit. Flygerne har forklart at de i den forbindelse falt 2-3 meter ned mot terrenget.

Etter at de begge hadde kommet ut, prøvde fartøysjefen å åpne fremre venstre dør til kabinen. Han lyktes å få dørhåndtaket litt opp, men døren var blokkert. Mens fartøysjefen befant seg ved fremre venstre dør, gikk indre venstre motor med stor effekt. Varmeutviklingen medførte at det ble svært varmt og mye røyk i området de befant seg. Samtidig kom lufthavnens brannbiler og begynte brannslukking mot flyet som da stod i flammer.

Fartøysjefen skjønnte at ikke alle i kabinen hadde kommet seg ut, og besluttet å gjøre et nytt forsøk på å få åpnet cockpitdøren. Han klatret derfor på pitotrøret og lyktes å komme seg inn i cockpit igjen. Cockpitdøren lot seg imidlertid fortsatt ikke rikke, og fartøysjefen valgte derfor å prøve nødløsningen med å fjerne låsesplinter og karm rundt cockpitdøren. Døren lot seg imidlertid fortsatt ikke åpne, og fartøysjefen kunne ikke annet enn å evakuere flyet via samme vindu som første gang.

Brannen i flyet hadde etter hvert utviklet seg voldsomt, og det var ekstrem varme der hvor flygerne befant seg. De kunne ikke se noe gjennom kabinvinduene, og etter et par minutter hadde brannen oppslukt hele flyet og det begynte å komme flammer ut av venstre cockpitvindu.

Både fartøysjefen og styrmannen var alvorlig skadet samt sterkt preget av situasjonen. Da de skjønnte at de ikke lenger kunne yte assistanse, ble de nødt til å berge egne liv ved å forlate området. Styrmannen klarte ikke å gå, og fartøysjefen måtte derfor hjelpe ham. Noe senere kom personell fra brann- og redningstjenesten og fikk lagt styrmannen på en bære. Etter kort tid ankom et redningshelikopter, og styrmannen ble heist opp i helikopteret og fløyet sammen med flere av de andre til sykehus for medisinsk behandling.

1.15.2.4 Evakuering av kabin²⁸

Ikke alle passasjerene fulgte med på sikkerhetsbriefingen som ble gitt før flygingen, og flere av dem sov under flygingen. Kabinbesetningsmedlem nr. 2 satt under hele flyturen på sin plass lengst bak i kabinen, ved pantry, med ryggen mot fartsretningen. Fra det setet er det mulig å følge med på hva som skjer i kabinen ved hjelp av et speil. Da flyet kom til ro, forventet hun å motta ordre om evakuering via intercom, men en slik beskjed uteble.

Etter at flyet stoppet mente flere av passasjerene at mange seterygger ble slått forover. Videre observert de at tak- og veggpaneler samt bagasjehyllene i fremre del av kabinen hadde falt ned. Flere registrerte at kabinlyset ble stående uforandret på slik det hadde gjort under flyturen. Det er usikkerhet om nødlyset over utgangene og evakueringslysene i gulvet ble tent. Ingen av passasjerene har gitt uttrykk for at utforkjøringen var spesielt voldsom eller at noen av dem ble skadet i forbindelse med selve landingen og utforkjøringen. Alle personskadene (hos de overlevende) var som følge av brann og evakuering av flyet.

En passasjer observerte blå himmel gjennom en åpning i taket på kabinen og fikk en dusj med drivstoff over seg. De fleste passasjerene har bekreftet parafinlukt i kabinen. Det ble registrert at en av flyets motorer på venstre side gikk på høyt turtall, og at det var flammer på venstre side foran vingen. En passasjer observerte flammer fra motoren. Noen så et oransje lys foran i kabinen (usikkerhet om det var flammer eller lys). Passasjerene så små blå stikkflammer (20-30 cm høye) på kabingulvet. Plutselig kom det veltende svart tung røyk bakover i flyet, og noen mente at lyset gikk akkurat da. En passasjer så forover i kabinen og observerte en ildkule som roterte rundt mot høyre i hele kabinens bredde, og kom i stor fart bakover. Det ble ropt ”*UT UT!*”

Selv om noen av passasjerene satt langt framme i kabinen da evakueringen startet, fant de det naturlig å gå bakover fordi bakre del av kabinen så intakt ut. Noen av passasjerene hjalp andre med å få spent seg løs fra setebeltene. To av de senere omkomne startet ifølge flere vitner, også evakuering. Gulvet i kabinene hadde stigning, og passasjerene måtte ta tak i stolene for å klatre oppover/bakover i flyet. Flyet krenget også svakt mot venstre, sett i fartsretningen. Det dannet seg kø ved bakre venstre²⁹ utgang som kabinbesetningsmedlem nr. 2 hadde åpnet. De bakre nødutgangsdørene åpnes utover og bakover. Kabinbesetningsmedlemmet forsøkte å åpne døren med sklien tilkoblet, men opplevde det vanskelig på grunn av treghet og brannen utenfor. Hun førte derfor dørhåndtaket tilbake i lukket posisjon og koblet ut sklien for deretter å åpne døren helt.

En passasjer mente at døren kun hang i ett hengsel, og at hun måtte støtte døren i tillegg til å holde den opp mot luftstrømmen fra motoren som fremdeles gikk. Med den andre armen sperret kabinbesetningsmedlemmet utgangen, antageligvis i påvente av ordre om evakuering. Dette fortalte hun til en av passasjerene etter at de var kommet ut av flyet. En annen mente hun lukket døren på klem mens hun ventet på videre beskjed.

Trær og busker på utsiden stod og vaiet i den kraftige luftstrømmen fra motoren. De fleste passasjerene mener at det var ca. 3-4 m ned til bakkenivå. En passasjer kikket under

²⁸ Sammendrag etter samtaler med kabinbesetningsmedlemmet og 9 passasjerer

²⁹ Flyets venstre side

armen på kabinbesetningsmedlem nr. 2 og observerte et grønt felt like utenfor. Han kunne se dette på grunn av gryende dagslys og lys fra flammene. En passasjer forsøkte å åpne høyre utgang bak. Flyets stilling gjorde at han ikke fikk nok tak/fotfeste og dermed kraft til å dytte opp døren. Han fikk etter hvert døren på gløtt og observerte flammer utenfor. Han lukket straks døren og anså utgangen som uegnet.



Figur 33: Viser cockpit og blokkering av fremre høyre nødutgang. Dørhåndtaket er skjøvet ut (delvis åpnet). I forgrunnen til høyre ligger nesehjulene.

Passasjerene stupte ut av flyet, og enkelte har uttrykt at det var som å stupe inn i et flammehav. En passasjer mente at flammene kom fra høyre side av flyet, under og rundt flykroppen opp mot utgangen. Kabinbesetningsmedlem nr. 2 har bemerket at brannen utenfor var kraftig under og like etter at døren ble åpnet, men at den avtok noe under selve evakueringen av passasjerene. Første passasjer som hoppet ble skadet i hofte og rygg som følge av at vedkommende fikk flere andre passasjerer oppå seg. De første som kom ut fikk brudd og andre småskader, de siste som kom seg ut, hadde alvorligere brannskader og måtte senere transplantere hud. Mange av de som kom sist ut måtte rulle seg rundt i lyngen for å slukke brann i klærne.

Flere passasjerer merket ikke slukningsforsøk med vann fra brannbilene, muligens fordi evakueringen startet før brannbilene var på plass. En passasjer bemerket at det var som et overrislingsanlegg og at han fikk vann på seg på utsiden av flyet. En passasjer ropte at "Vi må komme oss bort! Flyet kan eksplodere når som helst!". De fleste gikk ned mot sjøen, og to ble plukket opp av en båt som brakte dem til en brygge der ambulanse ventet. De andre gikk en runde opp mot flyplassen og ble tatt hånd om der.

1.15.3 Redningsarbeidet

- 1.15.3.1 Som det fremkommer i punkt 1.14.4, var brannmannskapene raskt fremme ved havaristedet og startet umiddelbart å sprøyte vann og skum mot flyet som da stod i brann. Brannmannskapene foretok søk på høyre side av flyet, men fant ingen personer. Grunnet brannen og terrenget klarte de ikke å foreta søk på venstre side av flyet.
- 1.15.3.2 Brannmannskapene har forklart at da de ikke så noen personer komme ut av flyet, trodde de at ingen hadde klart å komme seg ut i tide. På et senere tidspunkt ble brannmannskapene oppmerksom på at det stod mennesker bak dem oppe på rullebanen, men de trodde en stund at dette var passasjerer fra det andre Atlantic Airways flyet. Personene viste seg imidlertid å være de av passasjerene som hadde klart å klatre opp skråningen.
- 1.15.3.3 Politi og ambulansetjenesten etablerte et samlested på rullebanen hvor de telte opp og noterte navn på personer før de ble sendt videre med ambulanser og helikoptre for medisinsk behandling.
- 1.15.3.4 I flere timer eksisterte det en differanse mellom det antall personer som var sjekket inn og ut fra samlestedet. Dette medførte at redningsapparatet måtte ta høyde for at en person var i sjokk og hadde stukket av. Det ble derfor utført søk med helikopter i flere timer inntil man fikk avklart at det hele skyldtes en feilregistrering.

1.16 **Spesielle undersøkelser**

1.16.1 Undersøkelse av liftspoileraktuatorer

Samtlige liftspoileraktuatorer ble funnet sterkt forbrent i flyvraket. Disse ble sendt til Luftforsvarets hovedverksted Kjeller (LHK) for røntgenfotografering. Røntgenfotograferingen viste at alle seks aktuatorene var i lukket og låst posisjon. Dette ble senere også verifisert av havarikommisjonen hos produsenten Smiths Aerospace Wolverhampton Facility i Storbritannia.



Figur 34: Viser en av de seks liftspoileraktuatorene.

1.16.2 Utfyllende analyse av lydene registrert av taleregistrator

Grunnet manglende data fra ferdskriveren, ble det behov for utvidede analyser av lydopptakene på taleregistratoren. Den finske havarikommisjonen hadde tilknyttet seg ekspertise på registrering av lyder i cockpit. Havarikommisjonen brakte kopi av lydfilene til Finland og fikk lydene sammenlignet med lyder som var registrert fra tilsvarende fly. Under analysen ble det lagt vekt på lyder og hendelser knyttet til siste del av innflygingen, selve landingen, lyder fra betjening av brytere og hendler, samt lyder forårsaket av hjulenes kontakt med rullebanen. De viktigste resultatene av denne analysen var etablering av en tidslinje for ulykken og verifikasjon av at spoilerhåndtaket ble satt i rett posisjon. I denne rapporten er relevant informasjon gjengitt i punkt 1.1.7. Se for øvrig egen rapport i vedlegg A.

1.16.3 Undersøkelser ved BAE Systems simulator

- 1.16.3.1 Som et ledd i undersøkelsen benyttet havarikommisjonen en BAe146 simulator ved BAE Systems³⁰ i Manchester, England. Et viktig moment var hvorvidt flytypen BAe146 med liftspoilerne ute av drift kunne klare å stoppe på Sørstokken. For anledningen var simulatoren programmert til å gjengi Stord lufthavn Sørstokken med forhold så likt som mulig som på ulykkesdagen. Visuell fremstilling var tilgjengelig.
- 1.16.3.2 Havarikommisjonen simulerte en mengde landinger på Sørstokken rullebane 33 under forskjellige scenarier slik som feil i det ene, det andre og begge liftspoilersystemene i kombinasjon med tørr og våt rullebane. Den aktuelle simulatoren hadde ikke mulighet for å simulere fuktig rullebane. Simulatoren ble derfor programmert med tørr rullebane på første del av utrullingene og våt rullebane på siste del.

³⁰ Nå drevet av Oxford Aviation Academy

- 1.16.3.3 Generelt vil en simulator sertifisert på det aktuelle nivå³¹ oppføre seg svært likt den aktuelle flytypen og gi meget realistiske simuleringer. Samtidig er simulatorer erfaringsmessig noe mindre realistiske på bakken enn i lufta, og havarikommisjonens inntrykk av stoppdistanse bør derfor tas med noe forbehold.
- 1.16.3.4 Simuleringen viste følgende resultater for OY-CRG med begge liftspoilersystemene ute av drift:
- Tørr rullebane: Flyet kunne klart å stoppe med relativt god margin.
 - Tørr, deretter våt rullebane: Flyet kunne klart å stoppe, men med svært liten margin.
 - Våt rullebane: Flyet ville ikke klart å stoppe.
- 1.16.4 Vurdering av liftspoilersystemet foretatt av Aviation Engineering AS
- 1.16.4.1 For å kvalitetssikre havarikommisjonens vurderinger av liftspoilersystemet ble konsulentfirmaet Aviation Engineering AS gitt i oppdrag å belyse følgende temaer:
- Beskrivelse av spoiler- og varslingsystem for OY-CRG
 - Konstruksjonskrav og sikkerhetsanalyser fra myndigheter og flyfabrikant
 - Konklusjon og eventuelle anbefalinger om forbedringer
- 1.16.4.2 Resultatene fra arbeidet ble sammenfattet i rapport 0500-01-270-01 datert 10. mai 2011. I rapporten foreslår Aviaton Engineering AS at det bygges inn en testfunksjon i flyet som gjør det mulig å teste “thrust lever micro switches” før hver avgang. Aviation Engineering var også med på å gjennomføre en feiltreanalyse av systemet (se kapittel 1.19).

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Atlantic Airways

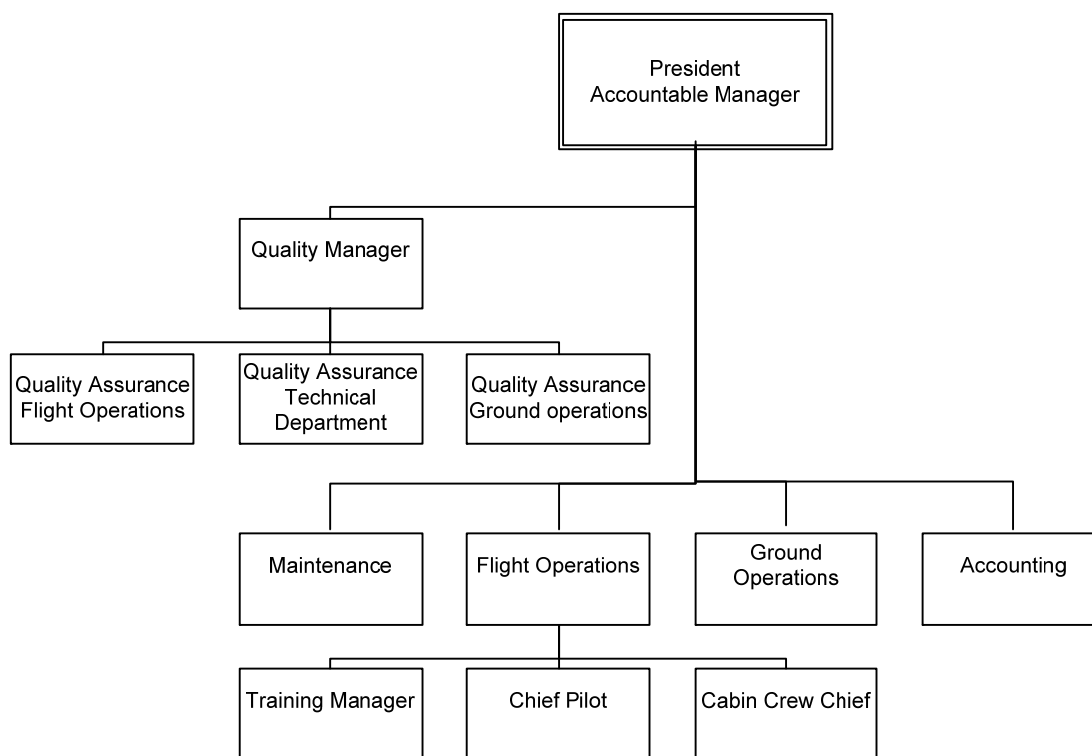
1.17.1.1 *Generelt*

Det færøyske flyselskapet Atlantic Airways ble etablert i 1987 og selskapet var heleid av den færøyske staten på ulykkestidspunktet. Hovedbasen er lokalisert på Vagar lufthavn, Færøyene.

På ulykkestidspunktet opererte selskapet en flåte på fem fly og to helikoptre. I 2005 hadde selskapet 152 ansatte og fraktet 250 000 passasjerer. Flyene betjente ruteforbindelser fra Færøyene til Danmark, Island, Storbritannia og Norge, samt charterflyvninger. Helikoptrene betjente innenrikstrafikk på Færøyene. Selskapet har operert flytypen BAe146 siden 1988.

Selskapets administrerende direktør var Accountable Manager. Selskapets organisasjon på ulykkestidspunktet:

³¹ JAR STD. 1A Level S



Figur 35: Organisasjonskart Atlantic Airways.

1.17.1.2 Atlantic Airways operasjoner knyttet til Stord lufthavn, Sørstokken

I forbindelse med Ormen Lange-utbyggingen fløy Atlantic Airways fast charter for Aker Kværner mellom Stavanger, Stord og Molde. Strekningen Stavanger-Stord-Molde-Stord-Stavanger ble fløyet fem ganger per uke. I tillegg fløy selskapet fast charter til Alta med arbeidere til Snøhvitutbyggingen. Strekningen Stavanger-Stord-Alta-Stord-Stavanger ble fløyet fire ganger per uke.

Atlantic Airways tilskrev Luftfartstilsynet 18. februar 2005 og søkte om tillatelse til å benytte en større del av den totale asfalterte rullebanen til sine operasjoner til og fra Stord lufthavn, Sørstokken. Søknaden var begrunnet med at det på Stord er 130 m sikkerhetsområde i begge baneender, og den inneholdt ingen øvrig vurdering av risikoforholdene ved lufthavnen. I følge Atlantic Airways var søknaden i hovedsak rettet mot lengre take-off distanse (TODA), da den lange avstanden fra Stord til Alta med full nyttelast var en utfordring for den relativt korte rullebanen på Sørstokken.

Luftfartstilsynets svar i brev av 22. februar 2005 åpnet ikke for økt landingsdistanse (LDA), men for take-off ble det gitt tillatelse for begge rullebaner (15/33) til å benytte:

- TORA/ASDA (startrulledistanse/akselerasjons- og stoppdistanse) 1310 m (mot 1200 m i AIP)
- TODA 1440 m (mot 1330 m i AIP).

I brevet ble det påpekt av Luftfartstilsynet at flere rullebaner i Norge ikke oppfyller ICAO kravene vedrørende "STRIP" og/eller "RESA" dimensjoner, og at dette medfører små marginer ved utforkjøring eller retningsendring. Luftfartstilsynet opplyste at de ikke

ville godkjenne bruk av rullebanedimensjoner som ytterligere reduserte de eksisterende lave sikkerhetsmarginer.

Det ble videre opplyst i brevet at godkjenningsdokumentet for Stord fra 2003, under spesielle forhold punkt 1.4, åpner for at Luftfartstilsynet kan tillate operatører å bruke andre data enn de kunngjorte tilgjengelige distanser for ytelseskalkulasjon. Imidlertid, før Luftfartstilsynet ville foreta en slik bedømming, måtte det tilfredsstilles at operatøren hadde identifisert enhver risikoøkning og foretatt kompenserende tiltak.

Atlantic Airways har opplyst til havarikommisjonen at selskapet brukte sine erfaringer fra Færøyene og etter hvert sine erfaringer på Stord til å foreslå sikkerhetsmessige forbedringer som kunne gjennomføres på Sørstokken. Blant annet ble nye PAPI lys installert på initiativ fra Atlantic Airways og selskapet betalte omkring halvparten av denne investeringen. Atlantic Airways deltok også aktivt i Flysikringskomiteen for Stord lufthamn.

På møtet i Flysikringskomiteen den 26. april 2006 var følgende saker på agendaen:

- Sak 05: Atlantic Airways fastholdt krav om friksjonsverdi på minimum $\mu=0,40$ for vinteroperasjoner og foreslo rilling av rullebanen.
- Sak 08: Atlantic Airways foreslo lengre innflygingslysrekke på 300 m inklusive flashlights på rullebane 15.
- Sak 11: Den foreløpige rapporten fra DNV (se kapittel 1.17.3.3) vedrørende hindersituasjonen på Stord lufthamn ble gjennomgått med hensyn på å oversende kommentarer til DNV.

1.17.2 Virksomhetstilsyn med Atlantic Airways av Statens Luftfartsvæsen (SLV)³²

1.17.2.1 Luftfartstilsynet i Danmark, Statens Luftfartsvæsen (SLV) hadde virksomhetstilsyn med selskapet Atlantic Airways og med flyet OY-CRG.

1.17.2.2 I forbindelse med undersøkelsen har havarikommisjonen innhentet dokumentasjon fra, og hatt møte med SLV. De opplyste til havarikommisjonen at ved et virksomhetstilsyn, avholdt i slutten av 2005, ble det registrert at kvalitetssystemet til Atlantic Airways ikke var velfungerende. Dette økte SLVs fokus på selskapet i perioden frem til neste virksomhetstilsyn, som ble avholdt i mai 2006. Blant annet som følge av at SLV på det tidspunkt ikke hadde fått tilfredsstillende tilbakemelding på at avviket var utbedret, valgte myndigheten å trekke godkjenningen av flygesjefen. Som følge av utilstrekkelig aktivitet fra selskapet relatert til de avdekkede uregelmessighetene ble SLVs tilsyn med Atlantic Airways videre intensivert. Imidlertid har havarikommisjonen mottatt informasjon fra Atlantic Airways om at samtlige forhold var rettet opp av selskapet på ulykkestidspunktet.

³² Nå Trafikstyrelsen

1.17.3 Stord lufthamn, Sørstokken³³

1.17.3.1 *Generelt*

Stord lufthamn Sørstokken er Sunnhordlandsregionen sin lokale lufthavn. Flyplassanlegget eies av Stord kommune, og driftes av Sunnhordland Lufthavn AS (som igjen er eid 79 % av Stord kommune og 21 % av Hordaland fylkeskommune).

1.17.3.2 *Konsesjoner og godkjenninger*

Vedlegg B viser tidslinje for godkjenninger, konsesjoner og inspeksjoner for Stord lufthamn Sørstokken forut for luftfartsulykken med BAe146-200 operert av Atlantic Airways 10. oktober 2006.

Sunnhordland Lufthavn AS fikk fornyet konsesjon for Stord lufthamn Sørstokken 26. juni 2001 med referansekode 2B, med gyldighet til 30. juni 2011. Godkjenningen ble den 23. september 2003 utvidet til referansekode 2C – ikke presisjonsrullebane for begge rullebaner. Godkjenningen ble gjort gyldig fram til 1. juli 2006. I godkjenningsvilkårene for 2003 fra Luftfartstilsynet ble lufthavnen pålagt kompenserende og korrigerende tiltak vedrørende bla. sikkerhetsområde:

3.5.2 Sikkerhetsområde

a) Det fastsettes begrensninger i bruksområdet, jf. pkt. 1.4 over (SHT innsetting: Det skal ikke kunngjøres lengre ASDA/TORA/LDA enn 1200 m. Operatører som ønsker å anvende lengre banelengde må ha Luftfartstilsynets tillatelse).

b) Den planerte delen av sikkerhetsområdet skal utbedres innen 31.12.2004.

c) De hinder som ikke har spesiell funksjon for lufttrafikken skal fjernes innen 01.05.2004.

d) De hinder som har spesiell funksjon for lufttrafikken skal gjøres brekkbare innen 01.01.2005.

Havarikommisjonen har mottatt en oversikt fra Luftfartstilsynet over de dokumenter (arkivsak 200505079) som gjelder fornyet godkjenning av Stord lufthamn, Sørstokken i 2006. Luftfartstilsynet fremholder ovenfor havarikommisjonen at saksmengden viser at lufthavnen var gjenstand for tett oppfølging våren 2006.

I arbeidet med fornyet godkjenning av lufthavnen tilskrev Luftfartstilsynet den 19. desember 2005 Sunnhordland Lufthavn AS og opplyste om hva som skulle til for å få fornyet godkjenning. Brevet konkluderte med at:

Sunnhordland Lufthavn AS kan ikke påregne godkjenning av Stord lufthamn, Sørstokken med mindre:

- alle avvik fra BSL E 3-2 er kartlagt og det gjennomføres tilfredsstillende korrigerende tiltak eller kompenserende tiltak, herunder for sikkerhetsområdene,

³³ Navnet på lufthavnen, slik det fremkommer i konsesjonsdokumentet, skrives på nynorsk, Stord lufthamn, Sørstokken. Navnet på flyplassoperatøren Sunnhordland Lufthavn AS skrives i bokmål

- en risikoanalyse av hindersituasjonen konkluderer med akseptabel sikkerhet,
- det redegjøres for hvilke forbedringer av visuelle hjelpemidler som er nødvendig for at landinger skal kunne foregå med samme presisjon som om rullebanene har instrumentering for presisjonslandinger.

Den 31. januar 2006 søkte Sunnhordland Lufthavn AS om fornyet godkjenning for Stord lufthavn Sørstokken. I søknaden ble det gjort oppmerksom på at risikoanalysen av hindersituasjonen som DNV av Sunnhordland Lufthavn AS hadde fått i oppdrag å utarbeide, ikke ville være klar før i uke 18/2006 (mai måned).

Luftfartstilsynet var ikke tilfreds med omfanget av mottatt søknad og Sunnhordland Lufthavn AS ble bedt om å fremsende en komplett søknad innen 1. mars 2006. Dette ble av Luftfartstilsynet vurdert som nødvendig for å få tid til å utarbeide utkast 1 til godkjenningsvilkår for lufthavnen før Luftfartstilsynets planlagte revisjon medio mars 2006. I samme brev tok Luftfartstilsynet til etterretning at risikoanalysen fra DNV ikke var ferdigstilt.

Fornytt søknad ble framsendt fra Sunnhordland Lufthavn AS den 22. februar 2006. Luftfartstilsynet gjennomførte en revisjon av lufthavnen 14. og 15. mars 2006 som medførte at lufthavnen ble pålagt øyeblikkelige tiltak (se 1.17.4.2). Luftfartstilsynet oversendte den 31. mars 2006 utkast 1 til godkjenningsvilkår for Stord lufthavn, Sørstokken, med svarfrist 20. mai 2006. Sunnhordland Lufthavn AS sitt tilsvarende svar på utkastet var vedlagt risikoanalysen fra DNV (se kapittel 1.17.3.3).

Luftfartstilsynet ga i brev av 20. juni 2006 Sunnhordland Lufthavn AS fornytt teknisk-/operativ godkjenning for drift av Stord lufthavn, Sørstokken fram til 1. juli 2011. På det tidspunktet den fornyede godkjenningen ble gitt var det ikke forskriftskrav til 180 m sikkerhetsområde etter rullebaneende.

I dokumentet "Spesielle vilkår for godkjenning av flyplass – utforming og bakketjeneste" var forholdet knyttet til utforming av sikkerhetsområde etter rullebaneende tatt inn som et avvik:

Utforming av sikkerhetsområdenes planerte del og overgang mellom planert del og omliggende terreng var ikke i samsvar med de nye kravene.

Som kompensierende og korrigerende tiltak ble det krevd at lufthavnen innen 1. desember 2006 skulle forelegge Luftfartstilsynet en plan for utbedring av sikkerhetsområdene, og at disse skulle være utbedret etter plan akseptert av Luftfartstilsynet innen 1. oktober 2008. Godkjenningen viser til de risikoreduserende tiltakene foreslått i DNVs risikoanalyse (se kapittel 1.17.3.3) og stiller som vilkår at disse tiltakene inntas i planen. Fra godkjenningsbrevet siteres:

Luftfartstilsynet bekrefter å ha mottatt risikoanalysen av hindersituasjonen ved Stord lufthavn. Vi har merket oss de forslag til risikoreduserende tiltak som der fremkommer, og at disse inngår i ovennevnte forslag til kompensierende tiltak. Vi regner derfor med at de risikoreduserende tiltakene også innarbeides i planen for utbedring av sikkerhetsområdene.

På bakgrunn av de foreliggende dokumenter gir Luftfartstilsynet Stord lufthavn, Sørstokken fornytt godkjenning. Godkjenningsdokumentet og tilhørende vilkår følger vedlagt.

Vi gjør oppmerksom på at godkjenningen forutsetter:

- at avvik og merknader gitt i ovennevnte inspeksjonsrapporter blir lukket til fastsatte frister, og
- at risikoreduserende tiltak basert på analysen av hindersituasjonen inntas i planen for utbedring av sikkerhetsområdene.

1.17.3.3 DNV Rapport nr. 2006-0466: Risikoanalyse av hindersituasjonen ved Stord lufthavn, Sørstokken

I forbindelse med søknad om fornyet teknisk/operativ godkjenning for Stord lufthavn i 2006 gjennomførte Det Norske Veritas (DNV) Consulting en risikoanalyse av flyplassen. Risikoanalysen ble gjennomført i løpet av mars-mai 2006 og utført iht. Bestemmelser for Sivil Luftfart, BSL E 3-2, 17.1.6. DNVs rapport var ferdigstilt 12. juni 2006. Risikoanalysen omhandlet flyoperasjoner og hadde som formål å beskrive risikoforholdene som skyldtes flyplassens hindersituasjon.

Arbeidet ble utført av DNV i samarbeid med fagpersonell fra lufthavnen. I tillegg oppgis det at flyoperativt personell fra Coast Air og Atlantic Airways var involvert i forbindelse med verifikasjon av kvantifiseringsarbeidet.

For begge baneretninger på flyplassen (RWY 15/RWY 33) ble det gjennomført fareidentifikasjon og konsekvensvurdering for inn- og utflyging. Basert på flyplassfaglig og flyoperativ vurdering ble det valgt den type operasjon som utgjorde de største utfordringer i forhold til hindersituasjonen. Herunder ble innflyging etter VOR/DME 33 og landing på bane 33 med både ATR 42 og BAe 146 identifisert til å være de mest risikofylte operasjonene og som hadde et visst trafikkvolum. For dette scenario ble det gjort sannsynlighetsvurderinger og satt opp risikoregnskap for hindersituasjonen. I den videre analysen var kvantifisering av risiko begrenset til treff med terreng eller hinder, eller utrulling utover sikkerhetsområder.

For vurderingen av ATR 42 ble erfaringsdata fra DHC-8 brukt. Tilsvarende beregningsmodell hadde ikke vært brukt for BAe 146 tidligere. Det forelå heller ingen erfaringsdata fra denne flytypen. Det ble derfor foretatt beregninger for flere alternativer ut fra forskjellige rammebetingelser som på forskjellig vis representerte ytterligheter.

Beregningsresultatene var følgende:

Tabell 4: Beregningsresultater DNV risikoanalyse

Scenario	Havarifrekvens/totalrisiko (per landing)
33-1 Innflyging etter VOR/DME 33 og landing på bane 33 med ATR 42	$4,84 \times 10^{-8}$
33-1 Innflyging etter VOR/DME 33 og landing på bane 33 med BAe 146	$7,94 \times 10^{-8} \leftrightarrow 2,24 \times 10^{-7}$ (avhengig av beregningsforutsetninger)

For BAe 146, ved innflyging etter VOR/DME 33 og landing på bane 33, ble det beregnet en havarifrekvens/totalrisiko (per landing) på $7,94 \times 10^{-8}$ (etter beregningsmodell for DHC-8) og $2,24 \times 10^{-7}$ (etter beregningsmodell for B-737). For BAe 146 ble utforkjøring

utover sikkerhetsområdet i rullebaneenden identifisert som hovedbidragsyter til risiko etter DHC-8 beregningsmodell, og vindskjær/turbulens på kort finale og treff av terreng/hinder ”go-around” ble hovedbidragsyter basert på Boeing 737 beregningsmodell.

I risikosammenstillingen for BAe 146 antas det at flyet, i motsetning til propellfly, vil ha større tendens til å fortsette i fartsretningen ved kontrollproblem på bakken, eller ved utilstrekkelig rullebanelengde, og dermed vil kort sikkerhetsområde i baneenden bidra til forhøyet risiko. I tillegg påpekes det at BAe 146 ikke har motorrevers, og at flyet derfor er svært avhengig av hjulbrems/banefriksjon etter at aerodynamisk bremsevirkning fra spoilers etc. opphører med avtagende hastighet.

DNVs beregninger viste at største totale risikoreduksjon (inkludert ATR 42) kunne oppnås ved utarbeidelse av vindbegrensninger for bane 33, samt hinderbelysning på terreng og hinder. For BAe 146 ble forlengelse av sikkerhetsområde i rullebaneenden, fra 130 til 180 m, identifisert som et relevant tiltak. Dette tiltaket var ikke gjennomført på ulykkestidspunktet den 10. oktober 2006. Det påpekes av DNV at i forbindelse med vurdering av sikkerhetsområdestørrelse burde faktiske avgangs- og landingsvekter og tilhørende behov for banelengder og friksjonsforhold vurderes nærmere.

DNV vurderer i rapporten at risikotallene for BAe 146 er noe høye, spesielt etter beregningsmodell basert på Boeing 737, sett i forhold til ICAOs Target Level of Safety på 1×10^{-7} , som basert på ulykkesstatistikk gir havarifrekvens $0,5 \times 10^{-7}$ for landing/innflyging.

Det opplyses i rapporten at Atlantic Airways fikk rapporten til gjennomsyn uten at de hadde kommentarer. Havarikommisjonen har fått opplyst at Atlantic Airways forholdt seg til rapporten gjennom Flysikringskomiteen som forum. Rapporten ble først gjennomgått i møte den 26. april 2006 (se kapittel 1.17.1.2). I møte den 4. oktober 2006 var rapporten igjen på agendaen og det ble konstatert at de foreslåtte tiltak skulle iverksettes.

1.17.4 Luftfartstilsynets tilsyn med Stord lufthavn, Sørstokken

1.17.4.1 *Generelt*

Luftfartstilsynet (LT) er et uavhengig forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet med myndighetsansvar innen norsk sivil luftfart. Hovedoppgaven er å bidra til økt sikkerhet i luftfarten. LT fastsetter regler, utøver adgangskontroll og fører virksomhetstilsyn med bl.a. flyselskaper, verksteder, flyskoler, luftfartøyer, sertifikatnehavere og lufthavner. LT flyttet 1. september 2005 sitt hovedkontor fra Oslo til Bodø.

Luftfartstilsynet utga i 2002 en rapport med vurdering av operative forhold som kan ha betydning for flysikkerheten ved norske flyplasser. Stord flyplass fikk klassifiseringen 1, dvs. at ingen spesielle krav stilles til operatøren utover gjeldende regelverk. I rapporten er det bemerket at sikkerhetsområdet på 130 m i begge ender stedvis er noe smalt.

1.17.4.2 *Luftfartstilsynets inspeksjoner ved Sørstokken*

Siste inspeksjoner utført av Luftfartstilsynet ved Sørstokken:

Oktober 2004:	Lufttrafikkjentenesten
Mars 2006:	Flynavigasjonstjenesten
Mars 2006:	Utforming og bakketjeneste

Havarikommisjonen har gjennomgått de tre tilsynsrapportene³⁴ fra Luftfartstilsynet:

Rapport nr. 2004L-021: Inspeksjon av Lufttrafikkjentenesten Stord lufthavn, Sørstokken (inspeksjon gjennomført 20.-21. okt. 2004)

Rapporten konkluderte med at den etablerte AFIS-tjenesten og flyværtjenesten fungerte tilfredsstillende og var i samsvar med godkjenningvilkårene. Det ble funnet 11 avvik og 2 merknader som omhandlet lufttrafikkjentenesten, og 1 avvik vedrørende flyværtjenesten. Ingen øyeblikkelige pålegg ble gitt. Luftfartstilsynet har opplyst at alle avvik var lukket på ulykkestidspunktet bortsett fra avvik nr. 10 angående "Lokaler for lufttrafikkjenteneste/Tårn" og merknad nr. 13 angående "VCS/Kommunikasjonsentral".

Rapport nr. 2006N-005: Inspeksjon av Flynavigasjonstjenesten Stord lufthavn, Sørstokken (inspeksjon gjennomført 14.-15. mars 2006)

Det ble funnet to avvik og to merknader vedrørende mobilt VHF utstyr og vindmålere. Ingen øyeblikkelige pålegg ble gitt. Merknad nr. 3 "Det ble ikke lagret vinddata fra begge vindmålerne" var ikke lukket på ulykkestidspunktet, men ble lukket 9. nov. 2006 med forutsetning om at Stord sluttet seg til den fremtidige løsning som ble valgt for de øvrige regionalflyplassene av Avinor. Rapporten konkluderte videre med at de inspiserte flynavigasjonsanlegg var innenfor ICAO toleranser, samt at meteorologisk utstyr ble vedlikeholdt i henhold til driftsinstruks. Den etablerte flynavigasjonstjenesten fungerte tilfredsstillende, og det ble dokumentert at personellet hadde nødvendig kompetanse på utstyret.

Rapport nr. 2006F405: Inspeksjon av Stord lufthavn, Sørstokken utforming og bakketjeneste (inspeksjon gjennomført 14.-15. mars 2006)

Ved denne inspeksjonen ble det funnet totalt 9 avvik og 15 merknader, herunder ble to av avvikene og en merknad fra forrige inspeksjonsrapport (Rapport nr. 2004F432, ikke gjengitt her) gjenåpnet. En merknad om bruk av rullebanelengder over 1200 m fra forrige inspeksjon ble lukket på grunnlag av tilbakemelding om at operatører som trenger banelengder over 1200 m må søke om Luftfartstilsynets tillatelse. På inspeksjonstidspunktet hadde Atlantic Airways tillatelse for økt TORA/ASDA og TODA, men ikke for økt LDA (se kapittel 1.17.1.2). Lufthavnen hadde på revisjonstidspunktet sikkerhetsområder som tilfredsstilte gjeldende krav.

³⁴ Forklaring på avvik og merknader i tilsynsrapportene: For avvik skal det gjennomføres korrigerende eller kompenserende tiltak. Merknader skal vurderes med henblikk på den betydning de har for flysikkerheten.

Andre relevante konklusjoner og funn fra inspeksjonen oppsummeres under:

- Rapporten konkluderte med at det ikke var implementert et tilfredsstillende system for sikkerhetsstyring, slik at flyplassen ikke ble styrt og kvalitetssikret etter den standard Luftfartstilsynet krevde for en stor flyplass.
- Flyplassen var brukt i samsvar med godkjenningvilkårene, og de fleste spesielle vilkår for godkjenning var etterkommet.
- De største utfordringene, i forhold til nye og skjerpede godskjenningvilkår, var knyttet til utforming av sikkerhetsområdene fordi terrenget i begge ender og delvis på sidene av rullebanen var slik (som følge av bratte skråninger) at kravene til overgang til underliggende terreng vanskelig kunne tilfredsstilles. Det ble ikke gitt avvik på forholdet, men nye krav ble tatt inn i godkjenningvilkårene som ble utferdiget i juni 2006 (se kapittel 1.17.3.2).
- Flyplassen manglet prosedyrer for vedlikehold, bl.a. var det ikke fastsatt konkrete krav til vedlikehold av ferdelsområdet, sikkerhetsområdene, hinderfriheten, merking, skilting og lys.
- Det ble bemerket mangler ved varslingsanlegget for brann- og redningstjenesten.

Det framkommer i brev fra Luftfartstilsynet 17. mars 2006 etter revisjonen at lufthavnen ble pålagt øyeblikkelige tiltak. Blant annet skulle det ikke tillates start eller landing med store fly når forholdene var utenfor gyldighetsområdet for Griptester³⁵. Det ble også pålagt ukentlige møter med tilsvarende ukentlig rapportering til Luftfartstilsynet. I samme brev orienterte Luftfartstilsynet om at det tok sikte på å tilbakekalle de tillatelser som var gitt til å benytte lengre rullebanelengder enn 1 200 m.

Samtlige avvik og merknader var lukket per³⁶ 15. desember 2006.

1.17.4.3 *Praksis vedrørende avvik/merknader etter revisjoner*

Havarikommisjonen forespurte Luftfartstilsynet om hvorfor det ikke var påført avvik eller merknad når det gjelder flyplassens sikkerhetsområde etter revisjonen i mars 2006. Følgende siteres fra Luftfartstilsynets svar til havarikommisjonen:

Når en revisjonsrapport skal utarbeides forekommer det at enkelte forhold som omtales i rapporten ikke tas inn i vedlegget som lister revisjonens avvik eller merknad. Det kan være større avvik som er kjent både for flyplassoperatøren og for Luftfartstilsynet, og som ikke skal følges opp som et avvik i Luftfartstilsynets avvikssystem NORCAS, men som skal følges opp som et krav i godkjenningvilkårene. Det er eksempelvis vanlig å gi en lufthavn 2 år, og i enkelte tilfeller hele 5 år på å utbedre større avvik. Arbeid med å korrigere større avvik vil erfaringsmessig kreve god tid til å få på plass finansiering og prosjektering, anbudsrunder og den praktiske gjennomføringen. Det kan også samfunnsøkonomisk være riktig å gi en flyplassoperatør anledning til å korrigere flere, isolert sett mindre avvik, samlet i et totalprosjekt. Luftfartstilsynet gir derfor

³⁵ Utstyr for friksjonsmåling på rullebanen.

³⁶ Havarikommisjonen har ikke informasjon om status for avvik/merknader på ulykkestidspunktet.

i godkjenningssdokumentene en rimelig tidsfrist for å korrigere forhold som krever fysiske inngrep i flyplassens utforming.

På revisjonstidspunktet var sikkerhetsområdet på Stord lufthavn 130 meter etter baneende. Luftfartstilsynet var på dette tidspunktet i ferd med å foreta en omfattende endring i forskrift om utforming av store flyplasser, BSL E 3-2. I forskriften, som trådte i kraft 6. juli 2006 og som ble kunngjort den 16. august 2006, var kravet til sikkerhetsområde etter baneende økt til 180 meters sikkerhetsområde etter baneenden.

Luftfartstilsynet vil avslutningsvis understreke at dersom det på en revisjon avdekkes avvik som kan utgjøre en umiddelbar fare for flysikkerheten vil umiddelbare tiltak bli iverksatt. Om nødvendig vil flyplassen bli stengt inntil avvikene er kompensert eller korrigert.

I godkjenningssvilkårene fra Luftfartstilsynet av 20. juni 2006, som omtalt under kapittel 1.17.3.2, var utforming av sikkerhetsområde bemerket som et avvik.

1.17.5 Aker Kværner

Alle passasjerene om bord i flyet var ansatte eller innleide til å jobbe for Aker Kværner. Det fremkom gjennom media i etterkant av ulykken at passasjerene fra Aker Kværner, både før og etter ulykken, har uttrykt misnøye med standard og regularitet hos Atlantic Airways. Imidlertid har ikke havarikommisjonen funnet konkrete sammenhenger med den misnøyen som har framkommet og den aktuelle ulykken.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Andre hendelser med flytypen BAe 146

1.18.1.1 *Innledning*

Fra engelsk luftfartsmyndighet (CAA) har havarikommisjonen innhentet en liste over innrapporterte hendelser med flytypen BAe 146 som er relatert til "lift spoiler" (i perioden 1983-2006). Dette er i hovedsak en samling tekniske feil og problemer som ikke fikk alvorlige konsekvenser. I forbindelse med at en BAe146-200 kjørte forbi rullebaneenden under landing på London City airport 20. februar 2007 (EI-CZO), ga den engelske havarikommisjonen (AAIB) ut en rapport (se punkt 1.18.1.4). I forbindelse med undersøkelsen ble det identifisert 25 tilfeller av at fly av typen BAe 146 og RJ som ikke greide å stoppe før baneenden. Disse tilfellene kan i varierende grad knyttes til ulykken med OY-CRG, men et utvalg relevante hendelser nevnes nedenfor:

1.18.1.2 *9. desember 1986, Vagar lufthavn, Færøyene, N146QT (HCL rapport 71/86)*

Under landing på rullebane 13 innså flygebesetningen at de ikke ville greie å stoppe på gjenværende rullebane. Fartøysjefen styrte derfor flyet til siden og stoppet 70 m fra rullebanen. Rullebanen var våt og besetningen satte flyet ned 100 m lengre inn på banen enn ønsket. Det oppsto ingen skader på flyet. Undersøkelsen avdekket at det ikke var feil ved flyets blokkeringsfrie bremses, men besetningen opplevde ikke forventet bremseeffekt. Dette skyldtes at "Thrust levers" ikke kunne trekkes tilbake bak "Flight idle", noe som igjen skyldtes feiljusterte "squat switcher" i understellet. På den tiden var det en forutsetning at "Thrust levers" måtte bak "Flight idle" for at spoilerhåndtaket

kunne settes i bakre posisjon slik at spoilerne kunne felles ut. Dette ble senere modifisert slik at spoilerne kunne felles ut med "Thrust levers" i "Flight idle".

1.18.1.3 *31. mars 1992, Aberdeen Airport, Dyce, Skottland, BAe146-300, G-UKHP ([AAIB Report 4/93](#))*

Under landing i sterk sidevind og kraftig regn satte ikke flygerne ut liftspoilerne. Flygerne mottok ikke varsel i cockpit om at spoilerne ikke kom ut, og flyet klarte ikke å stoppe på tilgjengelig rullebane. Flyet ble kun påført små skader. AAIB undersøkte hendelsen (utgitt i Report 4/93) og fremmet på denne bakgrunn fem sikkerhetstilrådingar. Sikkerhetstilrådingene var relatert til konsekvensene av manglende utfelling av liftspoilerne og behov for økning av flygebesetningens bevissthet omkring temaet. Det ble også tilrådt å påby modifikasjon nr. 00913 (se kapittel 1.6.10.2).

1.18.1.4 *20. februar 2007, London City Airport, BAe146-200, EI-CZO ([AAIB Report 5/2009](#))*

Under landing fortsatte flyet ut over tilgjengelig landingsdistanse (LDA), men forble på det asfalterte sikkerhetsområdet. Flyets liftspoilerne felte seg ikke ut under landing, og fartøysjefen fikk ikke forventet bremseeffekt. Dette førte til at han skiftet over til nødbremser. Hjulene låste seg og flyet punkterte alle de fire hovedhjulene. Det ble ikke funnet feil ved liftspoilersystemet eller andre relaterte systemer etter hendelsen.

Med bakgrunn i ulykken med OY-CRG og hendelsen med EI-CZO på London City airport 20. februar 2007 avholdt, BAE Systems og den engelske havarikommisjonen et møte. Ett av temaene som ble diskutert var svikt ved flere enn én mikrobryter knyttet til motorenes gasshåndtak (Thrust Lever Microswitches, se kapittel 1.6.6.2). Det var enighet om at svikt i en mikrobryter kunne forbli uoppdaget og uten at det fikk umiddelbare konsekvenser for operasjon av flyet. En gjennomgang av flyets vedlikeholdsprogram viste at en slik skjult feil i en mikrobryter ville bli oppdaget ved vedlikehold i henhold til AMM 27-61-00 501 paragraf 3 (skal gjøres for hver 12 500 flyging) og ved AMM 27-61-00, 501 paragraf 9. Intervallet på den siste inspeksjonen er 625 flyginger for fly som ikke er modifisert i henhold til 01195A eller B, og 2 500 flyginger for fly som er modifisert.

Konklusjonen ble at en feil i en mikrobryter kunne forbli uoppdaget helt til vedlikehold i henhold til AMM 27-61-00, 501 paragraf 9 ble gjennomført. Det var også enighet om at det måtte skje svikt i to mikrobrytere (50 %) før det kunne forhindre utfelling av spoilerne på bakken.

1.18.1.5 *Statistikk*

I forbindelse med hendelsen med EI-CZO på London City Airport utarbeidet BAE Systems en oversikt over antall landinger hvor flytypen BAe 146/Avro RJ ikke greide å stoppe på tilgjengelig rullebane (overrun)³⁷. Oversikten viste at flytypen i perioden 1986 – 2006 hadde vært involvert i 24 slike hendelser, hvorav fem hadde ført til total ødeleggelse av flyet (hull loss). Til sammen 24 personer hadde omkommet i forbindelse med disse hendelsene. Sannsynligheten for at flyet ikke ville stoppe på tilgjengelig rullebane ble utregnet til $0,9 \times 10^{-6}$ per landing. Tilsvarende tall for andre flytyper³⁸ i

³⁷ Gjengitt i AAIB Report 5/2009.

³⁸ 16 forskjellige flytyper med variasjoner mellom $0,2 \times 10^{-6}$ for Fokker 100 til $3,8 \times 10^{-6}$ for Fokker 28. Tidsperioden som sammenlignes er forskjellig (1986-2006 vs. 1959-2005).

perioden 1959 til 2005 viste at BAe 146/Avro RJ ikke har høyere risiko enn gjennomsnittet³⁹.

1.18.2 “Runway excursions”

Ulykkesdata fra Flight Safety Foundation viser at “runway excursions”⁴⁰ står for ca. 30 % av alle ulykker, og utgjør således den største ulykkestypen, innen luftfart. Innen “runway excursions” utgjør, i følge nederlandske National Aerospace Laboratory (NLR) Air Transport Safety Institute⁴¹, “runway overrun on landing” 38 % og “runway overrun on takeoff” 11 % av ulykkene. Totalt sett står “runway overrun” for de fleste alvorligste ulykkene innen kategorien “runway excursions”.

1.18.3 Reverted rubber hydroplaning⁴²

1.18.3.1 Følgende siteres fra FAA Airplane Flying Handbook [FAA-H-8083-3A](#) seksjon 8:

REVERTED RUBBER HYDROPLANING

Reverted rubber (steam) hydroplaning occurs during heavy braking that results in a prolonged locked-wheel skid. Only a thin film of water on the runway is required to facilitate this type of hydroplaning.

The tire skidding generates enough heat to cause the rubber in contact with the runway to revert to its original uncured state. The reverted rubber acts as a seal between the tire and the runway, and delays water exit from the tire footprint area. The water heats and is converted to steam which supports the tire off the runway.

Reverted rubber hydroplaning frequently follows an encounter with dynamic hydroplaning, during which time the pilot may have the brakes locked in an attempt to slow the airplane. Eventually the airplane slows enough to where the tires make contact with the runway surface and the airplane begins to skid. The remedy for this hydroplane is for the pilot to release the brakes and allow the wheels to spin up and apply moderate braking. Reverted rubber hydroplaning is insidious in that the pilot may not know when it begins, and it can persist to very slow groundspeeds (20 knots or less).

1.18.3.2 Reverted rubber hydroplaning var en faktor da Widerøe kjørte av rullebanen under landing i Vadsø i 2003. Den gang var det en feilkobling i bremsene som forårsaket at anti-skid ikke fungerte slik at hjulene låste seg (Rapport [SL 2004/33](#)).

1.18.4 EMAS

1.18.4.1 Engineered Materials Arresting Systems (EMAS) er et system som etableres i enden av en rullebane med det formål å bremse opp fly som ikke klarer å stoppe innenfor flyplassens rullebanesystem. Det er høyenergiabsorberende materialer av designet styrke, som vil knuse under vekten av et fly på en pålitelig og forutsigbar måte. Systemet tenkes benyttet der man ikke har nødvendige arealer for å anlegge et sikkerhetsområde etter rullebaneende som i lengde tilfredsstiller de nasjonale og internasjonale kravene til

³⁹ SHT bemerkning: tidsperioden som sammenlignes er forskjellig (1986-2006 vs.1959-2005).

⁴⁰ Gjelder utforkjøring både i enden og på siden av rullebaner.

⁴¹ <http://www.nlr-atsi.nl/smartsite.dws?ch=ATS&id=14562>.

⁴² Også omtalt som rubber reversal.

utforming av flyplasser. Spesifikasjonene for EMAS er nedlagt i amerikanske luftfartsmyndigheters Federal Aviation Administration (FAA) [Advisory Circular no. 150/5220-22A](#). FAA har anerkjent EMAS på lik linje med et konvensjonelt sikkerhetsområde, forutsatt at den samlede lengden på sikkerhetsområdet inkludert EMAS er over 183 meter, og at flyplassen har hjelpemidler som gir vertikal retningsangivelse ved innflyging. Luftfartstilsynet i Norge har akseptert bruk av EMAS her i landet på bakgrunn av FAA's Advisory Circular.

1.18.4.2 Per i dag er det ingen flyplasser i Norge hvor EMAS eller tilsvarende systemer er benyttet. Havarikommisjonen har fått opplyst av Avinor at EMAS tidligere har vært vurdert anlagt i østenden på Trondheim lufthavn, Værnes. Imidlertid har Avinor i stedet løst problemet med manglende arealer i øst ved å fylle ut vestover i fjorden og så "flytte" rullebanen vestover. På Kristiansand lufthavn, Kjevik er Avinor i ferd med å vurdere å bruke EMAS. Havarikommisjonen har ikke opplysninger om at det har vært vurdert å benytte EMAS eller tilsvarende systemer på Stord lufthavn.

1.18.5 Iverksatte tiltak

1.18.5.1 *Flyfabrikanten*

Som følge av ulykken med OY-CRG sendte BAE Systems ut "All Operator Messages Contain Safety Related Information" (datert 28. november 2006) for kortbaneoperasjoner av BAE 146 og Avro RJ for å påminne piloter om nødvendigheten av å overvåke og identifisere korrekte driftssystemer ved landing. Følgende siteres:

Lift spoilers annunciation should be checked and their position clearly determined, the airbrake/spoiler level should be confirmed correctly set, the power levers should be confirmed at ground idle and the wheel brakes correctly applied with pressure checked.

Det ble også påpekt hvilke forhold som vil øke landingsdistanse i forhold til det som kalkuleres og presenteres i AFM:

1. *When the speed at the threshold is greater than $V_{ref}+7$, landing distance will be increased by 2 % per knot above $V_{ref}+7$.*
2. *Excess height above threshold will increase landing distance by about 65 m for every 10ft high at threshold.*
3. *Extended flare will increase landing distance as the aircraft will decelerate more effectively when it is on the ground.*
4. *Unexpected or unplanned for tailwind conditions.*
5. *Not applying the correct braking technique for the runway in use: i.e. not applying maximum wheel braking on limited runways.*
6. *System failures will increase the landing distance by 40 % for no lift spoilers to 60 % for no antiskid. On their own the distance increase can be contained within the AFM factored distance but require all other factors to be within limits.*

I årene etter ulykken har BAE Systems utgitt informasjonsskriv og en rekke endringer til flytypens operative håndbøker. Se vedlegg F for en samlet oversikt over iverksatte tiltak fra flyfabrikanten.

1.18.5.2 *Atlantic Airways*

26 oktober 2006 utga Atlantic Airways flere "Flight Crew Bulletins" med korrektive tiltak som følge av ulykken 16 dager tidligere:

- Operasjon til korte rullebaner under 1 300 m; innflygningsbriefing skal foruten standard briefing inneholde: gjennomgang av landingsdistanse/-masse, kunngjøring om at det ikke er akseptabelt med liftspoiler-/bremsefeil ved landing, siktepunkt for landing skal bli fastsatt og prosedyre hvis flyet passerer, ingen medvind (med mindre absolutt nødvendig), gjennomgang av utkall etter landing med spesiell fokus på feil med liftspoiler/bremser og tilhørende utkall av avbrutt landing, samt rådgivende prosedyre for avbrutt landing.

(Den aktuelle bulletin er senere kansellert. Deretter har selskapet i sin Standard Operating Procedures (SOP) revidert prosedyrer for besetningssamarbeid under landing, prosedyre for landing på korte rullebaner og prosedyre ved manglende utfelling av liftspoiler eller manglende bremsetrykk.)

- Innføring av å teste at liftspoilerne fungerer før avgang.
- Unngå å medbringe unødvendig drivstoff som medfører høy landingsmasse for korte rullebaner under 1 300 m.
- Operasjon til korte rullebaner under 1 300 m: Informasjon om at selskapets operative ledelse heretter skal forhåndsgodkjenne flyginger til navngitte flyplasser (herunder kunngjøring om at selskapet inntil videre ikke ønsker å operere til ENSO).
- Informasjon om låsing av cockpitdør.
- Introduksjon av "Quick Reference Operational Correction" sheet.

1.18.5.3 *Stord lufthavn, Sørstokken*

Det er foretatt en rekke endringer av sikkerhetsmessig betydning ved Stord lufthavn, Sørstokken etter ulykken i oktober 2006.

Tabell 5 viser rullebanens fysiske karakteristika og kunngjorte banelengder i AIP Norge fra oktober 2006 (ulykkestidspunktet) sammenlignet med dagens AIP. Ved å flytte tersklene 60 m utover mot asfaltkanten ble det åpnet for å flytte baneenden tilsvarende innover rullebanen, for på den måten å få etablert sikkerhetsområder etter baneendene som tilfredstilte de nye kravene i BSL E 3-2 fra juli 2006.

Endringen i tilgjengelig distanse for landing (LDA) fra 1200 m i 2006 til 1 199 m i dag følger av nye krav i BSL E 3-2. Kunngjort rullebanelengde settes til 1 199 m for at lufthavnen skal være godkjent med referansetall 2. Dersom lufthavnen kunngjøres med 1 200 m er den i kode 3, hvilket innebærer at kravet til sikkerhetsområde utvides meget. Eksempelvis er kravet til sikkerhetsområde etter baneende for en kode 2 rullebane 180 m og for kode 3 er kravet 300 m. I følge Luftfartstilsynet har Stord lufthavn ingen mulighet for å oppfylle kravene til sikkerhetsområde for kode 3.

Tabell 5: Rullebanens fysiske karakteristika og kunngjorte banelengder i AIP Norge 2006-2012

	2006	2012
Rullebanens lengde ⁴³ og bredde	1460 m lang, 30 m bred	1460 m lang, 30 m bred
Kunngjort tilgjengelig distanse for landing (LDA)	1200 m (begge baneretninger)	1199 m (begge baneretninger)
Kunngjort tilgjengelig distanse for take-off (TODA)	1330 m (begge baneretninger)	1799 m (begge baneretninger)
Sikkerhetsområde	130 m	190 m

Luftfartstilsynet har opplyst at flytting av tersklene er en legitim måte å oppnå et lengre sikkerhetsområde. Da det er et omfattende arbeid som krever finansiering, prosjektering og gjennomføring, mener Luftfartstilsynet at to års tidsfrist, som gitt i forbindelse med fornyet godkjenning 20. juni 2006 (se kapittel 1.17.3.2), var hensiktsmessig.

I dagens AIP Norge stilles det også følgende særskilte krav til operatør som skal utøve ervervsmessig lufttransport på Stord lufthavn (ENSO AD 2.23)⁴⁴:

3.1 Flyoperatør skal sette særskilte krav til trening/besetningskvalifikasjoner (Cat B, jfr JAR OPS 1.975).

3.2 Flyoperatør skal sette særskilte begrensninger i forhold til bakkevind.

3.3 Flyoperatør skal sette særskilte krav til banestatus.

3.4 Utflygingsprosedyrer/avgangsminima/vektanalyser skal være utarbeidet.

3.5 Det stilles krav om at dokumentasjon på oppfyllelse av de faglige krav skal forelegges på forespørsel fra flyplassoperatøren eller fra Luftfartstilsynet.

Luftfartstilsynets første revisjon av Stord lufthavn etter havariet i 2006 ble foretatt 13. desember 2010 (Revisjonsrapport nr. 2010F429). Følgende siteres fra Luftfartstilsynets oppfølging av godkjenningvilkårene i forbindelse med revisjonen:

Luftavnen hadde siden siste revisjon gjennomgått en betydelig oppgradering. Nye innflygingslys var monterte men ikke kontrollflyet og således ikke tatt i bruk. Det ble opplyst at kontrollflyging skulle gjennomføres så snart som kontrollflyet var tilgjengelig, og det ble antydnet kontrollflyging i januar 2011. Rullebanen var nyasfaltert og rillet sommeren 2010. Lufthavnen hadde også fått montert rullebanesenterlys og lys på siktepunktene. Sikkerhetsområdene ut til sidene for rullebanen hadde blitt utbedret, overgangen til underliggende terreng utenfor sikkerhetsområdet etter baneende var fortsatt ikke i henhold til bestemmelsene. Forholdene skulle omtales i godkjenningvilkårene som skulle utarbeides i forbindelse med fornyet teknisk-/operativ godkjenning høsten 2011. Lufthavnen hadde også fått montert flere hinderlys i omliggende terreng. Sikkerhetsområdet var forlenget og begge baner hadde nå sikkerhetsområde på 190 meter⁴⁵ etter baneende. Frikjonskravet i lufthavnens dokumentasjon var identisk med tillatelse

⁴³ Fra asfaltkant til asfaltkant.

⁴⁴ Kunngjort i AIP for Stord lufthavn første gang 3. juli 2008.

⁴⁵ Rullebaneenden er montert 120 m innenfor terskelen på motgående rullebane, så avstanden fra baneendelysene til asfaltkanten er 120 m + 70 m = 190 m. Det er dette som blir sikkerhetsområde etter baneende. Luftfartstilsynet har opplyst til SHT at for en rekke andre lufthavner er den asfalterte biten før terskel 60 m. På Stord er denne delen 10 m lenger, noe som er en sikkerhetsmessig fordel.

til å akseptere friksjonsnivå medium (0,30) slik det framkom i Luftfartstilsynets brev til Stord lufthavn datert 15. november 2010.

Ny brannstasjon var tatt i bruk sommeren 2008.

Arbeid med å få på plass utrykningsveier, molo og naust til redningsbåten var påbegynt, men arbeidet var forsinket på grunn av sen godkjenningssprosess i fylkeskommunen. Finansiering av disse prosjektene var sikret. Utrykningsbåt var anskaffet. Utrykningsbåten var utstyrt med flåter med tilstrekkelig kapasitet for alle passasjerer i fly som opererte på Sørstokken på revisjonstidspunktet. I påvente av at det praktiske arbeidet med utrykningsveiene skulle ferdigstilles, og molo og naust kunne etableres/bygges var redningsbåten midlertidig plassert i båthavnen i Sagvåg.

Revisjonen bekreftet at Sunnhordland Lufthavn hadde gjennomført en rekke tiltak for å forbedre sikkerheten ved lufthavnen. Sikkerhetsnivået ved lufthavnen på revisjonstidspunktet framsto som betydelig forbedret i forhold til situasjonen for knappe 5 år siden.

I rapporten fremkommer totalt 17 avvik og merknader.

Følgende siteres fra Luftfartstilsynets konklusjon etter revisjonen:

Stord lufthavn, Sørstokken hadde gjennomgått en betydelig oppgradering i godkjenningsperioden. Revisjonen avdekket ingen graverende sikkerhetsmangler.

Luftfartstilsynet har påpekt ovenfor havarikommisjonen at det i dagens godkjenningvilkår for Stord lufthavn er stilt strengere krav til sikkerhetsområde og strengere krav til friksjon enn det som er vanlig på de fleste andre lokale lufthavnene. Dette for å kompensere for bratte overganger fra asfaltkantene til omliggende terreng. Kravet til sikkerhetsområde foran terskel er 60 m for tilsvarende rullebaner, og Stord tilfredsstillende kravet med 10 m margin. Baneendene ligger 190 m før asfaltkanten, noe som også er 10 m lengre enn forskriftskravet for sikkerhetsområder. Sikkerhetsområdet prepareres vinterstid, dette fordi det benyttes ved flyavgang. I tillegg er friksjonskravet på rullebanen $\mu = 0,30$.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

1.19.1 Feiltreanalyse

- 1.19.1.1 Informasjon fra vitner, flyvraket og flyets ferdskriver (FDR) viser at liftspoilere ikke felte seg ut etter landing av OY-CRG på Stord lufthavn. Imidlertid, som en følge av at det oppstod brann var store deler av flyet nedsmeltet og bortbrent. Av denne grunn var det ikke mulig å undersøke systemene, og instrument- og bryterposisjoner lot seg ikke rekonstruere. Derfor har havarikommisjonen ikke kunnet bestemme eksakt hvorfor flyets seks liftspoilere forble inne ved landing.
- 1.19.1.2 Havarikommisjonen har utført en feiltreanalyse (FTA) av liftspoilersystemet til BAe 146-200 for å bedre beskrive og forstå de mulige tekniske feilene som kan ha medført at spoilere til OY-CRG ikke felte seg ut etter landing. Feiltreet kartlegger og illustrerer hvilke mulige kombinasjoner av feil og feilprosesser som kan ha forhindret liftspoilere fra å felles ut. Feiltreanalysen er basert på innsamlet fakta om ulykken (informasjon fra flygerne, FDR

og flyvrak) samt teknisk dokumentasjon og beskrivelser av liftspoilersystemet fra fabrikanten BAE Systems.

1.19.1.3 Feiltreanalysen identifiserte følgende tre mulige (mest sannsynlige) feil/feilkombinasjoner som kan ha bidratt til at spoilerne ikke ble utfelt:

- *Mekanisk svikt i overføringsmekanismen tilknyttet spoilerhåndtaket.*
- *Svikt i to “thrust lever micro switches”.*
- *Deaktiverte automatsikringer i både gult og grønt liftspoilersystem (MAN LIFT SPLR YEL og MAN LIFT SPLR GRN).*

1.19.1.4 Se vedlegg C for ytterligere beskrivelse og resultater av feiltreanalysen.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

2.1.1 Analysens risikoperspektiv

2.1.1.1 Havarikommisjonen har valgt å betrakte de sammensatte forholdene og omstendighetene bak denne ulykken med OY-CRG i et menneskelig, teknologisk og organisatorisk (MTO) perspektiv. I analysen av disse faktorene er det blitt benyttet et MTO-diagram (se vedlegg D og E). Havarikommisjonen er opptatt av at flysikkerhet kan sies å være et produkt av komplekse samhandlinger. I en analyse av sveitsisk flysikkerhet beskriver NLR⁴⁶ sikkerhet på følgende måte (havarikommisjonens oversettelse fra engelsk):

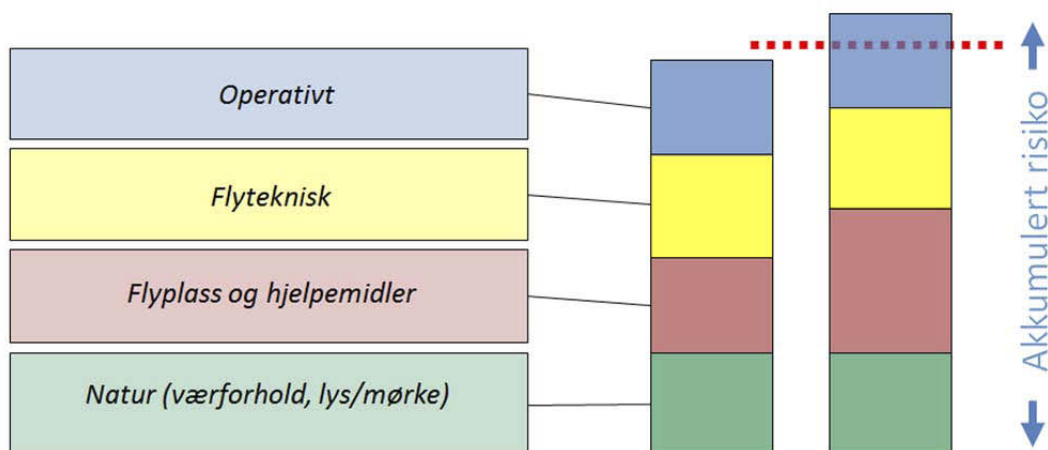
Men, sikkerheten kommer ikke av seg selv ... sikkerhet er produktet av et felles samarbeid mellom et temmelig stort og sammensatt oppbud av offentlige og private aktører. Siden ingen enkelt institusjonell enhet har kontroll over samtlige aktører, kan ikke oppnåelse av flysikkerhet styres som en enkeltstående prosess, ledet av én organisasjon.

2.1.1.2 Ved å snu fortegnene kan man også se det slik at de mange ulike aktørene bidrar til den risikoen som er igjen etter at alle har ytt sine bidrag til sikkerheten. I tillegg til risiko-bidragene fra teknologi, organisasjoner og enkeltmennesker, kan også naturgitte forhold betraktes som risikobidrag med innvirkninger som varierer fra område til område – og med årstidene.

Innenfor ervervsmessig passasjerflyging kan risikobidragene for eksempel deles inn i fire hovedområder (se Figur 36): flyteknisk, operativt, flyplass og hjelpemidler, i tillegg har man risikoen relatert til naturgitte forhold som værforhold og lys/mørke. Den akkumulerte risikoen tilsvarer summen av bidrag fra de ulike områdene. Figuren illustrerer at dersom risikobidraget fra ett område øker, eksempelvis innen flyplass og hjelpemidler, må risikobidraget fra de andre områdene tilsvarende reduseres for at ikke

⁴⁶ NLR-CR-2003-316 “Aviation safety management in Switzerland – Recovering from the myth of perfection”, 2003

risikoen skal øke utover grensen for akseptabel risiko (illustrert med rød stiplet linje i figur).



Figur 36: Risikobidrag innen luftfart. Rød stiplet linje illustrerer grensen for akseptabel risiko.

- 2.1.1.3 Det er også viktig å være klar over at det i praksis er vanskelig å fastsette en presis øvre grense for akseptabel risiko. Følgelig må det legges inn sikkerhetsmarginer. Disse marginene må være så store at de tar høyde for usikkerheter i risikovurderingene.
- 2.1.2 Analysens struktur
- 2.1.2.1 Hendelsesanalysen i kapittel 2.2 er en sammenstilling av hendelsesforløpet, fra innflygingen og landingen til utforkjøringen og den påfølgende brannen, samt de sikkerhetsproblemene som havarikommisjonen har avdekket i den forbindelse. Hensikten er å få klarhet i *hva* som skjedde.
- 2.1.2.2 De påfølgende kapitlene i analysen går dypere inn i omstendighetene omkring *hvordan* og *hvorfor* ulykken skjedde og hva som eventuelt kunne vært gjort for å forhindre ulykken og dens konsekvenser.
- 2.1.2.3 I kapittel 2.3 analyseres overlevelsesaspektene i ulykken, dvs. evakueringen og det påfølgende redningsarbeidet. Denne analysen har til hensikt å beskrive og få klarhet i konsekvensene av utforkjøringen og brannen.
- 2.1.2.4 Ulykken ble utløst av at ingen av flyets seks liftspoilere felte seg ut etter landing. Dessverre har det ikke lyktes havarikommisjonen å finne ut nøyaktig hvorfor liftspoilerne ikke ble utfelt på OY-CRG, men mulige flytekniske årsaker til svikt i liftspoilersystemet analyseres i kapittel 2.4.
- 2.1.2.5 Da nødbremsesystemet ble aktivert, forsvant funksjonen som skulle forhindre at hjulene låste seg ved kraftig oppbremsing (anti-skid). I kombinasjon med den fuktige rullebanen medførte dette “reverted rubber hydroplaning”, gummiene i dekkene ble kokt, og bremseeffekten ble redusert. Disse aspektene, som havarikommisjonen mener var avgjørende for ulykken, analyseres i kapittel 2.5.
- 2.1.2.6 Kapittel 2.6 omhandler operative forhold av betydning for ulykken, herunder flyets ytelser, prosedyrer, flygebesetningens arbeids- og hviletid, vurdering angående rullebanestatus, samt systemforståelse og operativ lærdom etter ulykken.

- 2.1.2.7 Flyplassens bidrag til risiko diskuteres i kapittel 2.7. Havarikommisjonen mener at den korte rullebanen i kombinasjon med et utilstrekkelig sikkerhetsområde og bratt sideterreng var avgjørende for ulykkens alvorlighetsgrad. I denne sammenheng er risikoanalyserapporten fra DNV (beskrevet i kapittel 1.17.3.3) relevant.
- 2.1.2.8 I tillegg er det slik at risikoen innenfor et område kan forsterkes av et ugunstig forhold innenfor et annet risikoområde. Havarikommisjonen mener at denne ulykken viser at flytypen BAe 146, som ikke har muligheten for reversering av motorkraft, blir sårbar på korte rullebaner dersom liftspoilerne ikke felles ut som forventet ved landing. Dette analyseres i kapittel 2.8.
- 2.1.2.9 Havarikommisjonen anser at Luftfartstilsynet gjennom sitt myndighetsansvar innen sivil luftfart har mulighet for å påvirke risikobidragene for alle de tre hovedområdene i Figur 36 (operativ, flyteknisk, flyplass/hjelpemidler). Det vil også være, slik havarikommisjonen ser det, en viktig oppgave for Luftfartstilsynet å kartlegge og overvåke hvordan disse risikobidragene utvikles og følge opp at de, både enkeltvis og samlet, holdes innenfor etablerte flysikkerhetsmålsetninger. Havarikommisjonen har derfor foretatt en kartlegging og analyse av Luftfartstilsynets oppfølging av sikkerheten ved Stord lufthavn Sørstokken (kapittel 2.9).
- 2.1.2.10 Omtalen av Luftfartstilsynets mulighet til å bidra til økt sikkerhet vies relativt stor plass i denne rapporten. Havarikommisjonen vil understreke at denne vektleggingen ikke må forstås som en ansvarsfordeling, men som grunnlag for fremtidig lærdom.
- 2.1.2.11 Det vil alltid være det operative leddet, flyselskapet og i siste instans den enkelte flygebesetning, som må forholde seg til reduksjonene i sikkerhetsmarginer som risikobidragene på andre områder har medført. Havarikommisjonen har derfor sett nærmere på Atlantic Airways operasjoner på Sørstokken (kapittel 2.10), samt tilsynsmyndighetenes rolle i denne forbindelse.
- 2.1.2.12 Analysen avsluttes, i kapittel 2.11, med en overordnet analyse og risikobetraktning av omstendighetene omkring ulykken.

2.2 Hendelsesanalyse

2.2.1 Landingen

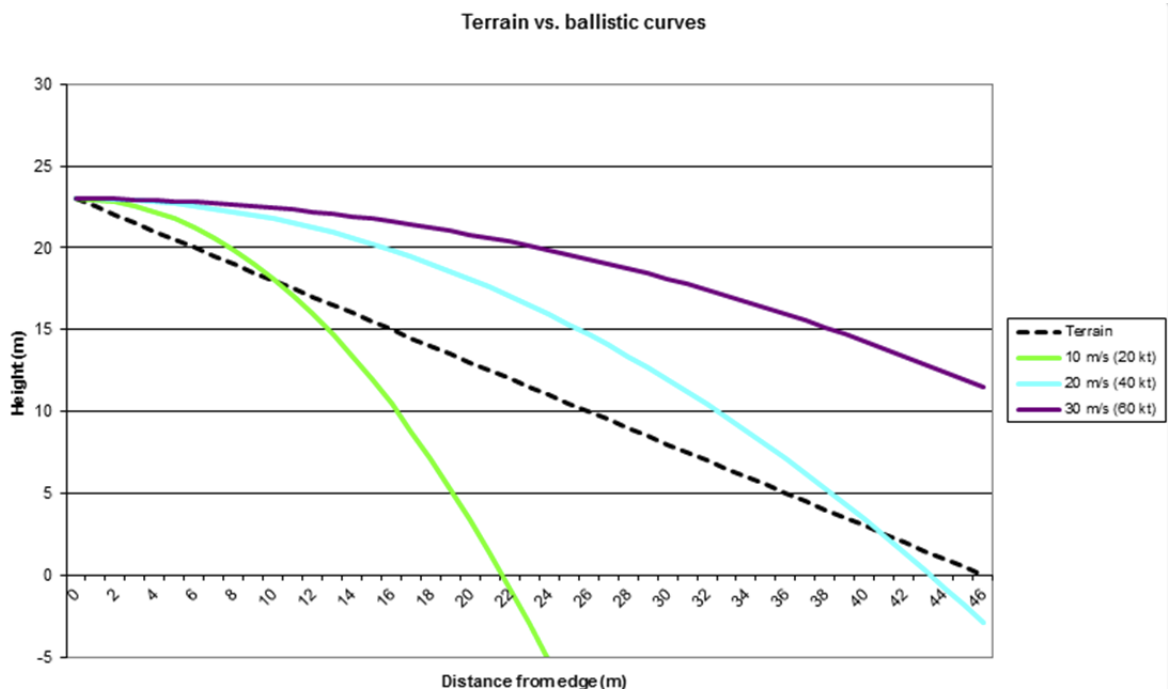
- 2.2.1.1 Opptak på taleregistratoren og samtaler med besetningen tilsier at havarikommisjonen mener at de to flygerne utførte et profesjonelt godt besetningssamarbeid (Cockpit Resource Management CRM).
- 2.2.1.2 Det er vanlig i bransjen å velge korteste innflyging av økonomiske, tids- og miljømessige grunner så lenge ikke andre faktorer er til hinder for dette. I det aktuelle tilfellet valgte besetningen landing på rullebane 33 med en akseptabel medvind. Utrekninger viser at medvindskomponenten var 5 kt, hvilket er godt innenfor generelle maksimalverdier i bestemmelser og flyets begrensninger på 10 kt. Medvinden ga imidlertid en økning av bakkefarten på 10 kt sett i forhold til om flyet hadde landet motsatt retning i motvind. Havarikommisjonen mener at flygebesetningens valg var forståelig ut i fra aktuell vekt, tilgjengelig banelengde og at de la til grunn at rullebanen var tørr (se analyse av operative forhold i kapittel 2.6).

- 2.2.1.3 Tilgjengelige data viser at flyet holdt korrekt flygehastighet (V_{ref}) på finalen og da hjulene berørte rullebanen. Flygebesetningen har overfor havarikommisjonen forklart at landingen fant sted innenfor forventet område, dog noen få meter lengre inn enn standard. De har også forklart at landingen var “myk”. For øvrig har de ikke beskrevet avvik fra det som var forventet. Heller ikke uttalelser fra vitner og passasjerer gir grunn til å mene at flygingen avvek fra det som kan forventes fram til hjulene berørte rullebanen. Havarikommisjonen har ikke lyktes i å fastslå mer eksakt hvor hjulene første gang berørte rullebanen, blant annet fordi havarikommisjonen ikke kunne skille de ulike sporene i landingsområdet på rullebanen. Det synes imidlertid klart at nesehjulet berørte rullebanen først eller samtidig med hovedhjulene. Dette bekreftes av audioanalyserapporten i vedlegg A.
- 2.2.1.4 Flygebesetningen har forklart at spoilerhåndtaket ble satt i bakre posisjon kort tid etter at hjulene berørte rullebanen. Dette er bekreftet ved analyse av lyder registrert av CVR. Ca. 2,5 sekunder etter at spoilerhåndtaket var aktivert kalte styrmannen “no spoilers” fordi han ikke så lysene SPLR Y og SPLR G som forventet. Dette mener havarikommisjonens er første indikasjonen på at utrullingene ikke forløp som forventet.
- 2.2.1.5 Havarikommisjonen mener at fraværet av lys var en reell indikasjon på at verken gult eller grønt spoilersystem kom ut som forventet. En rekke funn og undersøkelsesresultater underbygger at spoilerne ikke på noe tidspunkt kom ut i løpet av landingen. Blant annet er et tungtveiende undersøkelsesresultat at alle de seks hydrauliske aktuatorene til liftspoilerne ble funnet i lukket (innfelt) og låst posisjon.
- 2.2.1.6 At spoilerne ikke kom ut, medførte at vingene fortsatte å gi betydelig løft og vekten på understellet ble tilsvarende lav. At vingene fortsatte å produsere løft etter landingen underbygges av flere forhold som ble lagt merke til både i og utenfor flyet:
- Oppbremsingen av flyet ble mindre enn forventet.
 - Vinger som produserer løft vil ofte også lage vingevirvler i fuktig vær. Slike vingevirvler ble observert under utrullingene.
 - Det hylte uvanlig mye og lenge fra dekkene.
- 2.2.1.7 Flygebesetningen hadde på sin side blitt klar over at noe unormalt hadde skjedd med spoilerne. Etter kort tid ble fartøysjefen overbevist om at heller ikke hjulbremsene virket som forventet. Han vred derfor bremsevelgebryteren for å skifte fra grønt til gult bremsesystem uten at det ga ønsket virkning. Flyet beveget seg med stor hastighet nedover en rullebane som var i ferd med å bli alarmerende kort. Fartøysjefen koblet ikke sammen informasjonen om svikt i spoilersystemet med den opplevde manglende bremsevirkningen (se kapittel 2.5 om manglende bremseeffekt). Han antok derfor at feilen lå i hjulbremsene og valgte som siste utvei å dreie bremsevelgebryteren helt over til venstre for å koble inn systemet for nødbremsing. Basert på analyse av lyder registrert av CVR mener havarikommisjonen dette skjedde 6,6 sekunder etter at hjulene første gang berørte rullebanen. For å varsle at bremsene ikke lengre er blokkeringsfrie skal enn varsellyd (single-chime) komme når nødbremsesystemet kobles inn. Et slikt lydvarsel kom 1,3 sekunder etter at nødbremsen ble valgt, og havarikommisjonen har ikke funnet andre forklaringer på dette varselet.

- 2.2.1.8 Med nødbremsesystemet koblet inn og fullt trykk på bremsepedalene, låses hjulene. Havarikommisjonen mener dette skjedde, og med tilstrekkelig fuktighet på rullebanen oppsto “reverted rubber hydroplaning”. Dette er nærmere omtalt i kapittel 2.5. “Reverted rubber hydroplaning” lager en damppute under hjulene samtidig som fragmenter fra dekkene slynges ut av frigjort damp. Sporene etter dette fenomenet var avsatt fra 945 m etter terskelen og helt ut mot baneenden.
- 2.2.1.9 Havarikommisjonen mener at flyet skled med låste hjul de siste 520 m av rullebanens lengde. Flyet fulgte rullebanens senterlinje helt til det var igjen ca. 325 m av rullebanen. Deretter ble flyet styrt langsomt mot høyre banebegrensning før det kom over i skrens (se kapittel 1.12.1.1 for detaljert beskrivelse av sporene). Det har ikke vært mulig å oppnå entydig samsvar mellom data fra FDR og spor på rullebanen, følgelig har det ikke vært mulig å beregne hastigheten til flyet.

2.2.2 Utforkjøringen

- 2.2.2.1 Basert på radardata og informasjon fra CVR⁴⁷ er det grunn til å mene at OY-CRG hadde en flygehastighet på omkring 112 kt, og grunnet vinden en bakkehastighet på omkring 117 kt umiddelbart før landing. Det er vanskeligere å fastslå hvilken hastighet flyet hadde da det forlot rullebanen. Som det framgår av informasjon gitt av FAA (se kapittel 1.18.3) kan “Reverted rubber hydroplaning” forekomme helt ned i hastigheter under 20 kt eller mindre. Det kan følgelig ikke utelukkes at hastigheten var i størrelsesordenen 20 kt da flyet bikket ned skråningen. Tilsvarende viser ballistiske utregninger at flyet måtte ha en hastighet på ca. 20 kt eller lavere for å kunne følge terrenget ned skråningen (se Figur 37). Disse tallene sammenholdt med besetningens forklaring tilsier at flyet hadde en hastighet på 15 – 20 kt da det forlot rullebanen. Dette viser at flyets hastighet avtok med 97 – 102 kt i løpet av landingen og utrullingen.



Figur 37: Grafisk framstilling av skråningen sett i forhold til flyets ballistiske kurve ved forskjellige hastigheter.

⁴⁷ Besetningen kalte bug speed (112 kt) kort tid før landing.

- 2.2.2.2 På vei ned skråningen ble først hjuldørene og senere ytre høyre motor (motor nr. 4) slått løs. Høyre vinge ble påført flere kutt da den rev ned trær og innflygingslysene. Det er sannsynlig at flyet beholdt hastigheten nedover skråningen og at det fortsatt hadde relativt stor hastighet da flyets nese traff stigende terreng. Kollisjonen deformerte nesepartiet, og det oppsto skjevheter som kilte fast døren mellom kabinen og cockpit.
- 2.2.2.3 Passasjerenes forklaringer om at takpaneler falt ned, at det var mulig å se blå himmel gjennom en åpning i taket og at en passasjer fikk en dusj med drivstoff over seg tilsier at vingen ble revet løs fra skroget. Det forhold at fartøysjefen ikke fikk stoppet motor nr. 2, underbygger at forbindelsen mellom skroget og vingen var brutt.
- 2.2.3 Brannen
- 2.2.3.1 Ingenting tyder på at det var brann i flyet før det skled ned skråningen, men vitnebeskrivelser og videodokumentasjon viser at det var brann i flyet umiddelbart etter at det kom til ro.
- 2.2.3.2 Basert på vitnebeskrivelser og videodokumentasjon, mener havarikommisjonen at brannen oppsto i området rundt vingefestet og høyre vinge. Figur 29 viser at det allerede etter 21 sekunder var kraftig brann i dette området. Havarikommisjonen mener at drivstofftanken i sentervingen ble skadet da vingen løsnet fra skroget, slik at det sprutet drivstoff.
- 2.2.3.3 Havarikommisjonen ser at det på høyvingede fly med drivstoffet lagret i vingene tidlig kan oppstå brann i kabinen ved ulykker med store mekaniske skader på vinger og skog. Dette fordi drivstoff kan renne ned i kabinen, særlig hvis drivstoffet er lagret i tanker som ligger over kabinen, som i tilfelle med BAe 146.
- 2.2.3.4 Skader på elektriske ledninger kan ha utgjort en mulig antennelseskilde. I tillegg var det temperaturer tilstrekkelig til å skape antennelse i motor nr. 3, som fortsatt satt fast på vingen. Videre dro flyet med seg flere innflygingslys som kunne skape kortslutning og antennelse.
- 2.2.3.5 En revne i flykroppen førte til hurtig spredning av flammer fra utsiden av flyet og inn i kabinen. Antagelig på grunn av at drivstoff rant nedover, hadde flammene også spredt seg framover mot cockpit på flyets høyre side. På dette tidspunktet var antagelig flammene så intense på høyre side av skroget at det forhindret evakuering gjennom kabinens bakre høyre dør.
- 2.2.3.6 At indre venstre motor fortsatte å gå skapte i utgangspunktet støy, varme og vindpress for de som evakuerte via kabinens bakre venstre dør. Vitner har også forklart at de så flammer ved motoren. Dette var mest sannsynlig jetstrålen fra motoren som lyste i mørket, mulig i kombinasjon med gnister som oppsto i forbindelse med at motoren ble skadet innvendig. Motoren satte også omliggende luft i bevegelse slik at brannen fikk god tilførsel av oksygen. Da brannen spredte seg over til flyets venstre side, og derved kom nærmere motoren, ble denne effekten forsterket. Etter hvert som temperaturen steg ble alt brennbart materiale i de mest skadede områdene fortært av flammene.

2.3 Overlevelsesaspekter

2.3.1 Innledning

Muligheten for å overleve en ulykke avhenger av en rekke forhold. Dette kan eksempelvis være energi og stoppdistanse under selve ulykken, personlig beskyttelse for passasjerer og mannskap, brann, evakuering og effektiviteten til brann- og redningstjenesten. I analysen nedenfor har havarikommisjonen valgt å se nærmere på tre faktorer.

2.3.2 Utforkjøringen

Havarikommisjonen legger til grunn at flyet hadde en hastighet på 15 – 20 kt da det forlot rullebanen og raste ned skråningen. Skråningen var så bratt at det er lite sannsynlig at hastigheten avtok på vei ned. Flyet stoppet brått da det traff stigende terreng og sammenstøtet var så kraftig at cockpiten ble deformert og flygerne skadet. Bak i kabinen ble bråstoppen mindre merkbar og ingen av de overlevende som satt i passasjerkabinen var kjent med at noen ble skadet i utforkjøringen. Den generelle oppfatningen blant passasjerene var at kabinen med få unntak var uskadet. Det mest iøynefallende var at takpaneler hadde falt ned og at noen seterygger var bøyd forover. Havarikommisjonen mener derfor at alle i utgangspunktet hadde forutsetninger for å kunne overleve ulykken som følge av utforkjøringen isolert sett.

2.3.3 Evakueringen

2.3.3.1 Evakueringen ble svært dramatisk fordi det oppsto brann i og utenfor kabinen. Den raske brannutviklingen ga svært korte tidsmarginer for evakueringen og utgjorde klart den største trusselen for de om bord.

2.3.3.2 Flygerne skulle normalt evakuert via cockpitdøren, men denne lot seg ikke åpne. Dette skyldtes mest sannsynlig at flyet hadde blitt slått skjevt slik at den forsterkede døren hadde kilt seg, og dermed ikke lot seg åpne selv med makt. Havarikommisjonen mener at slike forsterkede cockpitdører kan svekke flygernes muligheter for sikker evakuering. I denne sammenheng har den forsterkede døren som ble påbudt etter terrorhandlingene i USA 11. september 2001 gitt negative konsekvenser. Kapteinen måtte etter to mislykkede forsøk oppgi å åpne cockpitdøren, og flygerne kom seg i stedet i sikkerhet via det venstre cockpitvinduet. Det er i ettertid vanskelig å vurdere virkningen hvis flygerne hadde greid å åpne cockpitdøren. En konsekvens kunne ha blitt at flammene fra kabinen hadde slått inn i cockpit, og dermed forverret situasjonen. En annen mulighet er at kabinbesetningsmedlemmet og passasjerer langt framme i kabinen kunne ha evakuert via cockpitdøren og cockpitvinduet. Som beskrevet i 1.15.2.1 ble to personer funnet omkommet like bak cockpitdøren.

2.3.3.3 Hvor raskt evakueringen fra en flykabin kan foregå avhenger blant annet av hvor godt passasjerene er forberedt. Et havari vil i beste fall oppfattes som forvirrende. Passasjerer som slumrer eller sover trenger mer tid på å forstå en situasjon enn de som er våkne og følger med under landingen. Havarikommisjonen mener at ulykken er en påminnelse om at alle passasjerer må følge med på sikkerhetsbriefingen som holdes før hver avgang. Ved utforkjøringen på Stord forventet kabinbesetningsmedlem nr. 2 å få en evakueringsordre, men denne uteble og hun startet evakueringsarbeidet på egenhånd. Havarikommisjonen ser at det i visse tilfeller kan oppstå ulike oppfatninger av hva som forventes, avhengig av

hvor dramatisk situasjonen er. Ved en forholdsvis udramatisk hendelse vil det være naturlig å avvente beskjed fra cockpit, mens det ved større ulykker kan framstå som selvfølgelig at alle må komme seg ut hurtigst mulig. Det er grunn til tro at skadene på flyet førte til kommunikasjonsbrudd mellom cockpit og kabin. Hvorvidt mangel på evakueringsignal hadde nevneverdig negativ betydning i det aktuelle tilfellet er vanskelig å si. Den største tvilen med hensyn til evakuering oppsto da det ble klart at en av motorene på venstre side gikk med stor effekt.

- 2.3.3.4 Informasjon fra de overlevende tyder på at evakueringen av flyet startet umiddelbart. Posisjonen på dørhåndtaket på fremre høyre dør viser at noen har forsøkt å åpne døren. Dette lyktes ikke fordi døren var blokkert av terrenget utenfor. Fremre venstre dør lot seg heller ikke åpne da fartøysjefen forsøkte på dette. Det er grunn til å anta at problemer med å åpne kabindørene, i kombinasjon med at det tidlig oppsto brann langt fram i kabinen, er forklaringen på at alle som omkom satt i fremre halvdel av kabinen (se Figur 32).
- 2.3.3.5 Evakueringen bak i kabinen ble noe forsinket av problemer med å åpne dørene. Dørene måtte åpnes ut og bakover. Siden flyet skrådde bratt nedover måtte det forholdsvis stor kraft til for å få dørene opp. Hvis døren ikke ble åpnet helt, slik at den gikk i lås, måtte noen holde døren slik at den ikke stengte igjen. Disse problemene kan ha forsinket evakueringen via venstre dør bak. Dette kan innledningsvis også ha blitt oppfattet som at kabinansatt nr. 2 avventet evakueringen, noe som er forståelig grunnet brann, støy og vindpress fra motoren som gikk rett utenfor. Parallelt med dette fikk en passasjer åpnet den høyre døren bak og konstaterte at brannen utenfor hindret evakuering på den siden.
- 2.3.3.6 Brannen som oppsto inne i kabinen, framtvang en øyeblikkelig evakuering uansett forhold på utsiden av flyet. Passasjerene hadde følgelig ikke tid til å avvente at nedslagsfeltet var ledig før de hoppet ut. Dette førte til at flere av passasjerene ble skadet etter å ha fått andre passasjerer oppå seg. Brannens økende intensitet gjorde at flere av de som forlot flyet fikk alvorlige brannskader.
- 2.3.3.7 Havarikommisjonen mener at følgende faktorer, i tillegg til den livstruende brannen, var med på å vanskeliggjøre evakueringen:
- Vansker med å åpne de bakre flydørene fordi flyet lå i bratt terreng med nesene ned.
 - Midtgangen var så bratt at det kunne by på problemer å gå bakover i flyet.
 - En flymotor gikk på høyt turtall, noe som vanskeliggjorde kommunikasjon og utgjorde en direkte fare hvis man kom inn i jetstrålen.
 - Det var 3 – 4 meter fra bakre venstre dør og ned til bakken. Nødsklien var koblet ut av kabinbesetningsmedlem nr. 2 grunnet vanskeligheter med å åpne døren.
 - Terrenget var svært kupert, noe som gjorde det vanskelig å hoppe ned. Særlig i dårlig lys kunne dette føre til skader i nedslaget.

Brannen økte raskt i intensitet og forflyttet seg over på venstre side av flyet. Etter kort tid var det følgelig også umulig å komme ut via bakre venstre dør.

2.3.4 Brann- og redningstjenesten

2.3.4.1 Brann og redningstjenesten brukte svært kort tid på å komme til enden av rullebanen, anslagsvis 45 sekunder fra flyet forlot rullebanen. Da hadde allerede brannen utviklet seg kraftig. Selv under optimale forhold ville det vært krevende å slukke en godt utviklet brann i et passasjerfly som blant annet inneholdt 7 900 liter drivstoff. I det aktuelle tilfellet kunne ikke brannbilene komme nærmere enn ca. 65 m fra brannen, hvilket er helt på grensen av hvor langt brannbilene kunne kaste slukkemiddelet. I tillegg blåste jetmotoren og laget en motvind som var med på å redusere effekten til slukningsutstyret. Ved å legge ut brannslanger rakk brannmennene ned til vraket, men dette skjedde etter at passasjerene hadde evakuert.

2.3.4.2 Havarikommisjonen mener skråningen og det ulendte terrenget i forlengelsen av rullebanen fikk en svært negativ innvirkning på ulykken på to måter. For det første forårsaket terrenget at flyet kom i brann. Dermed forhindret det samme terrenget adkomst for brann- og redningstjenesten. Selv om brann- og redningstjenesten gjorde alt de kunne for å begrense omfanget av ulykken, ble resultatet at innsatsen ikke hadde tilstrekkelig effekt utenfor flyet og ingen effekt inne i kabinen i den mest kritiske perioden da evakueringen pågikk.

2.3.4.3 I kravene i BSL E (se kapittel 1.10.4) er det tatt forbehold om at utrykningsveier skal anlegges der terrenget tillater det. Havarikommisjonen mener derimot at kravene til utrykningsveier burde vært skjerpet på steder som Sørstokken, hvor terrenget er så ugjestmildt at konsekvensene ved en utforkjøring kan bli store. Eventuelt burde kravene til utrykningskjøretøyenes kastelengde for slukkemiddel vært økt slik at havarerte fly ikke kan ende opp på "utilgjengelige" plasser ved utforkjøring fra rullebanen. Det er havarikommisjonens oppfatning at dette er faktorer som burde vært vurdert relatert til kompensierende tiltak i påvente av de fysiske utbedringene av flyplassen (se kapittel 2.9).

2.3.4.4 I ettertid har lufthavnen etablert nye utrykningsveier og tilrettelagt for redningsbåt. Adkomst for brann- og redningstjenesten er etter havarikommisjonens mening forhold som bør vies større oppmerksomhet i forbindelse med framtidige vurderinger av sikkerhetsområder og hinderfrihet i umiddelbar nærhet av norske lufthavner.

2.4 **Svikt i liftspoilersystemet**

2.4.1 Havarikommisjonen legger til grunn at ingen av spoilerne kom ut som forventet under landingen. Dette bekreftes av data fra FDR (se kapittel 1.11.1.4 fase C), indikasjonene i cockpit om utfelte spoilere som uteble (se kapittel 1.1.7), flyets karakteristikk ved vingene fortsatte å produsere løft og vingevirvler (se kapittel 1.1.15) samt det faktum at det er verifisert at alle seks spoilerne var i inne og låst posisjon etter havariet (se kapittel 1.16.1). Som forklart i kapittel 2.2.1 hadde dette en avgjørende betydning for hendelsesforløpet. Havarikommisjonen har derfor lagt betydelige ressurser i å forstå hvorfor spoilerne ikke kom ut. Blant annet har havarikommisjonen gjennomført en feiltreanalyse (se vedlegg C). Feiltreanalysen er basert på en del forutsetninger. Besetningen har gitt en utfyllende og troverdig forklaring til havarikommisjonen, og denne forklaringen samsvarer med øvrig informasjon innhentet under undersøkelsen. Det forutsettes derfor at spoilersystemene ikke var slått av, at fartøysjefen reduserte "Thrust Levers" til "Flight Idle" og at spoilerhåndtaket ble satt til "Lift Spoiler". Videre legges det til grunn at besetningen ikke hadde feil eller problemer med systemet før landingen, og at flyets øvrige systemer fungerte som forventet. En annen forutsetning er at det tidlig

under utrullingene kom tilstrekkelig vekt på hjulene til at følerne i understellsleggene (squat switches) aktiverte. Denne konklusjonen bygger på at landingshastigheten var innenfor normale verdier.

2.4.2 Havarikommisjonen har ikke funnet informasjon som tyder på at det var feil ved spoilersystemet, eller tilknyttede systemer, i den siste tiden før ulykken skjedde. Spoilersystemet var ikke gjenstand for modifikasjoner, reparasjoner eller vedlikehold i tiden etter 24. september 2006. Gult og grønt spoilersystem er tilnærmet helt uavhengige, og en total og samtidig svikt i begge systemer forutsetter i de fleste tilfeller at det oppstår to feil. Havarikommisjonen finner det lite sannsynlig at to slike uavhengige feil oppstår samtidig i relativt driftssikre systemer, og vektlegger i liten grad en slik mulighet.

2.4.3 Feiltreanalysen er benyttet for å finne mulige enkeltfeil som kan sette begge spoilersystemene ut av funksjon samtidig. Videre har analysen avdekket mulige skjulte feil som kan forbli uoppdaget helt til en ny feil oppstår, og dermed forårsake at to feil opptrer samtidig og uventet. Basert på feiltreanalysen er de tre feilene nedenfor de mest sannsynlige årsakene til at begge spoilersystemene feilet samtidig:

- *Mechanical (linkage) failure of air brake/lift spoiler lever constitutes a common single failure that inhibits both green and yellow lift spoiler system (failure at system level).* Den mekaniske overføringen fra håndtaket og ned til “Spoiler lever switches” er felles og kan svikte flere steder uten at det merkes av besetningen i cockpit. En feil vil gi samme virkning som om besetningen unnlot å sette spoilerhåndtaket i bakre stilling (LIFT SPLR). Dette skulle ha ført til at de to oransje lysene LIFT SPLR kom på 6 sekunder etter at flyet registrerte vekt på hjulene. Flygebesetningen oppfattet ikke dette lyset. Havarikommisjonen mener at det er nærliggende at flygebesetningen på det tidspunktet var så opptatt med å stoppe flyet at varsellyset ikke ble registrert. Sannsynligheten for at lysene ikke fungerte som tiltenkt er meget lav. Havarikommisjonen kjenner ikke til at den mekaniske overføringen til “Spoiler lever switches” tidligere har feilet på flytypen, men vet på generelt grunnlag at stagoverføringer kan svikte, særlig hvis det gjøres monteringsfeil i boltforbindelser og lignende. BAe Systems har ikke fått innrapportert feil i den mekaniske overføringen på håndtaket på flere millioner flytimer.
- *Failure of two thrust lever micro switches.* Det er blitt kjent at det har vært problemer med mikrobryterne og mekanismen som opererer disse (se kapittel 1.6.6.2). For å ivareta sikkerheten utarbeidet flyprodusenten en modifikasjon av systemet (Modifikasjon 01195A eller B), alternativt ble inspeksjonsintervallet satt til 450 flyginger. OY-CRG var ikke modifisert i henhold til dette, og følgelig var flyet gjenstand for hyppige inspeksjoner⁴⁸. Siste inspeksjon skjedde 29. august 2006 ved 2 1594 flyginger (se kapittel 1.6.10). Dette var 132 flyginger før ulykken skjedde. Havarikommisjonen kan ikke tallfeste hvor stor sannsynlighet det er for at to slike brytere skal svikte i løpet av 132 flyginger. Svikt i en bryter vil imidlertid ikke bli oppdaget uten at det utføres en vedlikeholdsinspeksjon (se kapittel 1.6.10). Feil i en bryter kan følgelig forbli skjult helt til en ny bryter svikter. Hvis to mikrobrytere svikter vil det oransje lyset LIFT SPLR komme på 3 sekunder etter at spoilerhåndtaket ble satt i bakre stilling (LIFT SPLR). Flygebesetningen så ikke dette lyset. Det kan bety at lyset ikke fungerte som tiltenkt, eller at flygebesetningen på det tidspunktet var så opptatt med å stoppe flyet at varsellyset ikke ble registrert.

⁴⁸ I 2006 var inspeksjonen innarbeidet med intervall på 625 flyginger.

- *Circuit breaker (CB) in both yellow and green lift spoiler open (MAN LIFT SPLR YEL and MAN LIFT SPLR GRN)*. Hvis begge disse sikringene var trukket ville ikke besetningen få varsel om feil før landing (MAN SPLR FAULT, se kapittel 1.6.6.3), og spoilerne ville ikke komme ut. Dette ville umiddelbart bli oppdaget ved tidligere landinger, senest ved landingen i Stavanger kvelden før ulykken. Det ble ikke arbeidet med spoilersystemet om natten før ulykken skjedde, og havarikommisjonen finner ingen fornuftig forklaring på hvorfor de aktuelle automatsikringene eventuelt skulle ha blitt trukket under bakkeoppholdet. Hvis automatsikringen som sitter i takpanelet i cockpit (MAN LIFT SPLR YEL) hadde vært trukket ut, ville dette mest sannsynlig ha blitt oppdaget av besetningen under sjekken av cockpit før oppstart om morgenen ulykkesdagen. Det kan ikke totalt utelukkes at automatsikringen i avionikkrommet (MAN LIFT SPLS GRN) av en eller annen grunn har løst ut, men besetningen ville da fått varsel om dette så lenge automatsikringen i cockpit har vært inne. Totalt sett mener havarikommisjonen at det er svært lite sannsynlig at disse to automatsikringene forårsaket svikten i spoilersystemet.

2.4.4 Alle de tre mulige senarioene ovenfor fremstår som lite sannsynlig. Likevel er det et faktum at begge spoilersystemene ikke ble utfelt. Havarikommisjonens undersøkelser bekrefter at spoilerhåndtaket ble aktivert på rett tidspunkt. Følgelig må det ligge en teknisk forklaring på hvorfor spoilerne ikke kom ut. Basert på de tre punktene som er analysert ovenfor, mener havarikommisjonen at de to mest sannsynlige tekniske forklaringene er følgende:

- Mekanisk feil i mekanismen til spoilerhåndtaket.
- Feil ved to av fire mikrobrytere tilknyttet “throttlene” (gasshåndtak). Feil i en bryter kan ha vært skjult helt til en ny bryter sviktet.

2.4.5 Flyet ble nær totalt ødelagt av varme. Videre har havarikommisjonen hatt begrenset tilgang på FDR-data som følge av at ferdskriveren var skadet. Det kan følgelig ikke utelukkes at det også finnes andre forklaringer på at spoilerne ikke kom ut. Slike eventuelle forklaringer må bygge på at det har oppstått forhold eller feil som har hatt innvirkning på både gult og grønt spoilersystem.

2.4.6 Havarikommisjonen er kjent med at flytypen har gått ut av produksjon og at det er et begrenset antall gjenværende fly som opereres. I tillegg er det få tidligere kjente hendelser og ulykker som skyldes tekniske feil ved spoilersystemet. Sett med bakgrunn i at havarikommisjonen ikke har kunnet finne en eksakt årsak til at spoilerne ikke ble utfelt, har havarikommisjonen vurdert at det ikke er grunnlag for å fremme en sikkerhetstilråding til BAE Systems angående design og vedlikehold av spoilersystemet. Havarikommisjonen oppfordrer likevel BAE Systems til å vurdere muligheten for å utstyre BAe146/RJ med et testsystem i den hensikt å øke sannsynligheten for å avdekke en ellers latent feil tidligere enn nåværende vedlikeholdsrutiner tilsier (se kapittel 1.16.4).

2.5 Manglende bremseeffekt og “reverted rubber hydroplaning”

2.5.1 Havarikommisjonen mener at svikten i utfellingen av spoilerne isolert sett ikke hadde medført at flyet gikk utfor enden av rullebanen. Tidlig under utrulling var bremseeffekten vesentlig redusert fordi vingene opprettholdt et betydelig løft. Etterhvert som hastigheten avtok ville imidlertid trykket mot rullebanen økt, og dermed ville også bremseeffekten økt. Dette ville gitt en selvforsterkende effekt som etterhvert hadde

resultert i normal bremseeffekt. Havarikommisjonen mener følgelig at flyet kunne ha stoppet innenfor tilgjengelig banelengde hvis optimal bremsing hadde blitt benyttet. Dette bekreftes av forsøk havarikommisjonen utførte i simulator, samt vitnebeskrivelser av flyets hastighet før det forlot rullebanen og havarikommisjonens hastighetsberegninger (se avsnitt 2.2.2.1).

- 2.5.2 Da flyet landet uten at spoilerne felte seg ut, fortsatte vingene å produsere fullt løft. Dette i kontrast til en løftreduksjon på 80 % som utfelte spoilere skulle ha medført. Etterhvert som hastigheten avtok ble denne forskjellen redusert, men før besetningen merket forbedringen i bremseeffekt ble de uroet over at flyet tilbakela store deler av rullebanen med uvanlig høy hastighet. Dette oppfattet fartøysjefen samtidig som han hadde fått beskjed fra styrmannen om at spoilerne ikke kom ut. Fartøysjefen ble i løpet av anslagsvis fem sekunder konfrontert med tre foruroligende varsler. Først manglende spoilerne, så tilsynelatende svikt i bremsene og deretter en baneende som kom mot dem med høy hastighet. Havarikommisjonen mener at fartøysjefen i løpet av denne korte tiden ikke fikk tid til å overveie sine handlinger, men at han nærmest handlet instinktivt. Noe måtte gjøres raskt for at flyet ikke skulle gå utenfor rullebanen. Det mest prekære problemet ble å få orden på hjulbremsene. Han hadde nettopp erfart at flere systemer så ut til å svikte, og det var derfor nærliggende å koble inn bremsenes nødsystem.
- 2.5.3 Med nødbremsen koblet inn låste hjulene seg. Dette medfører redusert bremseeffekt. Havarikommisjonen mener at OY-CRG skled med låste hovedhjul 520 m før det raste ut over baneenden. Under kraftig oppbremsing over lengre distanser vil det også kunne føre til punktering av flyets hovedhjul. Dette skjedde eksempelvis med EI-CZO på London City airport 20. februar 2007. På Sørstokken fikk imidlertid låste hjul en annen effekt fordi banen var fuktig. Friksjonen under dekkene på OY-CRG genererte varme som fikk fuktigheten til øyeblikkelig å fordampe. Dekket virket som et tett lokk over dampen, og trykket økte helt til dekket delvis ble løftet opp på dampputen. Fenomenet er i stor grad selvregulerende fordi stort damptrykk vil medføre liten kontakt mellom dekk og rullebane, noe som i neste omgang fører til liten dampproduksjon. Tilsvarende vil lavt damptrykk føre til at dekket får større friksjon mot rullebanen. Dermed dannes det mer damp og damptrykket øker på ny. Høy temperatur på dampen fører til "koking" av gummien i dekkene. Gummien dekomponeres og blir en klebrig masse som delvis "kladder" fast til dekket, og delvis slynges vekk (se Figur 26 og Figur 27).
- 2.5.4 Fenomenet som er beskrevet over kalles "reverted rubber hydroplaning", og synes å være lite kjent. Den hvite uvanlige sprayen som AFIS-fullmektigen observerte ved hjulene var damp som unnsnapp under høyt trykk. Små avrevne biter av gummi ble spredd ut over rullebanen og damptrykket under dekket "høytrykksvasket" rullebanen. Dette førte til at det ble avsatt svakt definerte lysebrune spor på rullebanen. Disse avvek vesentlig fra utseende på ordinære bremsespor. De lysebrune sporene er avsatt sammenhengende, og dette tyder på at bremsene ikke på noe tidspunkt ble sluppet opp.
- 2.5.5 Like før baneenden har tre av hovedhjulene avsatt svarte gummispor på asfalten. Dette kan forklares på to måter. Den ene mulige forklaringen er at hastigheten på flyet ble så lav at reverted rubber hydroplaning opphørte (omkring 20 kt) like før flyet skled ned skråningen. En annen forklaring kan være at de låste hjulene fikk en relativ rotasjon i forhold til rullebanen da nesehjulet falt ut for kanten. Nye kjølige områder på dekket kom dermed i kontakt med asfalten, og dampproduksjonen opphørte.

- 2.5.6 Fenomenet reverted rubber hydroplaning forutsetter en tynn film med vann eller fuktighet som kan omdannes til damp. Videre må dekkene være slitte eller ha liten mønsterdybde for at dampputen skal kunne stenges inne under dekket. Dekket må ikke rotere, og hastigheten og vekten på flyet må være tilstrekkelig til å oppnå nødvendig friksjonsvarme. Rullebanens overflatebeskaffenhet vil også være avgjørende. Riller i rullebanen vil for eksempel kunne danne kanaler som leder damptrykket vekk fra dekkets kontaktflate. Havarikommisjonen mener at “reverted rubber hydroplaning” derfor ikke vil oppstå eller bli betydelig redusert på rillede rullebaner.
- 2.5.7 Dagens rutiner tilsier at lufttrafikkjentesten ikke oppgir noen mellomting mellom tørr og våt rullebane til besetningen. Det er normalt først når banen er våt, slik at dekkene må pumpe vekk vann for å få god kontakt med rullebanen, at bremseeffekten påvirkes. Fenomenet som da oppstår omtales som vannplaning, og påvirkes av en rekke faktorer, blant annet rullebanens overflatebeskaffenhet, mengde vann og flyets hastighet. Fuktighet vil vanligvis ikke utgjøre en risiko hvis systemet som forhindrer blokkering av hjulene er operativt.
- 2.5.8 Flyprodusentene har ikke tatt hensyn til fenomenet “reverted rubber hydroplaning” ved å oppgi landingsvekter for fuktig rullebane. Lærdom fra denne ulykken må imidlertid være at det kan få alvorlige konsekvenser å koble fra systemet som forhindrer blokkering av hjulene, og at selv små mengder fuktighet kan føre til en dramatisk økning av bremselengden hvis hjulene er blokkert.

2.6 Operative forhold

OY-CRG fortsatte forbi rullebaneenden fordi spoilerne ikke felte seg ut, og fordi bruk av nødbremsesystemet medførte “reverted rubber hydroplaning”.

2.6.1 Prosedyrer og praksis

- 2.6.1.1 Som nevnt i kapittel 1.1.7 har begge flygerne forklart at landingen fant sted innenfor et normalområde på rullebanen, dog noen få meter lenger inn enn standard. Videre har fartøysjefen forklart at selskapet etablerer fly på tre røde og et hvitt lys på PAPI ved landing på korte rullebaner. Havarikommisjonen minner om at ideell innflygingsvinkel er 3° (tilsvarende PAPI på rullebane 33 Sørstokken) og at dette gir optimal tidlig settingspunkt. Ved innflyging med en lavere vinkel enn standard vil det øke sannsynligheten for at settingspunktet blir lengre inn enn ønsket.
- 2.6.1.2 Havarikommisjonens har ikke funnet grunnlag til å stille tvil om fartøysjefens kvalifikasjoner, og det vises til at han hadde gjennomført trening med normal progresjon og bestått samtlige selskap- og myndighetspålagte prøver.

2.6.2 Arbeids- og hviletid

Den dokumentasjonen som havarikommisjonen innehar viser at fartøysjefens og styrmannens arbeids- og hviletid lå innenfor både myndighetenes og selskapets bestemmelser. Fartøysjefen hadde hatt flere dager med friperiode og flygingen fra Stavanger til Stord var hans første aktive flyging i en ny arbeidsperiode. Under hotelloppholdet på Sola hadde fartøysjefen hatt tilgang til kun 4 ½ time søvn, men begge har i samtaler med havarikommisjonen oppgitt at de følte seg opplagte og uthvilte før flygingen til Stord. Havarikommisjonen har ikke grunnlag for å mene at beslutningene

foretatt av flygebesetningen i forkant av den aktuelle landingen og videre reaksjonsmønster ved bortfall av spoilerne kan relateres til trøtthet og/eller manglende årvåkenhet.

2.6.3 Vurdering angående rullebanestatus

2.6.3.1 Havarikommisjonens observasjoner etter ulykken viser at rullebanen var fuktig da OY-CRG landet på rullebane 33 (se kapittel 1.12.1.1). Havarikommisjonen har imidlertid ikke kunnet fastslå graden av fuktighet på rullebanen. Flygebesetningen fikk ikke oppgitt at rullebanen var fuktig. Dette følger av BSL E 4-2 som tilsier at fuktighet på banen normalt ikke oppgis til flygebesetningen. Imidlertid krever regelverket at baneforhold skal oppgis dersom en rullebane er våt eller kontaminert og dermed kan være glatt.

Havarikommisjonen er kjent med at noen flyplasser likevel velger å oppgi fuktig rullebane som en del av informasjonen til flygebesetningen.

2.6.3.2 Havarikommisjonen oppfatter at det er stor uklarhet når det gjelder forholdet mellom tørr, fuktig og våt rullebane. Det fantes ingen klare og vedtatte definisjoner knyttet til begrepet fuktig og heller ikke hvordan man skal forholde seg til tilstanden. I flyfabrikantenes, herunder BAE Systems, landingsberegninger opereres det kun med tørr og våt bane, og det legges da til grunn at fuktighet gir landingsberegninger som for tørr bane. Uavhengig av dette har BAE Systems stilt krav om at rullebanen skal betraktes som våt dersom det regner mens flyet er under innflyging. Utenom dette er det opptil det enkelte flyselskapets prosedyrer og den enkelte flygerens "airmanship" hvilke implikasjoner fuktighet på banen får for landingsbeslutningen.

2.6.3.3 I forbindelse med denne ulykken mener havarikommisjonen at det er en svakhet at besetningen ikke fikk oppgitt at rullebanen var fuktig. Havarikommisjonen er av den oppfatning at dersom besetningen hadde kjent til at rullebanen var fuktig, er det større sannsynlighet for at besetningens hadde valgt sirkling og landing i 5 kt motvind på rullebane 15, i stedet for å gjøre en direkte innflyging med påfølgende landing i 5 kt medvind slik de gjorde på rullebane 33. Med bakgrunn i dette mener havarikommisjonen at alle norske flyplasser som standard bør rapportere til flygebesetningen om rullebanen er fuktig.

2.6.3.4 Ut i fra et sikkerhetsperspektiv støtter havarikommisjonen også forslaget fra IFALPA (se kapittel 1.7.5.4) om at en fuktig rullebane skal rapporteres som våt. Imidlertid kan en slik praksis innebære store implikasjoner for nyttelast og/eller regularitet.

2.6.4 Systemforståelse og operativ lærdom etter ulykken

2.6.4.1 Havarikommisjonen har forståelse for at flygerne, i dette tilfelle, ikke valgte å foreta en avbrutt landing. Prosedyrene fra BAE Systems er basert på tilstrekkelige sikkerhetsmarginer gjennom landingsberegninger, at maksimal bremskraft benyttes og at bremsesystemet virker uavhengig av liftspoilersystemet. Havarikommisjonen mener likevel at en mer spesifikk prosedyre, med beskrivelse av hvordan besetningen skal forholde seg i en situasjon med bortfall av liftspoilere, var en mangel på ulykkestidspunktet.

2.6.4.2 I ettertid er det lett å se at en bedre forståelse av systemenes innvirkning på hverandre kunne ha forhindret utforkjøringen. Hendelsen med EI-CZO på London City airport 20. februar 2007 viser at det ikke er uvanlig å trekke den konklusjonen at hjulbremsesystemet

svikter i forbindelse med at spoilerne forblir nede. Flygebesetninger bør gis økt forståelse for hvilken effekt manglende utfelling av spoilerne gir. Dette bør fortrinnsvis trenes i simulator. Det er også viktig at flygebesetninger gis god forståelse av flyets systemer. De separate systemene for spoilere og bremsesystemer er slik konstruert at det er lite tenkelig at begge spoiler-systemene og begge bremsesystemene svikter samtidig og plutselig uten noen form for forvarsel. Flygebesetninger må bevisstgjøres om at svikt i spoiler-systemene tilsynelatende vil gi symptomer som tyder på feil ved hjulbremsene. Dette er imidlertid en naturlig følge av at flyets vinger gir mye løft med spoilerne innfelt. En forhastet overgang til nødbrems vil imidlertid kunne forverre situasjonen fordi beskyttelsen mot låsing av bremsene kobles ut. Ulykken med OY-CRG har vist at dette under ugunstige forhold kan få katastrofale følger.

- 2.6.4.3 Havarikommisjonen er kjent med at BAE Systems i etterkant av denne ulykken har utgitt mye sikkerhetsinformasjon til operatører av flytypen, både skriftlig og på konferanser for operatører av flytypen (ref vedlegg F). Basert på analysen av denne ulykken mener havarikommisjonen at BAE Systems bør ytterligere bevisstgjøre operatører av BAe 146 om problemstillingen knyttet til manglende funksjon av liftspoilere, og effekten dette har på bremsesystemet. Dette scenarioet bør trenes i simulator. Havarikommisjonen fremmer derfor en sikkerhetstilråding på dette området.

2.7 Stord lufthavn, Sørstokken

2.7.1 Utilstrekkelig sikkerhetsområde og bratt sideterreng

- 2.7.1.1 Ved mange flyplasser er det innskutte terskler, og dette gjelder også ved Stord lufthavn Sørstokken i forbindelse med landing på rullebane 33⁴⁹ og 15. Havarikommisjonen anser det som sterkt beklagelig at man overflyr anvendbar rullebane uten at den delen av rullebanen kan benyttes til å øke sikkerheten ved at det gis en sikkerhetsmargin på 60 m. I forbindelse med landing på Stord rullebane 33 tilsvarte dette overflyging av 70 m asfalt før passering av terskel og deretter et normalt settingspunkt ca. 300 meter inn etter terskelen. Først med endringene i BSL E 3-2 i 6. juli 2006 kunne Luftfartstilsynet pålegge flyplassene de økonomiske belastningene det medførte å øke sikkerhetsområdet. Ved å flytte tersklene 60 m utover mot asfaltkanten ble det åpnet for å flytte baneenden tilsvarende innover rullebanen, for på den måten å få etablert sikkerhetsområder etter baneendene som tilfredsstilte de nye kravene.
- 2.7.1.2 ICAO Annex 14 (Aerodrome) og nasjonal "Forskrift om utforming av store flyplasser" (BSL E 3-2) krever at det ved enden av rullebaner etableres et sikkerhetsområde som kan beskytte fly som lander før eller ruller utenfor rullebanen. På ulykkestidspunktet tilfredsstilte ikke lengden på sikkerhetsområdet i hver baneende på Sørstokken de nyeste nasjonale krav i BSL E 3-2. 1200 m rullebaner skulle ha et sikkerhetsområde på 180 m, mens Sørstokken kun hadde 130 m. I tillegg var omkringliggende terreng betydelig brattere enn foreskrevet, noe som var kunngjort i AIP Norge.
- 2.7.1.3 Rullebanens lengde og det asfalterte sikkerhetsområde var ikke tilstrekkelig for at OY-CRG kunne stoppe på en sikker måte. Det asfalterte sikkerhetsområdet gikk videre over i en bratt skråning slik at OY-CRG ble påført betydelige skader da flyet ikke kunne stoppes.

⁴⁹ Se Figur 1, Figur 2, *Figur 13* og kapittel 1.10.1.4.

- 2.7.1.4 I dag er sikkerhetsområdet på Stord i hver rullebaneende forlenget til 190 m, 10 m lenger enn foreskrevet og 60 m lenger enn på ulykkestidspunktet, og rullebanedekket er rillet. Basert på vitnebeskrivelser og vurdering av at flyet trolig hadde en hastighet på 15 – 20 kt da det forlot rullebanen er det en mulighet for at denne forlengelsen ville vært tilstrekkelig for å stoppe OY-CRG under de aktuelle omstendighetene ulykkesdagen.
- 2.7.1.5 Sunnhordland Lufthavn har også foretatt en rekke andre forbedringer av flyplassen i ettertid som beskrevet i kapittel 1.18.5.3. Havarikommisjonen er således enig med Luftfartstilsynet om at sikkerheten ved lufthavnen i dag er forbedret i forhold til situasjonen i 2006.
- 2.7.1.6 Imidlertid, problemet med Sørstokken var og er fremdeles at terrenget skråner bratt ned i forlengelse av begge rullebaneretninger. Da OY-CRG forlot rullebanens asfalterte sikkerhetsområde fortsatte det nedover den bratte skråningen i nordenden. Flyet ble påført betydelige skader da det traff lysstolper, trær og større steiner. Havarikommisjonen mener at dette var avgjørende for de fatale konsekvensene av ulykken. Dersom et annet fly i dag ikke skulle klare å stoppe på rullebanen, vil det fremdeles være potensial for meget alvorlige skader på grunn av det manglende tilgivende sideterrenget i enden av rullebanen. Topografien vanskeliggjør også redningsarbeidet i betydelig grad.
- 2.7.1.7 Havarikommisjonen er klar over at Sørstokken ikke fremstår i en særstilling når det gjelder mulighetene for å etablere tilgivende sideområde omkring rullebanen. Sikkerhetsproblemene tilknyttet flyplassens sikkerhetsområde som fremkommer i forbindelse med denne ulykken må derfor ses på som betegnende for flere andre norske flyplasser.
- 2.7.1.8 Av denne grunn ser havarikommisjonen absolutt at energiabsorberende system (EMAS, se kapittel 1.18.4) i større grad kan og bør benyttes der man ikke har de nødvendige arealer for å anlegge tilfredsstillende sikkerhetsområder i enden av rullebaner. Dette kan være med på å forhindre de alvorligste konsekvensene som følge av utforkjøring ved norske flyplasser. Ulykkesstatistikk (se kapittel 1.18.2) tilsier at “runway overrun” er en ulykkestype som bør vies spesiell oppmerksomhet.
- 2.7.2 DNVs risikoanalyse av hindersituasjonen ved Stord lufthavn
- 2.7.2.1 Krav fra Luftfartstilsynet i sammenheng med fornyet godkjenning i 2006 medførte at flyplassen engasjerte DNV for å foreta en risikoanalyse av hindersituasjonen for å vise at sikkerheten var akseptabel (se kapittel 1.17.3.3). Risikoanalysen ble gjennomført i mars-mai 2006.
- 2.7.2.2 Det er interessant at DNVs risikoanalyse langt på vei faktisk beskrev ulykken som inntraff med OY-CRG med tap av bremsevirkning fra liftspoilerne, samt at rapporten omtalte risikotallene for BAe 146 som noe høye ($2,24 \times 10^{-7}$ etter beregningsmodell for B-737) sammenlignet med ICAOs sikkerhetsmål på 1×10^{-7} . For flytypen ble derfor blant annet forlengelse av sikkerhetsområde i rullebaneenden, fra 130 m til 180 m, identifisert som et relevant tiltak.
- 2.7.2.3 I ettertid er havarikommisjonen skeptisk til at risikoanalysen for Stord lufthavn samlet sett kom ut med en akseptabel risiko. Samtidig kan man si at en risikoanalyse kun inngår som en del av et beslutningsgrunnlag og at en risikoanalyse aldri kan være “sannheten”. Imidlertid, når risikotallene summeres slik det er gjort i denne rapporten, kan de

enkeltvise risikobetraktningene forsvinne i helheten. I dette tilfellet forsvant det største risikobidraget som var tilknyttet flytypen BAe 146 på Sørstokken.

- 2.7.2.4 I følge risikoanalyserapporten fra DNV ble Atlantic Airways forelagt resultatene av risikoanalysen, men selskapet hadde ingen kommentarer til denne. Havarikommisjonen mener det er uheldig at de aktuelle flyselskapene, Atlantic Airways og Coast Air, ikke deltok i arbeidsmøter/workshops i forbindelse med den gjennomførte risikoanalysen. Det er ikke tilstrekkelig at selskapene kun får slike rapporter til gjennomsyn med de oppgitte risikotall. Havarikommisjonen tror at de færreste selskaper har kunnskap/kapasitet til å forholde seg til risikotall av denne typen og hva de betyr i praksis. Kvantitative analyser med svært lave risikotall (av typen 10^{-7}) blir meget abstrakt. Deltakelse i arbeidsmøter/workshops anser havarikommisjonen som nødvendig for å sikre tilstrekkelig forståelse og omforening når det gjelder resultatene fra et slikt arbeid. I tillegg kan en kvalitativ fremstilling i mange tilfeller være lettere å forholde seg til, og de største risikobidragene vil heller ikke like lett forsvinne i totalbildet.

2.8 Flytypen BAe 146

- 2.8.1 Flytypen BAe 146 skiller seg fra mange av dagens passasjerfly ved at den ikke har noen form for reversering av motorkraften som kan hjelpe til og gi en ekstra stoppkapasitet under oppbremsing etter landing. Flyet er følgelig svært avhengig av gode hjulbremses i tillegg til at det er utstyrt med en luftbrems som gir god effekt ved høy hastighet. Flytypen har en vinge som produserer relativt mye løft etter at flyet har fått samtlige hjul ned på rullebanen. For å ødelegge denne løftekraften, og derved få god vekt på hjulene, er vingene utstyrt med liftspoilere. At god effekt av hjulbremsene avhenger av at liftspoilerne fungerer, er en kompliserende faktor.
- 2.8.2 Forhold nevnt i avsnittet ovenfor skulle tilsi at flytypen har mindre stoppkapasitet på rullebanene enn andre flytyper. Statistikk (se kapittel 1.18.1.5) viser imidlertid at flytypen ikke er mer utsatt for overkjøring av rullebaneender (overrun) enn andre sammenlignbare fly. En slik statistikk gir bare det overordnede bildet og sier lite om operasjonsforholdene som flytypen opererer under. En flytype som i vesentlig grad opererer fra lange rullebaner i eksempelvis Europa eller USA vil i utgangspunktet få bedre statistikk på landingsulykker enn en flytype som flyr på rullebaner med marginal lengde. Statistikken sier derfor at BAe 146 har god sikkerhet i de operasjonene som flytypen tradisjonelt har vært benyttet i.
- 2.8.3 DNV har ikke erfaringsdata fra flytypen når de vurderer risikoen for utforkjøring i rullebaneenden. Det var derfor benyttet tall basert på en kombinasjon av erfaring fra Boeing B-737 og DHC-8. Videre er vurderingen fra DNV basert på en generell erfaring om at jetfly har en tendens til å gå ut av rullebaner i baneender til forskjell fra fly med turbopropmotorer som har en tendens til å kjøre ut på siden av rullebaner. Rapporten til DNV har identifisert BAe 146 som den flytypen med størst sikkerhetsrisiko på Stord lufthavn Sørstokken. Det betyr at flytypen har størst risiko blant de flytypene som regelmessig benyttet lufthavnen. Rapporten sier lite om flytypens generelle risiko for utforkjøring.
- 2.8.4 Generelt kan det sies at høy landingsvekt og høy landingshastighet er faktorer som gir utfordringer på korte rullebaner. I de tilfeller hvor landingsvekten må begrenses av tilgjengelig rullebanelengde (LDA), ivaretas sikkerhetsmarginene av generelle krav om at et fly skal kunne stoppe på 60 % av tilgjengelig rullebanelengde. BAe 146 er en slik

flytype hvor tilgjengelig rullebanelengde på Sørstokken kan være en begrensende faktor. Ekstra marginer med hensyn til rullebanelengde ut over det påkrevde blir følgelig små. I så henseende kan en si at flytypen BAe 146 er marginal for lufthavnen. Ulykken har vist at disse marginene ikke var tilstrekkelige når flere andre forutsetninger som var lagt til grunn sviktet. Å hevde at flytypen BAe 146 er generelt risikabel med hensyn til å kjøre ut for rullebaneendene blir derimot feil.

2.9 Luftfartstilsynets oppfølging av sikkerheten ved Stord lufthavn, Sørstokken

- 2.9.1 Informasjonen som havarikommisjonen har innhentet fra Luftfartstilsynet viser at Stord lufthavn var gjenstand for omfattende oppfølging året før ulykken skjedde. Dette var i forbindelse med at lufthavnen måtte søke om fornyet godkjenning i 2006. Totalt sett mener havarikommisjonen at dokumentasjonen viser at Luftfartstilsynet hadde nødvendig oversikt og var fullstendig klar over at hindersituasjonen og lufthavnens sikkerhetsområde var å betrakte som et sikkerhetsproblem med behov for spesiell oppfølging fra tilsynets side.
- 2.9.2 Det ble i 2006 gjennomført to inspeksjoner fra Luftfartstilsynet hvor flere avvik og merknader ble påpekt. Lufthavnen ble blant annet pålagt ukentlige møter med ukentlig rapportering til Luftfartstilsynet. I denne sammenheng er det også relevant å bemerke at Luftfartstilsynet ikke tillot Atlantic Airways å benytte en større del av den totale asfalterte rullebanelengden som grunnlag i sine ytelsesberegninger ved landing (LDA) på Stord lufthavn.
- 2.9.3 I godkjenningsbrevet av 20. juni 2006 ga Luftfartstilsynet Stord lufthavn, Sørstokken frist til 1. des. 2006 for å forelegge en plan for utbedring av sikkerhetsområdene basert på de foreslåtte tiltakene i DNVs risikoanalyse. Det ble satt som krav at disse tiltakene skulle gjennomføres innen 1. okt. 2008. Denne fristen oppfatter havarikommisjonen som akseptabel.
- 2.9.4 Havarikommisjonen forstår at de ulike lufthavnene nødvendigvis må få en viss tid på seg for å gjennomføre fysiske og omfattende utbedringer. Samtidig stiller havarikommisjonen spørsmål ved at det ikke var innført kompenserende operative tiltak, spesielt for den aktuelle flytypen BAe 146 på Stord lufthavn, i påvente av de fysiske forbedringene av flyplassen. Slike operative tiltak kunne eksempelvis være særskilte krav til operatører (se kapittel 1.18.5.3), begrensninger i landingsmasse og ekstra opplæring/trening av flygere. Andre kompenserende tiltak på flyplassen burde eller kunne også vært påkrevd, eksempelvis rillet rullebanedekke og strengere krav til friksjonsforhold for å øke mulighetene for å kunne stoppe innenfor det asfalterte området eller strengere krav til brann og redningstjenesten (som nevnt i kapittel 2.3.4).

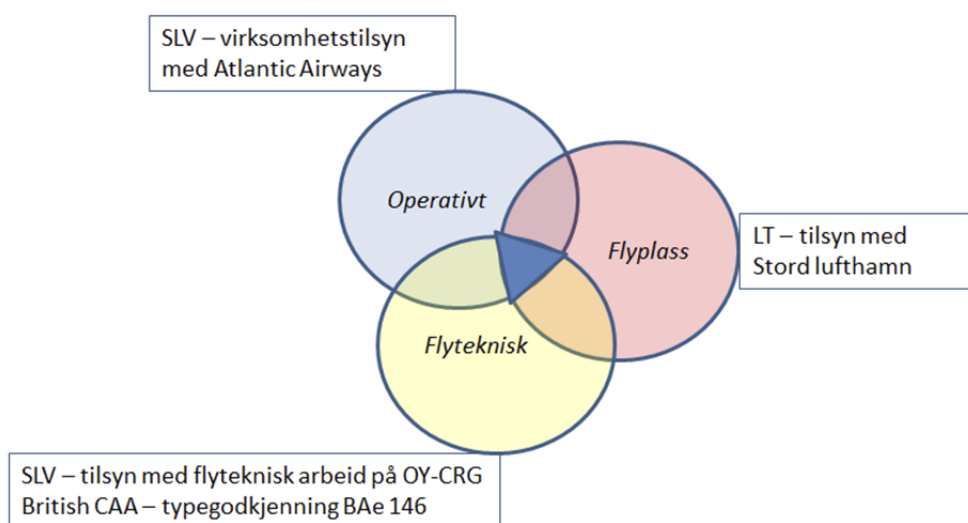
2.10 Atlantic Airways operasjoner i tilknytning til Stord lufthavn, Sørstokken

- 2.10.1 Det er viktig for havarikommisjonen å fremheve at det alltid er operatøren, i dette tilfellet Atlantic Airways, som skal ha den fullstendige oversikt når det gjelder risikoforholdene tilknyttet sine operasjoner. Dette gjelder kombinasjonen av en bestemt flytype og flygebesetning til en gitt flyplass. Atlantic Airways fløy fast charter til og fra Sørstokken med personell for Aker Kværner. Atlantic Airways deltakelse i Flysikringskomiteen for Stord og de initiativ som selskapet kom med, eksempelvis økonomisk støtte til nye PAPI lys, friksjonsverdi på minimum $\mu=0,40$, rilling av rullebanen, oppfattes som positive i denne forbindelse.

- 2.10.2 Imidlertid mener havarikommisjonen at flyselskapet i større grad kunne tatt inn over seg opplysningene fra DNV-rapporten om at risikotallene for flytypen var noe høye som følge av avhengigheten av liftspoilersystemet. Opplysningene burde vært gjort kjent for flygerne gjennom spesifikk opplæring/trening i hvordan de skal planlegge landingen med hensyn på vind og baneforhold, samt hvordan de skal forholde seg i en situasjon på Stord lufthavn med tap av liftspoilere og redusert bremseeffekt. Havarikommisjonen har ikke mottatt opplysninger som tilsier at flygerne i Atlantic Airways var spesielt oppmerksom på dette forholdet. Økt kunnskap/forståelse ville trolig gitt besetningen bedre beslutningsgrunnlag.
- 2.10.3 Informasjonen som havarikommisjonen har mottatt fra SLV (nå Trafikstyrelsen) i Danmark viser at SLV i en periode hadde intensivert sin tilsynsinnsats ovenfor Atlantic Airways. SLV hadde påpekt forhold i flyoperativ ledelse og kvalitetssystem hos Atlantic Airways, men disse forhold var rettet opp av selskapet på ulykkestidspunktet.
- 2.10.4 Til en viss grad hadde også Luftfartstilsynet innflytelse på Atlantic Airways flyoperasjoner på Stord lufthavn. Dels gjennom kravet om risikoanalyse som involverte de flytypene som opererte på lufthavnen, og dels gjennom at Atlantic Airways var pålagt å søke Luftfartstilsynet da selskapet ønsket godkjenning for å benytte en større del av rullebanelengden. Havarikommisjonen mener at Atlantic Airways lite underbygde søknad viser at selskapet ikke hadde foretatt en dokumentert risikovurdering av sine operasjoner til og fra Stord lufthavn. SLV og Luftfartstilsynet hadde så vidt havarikommisjonen kjenner til ikke utvekslet sikkerhetsrelatert informasjon om lufthavnen eller flyselskapet.

2.11 Overordnede risikobetraktninger

- 2.11.1 Figur 38 viser de ulike risikobidragene relatert til Stord ulykken og tilsynsmyndighetenes ansvarsområder. I utgangspunktet var rollefordelingen mellom de to tilsynene, Luftfartstilsynet (LT) og SLV, avklart på den måten at LT primært hadde tilsynsansvaret for lufthavnen, mens SLV hadde tilsynsansvaret for flyselskapet. SLV hadde også tilsyn med flyteknisk arbeid på OY-CRG da denne var operert av Atlantic Airways, mens British CAA hadde typegodkjent flytypen BAe 146.



Figur 38: Risikobidrag innen luftfart og tilsynsmyndighetenes tilhørende ansvarsområder.

- 2.11.2 Separat og uavhengig av hverandre var hvert enkelt risikobidrag - selskapets operative virksomhet, flytekniske forhold og flyplassen – akseptert og godkjent av de respektive myndighetene. Atlantic Airways hadde mange års erfaring med krevende operasjoner fra deres hovedbase på Vagar Færøyene og hadde ingen særskilte restriksjoner for Sørstokken. Avvikene fra BSL E 3-2 for Stord lufthavn ble isolert sett vurdert slik at de ikke krevde strengere tiltak. Havarikommisjonen mener likevel at den akkumulerte effekten av de tre risikobidragene kan ha vært uakseptabel. Imidlertid var det ingen i systemet som hadde identifisert dette, og således oppstod det en gråsoner i skjæringspunktet mellom de ulike risikobidragene i figuren (markert med blå trekant). DNVs risikoanalyserapport ga en indikasjon på dette, men rapporten ble etter havarikommisjonens oppfatning ikke tatt tilstrekkelig på alvor. De umiddelbare tiltakene som selskapet iverksatte kort tid etter ulykken var noe som kunne vært iverksatt som følge av DNV-rapporten.
- 2.11.3 Tekniske og operative feil og mangler vil alltid forekomme, derfor må sikkerhetsmarginer etableres for å forhindre at slike feil skal få alvorlige konsekvenser. Avvikene relatert til flyplassens sikkerhetsområde og sideterreng var kjent for myndighetene før ulykken inntraff. Disse avvikene bidro i vesentlig grad til ulykkens alvorlighetsgrad. At Luftfartstilsynet valgte å gjennomføre tett oppfølging av lufthavnen i året før ulykken skjedde, er en indikasjon på at saken ble prioritert. Dette påvirket imidlertid ikke selskapene som regelmessig opererte på lufthavnen, og manglene ble heller ikke kompensert for på annen måte. I tråd med prinsippet om et risikobasert tilsyn mener havarikommisjonen at Luftfartstilsynets fokus burde ført til tiltak som reduserte de negative risikobidragene i perioden fram til lengdekrav til sikkerhetsområde ble ivaretatt. Havarikommisjonen fremmer derfor en sikkerhetstilråding på dette området. Samtidig vil havarikommisjonen igjen påpeke operatørens overordnede sikkerhetsansvar i tilknytning til sine operasjoner.

3. KONKLUSJON

Havarikommisjonen ser ved denne ulykken en akkumulert effekt fra tre faktorer – flydesign, lufthavnen og operative faktorer – som totalt sett kan ha vært uakseptabel på ulykkestidspunktet.

3.1 Ulykken

- a) Innflygingen og landingen var normal innenfor de variasjoner som kan forventes.
- b) Ingen av flyets seks liftspoilere kom ut da fartøysjefen opererte spoilerhåndtaket.
- c) Havarikommisjonen har funnet to mulige forklaringer på hvorfor liftspoilerne ikke kom ut: 1. Mekanisk feil i mekanismen til spoilerhåndtaket. 2. Feil ved to av fire mikrobrytere tilknyttet “throttlene” (gasshåndtak). Feil i en bryter kan ha vært skjult helt til en ny bryter sviktet.
- d) Besetningen fikk varsel om at spoilerne ikke var ute.
- e) Fartøysjefen merket at flyet ikke bremsset som forventet. Han koblet ikke dette sammen med feil ved spoilerne og antok at problemet skyldtes feil ved bremsene. Han koblet derfor inn nødbremsene.

- f) Nødbremsene har ikke beskyttelse mot blokkering, og hjulene låste seg slik at det i kombinasjon med fuktig rullebane oppsto “reverted rubber hydroplaning”. Dermed ble friksjonen mot rullebanen sterkt redusert.
- g) Rullebanen var ikke rillet. Havarikommisjonen mener at “reverted rubber hydroplaning” ikke vil oppstå eller bli betydelig redusert på rillede rullebaner.
- h) Flyet hadde en hastighet på anslagsvis 15 – 20 kt da det forlot rullebanen og skled ned skråningen.
- i) Havarikommisjonen mener at svikten i utfellingen av spoilerne isolert sett ikke hadde medført at flyet gikk ut for enden av rullebanen. Flyet kunne ha stoppet innenfor tilgjengelig banelengde med god margin hvis optimal bremsing hadde blitt benyttet.
- j) Det ujevne terrenget og bråstoppen i bunnen av skråningen påførte flyet betydelige skader.

3.2 Brannen

- a) Flyet ble påført betydelig skade i forbindelse med utforkjøringen, det oppsto drivstofflekkasje og umiddelbart antennelse, mest sannsynlig som følge av elektrisk kortslutning.
- b) Brannen utviklet seg kraftig fordi den ble tilført store mengder drivstoff fra flyets tanker i vingene.
- c) Indre venstre motor fortsatte å gå med høyt turtall i over fem minutter etter at flyet havarerte. Dette satte omliggende luft i bevegelse slik at brannen fikk god tilførsel av oksygen.

3.3 Overlevelsesaspekter

- a) Havarikommisjonen mener at alle i utgangspunktet hadde forutsetninger for å kunne overleve ulykken som følge av utforkjøringen.
- b) Etter svært kort tid kom det flammer inn i kabinen.
- c) Den hurtige spredningen og intensiteten i brannen ga svært små tidsmarginer under evakueringen.
- d) De overlevende evakuerte via venstre cockpitvindu og bakre venstre dør. De øvrige dørene lot seg ikke åpne eller kunne ikke benyttes som følge av brannen.
- e) Den forsterkede cockpitdøren forhindret evakuering via cockpit. To personer ble funnet omkommet i kabinen bak denne døren.
- f) Brann- og redningstjenesten kom hurtig fram til enden av rullebanen.
- g) Det ulendte terrenget medførte at brannbilene ikke kom nær nok brannen.
- h) Jetmotoren blåste mot brannbilene og genererte en motvind.

- i) Selv om brann- og redningstjenesten gjorde alt de kunne for å begrense ulykken, ble resultatet at innsatsen hadde liten effekt i den mest kritiske perioden da evakueringen pågikk.
- j) Adkomst for brann- og redningstjenesten er etter havarikommisjonens mening forhold som bør vies større oppmerksomhet i forbindelse med framtidige vurderinger av sikkerhetsområder og hinderfrihet i umiddelbar nærhet av norske lufthavner.

3.4 Luftfartøyet

- a) Luftfartøyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig luftdyktighetsbevis.
- b) Undersøkelsen har ikke frambragt informasjon om at luftfartøyet forut for ulykken hadde tekniske feil eller mangler som kan ha hatt innvirkning på hendelsesforløpet.
- c) For at hjulbremsene på flyet skal fungere godt ved stor hastighet, må liftspoilerne felles ut.
- d) Internasjonal statistikk viser at flytypen BAe 146 ikke er mer utsatt for å kjøre ut for rullebaneenden enn andre flytyper. Imidlertid har flytypen ingen mulighet for å øke sikkerhetsmarginene ved hjelp av reversering av motorkraft.

3.5 Operative forhold

- a) Besetningen hadde gyldige sertifikater og rettigheter til å tjenestegjøre om bord.
- b) Besetningen hadde gjennomført selskapets myndighetsgodkjent og omfattende treningsprogram.
- c) Fartøysjefen hadde gjennomført treningsprogrammet med normal progresjon og bestått selskaps- og myndighetspålagte prøver.
- d) Fartøysjefen var erfaren på flytypen og godt kjent på lufthavnen, men han var relativt ny som kaptein i selskapet.
- e) Flygebesetningen fikk ikke oppgitt at rullebanen var fuktig. Dette følger av BSL E 4-2 som tilsier at fuktighet på rullebanen normalt ikke oppgis til flygebesetninger.
- f) Beslutningene foretatt av flygebesetningen i forkant av den aktuelle landingen og videre reaksjonsmønster ved bortfall av spoilerne kan ikke relateres til trøtthet og/eller manglende årvåkenhet.
- g) Verken fabrikant eller flyselskapet hadde utarbeidet konkrete prosedyrer for hvordan besetningen skulle forholde seg i en situasjon hvor liftspoilerne ikke kom ut. Flygerne hadde ikke trent på en slik situasjon i simulator.
- h) Havarikommisjonen mener at en relevant simulatortrening, prosedyrer og bedre systemforståelse relatert til manglende funksjon av liftspoilerne og effekten dette har på stoppdistansen til flyet, kunne ha forhindret utforkjøringen.

3.6 Lufthavnen

- a) På ulykkestidspunktet var ikke utformingen av sikkerhetsområdene på lufthavnen i samsvar med nye gjeldende krav i BSL E 3-2.
- b) Havarikommisjonen mener det er en mulighet for at flyet kunne ha stoppet innenfor sikkerhetsområdet hvis det hadde vært forlenget 50 m i henhold til de nye kravene i BSL E 3-2.
- c) Omkringliggende terreng var betydelig brattere enn foreskrevet, noe som var kunngjort i AIP Norge for Sørstokken.
- d) Avvikene relatert til flyplassens sikkerhetsområde og sideterreng bidro i vesentlig grad til ulykkens alvorlighetsgrad
- e) I forbindelse med fornyet godkjenning av Stord Lufthavn Sørstokken i 2006 foretok DNV en risikoanalyse av hindersituasjonen ved lufthavnen. Av flytypene som regelmessig benyttet lufthavnen, ble BAe 146 vurdert å ha høyest sannsynlig ulykkesfrekvens. Forlengelse av sikkerhetsområdet i baneenden ble identifisert som et relevant risikoreducerende tiltak.
- f) Luftfartstilsynet fornyet lufthavnens tekniske og operative godkjenning fra juni 2006 med krav om utbedring av sikkerhetsområdet innen oktober 2008.

3.7 Organisatoriske forhold

- a) Det kan synes som at verken Stord lufthavn, Atlantic Airways eller Luftfartstilsynet reagerte spesielt på resultatene av DNVs risikoanalyse som viste forhøyet risiko tilknyttet operasjoner med flytypen BAe 146.
- b) Luftfartstilsynet krevde ikke kompenserende tiltak for konstaterte avvik knyttet til sikkerhetsområder og sideterreng i påvente av fremtidige utbedringer av flyplassen.
- c) SLV og Luftfartstilsynet hadde så vidt havarikommisjonen kjenner til ikke utvekslet sikkerhetsrelatert informasjon om lufthavnen eller flyselskapet.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger⁵⁰

Sikkerhetstilråding SL nr. 2012/02T

Avvik fra BSL E 3-2 relatert til flyplassens sikkerhetsområde og sideterreng bidro i vesentlig grad til ulykkens alvorlighetsgrad og vanskeliggjorde brann- og redningsarbeidet. Luftfartstilsynet fornyet lufthavnens tekniske og operative godkjenning fra juni 2006 med krav om utbedring av sikkerhetsområdet innen oktober 2008. Det ble ikke krevd kompenserende tiltak i dispensasjonsperioden frem til utbedring.

⁵⁰ 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.

Havarikommisjonen tilrår at Luftfartstilsynet, i sitt system for teknisk og operativ godkjenning av flyplasser, reviderer sin praksis for behandling av avvik med tanke på krav til risikokompensasjon.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2012/03T

Flygerne fikk indikasjon på at spoilerne hadde feilet, og trodde i tillegg at hjulbremsesystemet sviktet. Det ble derfor skiftet til nødbremser, hvilket ikke har beskyttelse mot låsing av hjulene. Havarikommisjonen mener generelt at en bedre forståelse av systemenes innvirkning på hverandre relatert til manglende funksjon av liftspoilere og effekten dette har på stoppdistansen til flyet, kan bidra til å forhindre utforkjøringer.

Havarikommisjonen tilrår at EASA i samarbeid med BAE Systems bevisstgjør operatører av BAe 146 om problemstillingen knyttet til manglende funksjon av liftspoilere. Dette bør inkluderes i både teoretisk og praktisk opplæring.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 18. april 2012

FORKORTELSER

AC	Alternating current
AFIS	Aerodrome flight information service
AFM	Aircraft flight manual
AIC	Aeronautical information circular
AIP	Aeronautical information publication
AMK	Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral
AMM	Aircraft maintenance manual
APP	Approach control
ASDA	Accelerated-stop distance available
ATPL (A)	Airline transport pilot license (aeroplane)
BSL E	Bestemmelser for sivil luftfart om luftfartsanlegg og bakketjeneste
CAA	Civil aviation authority
CPL (A)	Commercial pilot license (aeroplane)
CVR	Cockpit voice recorder
CWY	Clearway
DC	Direct current
DME	Distance Measuring Equipment
DNV	Det norske Veritas
DVOR / VOR	Doppler VOR / VHF Omnidirectional Radio Range
EDP	Engine Driven Pump
EMAS	Engineered Materials Arresting Systems
EMERG	Emergency
ESS	Essential
FDR	Flight data recorder
FEW	Few
FLI	ICAO kode for Atlantic Airways

HCL	Havarikommissionen for civil luftfart (Danmark)
hPa	Hectopascal
IAS	Indicated air speed
ICAO	International civil aviation organisation
IR (A)	Instrument rating (aeroplane)
JAR	Joint aviation requirements
JAR-OPS 1	Joint aviation requirements – operations – fixed wing
JAR-145	Joint aviation requirements – maintenance
Kt	Knots
LDA	Landing distance available
Lb	Pound
NLR	National Aerospace Laboratory (Nederland)
NORCAS	Norwegian civil aviation authority system
MAN	Manual
ME	Multi engine
MEP	Multi engine piston
METAR	Aerodrome routine metrological report
MSL	Mean sea level
MSSR	Monopuls secondary surveillance radar
MTD	Macro texture
N1	Benevnelse for omdreininger i motorens 1. kompressortrinn
NM	Nautiske mil
QNH	Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on ground
PAPI	Precision approach path indicator
RESA	Runway end safety area
RWY	Runway
SARPS	Standards and recommended practices (ICAO)

SEP	Single engine piston
SOP	Standard operating procedures
SW	South-west
TAF	Terminal aerodrome forecast
TCU	Towering cumulus
THR	Threshold
TMA	Terminal area
TMG	Touring motor glider
TODA	Take-off distance available
TORA	Take-off run available
TWR	Tower
UTC	Universal time coordinated
VCS	Voice communication system
VRB	Variable
WO	Work order

VEDLEGG

Vedlegg A: Audio analysis report

Vedlegg B: Tidslinje Stord lufthamn, Sørstokken

Vedlegg C: Fault Tree Analysis Report

Vedlegg D: Beskrivelse MTO-analyse

Vedlegg E: Forenklet MTO-diagram

Vedlegg F: Oppsummering av iverksatte tiltak

Vedlegg G: Redegjørelse fra BAE Systems vedrørende AFM status

ANNEX A

Päivikki Eskelinen-Rönkä 10.12.2007
PhD researcher, AIBF
Speech and audio analysis
E-mail: paivikki.eskelinen-ronka@pp.inet.fi
Mobile: +358 40 526 1730

Audio analysis report after accident with Atlantic Airways FLI670, BAe146-200, OY-CRG at Stord airport (ENSO) 10. October 2006

1. BACKGROUND

The audio analysis concentrated on sounds and events during final approach, landing and skidding off the runway. The main focus was set to the following issues:

- Appearance of unusual sounds during the final approach,
- Order of landing gears at touchdown (TD),
- Time of spoiler selection after the TD,
- Time of brake system selection after the TD,
- Time of a single chime after the brake selection, and
- Duration from the TD to the moment the aircraft skids off the runway?

There are also other relevant issues that were discussed. These issues are:

- Starting times of the engines
- Landing gear warning / Configuration warning during take-off

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Audio material

The sound material was provided by AIBN. It consisted of digital sound files including block-by-block raw data (block duration $\approx 5,95$ sec), combined data and filtered data. The combined data was used for the audio analysis purposes.

The technical quality of the recordings was according to specifications. The European Organisation for Civil Aviation Equipment (EUROCAE) has defined the minimum operational performance specification for crash protected airborne recorder system (ED-112). Chapter 1-3 (pp. 86) contains the minimum performance specification under standard test conditions. In chapter 1-3.2.3 (pp. 87), the audio frequency response of area and non-area microphone channels is defined as follow:

- Non-area microphone channels: *“In respect of the non-area microphone channels, the above requirement shall be met for a signal frequency range of at least 150 Hz to 3,5 kHz.”*
- Area microphone channel: *“In respect of the area microphone channel, the above requirement shall be met for a signal frequency range of at least 150 Hz to 6 kHz.”*

ANNEX A

According to the technical data presented in Table 1, the frequency responses meet the criteria stated by EUROCAE.

Channel	Duration	Sample Fr	Fr Response
Area	1829.40 sec	44 100 Hz	≈6 800 Hz
Co-Pilot	1829.40 sec	44 100 Hz	≈4 600 Hz
Captain	1839.27 sec	44 100 Hz	≈4 600 Hz
Spare	1839.27 sec	44 100 Hz	≈4 600 Hz

Table 1 The technical information on CVR data

As can be seen in Table 1, the Area and Co-pilot channel recordings were ≈ 10 seconds shorter than Captain and Spare channels' recordings. Reason for this is unknown.

2.2. Transcription

The transcription was provided by the AIBN. No changes were made to the content or wording of the transcription.

2.3. Methodology

Several analysis programs including speech enhancing and noise cancellation programs were used. In order to define the exact times, oscillograms and spectrograms were used. In frequency analysis FFT-spectra (*Fast Fourier Transform*) LTAS-spectra (*Long term Average Spectrum*) were used.

3. ANALYSIS RESULTS

3.1. The appearance of unusual sounds during the final approach

The CVR-audio was analyzed in order to find out the appearance of unusual sounds in the cockpit sound environment during the final approach. For comparison purposes, samples of normal cockpit sounds from BAe 146 and Avro RJ85 were collected. In addition to collected samples, AIBS provided a CVR-recording from a BAe 146-200 runway incident for analysis purposes (G-FLTA, Rapport RL 2003:08).

In general, the BAe 146 aircraft type was found to be noisier than Avro RJ85. This may be because of differences in gyro- or inverter systems etc. In Figure 1 there are oscillograms and spectrograms of two BAe 146 and one Avro RJ85. Figure 2 presents the differences in FFT-spectra.

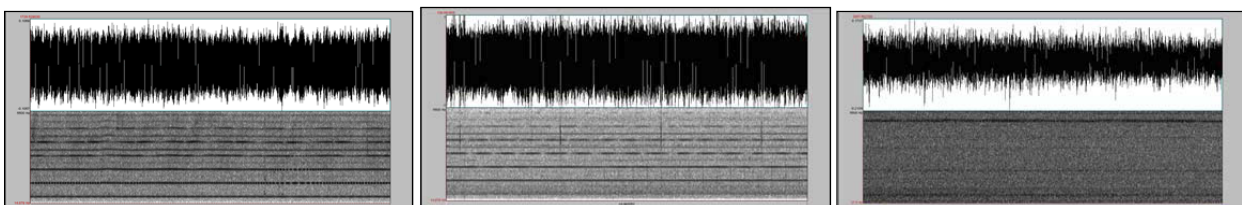


Figure 1 From left to right: 2 x BAe 146 and Avro RJ85

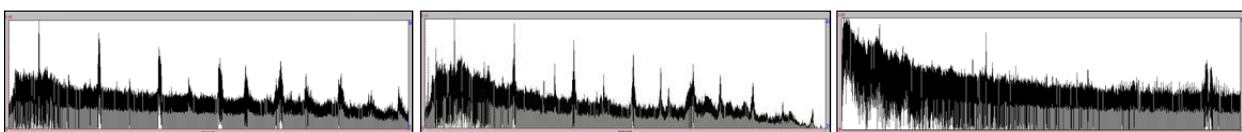


Figure 2 From left to right: 2 x BAe 146 and Avro RJ85

ANNEX A

When the sound sample of OY-CRG was compared to the reference samples at the same flight phase, no unusual sounds were found. There were some fluctuations of the most prominent frequencies, but the reason for this phenomenon was unknown. There is also a chime in between a call-out “*bug speed*” and system generated “*Minimums, Minimums*”. The source and meaning for this chime is unknown.

3.2. The order of landing gears at touchdown (TD)

The sounds of OY-CRG landing gears were compared to one BAe 146 landing and four landings performed by two different Avro RJ85. The landing sounds of OY-CRG (Figure 3) had similar features as the sounds of Avro RJ85 (best match) performing a hard landing (Figure 4). In general, the touchdown of a nose landing gear is the most prominent sound. This sound masks the other sounds coming from the main landing gear when touching down at the same time or right after the nose landing gear.

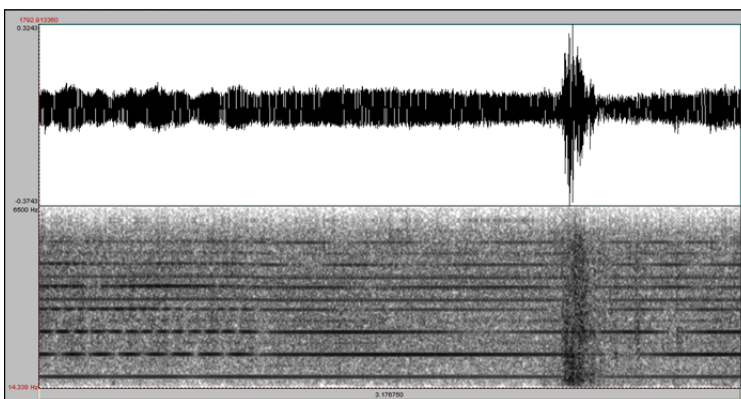


Figure 3 The landing of OY-CRG

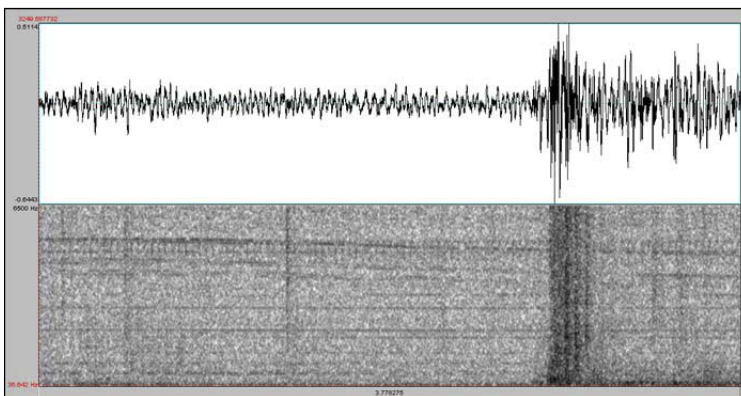


Figure 4 The landing of Avro RJ85

3.3. Issues concerning times and durations of separate events

The times and durations of following events were analyzed from the CVR material. The number correspondent to each event presented in Table 2 is marked into oscillogram and spectrogram in Figure 5. Detailed description of analysis, references and comparisons are presented further.

ANNEX A

Event	Duration sec	Event No
Touchdown → Spoiler selection	1,54 sec	1 → 2
Touchdown → Brake system selection	6,6 sec	1 → 3
Brake selection → Chime	1,34 sec	3 → 4
Spoiler selection → Chime	6,4 sec	2 → 4
Brake system selection → Start of squawking	6,2 sec	3 → 5
Brake system selection → Skidding off the runway	16,2 sec	3 → 6
Touchdown → Skidding off the runway (total)	22,8 sec	1 → 6

Table 2 Times and durations of events during touchdown and skidding off the runway

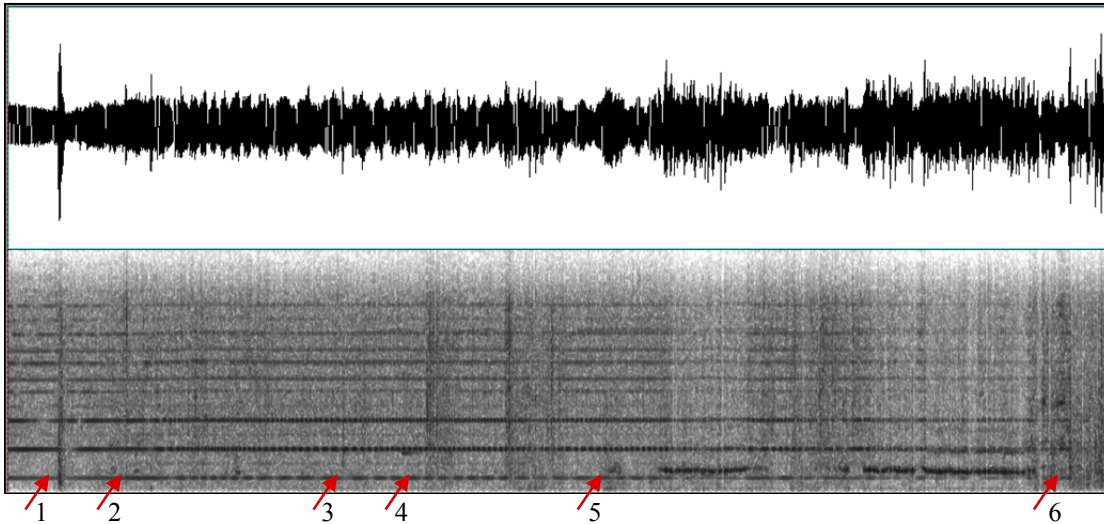


Figure 5 See table 2 for explanations

An attempt was made to correlate the squawking sounds to the variations of the runway surfaces. No clear correlation was found.

The spoiler selection after the TD

A comparison was made to specify the time from nose landing gear touchdown to the spoiler selection. As can be seen from the Table 3, there was no delay in spoiler selection after touchdown.

Aircraft	Dur, s
OY-CRG	1,54
BAe 146	1,86
Avro RJ85 A	1,01
Avro RJ85 B	1,10
Avro RJ85 C	1,64

Table 3 The durations from TD to spoiler selection

The brake system selection after the TD

The brake system was selected 6,6 seconds after the touchdown. The sound of the selection is audible and visible in the oscillograms and spectrograms in all three occupied channels (Figures 6a, b and c). However the sound of selection is accompanied with a snap in captain’s and co-pilot’s channels. This snap is not present in Area channel recording. It is probable that the snap on Captain’s and First Officer’s recordings is electrically induced.

ANNEX A

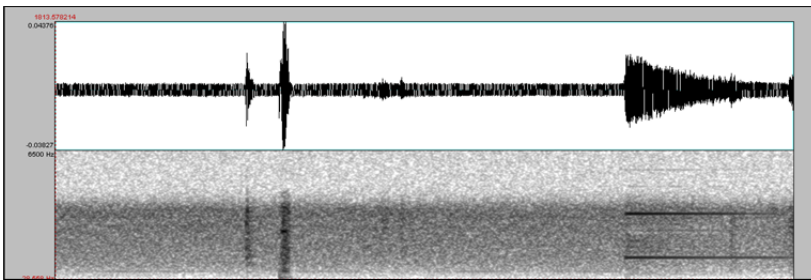


Figure 6a Brake system selection accompanied with a snap in Captain’s channel recording

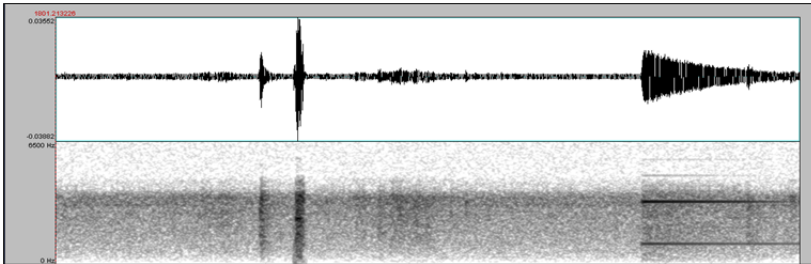


Figure 6b Brake system selection accompanied with a snap in Co-pilot’s channel recording

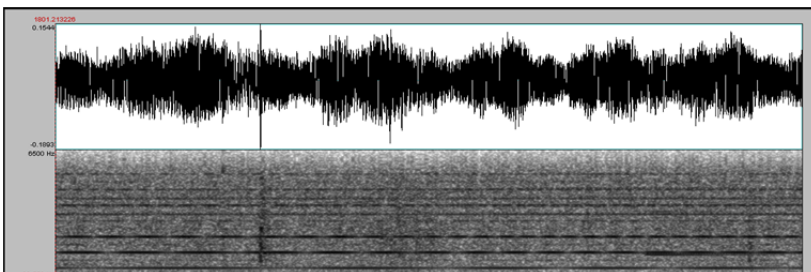


Figure 6c Brake system selection in Area channel recording

The single chime after the brake system selection

A comparison was made to identify and specify the time from the selection of brake system to the appearance of a single chime. In the Figure 7 the sound of selection and chime of OY-CRG (left) and brake system selection and chime of Avro RJ85 (right) are marked with red arrows. According the times presented in Table 4, the selector sound found in the OY-CRG Area channel recording can be identified as a sound of brake system selection. The chime after brake system selection is followed by a chime to warn about the consequences of this selection to the anti-skid system.

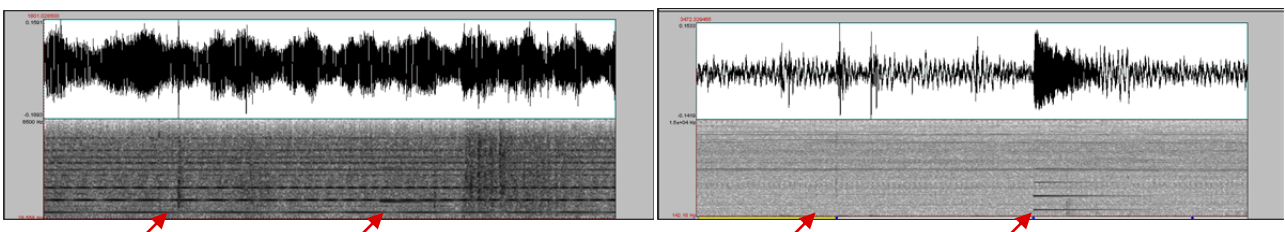


Figure 7 Brake system selection and chime of OY-CRG (left) and Avro RJ85 (right)

Aircraft	Dur, s
OY-CRG	1,34
Avro RJ85	1,36

Table 4 Duration from the brake system selection to the chime

ANNEX A

4. OTHER ISSUES**4.1. Landing gear / configuration warning**

A landing gear / configuration warning was heard during the take-off of OY-CRG. A comparison was made to find out if there was a real problem with retracting the landing gears. As can be seen in table 5, the retracting time was normal. The reason for this warning is unknown.

Aircraft	Dur, s
OY-CRG	9,79
Avro RJ85 A	9,63
Avro RJ85 B	9,73
Avro RJ85 C	9,73

Table 5 Retracting times from selector to nose wheel up, locked and doors closed

4.2. Starting of engines

Table 6 presents the approximate engine starting times of OY-CRG and two different Avro RJ85 (each with two separate start ups).

Engine number	Avro RJ85				BAe 146
	A	B	C	D	OY-CRG
No 4	22 s	21 s	19 s	20 s	21 s
No 3	17 s	18 s	20 s	20 s	18 s
No 2	18 s	19 s	20 s	20 s	16 s
No 1	23 s	22 s	21 s	20 s	25 s

Table 6 Starting times of engines

VEDLEGG B

VEDLEGG B: Tidslinje Stord lufthamn, Sørstokken

Tidslinje for godkjenninger, konsesjoner og inspeksjoner for Stord lufthamn, Sørstokken forut for luftfartsulykken med BAe146-200 operert av Atlantic Airways 10. oktober 2006.

Dato	Kommentar
26. juni 2001	Sunnhordland Lufthavn AS fikk fornyet godkjenning for Stord lufthamn med referansekode 2B med gyldighet til 30. juni 2011.
23. september 2003	Luftfartstilsynet utvidet godkjenningen til referansekode 2C med gyldighet til 1. juli 2006.
20.-21. oktober 2004	Luftfartstilsynet gjennomførte inspeksjon med Lufttrafikkjenesten ved Stord lufthamn. Totalt 12 avvik og to merknader.
19. desember 2005	Luftfartstilsynet tilskrev Sunnhordland Lufthavn AS og opplyste om hva som skulle til for å få fornyet godkjenning, herunder krav til risikoanalyse.
31. januar 2006	Sunnhordland Lufthavn AS søkte om fornyet godkjenning for Stord lufthamn. Opplyste om at risikoanalysen fra DNV ikke var klar.
15. februar 2006	Luftfartstilsynet var ikke tilfreds med omfanget av mottatt søknad, og Sunnhordland Lufthavn AS ble bedt om å fremsende komplett søknad innen 1. mars 2006.
22. februar 2006	Søknad om fornyet godkjenning fra Sunnhordland Lufthavn AS.
Mars – mai 2006	Prosjektperiode for DNVs risikoanalyse.
14.-15. mars 2006	Luftfartstilsynet gjennomførte inspeksjon av Stord lufthamn utforming og bakketjeneste. Totalt 9 avvik og 15 merknader. Medførte øyeblikkelige pålegg i brev av 17. mars 2006.
14.-15. mars 2006	Luftfartstilsynet gjennomførte inspeksjon av flynavigasjonstjenesten Stord lufthamn. Totalt to avvik og to merknader.
31. mars 2006	Luftfartstilsynet oversendte utkast 1 til godkjenningvilkår for Stord lufthamn med svarfrist 20. mai 2006.
20. mai 2006	Sunnhordland Lufthavn AS ba om utsatt frist på tilbakemelding på utkast 1 til godkjenningvilkår.
1. juni 2006	Luftfartstilsynet innvilget frist til 9. juni 2006.
9. juni 2006	Sunnhordland Lufthavn AS oversender kommentarer til utkast 1 til godkjenningvilkår. Vedlagt DNVs risikoanalyse. Ett av de risikoreduserende tiltakene som DNV-rapporten anbefalte var å øke sikkerhetsområdet etter baneende fra 130 til 180 m.
20. juni 2006	Luftfartstilsynet ga fornyet teknisk/operativ godkjenning for drift av Stord lufthamn fram til 1. juli 2011. Forholdet knyttet til utforming av sikkerhetsområde etter baneende var tatt inn som et avvik. Godkjenningen stilte som vilkår at de risikoreduserende tiltakene i risikoanalysen fra DNV ble inntatt i planen for utbedring av sikkerhetsområdene.
10. oktober 2006	Luftfartsulykke med BAe146-200 operert av Atlantic Airways. Rullebanens sikkerhetsområde var 130 m på ulykkestidspunktet.

VEDLEGG C: FAULT TREE ANALYSIS REPORT

THE INVESTIGATION INTO AIRCRAFT ACCIDENT AT STORD AIRPORT, SØRSTOKKEN, NORWAY, 10. OCTOBER 2006, INVOLVING ATLANTIC AIRWAYS BAE 146-200, OY-CRG

1. BACKGROUND

Statements made by witnesses, as well as wreckage and flight data recorder information indicate that the aircraft lift spoilers did not extend after landing OY-CRG at Stord airport. The Accident Investigation Board Norway (AIBN) has performed a fault tree analysis (FTA) of the lift spoiler system of the BAe 146-200, in order to better understand the possible technical failures that could have caused the spoilers of OY-CRG fail to extend after landing at Stord airport. The FTA is based on the facts collected by the AIBN (witness statements from the pilots, flight data recorder, and wreckage information) of the specific accident. The fault tree maps and illustrates which possible combinations of failures and failure processes that could have inhibited the extension of all six lift spoilers.

2. METHOD

2.1 Participants

A three day workshop was carried out in order to perform the fault tree analysis. The workshop was facilitated by an expert in fault tree analysis technique from Safetec Nordic AS. Other participants were two technical experts from Aviation Engineering, whom have assisted the AIBN in investigating the lift spoiler system of the BAe 146-200. In addition, four inspectors from the AIBN participated in the workshop.

2.2 FTA process

The FTA workshop was carried out through the following four steps:

1. Definition of the problem (top event), identification of system boundary and conditions.
2. Construction of the fault tree. The FTA was carried out using the software program CARA-FaultTree.
3. Qualitative analysis of the fault tree:
 - a. Determination of *minimal cut sets*. A cut set is a set of input events that by occurring (simultaneously), ensures that the top event occurs. A cut set is minimal if it cannot be reduced without losing status as a cut set. Thus, the

ANNEX C

minimal cut sets describe the different combinations of component failures that can cause the top event to occur.

- b. A minimal cut set is identified by *order*: A minimal cut set of *order 1* is a cut set in which only one component failure (one basic event) results in the top event, a minimal cut set of *order 2* is a cut set in which the combination of two component failures (two basic events) result in the top event.
4. Failure assessment: Review of minimal cut sets to determine which of the combinations of failures and failure processes that most likely could have contributed to the lift spoilers fail to extend after landing OY-CRG. The review is based on the facts collected by the AIBN of the specific accident (witness statements from the pilots, flight data recorder and wreckage information).

3. SYSTEM BOUNDARY AND PROBLEM DEFINITION

3.1 Problem definition

The **top-event** of the FTA is defined as:

All lift spoilers fail to extend after landing of the BAe 146-200.

Appendix A shows the system specifications/drawings which constitute the basis and boundary of the FTA.

In order to obtain the top-event both green and yellow lift spoiler systems must fail. Therefore, the top-event is further developed into two main branches which in turn are broken down into their respective individual component failures:

1. *Lift spoilers of yellow system fail to extend*
2. *Lift spoilers of green system fail to extend*

3.2 Conditions

The following conditions/assumptions of the FTA were identified:

1. Passive components: Passive components (such as cables and pipes) are not included in the fault tree, unless they are considered especially important or particularly vulnerable. In that case, they are included as undeveloped events (basic events).
2. Hydraulic pressure: Hydraulic pressure was normal for both lift spoiler systems (yellow and green). Many indicators from the accident confirm that the hydraulic pressure was sufficient. Insufficient hydraulic pressure would have affected several components/functions which should have been evident to the flight crew. According to the pilots the hydraulic pressure had normal indications.
3. Thrust lever: The throttle levers were fully pulled back to the correct position. This follows from the information given by the pilots and from logical values given by the flight data recorder.

ANNEX C

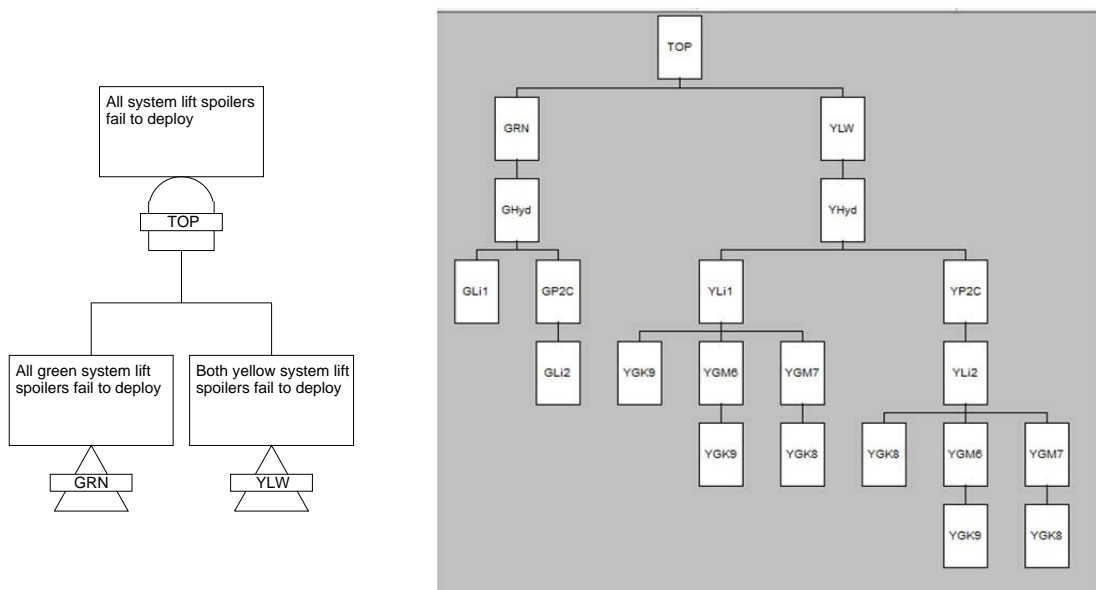
4. Manual spoiler airbrake lever: From the cockpit voice recorder the sound of the handle being pulled back can be recognised. This is confirmed by information given by the pilots. No evidence indicates that the handle was moved forward again at any time. Thus, we presume that the manual spoiler airbrake lever was out.
5. Time delay: It is assumed that all time delay functions were satisfied. The flight was on ground for 22.9 seconds (time from the wheels hit the ground until the plane goes off the edge of the runway overrun).
6. Weight on wheels: At some stage during the landing roll, there was sufficient weight on the wheels for the squat switch sensors to be activated.

4. ANALYSIS

4.1 The fault tree

The fault tree consists of 81 basic events (see Appendix C) linked together. The top-event at system level is the failure of all lift spoilers. The fault tree has two distinct sub-systems: green and yellow. The fault tree indicates that the yellow spoiler system is more complicated than the green spoiler system.

Top and overview of the fault tree:



Print of the total final fault tree from CARA-FaultTree is shown in Appendix B.

4.2 Qualitative analysis of the fault tree

Minimal cut sets of order 1 at system level were identified by the CARA-FaultTree program. Only one minimal cut set of order 1 was found: *Mechanical (linkage) failure of air brake/lift spoiler lever*. Thus, this basic event constitutes a common single failure of both green and yellow systems.

Minimal cut sets of order 2 at system level were then identified. The program found a total of 407 minimal cut sets of order 2. The minimal cut sets of order 2 consist, with one

ANNEX C

exception, of one component failure in green system combined with one component failure in yellow system. This is a result of the design of the lift spoiler system in BAe 146-200 with green and yellow spoilers set up to function independently. Thus, one minimal cut set of order 1 from green system and one minimal cut set of order 1 from yellow system must fail simultaneously to ensure that the top event occurs.

The exception is the thrust lever micro switches which are common to both green and yellow systems, but two of these must fail in order to cause the top event. Thus, the failure of two thrust lever micro switches constitutes six minimal cut sets of order 2 at system level.

In order to further facilitate the analysis, the minimal cut sets of order 1 from yellow and green system were reviewed separately. A minimal cut set of order 1 means that failure of only one component (one basic event) results in the top event. CARA-FaultTree identified 28 minimal cut sets of order 1 in green system and 15 minimal cut sets of order 2 in yellow system.

The basic events included in the minimal cut sets were reviewed in terms of possibility of failure in the specific accident with OY-CRG (*failure assessment*) and sorted in the following categories:

Green - components that certainly have functioned. The AIBN has evidence/facts confirming that they functioned.

Yellow - components that most probably have functioned, but the AIBN does not have certain evidence/facts.

Red - components that possibly have failed (*suspect*). The AIBN has no actual evidence/facts of their functionality.

The table in Appendix D includes the basic events and corresponding failure assessments belonging to minimal cut sets of order 1 in both green and yellow systems, as well as minimal cut sets of order 1 and 2 at system level.

The AIBN considers it most unlikely that two completely different components in yellow and green system failed simultaneously and suddenly during the landing. If the system has the potential of dormant failures, i.e. failures that can be unknown until a second failure appears and then cause failure at system level, the AIBN considers it to be a potential suspect (red category).

5. CONCLUSION

The AIBN has performed a fault tree analysis (FTA) of the lift spoiler system of the BAe 146-200, in order to better understand the possible technical failures that could have caused the spoilers of OY-CRG fail to extend after landing at Stord airport. The FTA is based on the facts collected by the AIBN (witness statements from the pilots, flight data recorder, and wreckage information) of the specific accident.

The analysis points to three possible (most likely) failures/failure combinations (red category) that could have contributed to the spoiler failure:

ANNEX C

- *Mechanical (linkage) failure of air brake/lift spoiler lever* constitutes a common single failure that inhibits both green and yellow lift spoiler systems (failure at system level). BAe Systems have had no reported failures of the selector lever mechanism in several million flying hours.
- *Failure of two thrust lever micro switches*. Failure of 2 of 4 micro switches, common for both green and yellow systems, causes failure at system level. The failure of only one micro switch gives no warning/indication in cockpit. Thus, one can have one micro switch failure without knowing it (dormant failure) until the second micro switch fails and the spoilers fail to extend after landing. The maintenance requirement to check the operation of the thrust lever micro switches is required to be carried out every 625 flight cycles. The last inspection took place 132 flights before the accident occurred.
- *Circuit breaker (CB) in both yellow and green lift spoilers open (MAN LIFT SPLR YEL and MAN LIFT SPLR GRN)*. One can fly with one or both of these CBs pulled without knowing it (dormant failure) until the lift spoilers fail to extend after landing. The AIBN considers this failure combination the least likely of the three in red category.

In addition, there are some failures/failure combinations that the AIBN cannot exclude completely (yellow category) by reviewing the facts/indications collected from the accident. However, the AIBN considers it most unlikely that two completely different components in yellow and green system failed simultaneously and suddenly during the landing.

ANNEX C

APPENDICES

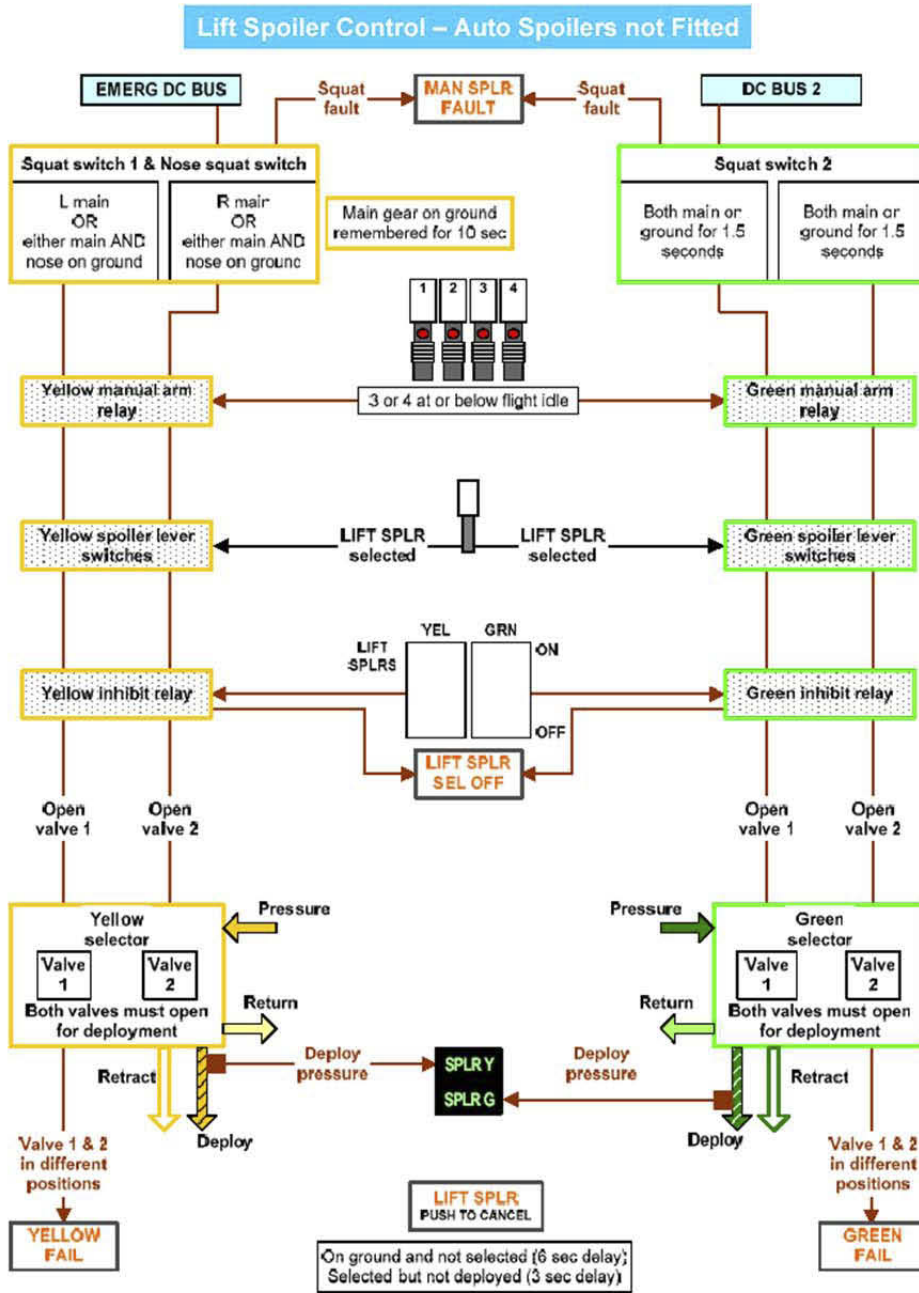
Appendix A: System specifications/drawings

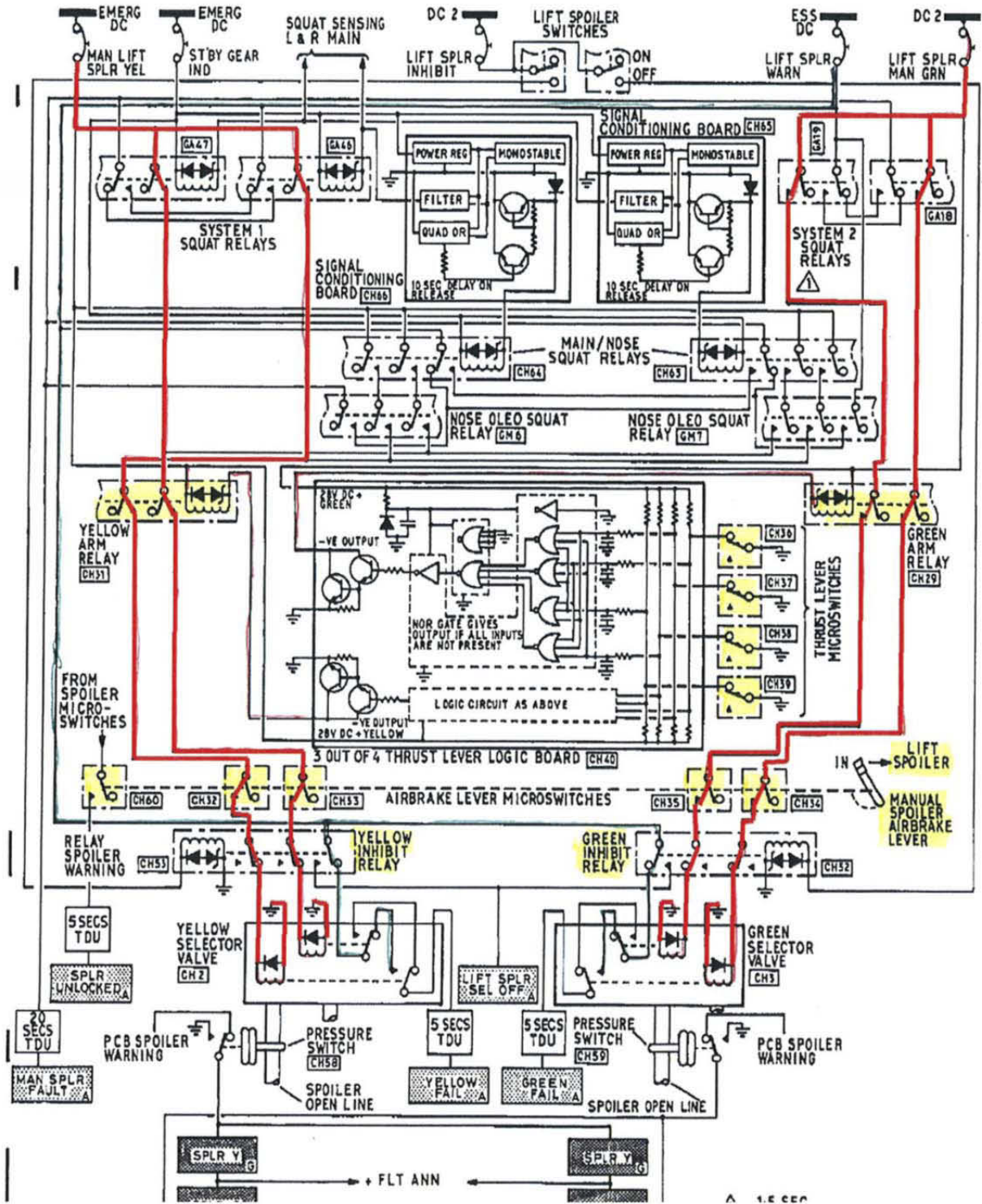
Appendix B: Print from CARA-FaultTree

Appendix C: List of Basic Events

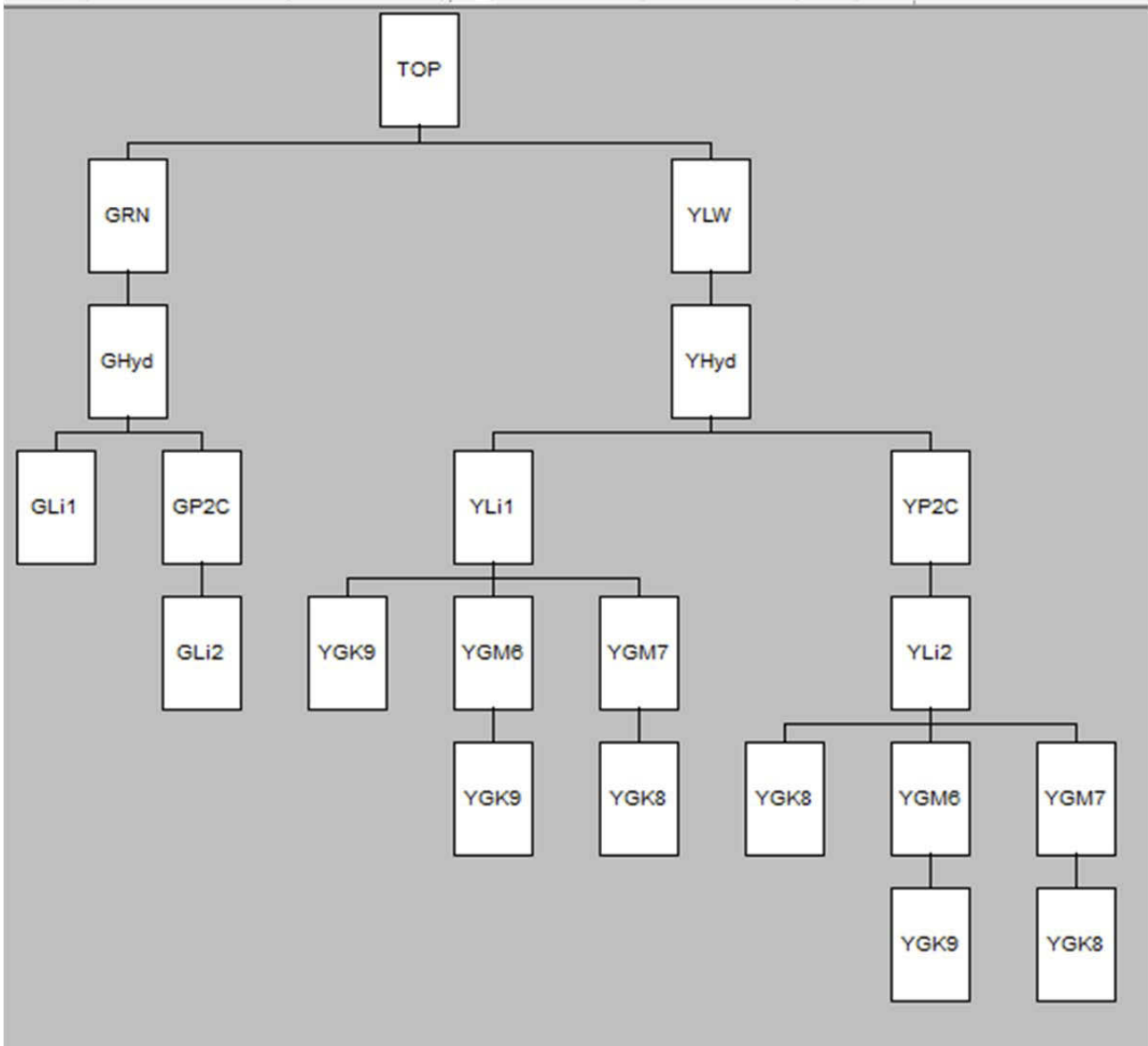
Appendix D: Minimal cut sets and failure assessment

Appendix A: System specifications/drawings





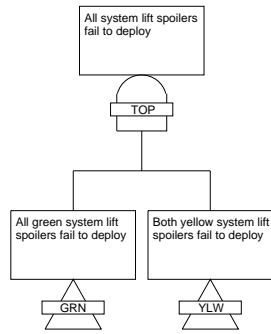
Appendix B: Print from CARA-FaultTree



ANNEX C

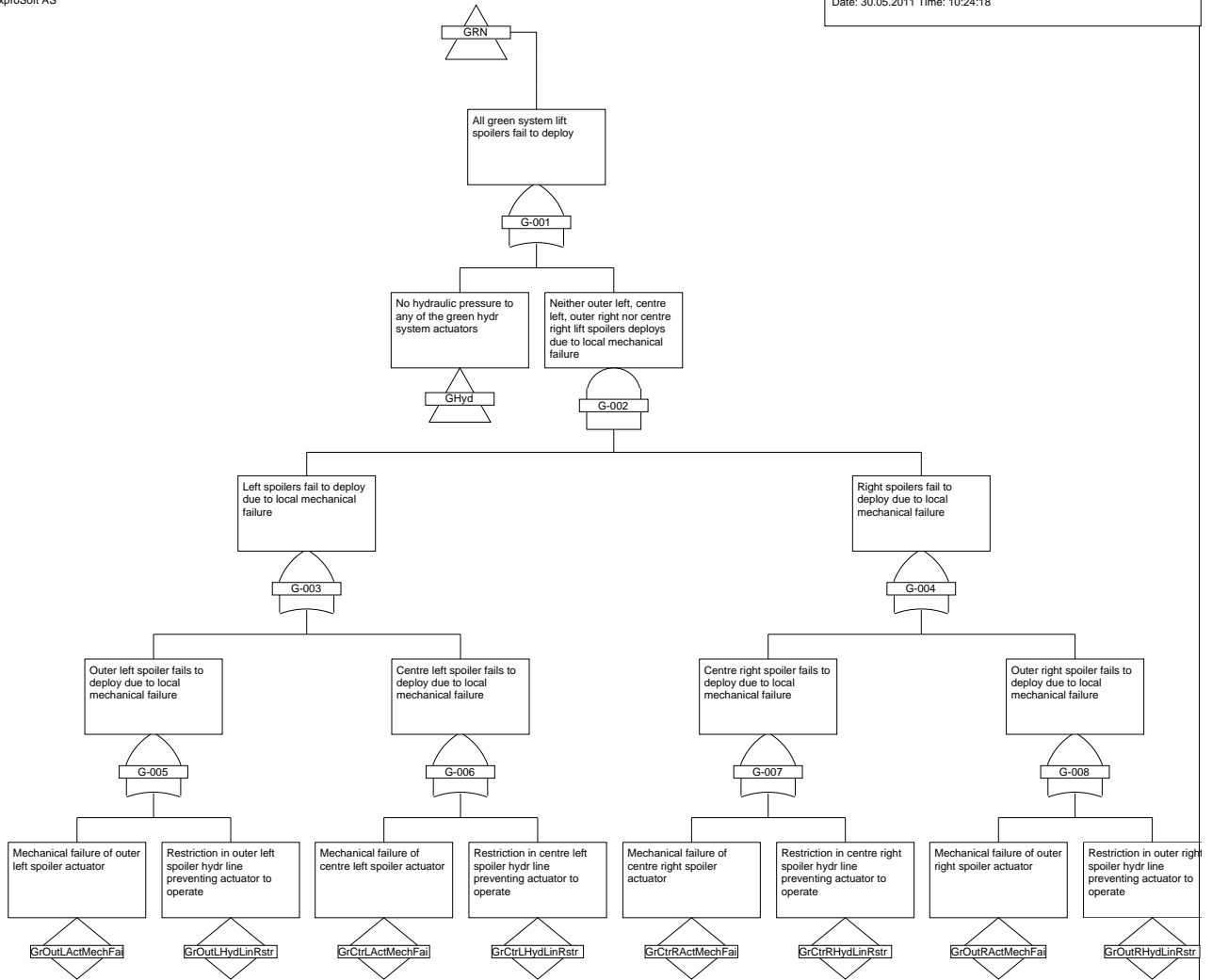
CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
Pagenam: TOP
Date: 30.05.2011 Time: 10:20:44



CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

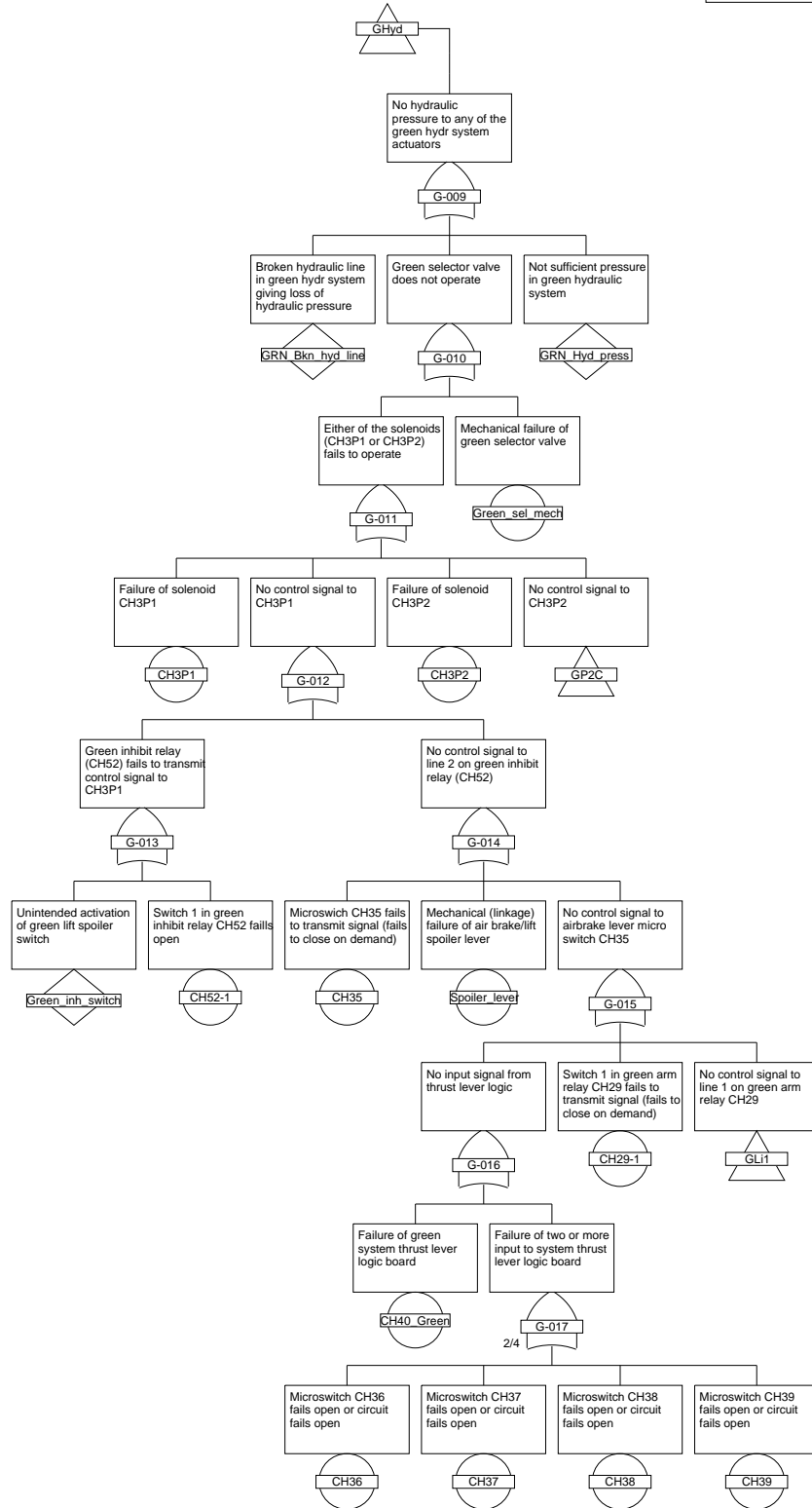
Lift_spoilers.CFT
Pagename: GRN
Date: 30.05.2011 Time: 10:24:18



ANNEX C

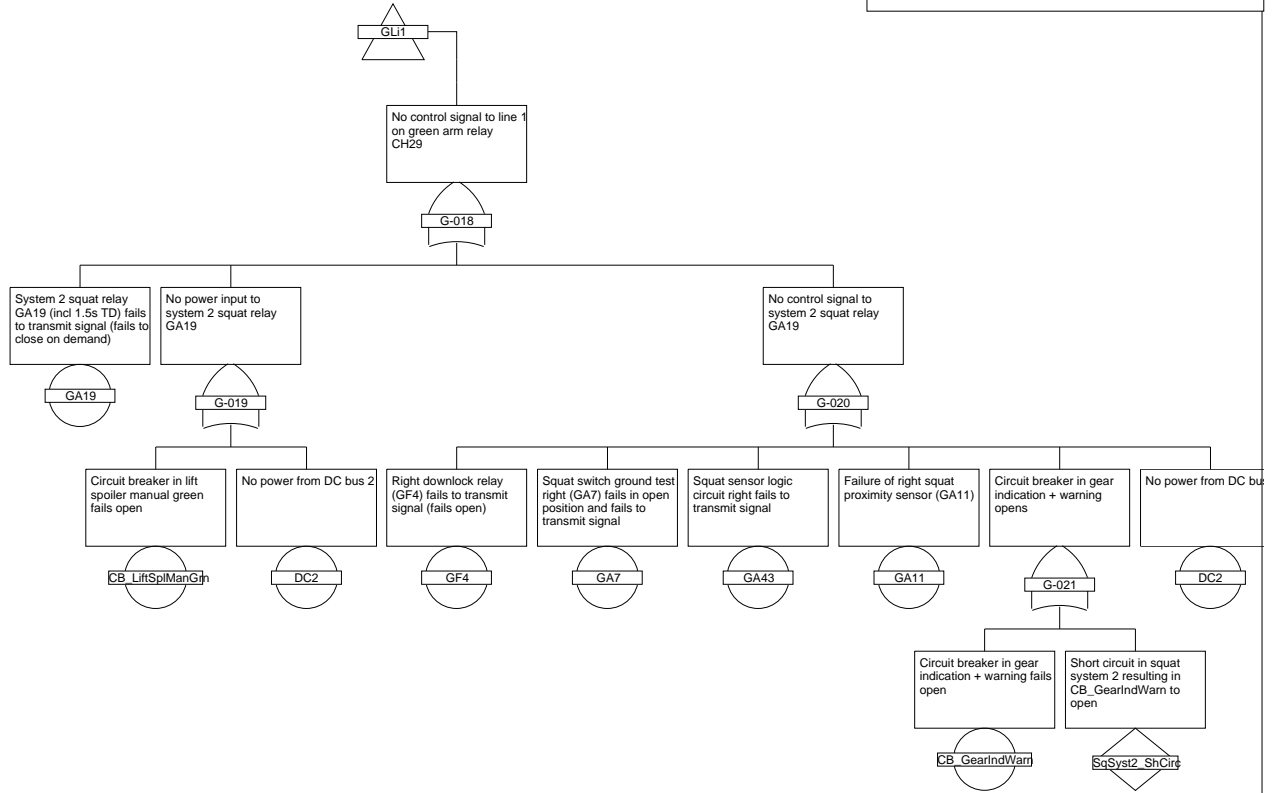
CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
 Single license.
 ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
 Pagename: GHyd
 Date: 30.05.2011 Time: 10:25:49



CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

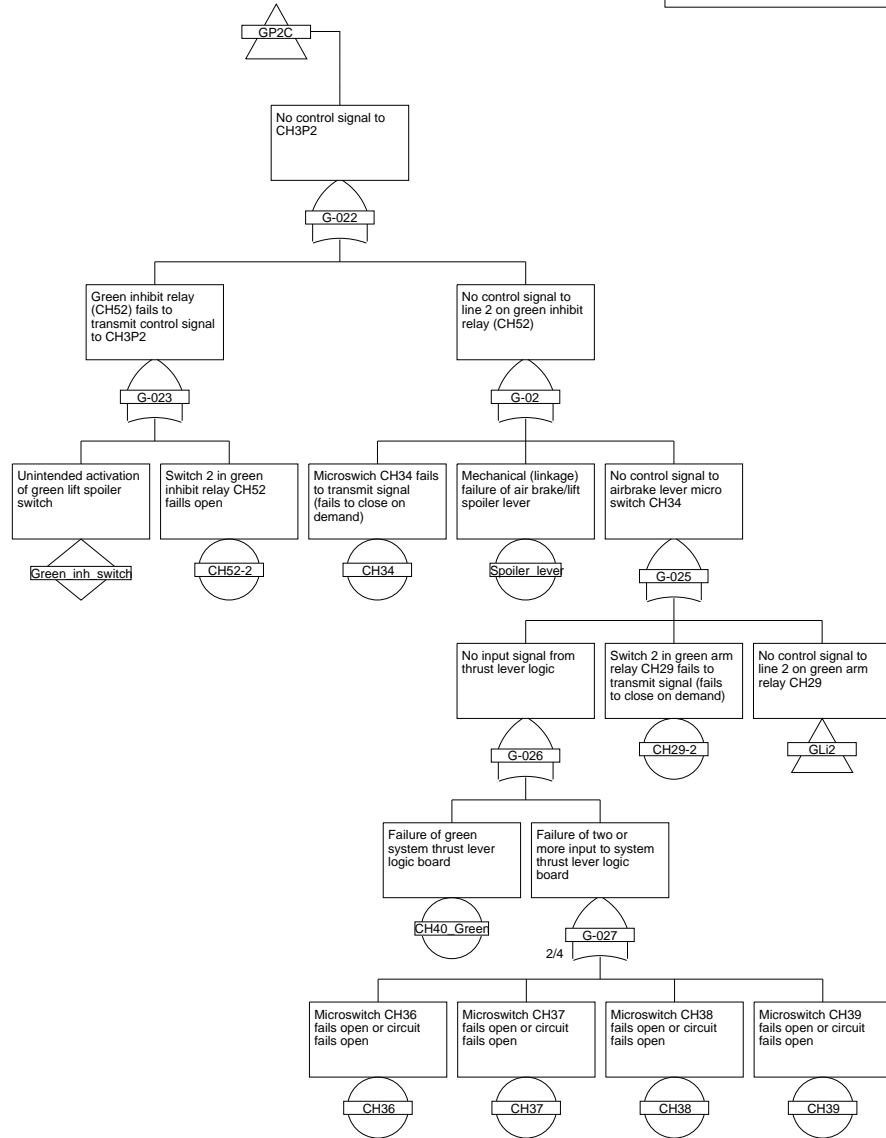
Lift_spoilers.CFT
Pagename: GL1
Date: 30.05.2011 Time: 10:26:37



ANNEX C

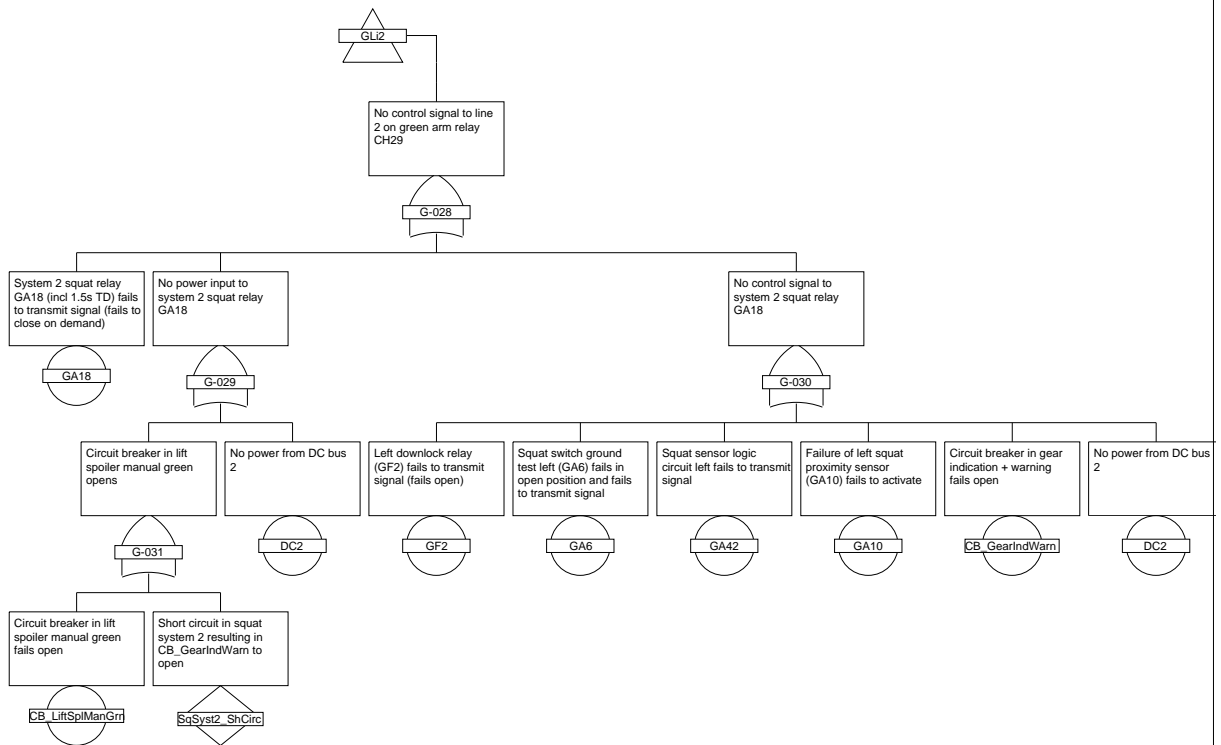
CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
Pagename: GP2C
Date: 30.05.2011 Time: 10:27:14



CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

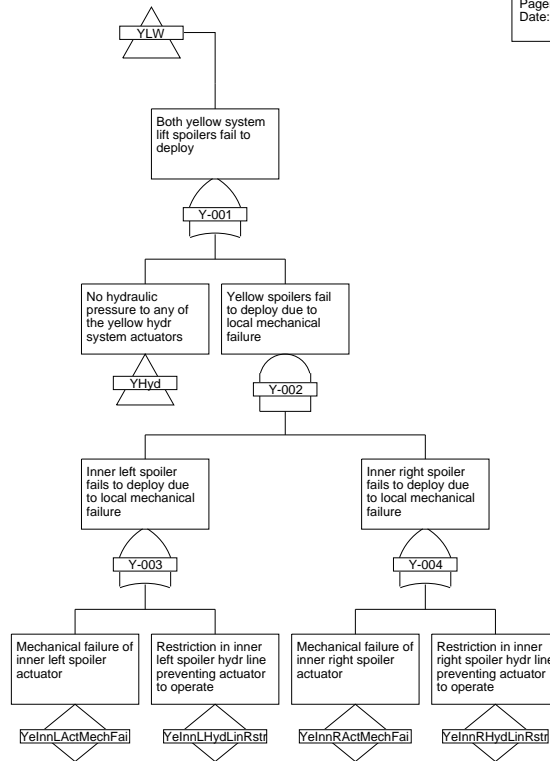
Lift_spoilers.CFT
Pagename: GLI2
Date: 30.05.2011 Time: 10:27:45



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

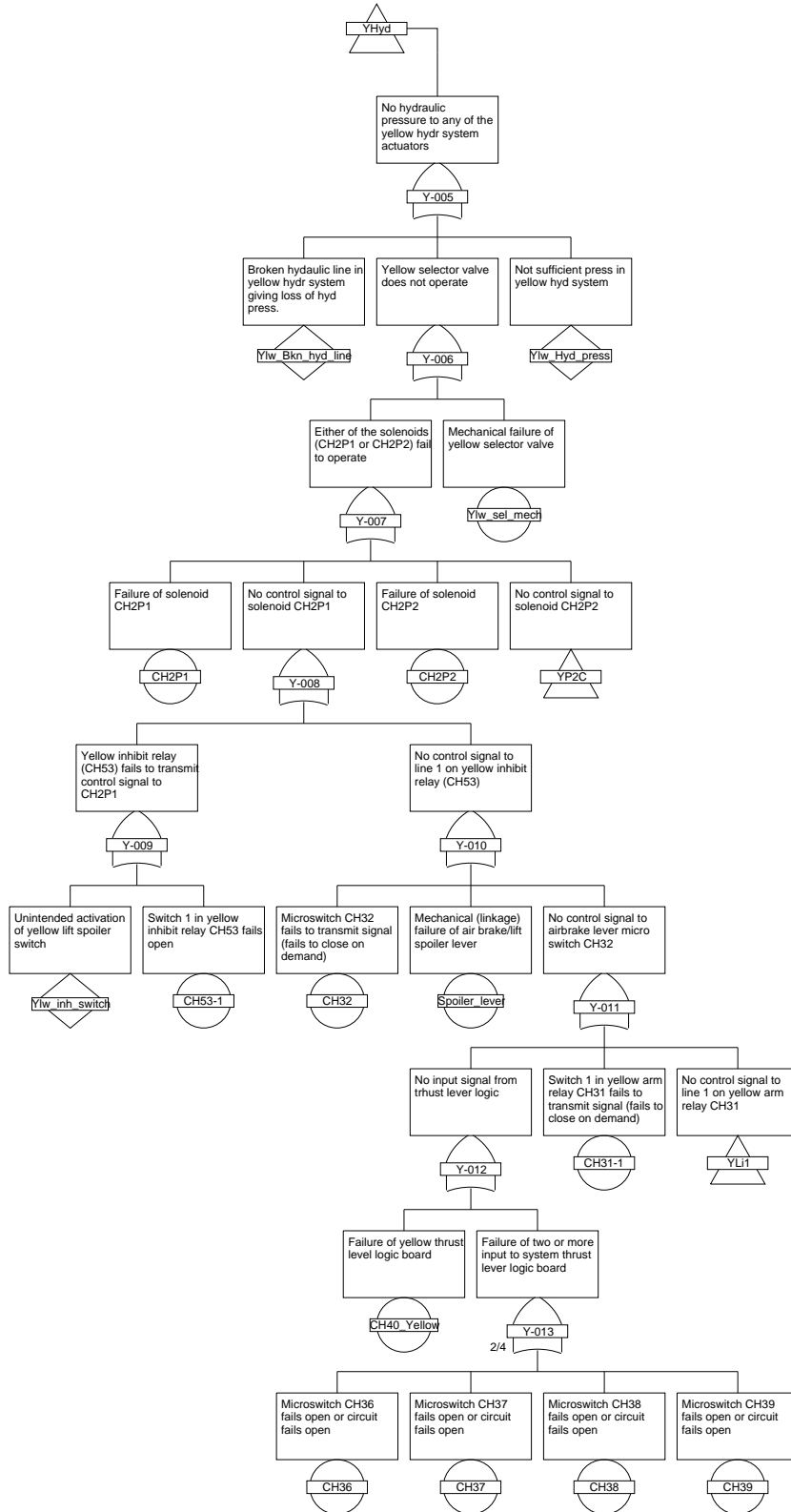
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YLW
Date: 30.05.2011 Time: 10:28:14



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

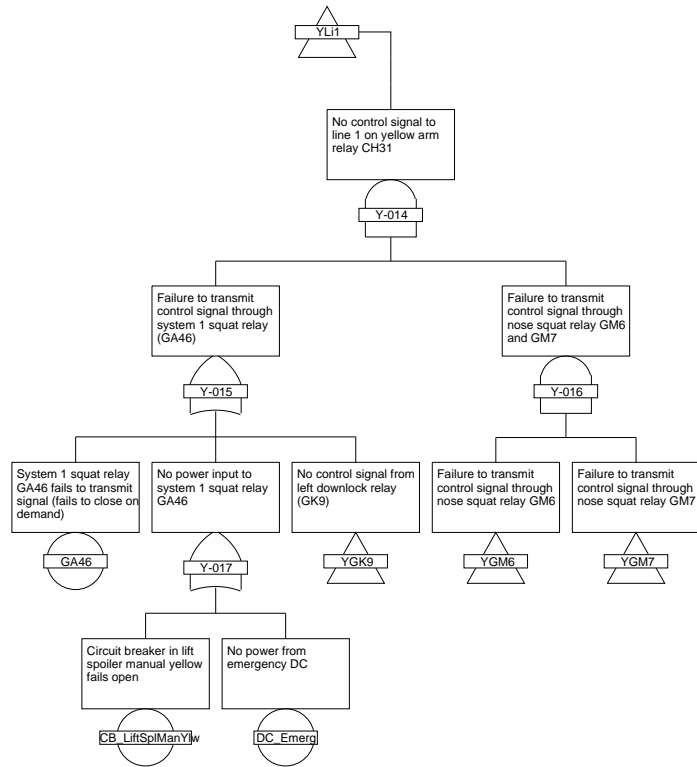
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YHyd
Date: 30.05.2011 Time: 10:28:49



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

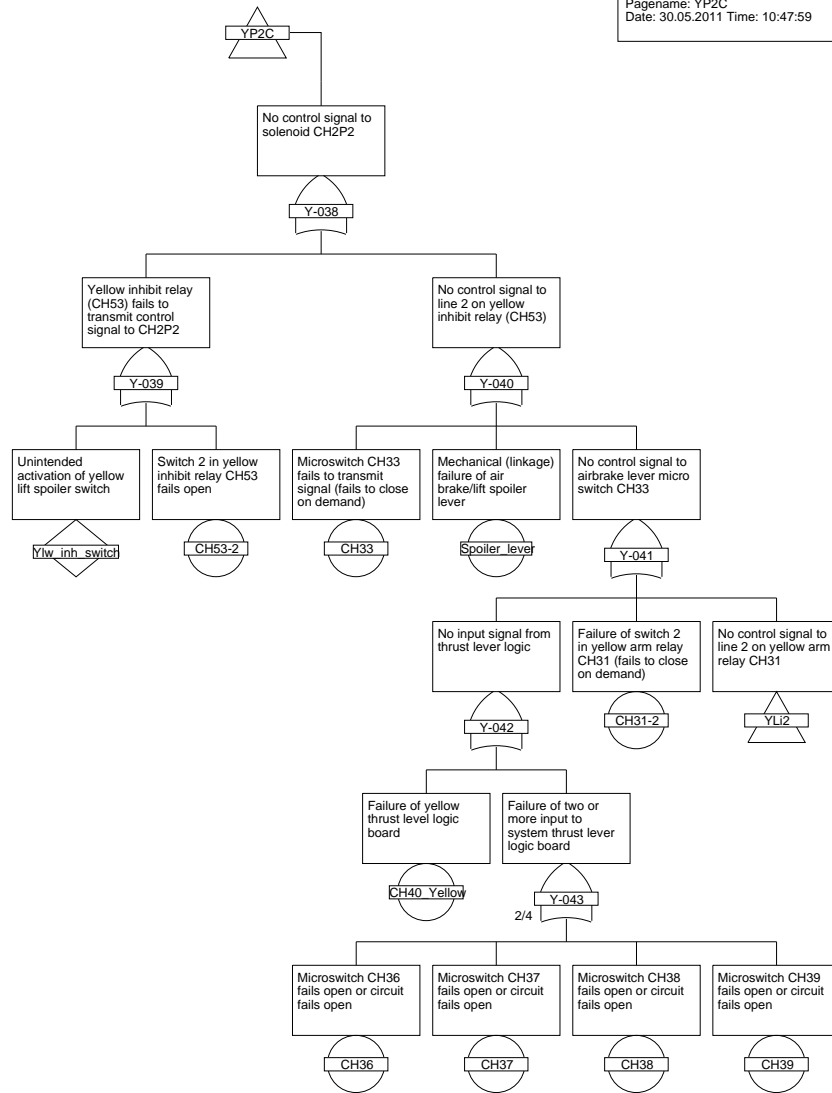
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YLi1
Date: 30.05.2011 Time: 10:29:14



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

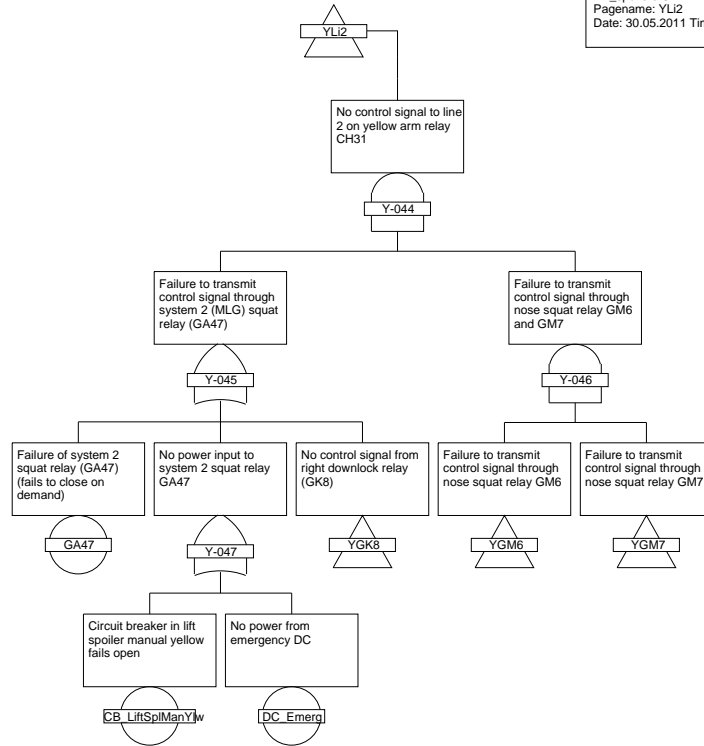
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YP2C
Date: 30.05.2011 Time: 10:47:59



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

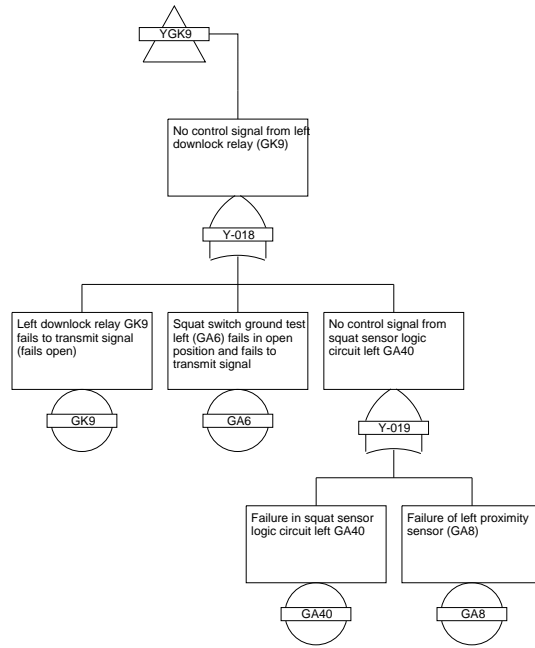
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YLI2
Date: 30.05.2011 Time: 10:32:23



ANNEX C

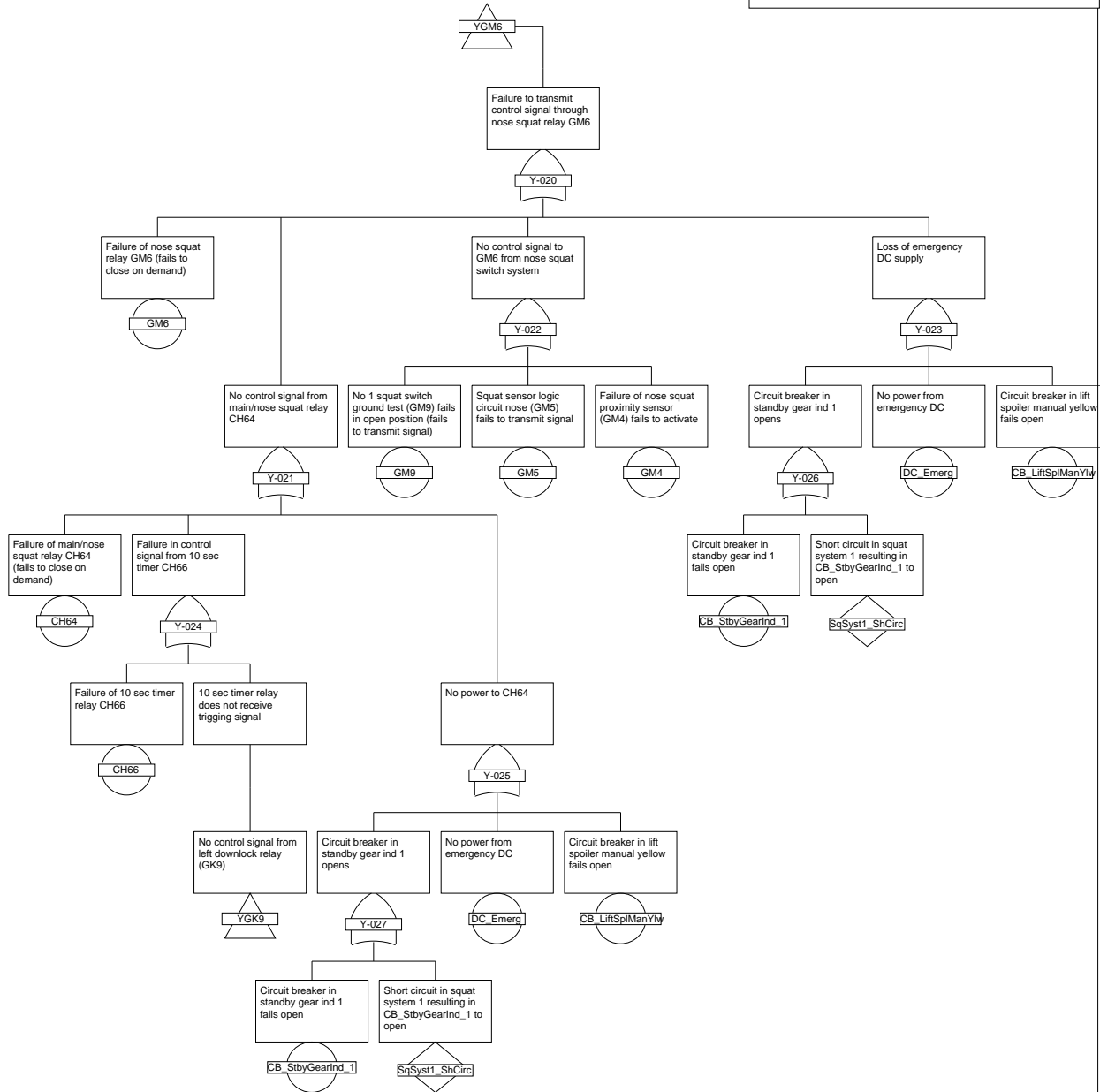
CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
Pagename: YGK9
Date: 30.05.2011 Time: 10:29:39



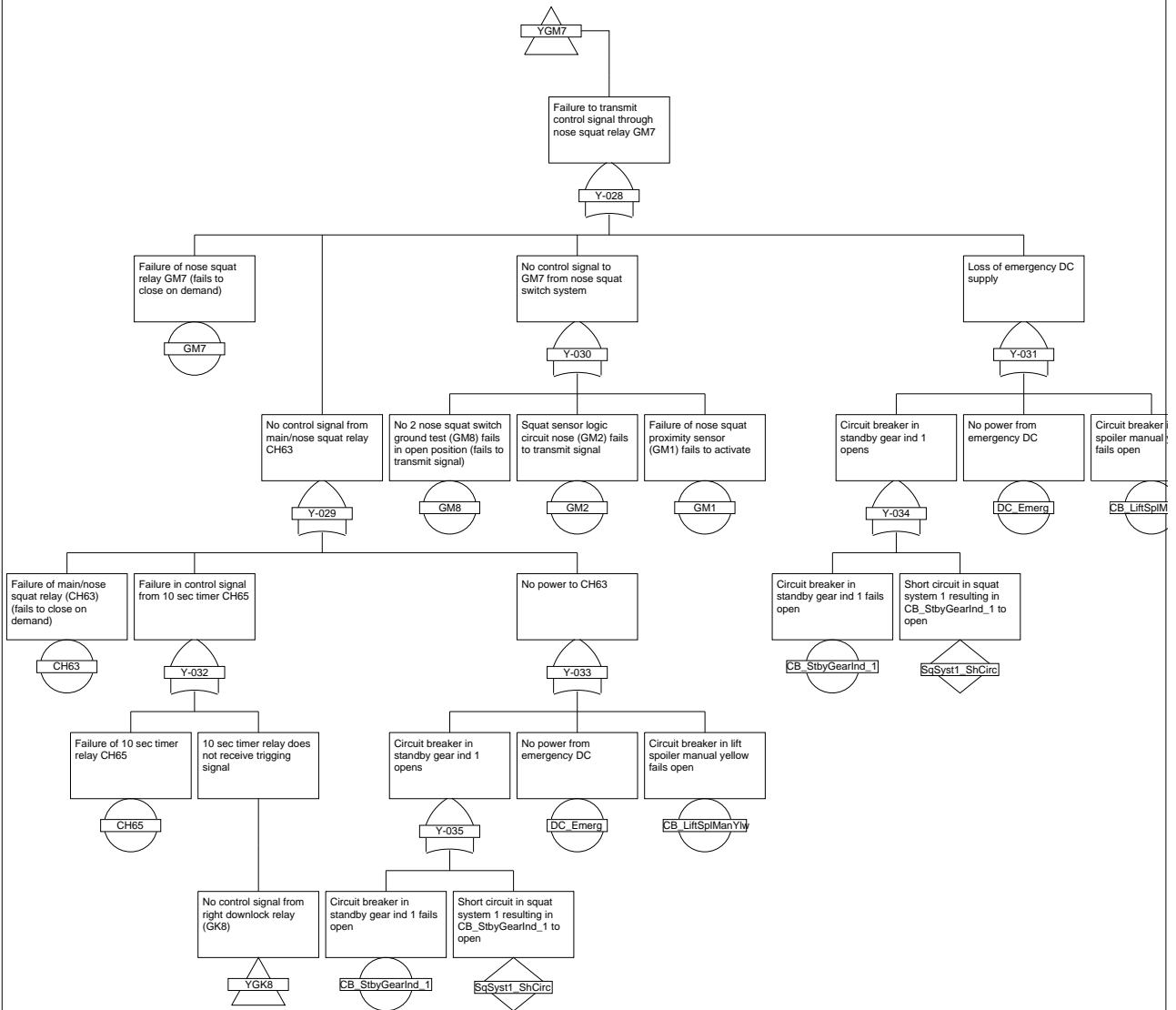
CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
Pagename: YGM6
Date: 30.05.2011 Time: 10:30:10



CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

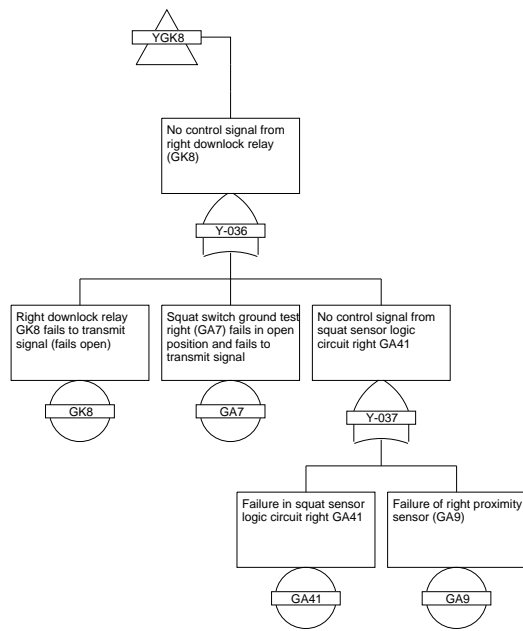
Lift_spoilers.CFT
Pagename: YGM7
Date: 30.05.2011 Time: 10:31:14



ANNEX C

CARA Fault Tree version 4.2 (c) ExproSoft AS 2008
Single license.
ExproSoft AS

Lift_spoilers.CFT
Page name: YGK8
Date: 30.05.2011 Time: 10:31:43



ANNEX C

Appendix C: List of Basic Events

Name	Description
CB_GearIndWarn	Circuit breaker in gear indication + warning fails open
CB_LiftSplManGrn	Circuit breaker in lift spoiler manual green fails open
CB_LiftSplManYel	Circuit breaker in lift spoiler manual yellow fails open
CB_StbyGearInd_1	Circuit breaker in standby gear ind 1 fails open
CH29-1	Switch 1 in green arm relay CH29 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH29-2	Switch 2 in green arm relay CH29 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH2P1	Mechanical failure of solenoid CH2P1
CH2P2	Mechanical failure of solenoid CH2P2
CH31-1	Switch 1 in yellow arm relay CH31 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH31-2	Failure of switch 2 in yellow arm relay CH31 (fails to close on demand)
CH32	Micro switch CH32 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH33	Micro switch CH33 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH34	Micro switch CH34 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH35	Micro switch CH35 fails to transmit signal (fails to close on demand)
CH36	Micro switch CH36 fails open or circuit fails open
CH37	Micro switch CH37 fails open or circuit fails open
CH38	Micro switch CH38 fails open or circuit fails open
CH39	Micro switch CH39 fails open or circuit fails open
CH3P1	Mechanical failure of solenoid CH3P1
CH3P2	Mechanical failure of solenoid CH3P2
CH40_Green	Failure of green system thrust lever logic board
CH40_Yellow	Failure of yellow system thrust level logic board
CH52-1	Switch 1 in green inhibit relay CH52 fails open
CH52-2	Switch 2 in green inhibit relay CH52 fails open
CH53-1	Switch 1 in yellow inhibit relay CH53 fails open
CH53-2	Switch 2 in yellow inhibit relay CH53 fails open
CH63	Failure of main/nose squat relay (CH63) (fails to close on demand)
CH64	Failure of main/nose squat relay CH64 (fails to close on demand)
CH65	Failure of 10 sec timer relay CH65
CH66	Failure of 10 sec timer relay CH66
DC_Emerg	No power from emergency DC
DC2	No power from DC bus 2
GA10	Failure of left squat proximity sensor (GA10) fails to activate
GA11	Failure of right squat proximity sensor (GA11) fails to activate
GA18	System 2 squat relay GA18 (incl 1.5s TD) fails to transmit signal (fails to close on demand)
GA19	System 2 squat relay GA19 (incl 1.5s TD) fails to transmit signal (fails to close on demand)
GA40	Failure in squat sensor logic circuit left GA40
GA41	Failure in squat sensor logic circuit right GA41
GA42	Squat sensor logic circuit left fails to transmit signal
GA43	Squat sensor logic circuit right fails to transmit signal
GA46	System 1 squat relay GA46 fails to transmit signal (fails to close on demand)
GA47	Failure of system 2 squat relay (GA47) (fails to close on demand)

ANNEX C

GA6	Squat switch ground test left (GA6) fails in open position and fails to transmit signal
GA7	Squat switch ground test right (GA7) fails in open position and fails to transmit signal
GA8	Failure of left proximity sensor (GA8)
GA9	Failure of right proximity sensor (GA9)
GF2	Left downlock relay (GF2) fails to transmit signal (fails open)
GF4	Right downlock relay (GF4) fails to transmit signal (fails open)
GK8	Right downlock relay GK8 fails to transmit signal (fails open)
GK9	Left downlock relay GK9 fails to transmit signal (fails open)
GM1	Failure of nose squat proximity sensor (GM1) fails to activate
GM2	Squat sensor logic circuit nose (GM2) fails to transmit signal
GM4	Failure of nose squat proximity sensor (GM4) fails to activate
GM5	Squat sensor logic circuit nose (GM5) fails to transmit signal
GM6	Failure of nose squat relay GM6 (fails to close on demand)
GM7	Failure of nose squat relay GM7 (fails to close on demand)
GM8	No 2 nose squat switch ground test (GM8) fails in open position (fails to transmit signal)
GM9	No 1 nose squat switch ground test (GM9) fails in open position (fails to transmit signal)
GrCtrLActMechFai	Mechanical failure of centre left spoiler actuator
GrCtrLHydLinRstr	Restriction in centre left spoiler hydr line preventing actuator to operate
GrCtrRActMechFai	Mechanical failure of centre right spoiler actuator
GrCtrRHydLinRstr	Restriction in centre right spoiler hydr line preventing actuator to operate
Green_inh_switch	Unintended activation of green lift spoiler switch
Green_sel_mech	Mechanical failure of green selector valve
GRN_Bkn_hyd_line	Broken hydraulic line in green hydr system giving loss of hydraulic pressure
GRN_Hyd_press	Not sufficient pressure in green hydr system
GrOutLActMechFai	Mechanical failure of outer left spoiler actuator
GrOutLHydLinRstr	Restriction in outer left spoiler hydr line preventing actuator to operate
GrOutRActMechFai	Mechanical failure of outer right spoiler actuator
GrOutRHydLinRstr	Restriction in outer right spoiler hydr line preventing actuator to operate
Spoiler_lever	Mechanical (linkage) failure of air brake/lift spoiler lever
SqSyst1_ShCirc	Short circuit in squat system 1 resulting in CB_StbyGearInd_1 to open
SqSyst2_ShCirc	Short circuit in squat system 2 resulting in CB_GearIndWarn to open
YeInnLActMechFai	Mechanical failure of inner left spoiler actuator
YeInnLHydLinRstr	Restriction in inner left spoiler hydr line preventing actuator to operate
YeInnRActMechFai	Mechanical failure of inner right spoiler actuator
YeInnRHydLinRstr	Restriction in inner right spoiler hydr line preventing actuator to operate
Ylw_Bkn_hyd_line	Broken hydraulic line in yellow hydr system giving loss of hyd press.
Ylw_Hyd_press	Not sufficient press in yellow hyd system
Ylw_inh_switch	Unintended activation of yellow lift spoiler switch
Ylw_sel_mech	Mechanical failure of yellow selector valve

ANNEX C

Appendix D Minimal cut sets and failure assessment

Basic event	Description	Minimal cut set and order	Failure assessment	
CB_GearIndWarn	Circuit breaker in gear indication + warning fails open	Minimal cut set of order 1 in green system	Have no indication (warning) that this has failed, but consider it likely that there would be an indication if this had happened.	
CB_LiftSplManGrn	Circuit breaker in lift spoiler manual green fails open	Minimal cut set of order 1 in green system	One can fly with one or both of these CBs pulled without knowing it until the lift spoilers do not extend during landing. AIBN will investigate further whether it is possible that one or both CBs were pulled during maintenance.	
CB_LiftSplManYlw	Circuit breaker in lift spoiler manual yellow fails open	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH29-1	Switch 1 in green arm relay CH29 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system		
CH29-2	Switch 2 in green arm relay CH29 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system	Has a passive function in operating lift spoilers. Causes a warning (light and sound) 5 sec. after landing if one of these has failed. If both fail simultaneously warning is not given, but this is considered unlikely.	
CH2P1	Mechanical failure of solenoid CH2P1	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH2P2	Mechanical failure of solenoid CH2P2	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH31-1	Switch 1 in yellow arm relay CH31 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH31-2	Failure of switch 2 in yellow arm relay CH31 (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH32	Microswitch CH32 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH33	Microswitch CH33 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in yellow system		
CH34	Microswitch CH34 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system		
CH35	Microswitch CH35 fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system		
CH36, CH37	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level		Failure of 2 of 4 micro switches causes failure at system level. The failure of one micro switch gives no warning/indication. Thus, one can fly with one micro switch failure without knowing it (dormant failure) until the second micro switch fails and the spoilers do not extend after landing.
CH36, CH38	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level		
CH36, CH39	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level		

ANNEX C

Basic event	Description	Minimal cut set and order	Failure assessment
CH37, CH38	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level	
CH37, CH39	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level	
CH37, CH36	Two thrust lever micro switches fail	Minimal cut set of order 2 at system level	
CH3P1	Mechanical failure of solenoid CH3P1	Minimal cut set of order 1 in green system	Has a passive function in operating lift spoilers. Causes a warning (light and sound) 5 sec. after landing if <u>one</u> of these has failed. If both fail simultaneously warning is not given, but this is considered unlikely.
CH3P2	Mechanical failure of solenoid CH3P2	Minimal cut set of order 1 in green system	
CH40_Green	Failure of green system thrust lever logic board	Minimal cut set of order 1 in green system	CH40_Green and CH40_Yellow are co-located. Vulnerable to external influence. No knowledge of any event that could have damaged both units before the aircraft went off the edge, thus consider the likelihood of this failure relatively small.
CH40_Yellow	Failure of yellow thrust level logic board	Minimal cut set of order 1 in yellow system	
CH52-1	Switch 1 in green inhibit relay CH52 fails open	Minimal cut set of order 1 in green system	Has a passive function in operating lift spoilers. Causes a warning (light and sound) 5 sec. after landing if <u>one</u> of these has failed. If both fail simultaneously warning is not given, but this is considered unlikely.
CH52-2	Switch 2 in green inhibit relay CH52 fails open	Minimal cut set of order 1 in green system	
CH53-1	Switch 1 in yellow inhibit relay CH53 fails open	Minimal cut set of order 1 in yellow system	
CH53-2	Switch 2 in yellow inhibit relay CH53 fails open	Minimal cut set of order 1 in yellow system	
DC_Emerg	No power from emergency DC	Minimal cut set of order 1 in yellow system	
DC2	No power from DC bus 2	Minimal cut set of order 1 in green system	
GA10	Failure of left squat proximity sensor (GA10) fails to activate	Minimal cut set of order 1 in green system	If one of these fails warning (light and sound) will be given 20 sec. after gear down selection. That did not happen.
GA11	Failure of right squat proximity sensor (GA11)	Minimal cut set of order 1 in green system	
GA18	System 2 squat relay GA18 (incl 1.5s TD) fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system	If one of these fails warning (light and sound) will be given 20 sec. after gear down selection. That did not happen.

ANNEX C

Basic event	Description	Minimal cut set and order	Failure assessment
GA19	System 2 squat relay GA19 (incl 1.5s TD) fails to transmit signal (fails to close on demand)	Minimal cut set of order 1 in green system	
GA42	Squat sensor logic circuit left fails to transmit signal	Minimal cut set of order 1 in green system	If one of these fails warning (light and sound) will be given 20 sec. after gear down selection. That did not happen.
GA43	Squat sensor logic circuit right fails to transmit signal	Minimal cut set of order 1 in green system	
GA6	Squat switch ground test left (GA6) fails in open position and fails to transmit signal	Minimal cut set of order 1 in green system	
GA7	Squat switch ground test right (GA7) fails in open position and fails to transmit signal	Minimal cut set of order 1 in green system	If one of these fails warning (light and sound) will be given 20 sec. after gear down selection. That did not happen.
GF2	Left downlock relay (GF2) fails to transmit signal (fails open)	Minimal cut set of order 1 in green system	If failure, warning (light and sound) will be given 20 sec. after gear down selection. That did not happen.
GF4	Right downlock relay (GF4) fails to transmit signal (fails open)	Minimal cut set of order 1 in green system	
Green_inh_switch	Unintended activation of green lift spoiler switch	Minimal cut set of order 1 in green system	Unlikely that they flew a long time with warning light on. Nor is it likely that this switch was operated just before landing.
Green_sel_mech	Mechanical failure of green selector valve	Minimal cut set of order 1 in green system	Only mechanical failure is possible since the solenoid is a basic event in itself. Mechanical failure in hydraulic valve is considered rather unlikely.
GRN_Bkn_hyd_line	Broken hydraulic line in green hydr system giving loss of hydraulic pressure	Minimal cut set of order 1 in green system	Require mechanical failure thus considered unlikely. No indication on the runway of massive hydraulic leak. There was no warning (light and sound) of dangerous pressure system.
GRN_Hyd_press	Not sufficient pressure in green hydraulic system	Minimal cut set of order 1 in green system	Warning (light and sound) of insufficient pressure is given before functionality is lost.
Spoiler_lever	Mechanical (linkage) failure of air brake/lift spoiler lever	Minimal cut set of order 1 at system level	Common single failure of both green and yellow systems.
SqSyst2_ShCirc	Short circuit in squat system 2 resulting in CB_GearIndWarn to open	Minimal cut set of order 1 in green system	Unlikely that this would open without given prior indication before lift spoilers were operated. If that happens, see CB_GearIndWarn.
Ylw_Bkn_hyd_line	Broken hydraulic line in yellow hydr system giving loss of hyd press.	Minimal cut set of order 1 in yellow system	Require mechanical failure thus considered unlikely. No indication on the runway of massive hydraulic leak. There was no warning (light and sound) of dangerous pressure system.
Ylw_Hyd_press	Not sufficient press in yellow hyd system	Minimal cut set of order 1 in yellow system	Warning (light and sound) of insufficient pressure is given before functionality is lost.
Ylw_inh_switch	Unintended activation of yellow lift spoiler switch	Minimal cut set of order 1 in yellow system	Unlikely that they flew a long time with warning light on. Nor is it likely that this switch was operated just before landing.
Ylw_sel_mech	Mechanical failure of yellow selector valve	Minimal cut set of order 1 in yellow system	Only mechanical failure is possible since the solenoid is a basic event in itself. Mechanical failure in hydraulic valve is considered rather unlikely.

VEDLEGG D**Vedlegg D: Beskrivelse MTO-analyse**

Et MTO-diagram består av flere deler: hendelsesanalyse, avviksanalyse, barriereanalyse og årsaksanalyse.

Merk at de indentifiserte avvik og barrierer er et resultat av en innledende kartlegging og at disse behandles nærmere i rapportens analysedel. MTO-diagrammet må derfor ikke betraktes som en “fasit” på havarikommisjonens endelige vurdering av ulykken. Diagrammet er ikke uttømmende for SHTs analyse av ulykken, men det illustreres SHTs undersøkelsesprosess og sikkerhetsperspektiv.

Som følge av de mange, kompliserte og sammensatte årsaksforholdene i denne ulykken, har SHT valgt å ikke inkludere årsaksanalysen i det forenklete MTO-diagrammet som vedlegges rapporten.

Hendelsesanalyse

Hendelsesanalysen er en sammenstilling av hendelsesforløpet på en tidslinje. Hensikten er å få klarhet i *hva* som skjedde og *hvordan* det skjedde.

Avviksanalyse

Avviksanalysen identifiserer forhold/handlinger som er avvik fra prosedyrer eller tiltenkt sikker drift i hendelsesforløpet. Avviksanalysen er foretatt med bakgrunn i gjennomgang av regelverk, styrende dokumentasjon, tekniske spesifikasjoner og øvrige undersøkelsesfunn. Havarikommisjonen mener at følgende avvik er å finne i det aktuelle hendelsesforløpet:

A1: Ingen av flyets seks lift spoilere felte seg ut etter landing og vingene fortsatte å produsere løft slik at flyets vekt ikke i tilstrekkelig grad ble overført til understellet.

A2: Fartøysjefen foretok ikke en avbrutt landing umiddelbart.

A3: Fartøysjefen feiltolket manglende bremseeffekt med svikt i hjulbremsene og skiftet derfor til nødbremsesystem. Nødbremsesystem har ikke beskyttelse mot blokkering av hjulene.

A4: Fenomenet “reverted rubber hydroplaning” oppsto.

A5: OY-CRG klarte ikke å stoppe på tilgjengelig rullebane.

A6: Sikkerhetsområdet var kortere enn nye gjeldende krav i BSL E 3-2.

A7: Terrenget var brattere enn foreskrevet i ICAO Annex 14 SARPS.

A8: Indre venstre motor lot seg ikke stoppe på grunn av skader.

A9: To nødutganger og den forsterkede cockpitdøren var blokkert/kunne ikke åpnes.

A10: Kabintaket revnet slik at drivstoff fra vingene rant inn i kabinen.

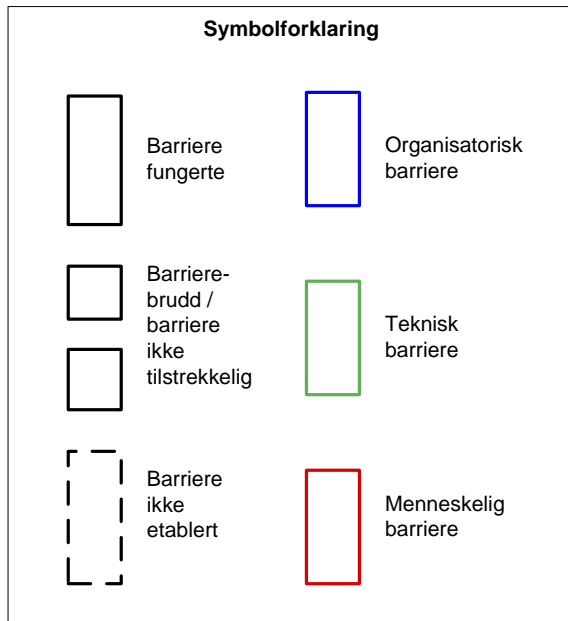
A11: Slukningsinnsatsen hadde liten effekt på den kraftige brannen.

VEDLEGG D**Barriereanalyse**

Følgende definisjon av barriere er benyttet i barriereanalysen: *tekniske, operasjonelle eller organisatoriske tiltak som hver for seg eller i samspill, kunne forhindre eller stoppet det aktuelle hendelsesforløpet, eller begrenset konsekvensen av ulykken.*

Barriereanalysen viser svakheter og svikt i eksisterende barrierer, samt manglende barrierer. Barriereanalysen er strukturert i tidsmessig rekkefølge i forhold til hendelsesforløpet.

Følgende symboler på barrierene er benyttet i det forenklede MTO-diagrammet:



Følgende barrierer er identifisert:

B1: Barriere ikke etablert: Ingen kompensierende tiltak iverksatt ved lufthavnen i dispensasjonsperioden frem til utbedring av sikkerhetsområde.

B2: Barriere ikke etablert: Atlantic Airways hadde ingen særskilte restriksjoner for operasjoner på lufthavnen.

B3: Barriere ikke etablert: Besetningen fikk ikke informasjon om at rullebanen var fuktig.

B4: Barriere ikke etablert: Spoilersystemet varsler ikke om feil ved en mikrobryter (mulighet for skjulte feil).

B5: Barriere ikke etablert: Flytypen er ikke utstyrt med mulighet for reversering av motorkraft.

B6: Barriere ikke tilstrekkelig: Manglet konkrete prosedyrer for hvordan besetningen skulle forholde seg i en situasjon med bortfall av lift spoilere.

B7: Barriere ikke tilstrekkelig: Manglet opplæring/trening i følgene av spoilersvikt og effekten dette har på bremsesystemet.

VEDLEGG D

B8: Barriere ikke etablert: Rullebanedekket på Sørstokken var ikke rillet.

B9: Barriere ikke tilstrekkelig: Sikkerhetsområdet i nord var ikke tilstrekkelig for at flyet kunne stoppe på en sikker måte.

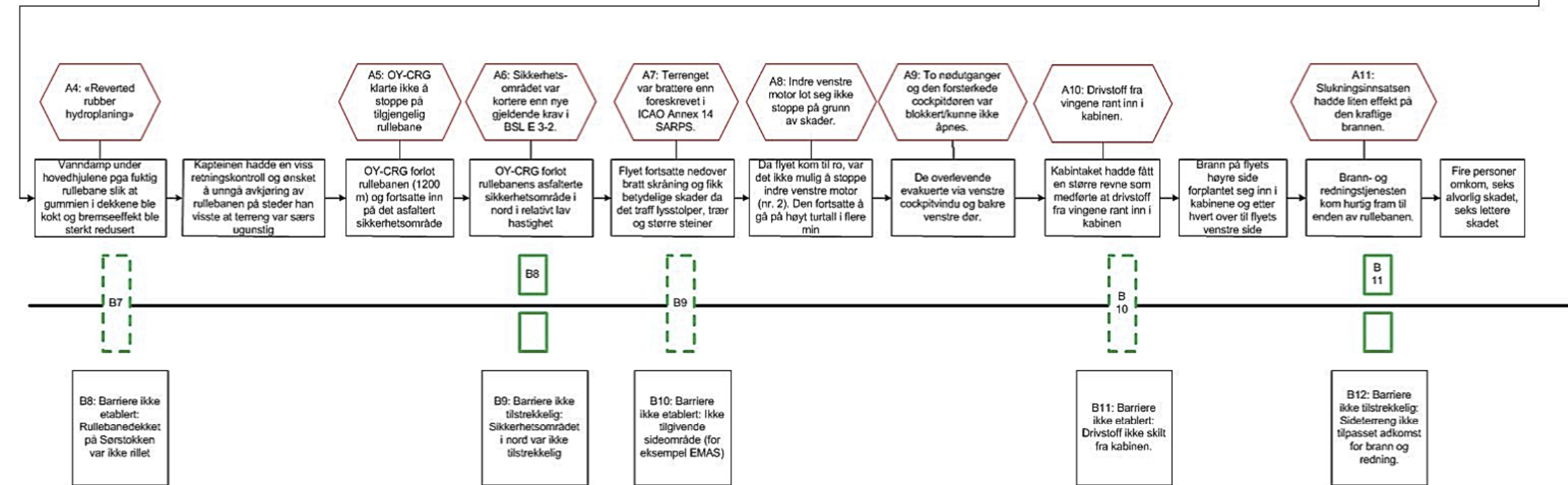
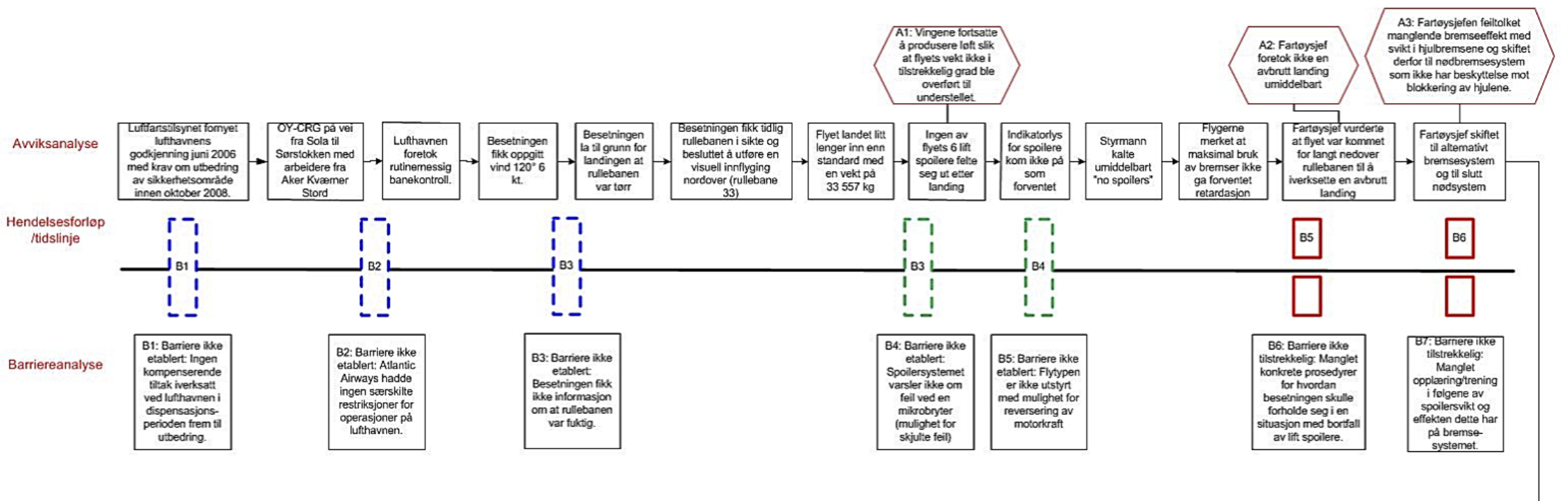
B10: Barriere ikke etablert: Ikke tilgivende sideterreng (for eksempel EMAS).

B11: Barriere ikke etablert: Drivstoff ikke skilt fra kabinen.

B12: Barriere ikke tilstrekkelig: Sideterreng ikke tilpasset adkomst for brann og redning.

Årsaksanalyse

Hensikten med årsaksanalysen er å kartlegge og forstå de bakenforliggende forholdene som kan bidra til å forklare *hvorfor* ulykken skjedde. Det vil si hvordan og hvorfor de identifiserte avvikene kunne oppstå eller var tilstede i hendelsesforløpet, samt hvordan og hvorfor de sikkerhetsmessige systemer og barrierer som skulle forhindre ulykken i å oppstå ikke var tilstede/etablert eller ikke fungerte tilstrekkelig for å stoppe hendelsesforløpet.



VEDLEGG F
ANNEX F

BAE SYSTEMS

Extract from a survey presented by BAE System to Accident Investigation Board Norway:

1. General Documentation

Below is a brief description of the salient general safety information issued by BAE Systems between the accident date and as of January 2012.

1.1. All Operator Messages (AOM's)

The following 3AOM's have been identified as relevant for discussion:-

- o 06/34V Iss 2 Short Field Operations (19th December 2006)

This AOM was intended to re-enforce previously published Ops 45 Notice to Aircrew (NTA) as a direct result of the Stord Investigation. It was a reminder of the concepts of stabilised approach, the importance of achieving the correct touchdown conditions and the importance on recommended use of lift spoilers and braking systems for retardation.

- o 08/002V Loss of Braking Procedure (14th January 2008)

This AOM clarified the use of braking systems and arose out a taxiing incident where the crew were unable to select brake systems due to some previous maintenance activity. The opportunity was taken to re-iterate the need to check correct spoiler system operation when low levels of retardation are experienced and it is thought to be due to a brake system failure. This was expanded further in NTA Ops 56.

- o 08/025V & 09/011V Lift Spoiler Selector lever (11th December 2008 & 26th June 2009)

This AOM alerted operators to proposed Airworthiness Directive action which would mandate a particular modification standard of the Lift Spoiler selector system. This did require the same modification standard that was fitted to 0Y-CRG and arose out of a review that identified that standard provided an enhanced safety standard than an earlier design.

1.2. Flt Ops Support Information Leaflet (FOSIL)

FOSIL's contain information directed at the Airline management population to ensure important safety information is recognised by airline management so that it can be introduced into the Airline SOP's, Training programmes etc The following FOSIL's have been issued to help promote the introduction of safety related information as part of Aircraft manual revisions (AFM or FCOM).

VEDLEGG F
ANNEX F

○ FOSIL 146-005-07 Loss of Braking

This document introduces the revised information relating to NTA Ops56 (see below)

○ FOSIL 146-001-09 Introduction of Revisions to AFM and FCOM

A number of safety related changes have been introduced into the FCOM with the most recent being referred in this revision. Rev 2 Feb 26/09.

BAE Systems have been advised by operators that the FOSIL is an effective communication tool in informing Flight Operations departments within the global airline community.

In addition to the above documentation BAE Systems have held annual Flight Operations Conferences for a number of years. At these conferences both BAE Systems and the Operators raise and discuss key operational issues on our aircraft types. As a result of the Stord accident and London City investigations Short Field Operations was a standard conference agenda item from 2007 onwards.. The original design concept of the 146/RJ family was one of short field Operations and including unpaved operations. It therefore remains a priority to BAE Systems to ensure that Operators new and old understand the approved procedures and performance of the aircraft relating to these specialised operations.

2. Operational Manual Changes

The AFM/MOM applicable to the 0Y-CRG (E2075) at the time of the accident was AFM 3.5 and MOM Suite 7. The system for introducing temporary additional information into the MOM was by Notice to Aircrew (NTA).

During 2006 BAE Systems had been working on a complete reformat of the 146/RJ AFM and new 146/RJ FCOM to replace the MOM. These were approved by EASA on August 2007 and issued to the first operator in November 2007. The information contained in both NTA's discussed below have subsequently been integrated into the relevant sections of the FCOM to become the new standard and supersede the temporary NTA.

2.1. AFM/MOM/NTA/FCOM Manual changes

The following two NTAs and the Feb 2009 revision to the FCOM are good examples of the information that BAE systems have made available to Operators to permit them to amend their SOP's and training programs. BAE Systems place a high priority on the investigation of occurrences and accidents including the operational aspects, where we may not be able to make or affect the changes but can and do supply information to operators so they can enhance the safety of their operation.

VEDLEGG F
ANNEX F

o NTA Ops 45 (June 2002)

This NTA had been issued prior to the accident but was re-enforced thereafter as still relevant in helping prevent landing over-runs. It provides information based on the industry standards of stabilised approach criteria and assist operators in establishing short runway operation SOP's. This was also communicated by use of AOM 06/34.

o NTA Ops 56 (December 2007)

The NTA was prepared as the result of an in-service incident where anti-skid system malfunctioned on taxiing, in part due too incomplete maintenance, resulting in total loss of braking. However due to the Stord and London City investigations at that time the opportunity was taken to again remind crews the need to check the lift spoiler operation if low retardation is experience before changing brake systems.

o FCOM V3P1 Revision Rev Feb 26/09

There were a significant number of changes related to this revision but essentially in the area of specific interest it demonstrates that the FCOM information has been revised to reflect the information in the NTA's