



Slutrappport RL 2016:11

Olycka vid Oajevágge, Norrbottens län den 8 januari 2016 med flygplanet SE-DUX av modellen CL-600-2B19, opererat av West Atlantic Sweden AB.

Diariernr L-01/16

2016-12-12

SHK utreder olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med utredningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s utredningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: www.havkom.se

ISSN 1400-5719

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet ange ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre - Foto: Anders Sjöden/Försvarsmakten.

Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar	5
Utredningen.....	5
SAMMANFATTNING	9
1. FAKTAREDOVISNING	13
1.1 Redogörelse för händelseförloppet	13
1.1.1 Förutsättningar.....	13
1.1.2 Förberedelser före start.....	14
1.1.3 Starten, utflygningen, stigningen och flygningen på marschhöjd	15
1.1.4 Händelsen och haveriet.....	16
1.2 Personskador.....	19
1.3 Skador på luftfartyget	19
1.4 Andra skador.....	19
1.4.1 Miljöpåverkan.....	19
1.5 Besättningen.....	19
1.5.1 Befälhavaren.....	19
1.5.2 Biträdande piloten	20
1.5.3 Piloternas tjänstgöring	21
1.6 Luftfartyget	21
1.6.1 Flygplanet	22
1.6.2 Beskrivning av delar eller system av betydelse för händelsen	22
1.7 Meteorologisk information	33
1.8 Navigationshjälpmedel	33
1.9 Radiokommunikationer.....	33
1.10 Flygfältsdata.....	34
1.11 Färd- och ljudregistratorer	34
1.11.1 Färdregistrator (DFDR)	35
1.11.2 Ljudregistrator (CVR)	36
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak	36
1.12.1 Olycksplatsen	36
1.12.2 Luftfartygsvraket	37
1.13 Medicinsk information.....	38
1.13.1 Den biologiska dygnsrytmen	38
1.13.2 Besättningens sömn och viloperioder	38
1.14 Brand.....	39
1.15 Överlevnadsaspekter och räddningsinsatsen.....	39
1.15.1 Allmänt	39
1.15.2 Flygtrafikledning och alarmeringstjänst.....	40
1.15.3 Flygräddningstjänst	41
1.15.4 Fjällräddning och kommunal räddningstjänst	44
1.15.5 Samverkan	46
1.15.6 Försvarmakten.....	46
1.15.7 Sjöfartsverkets SAR-helikoptrar.....	47
1.15.8 Nödsändare	50
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	50
1.16.1 Undersökning av bränsleprov	50
1.16.2 Undersökning av avisningsrapporten	50
1.16.3 Eletromagnetisk interferens	50
1.16.4 Radardata och WAM-data	50
1.16.5 Referensflygning	51

1.16.6	Simulatorflygning	52
1.16.7	Validering av icke-kompatibla DFDR-parametrar.....	53
1.16.8	Simuleringar.....	54
1.16.9	IRU-enheter av typen LTN-101	56
1.16.10	IRU-historik och undersökning.....	56
1.16.11	Intervjuer.....	57
1.16.12	Flygning utan yttre visuella referenser.....	57
1.16.13	Överraskningseffekt.....	59
1.17	Berörda aktörers organisation och ledning.....	59
1.17.1	Operatören.....	59
1.17.2	Tillverkaren.....	60
1.17.3	EASA	61
1.17.4	Transportstyrelsen.....	61
1.18	Övrigt.....	62
1.18.1	Utbildning	62
1.18.2	CRM.....	62
1.18.3	Upset prevention and recovery training	62
1.18.4	Vidtagna åtgärder.....	63
1.19	Särskilda utredningsmetoder	64
2.	ANALYS.....	64
2.1	Flygplanets tekniska status vid händelsens början	64
2.2	Händelseförloppet.....	64
2.2.1	Förutsättningar	64
2.2.2	Förberedelser före start	65
2.2.3	Starten, utflygningen, stigningen och flygningen på marschhöjd.....	65
2.2.4	Händelseförloppet	66
2.3	Gränssnittet människa-maskin gällande PFD-enheten	71
2.3.1	Declutter-funktionen på PFD-enheterna	71
2.3.2	Simulatorprov.....	72
2.4	Kommunikation, utbildning och träning	72
2.4.1	Kommunikation.....	72
2.4.2	Utbildning och träning	73
2.5	Felfunktionen på IRU-enheten	73
2.5.1	Felfunktionen på IRU 1.....	73
2.5.2	Aktuell konfiguration av IRU-enheterna.....	74
2.5.3	Rapporteringar av tekniska fel gällande luftfartyg.....	74
2.6	Räddningstjänst	74
2.6.1	Alarmeringstjänst	74
2.6.2	Flygräddningstjänst.....	75
2.6.3	Fjällräddning och kommunal räddningstjänst.....	76
2.6.4	Nödsändaren.....	76
2.7	Sammantagen bild av händelsen.....	76
3.	UTLÅTANDE.....	79
3.1	Utredningsresultat.....	79
3.2	Orsaksfaktorer och bidragande faktorer	80
3.3	Riskfaktorer	80
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	81
Bilagor	82

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att utreda olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s utredningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En utredning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar i framtiden eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska utredningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s utredningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en utredning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av utredningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningar av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart och lagen (1990:712) om undersökning av olyckor. Utredningarna genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

Utredningen

SHK underrättades den 8 januari 2016 om att en olycka med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-DUX inträffat vid Oajevágge, Norrbottens län, samma dag klockan 00.20.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av Jonas Bäckstrand, ordförande, Nicolas Seger, utredningsledare, Sakari Havbrandt, teknisk-operativ utredare, Johan Nikolaou, operativ utredare, Tony Arvidsson, Christer Jeleborg och Ola Olsson, tekniska utredare samt Jens Hjortensjö, utredare beteendevetenskap fram till den 23 september 2016 och därefter Alexander Hurtig.

Haverikommissionen har biträtts av Annika Wallengren som expert inom räddningstjänst, Kristoffer Danèl som expert inom flygmekanik, Liselotte Yregård som flygmedicinsk expert samt Ola Eiken och Arne Tribukait som experter inom omgivningsfysiologi.

Följande länders ackrediterade representanter från respektive myndighet för säkerhetsutredningar har deltagit:

Frankrike, Philippe Roblin från BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile).

Kanada, Brad Vardy från TSB (Transportation Safety Board of Canada).

Norge, Birger Bull från SHT (Statens havarikommisjon for transport).

Spanien, Francisco-Javier Hernández Sanz från CIAIAC (Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil).

USA, Bill English från NTSB (National Transportation Safety Board).

Kanadas ackrediterade representant har biträttats av rådgivare från Transport Canada samt Bombardier Aerospace.

USA:s ackrediterade representant har biträttats av rådgivare från FAA (Federal Aviation Administration), Rockwell Collins, Northrop Grumman, Honeywell samt General Electric.

Som rådgivare för den Europeiska byrån för luftfartssäkerhet (EASA) har Apostolos Batategas och Alessandro Cometa deltagit.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Jan Eriksson och Mats Ersbrant deltagit.

Följande organisationer har notifierats: Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO), EASA, EU-kommissionen, BEA, TSB, SHT, NTSB, CIAIAC och Transportstyrelsen.

Utredningsmaterialet

Flygplanets CVR¹ och DFDR² samt ungefär 3,5 ton vrakdelar och 1 ton post har tillvaratagits.

Ytterligare ungefär 9,5 ton vrakdelar och post har undersökts på haveriplatsen.

Analys av bränsle från tankanläggningen på Oslo/Gardermoen flygplats har genomförts.

Rapport har erhållits beträffande avisningsvätskor som använts vid avisning före start.

Fem filmer från övervakningskameror på Oslo/Gardermoen flygplats har tillvaratagits och analyserats.

Intervjuer har genomförts med lastningspersonal, tankningspersonal, samt med operatörens ledningspersonal och piloter.

¹ CVR (Cockpit Voice Recorder) - Ljudregistrator.

² DFDR (Digital Flight Data Recorder) – Digital färdregistrator.

Radardata från civila och militära norska samt svenska radarstationer har tillvaratagits.

Inspelningar av radiokommunikation mellan flygtrafikledningen och besättningen har tillvaratagits.

Möten med representanter från TSB Canada, Transport Canada, Bombardier, NTSB, FAA, Rockwell Collins, Northrop Grumman samt Honeywell har hållits i Montreal, Kanada under maj 2016 samt i Stockholm under september 2016. Vid Stockholmsmötet deltog även representanter från BEA, CIAIAC, SHT samt Transportstyrelsen.

Ett haverisammanträde med anhöriga hölls den 18 augusti 2016 samt med övriga intressenter den 14 september 2016. Vid dessa möten presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid tidpunkten.

Slutrapport RL 2016:11

Luffartyg:	
Registrering, typ	SE-DUX, CRJ 200
Modell	CL-600-2B19
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ³
Serienummer	7010
Operatör	West Atlantic Sweden AB
Tidpunkt för händelsen	2016-01-08, klockan 00.20 under mörker Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC ⁴ + 1 timme)
Plats	Oajevägge, Norrbottens län, (position 6743N 01654 E, 722 meter över havet)
Typ av flygning	Kommersiell lufttransport
Väder	Enligt SMHI:s analys: På flygnivå 330: vind nordväst 30 knop, sikt >10 km, inga moln, temperatur -60 till -63°C På nedslagsplatsen: Svag växlande vind, sikt >10 km, inga moln, temperatur -20 till -25°C, daggpunkt -30°C, QNH ⁵ 1010 hPa
Antal ombord:	2
Besättning	2
Passagerare	Inga
Personskador	2 omkomna
Skador på luftfartyget	Totalhaveri
Andra skador	Markskador samt bränsle och oljespill
Befälhavaren:	
Ålder, certifikat	42 år, ATPL ⁶ (A)
Total flygtid	3 365 timmar, varav 2 208 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	130 timmar, samtliga på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	93
Biträdande piloten:	
Ålder, certifikat	33 år, CPL(A) ⁷
Total flygtid	3 232 timmar, varav 1 064 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	130 timmar, samtliga på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	94

³ ARC (Airworthiness Review Certificate) - Granskningsbevis avseende luftvärdighet.

⁴ UTC (Coordinated Universal Time) - Referens för angivelse av tid världen över.

⁵ QNH anger det atmosfäriska trycket reducerat till havsytans medelnivå.

⁶ ATPL(A) (Airline Transport Pilot License Aeroplane) - Trafikflygarcertifikat med befälhavarbehörighet för kommersiell flygtransport.

⁷ CPL(A) (Commercial Pilot License Aeroplane) - Trafikflygarcertifikat.

SAMMANFATTNING

Olyckan inträffade den 8 januari under en kommersiell fraktflygning från Oslo/Gardermoen flygplats (ENGM) till Tromsø/Langnes flygplats (ENTC) med ett flygplan av modellen CL-600-2B19 tillverkat av Bombardier Inc. Flygplanet var opererat av West Atlantic Sweden AB och hade registreringsbeteckningen SE-DUX.

Allt var normalt fram till början av händelsen som inträffade under briefing för inflygning i planflykt på flygnivå 330. Händelsen började kl. 00.19.20 under mörker utan månljus, moln eller turbulens. Avsaknaden av externa visuella referenser medförde att piloterna var helt beroende av sina instrument, vilka bl.a. bestod av tre oberoende attitydindikatorer.

Enligt registrerad data och simuleringar presenterades en mycket snabb ökning av tippvinkeln på den vänstra attitydindikatorn. Befälhavaren som satt till vänster utropade ett kraftuttryck. Förändringen av tippvinkeln i displayen medförde att befälhavaren utsattes för en överraskningseffekt och en försämring av sin spatiala orientering. Autopiloten blev automatiskt urkopplad, audiella signaler kallade "cavalry charge" samt "single chime" ljud; den senare berodde sannolikt på en skillnad mellan vänster och höger pilots flygdisplayer (PFD).

Båda höjdrodren rörde sig mot ett nossänkande läge och stabilisatortrimmen aktiverades gradvis åt samma håll från den vänstra styrrattens trimswitch. Flygplanet började sjunka samtidigt som anfallsvinkeln och g-belastningar gick mot negativa värden. Båda piloterna utropade kraftuttryck och den biträdande piloten sa "come up".

Ungefär 13 sekunder efter händelsens början hade besättningen två motsägande attitydindikatorer med röda pilar (chevrons) som pekade åt olika håll. Samtidigt visade inte längre något av instrumenten någon komparatorvarning på grund av PFD-enheternas så kallade declutter-funktion som tar bort viss information vid ovanliga attityder.

Varningar för bankningsvinkel (stor rollvinkel) hördes och högsta tillåtna fart och Mach-tal överskreds 17 sekunder efter händelsens början, vilket aktiverade varningen för överfart.

Farten fortsatte att öka, ett nödmeddelande sändes ut och kvitterades av flygtrafikledningen och motorernas dragkraft reducerades till tomgång.

Besättningen var aktiv under hela händelseförloppet. Dialogen mellan piloterna utgjordes huvudsakligen av olika uppfattningar angående svängriktning. De uttryckte även behovet av att stiga. I detta skede var piloterna sannolikt utsatta för spatial desorientering. Flygplanet kolliderade med marken en minut och tjugo sekunder efter den initiala höjdförlusten.

Båda piloterna omkom och flygplanet totalhavererade.

Haverikommissionen har granskat den alarmerings- och räddningstjänst som utfördes. Det finns potential för förbättringar av bl.a. rutiner, utbildning och övning som skulle kunna korta larmtiden, förbättra berörda räddningstjänst-

aktörers lägesbild och öka förmågan att genomföra en räddningsinsats i fjällmiljö.

Olycksplatsen och vrakresterna visade inga indikationer på att flygplanet bröts sönder i luften.

Registreringsenheterna omhändertogs och lästes ut. Beräkningar och simuleringar gjordes för att rekonstruera händelsen och visade att flygplanets manöverorgan fungerade normalt.

De felaktiga attitydindikeringarna på PFD 1 orsakades av en felfunktion på en av tröghetsnavigeringsenheterna (IRU 1). PFD-enheternas komparatorindikeringar rensades bort när attitydindikatorerna visade ovanliga attityder. I simulatoren som användes för besättningens träning rensades inte motsvarande indikeringar. Piloterna blev initialt kommunikativt isolerade från varandra under händelseförloppet.

Det aktuella flygoperativa systemet saknade väsentliga delar som är nödvändiga. I den aktuella händelsen saknades exempelvis ett system för effektiv kommunikation.

Haverikommissionen anser att ett generellt system för initiala utrop (standard calls) för hantering av onormala och nödsituationer samt för ovanliga och oväntade situationer bör införlivas i den kommersiella luftfarten.

Olyckan orsakades av att de operationella förutsättningarna inte var tillräckliga för att fånga upp ett fel i ett redundant system.

Bidragande har varit att:

- Ett effektivt system för att hantera och kommunicera varningar eller nödlägen saknades.
- Instrumentsystemet gav otillräcklig vägledning om uppkomna felfunktioner.
- Den inledande manövreringen som ledde till negativ belastning (Gz) har sannolikt påverkat piloternas förmåga att hantera problemet rationellt.

Säkerhetsrekommendationer

ICAO rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R1)

EASA rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R2)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R3)

Transport Canada rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R4)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R5)

FAA rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R6)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R7)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Tillse att leverantörer av flygtrafikledningstjänst säkerställer rutiner så att alarmeringsmeddelanden om kritiskt läge omgående kan lämnas till berörd flygräddningscentral. (RL 2016:11 R8)
- Tillse att leverantörer av flygtrafikledningstjänst utbildar och övar berörd personal så att de kan bistå flygräddningscentralen enligt gällande föreskrifter. (RL 2016:11 R9)
- Tillse att Sjöfartsverket säkerställer att samtliga besättningar som håller beredskap för SAR-uppdrag i fjällmiljö uppfyller kraven på förmåga att genomföra relevanta efterforskningsuppgifter. (RL 2016:11 R10)

Sjöfartsverket rekommenderas att:

- Utveckla samordningen mellan sjö- och flygräddningscentralen (JRCC) och berörda flygtrafikledningsenheter (inklusive ATCC) så att flygtrafikledningsenheternas personal blir väl förtrogna med vilka fakta och annan information de kan behöva bistå JRCC med. *(RL 2016:11 R11)*
- Tillse att räddningsledare och biträdande räddningsledare ges regelbunden utbildning och övning avseende stabsarbete med samverkanspersoner från andra räddningstjänstansvariga myndigheter och organisationer i JRCC:s stab. *(RL 2016:11 R12)*
- Ta fram underlag för, och genomföra, utbildning och övning av efterforskning i fjällmiljö under både dager och mörker för SAR-besättningar som håller beredskap i fjällmiljö. *(RL 2016:11 R13)*
- Se över sina rutiner för att tiden för förberedelser inför start med SAR-helikoptrar ska kunna minimeras. *(RL 2016:11 R14)*

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Olyckan inträffade i Sverige under en kommersiell fraktflygning med post från Oslo/Gardermoen flygplats (ENGM) till Tromsø/Langnes flygplats (ENTC).



Figur 1. Flygsträckan.

Befälhavaren och den biträdande piloten hade tidigare under kvällen flugit sträckorna ENTC-ENEV samt ENEV-ENGM med samma flygplan. Besättningens tjänstgöring startade kl. 18.10.

Flygplanet hade tilldelats anropssignalen SWN294 (Air Sweden 294). Flygningen utfördes enligt ATS⁸ färdplan som en IFR⁹ flygning. Den önskade flyghöjden på sträckan var flygnivå 330 (FL330). Den

⁸ ATS (Air Traffic Service) – Flygtrafikledningstjänst.

⁹ IFR (Instrument Flight Rules) – Instrumentflygregler.

planerade färdvägen till ENTC planerades via de brytpunkter och luftleder som benämns NUVSA, T311, EGAGO, N150, MAVIP, T65, GILEN, P600 samt LURAP. Den planerade färdvägen följde i stort sett den kortaste vägen mot LURAP.

Den planerade starttiden var kl. 23.00 lokal tid med en planerad flygtid på en timme och 43 minuter. Aktionstiden avseende bränsle angavs till två timmar och 46 minuter.

Haverikommissionen har tagit del av det planeringsunderlag som låg till grund för flygningen. Underlaget bestod av väderinformation, NOTAM¹⁰, driftfärdplan samt prestandatabeller.

Enligt prognoskartan för vädret på sträckan (SWC¹¹) förekom inget signifikant väder, vilket innebär att det inte fanns någon prognostiserad risk för isbildning, turbulens, nederbörd eller lävågor.

NOTAM innehöll inte någon information som förhindrade eller förändrade flygningens planerade genomförande. Driftfärdplanens utförande och innehåll var i enlighet med gällande föreskrifter.

1.1.2 Förberedelser före start

Texten i följande avsnitt grundar sig på information från ljud- och färdregistratorerna (CVR och DFDR), ljudinspelningar från flygtrafikledningen, filmer från övervakningskameror på Oslo/Gardermoen flygplats samt intervjuuppgifter.

Lasten förankrades rutinmässigt sektionvis. Varje sektion omgavs av vertikala nät som tål en longitudinell belastning av 9G.

Flygplanet tankades med 2 103 liter bränsle av typen Jet A-1.

En kopia av lastbeskedet med befälhavarens namnteckning visar att flygplanetets massa och balans låg inom tillåtna gränser.

Kl. 22.24 kom besättningen överens om att befälhavaren skulle vara PF¹² och biträdande piloten PM¹³ under den aktuella sträckan. Tre minuter senare hördes utsändningen av ATIS¹⁴ för Oslo/Gardermoen flygplats. Informationen angav bl.a. att bana 01 vänster var i användning samt att vinden var 20 grader och fem knop, sikten mer än 10 km i lätt snöfall med en temperatur på -13°C och dagpunktstemperatur på -15°C. Lufttrycket (QNH) angavs till 1007 hPa.

Ungefär kl. 22.30 begärde befälhavaren färdtillstånd. Flygledningen lämnade färdtillstånd till Tromsø, bana 01 vänster (för start), utflyg-

¹⁰ NOTAM (Notice to Airmen) – Information för luftfarten.

¹¹ SWC (Significant Weather Chart) – Karta över signifikant väder.

¹² PF (Pilot Flying) – Piloten som manövrerar flygplanet.

¹³ PM (Pilot Monitoring) – Piloten som övervakar flygningen.

¹⁴ ATIS (Automatic Terminal Information Service) – Automatisk terminalinformationstjänst.

ningsväg NUFSA 4A samt transponderkod 4511, vilket kvitterades med en begäran om avisning.

Kl. 22.47 påbörjade den biträdande piloten läsning av checklistan benämnd ”Before start checklist”. Samtliga punkter i den första delen av checklistan lästes upp och kvitterades av befälhavaren.

Kl. 22.48 kontaktade den biträdande piloten flygledningen och bad om tillstånd att starta motorerna vilket beviljades. Checklistans andra del lästes, varefter båda motorerna startades. Kl. 22.52 lästes samtliga punkter i checklistan ”After Start Checklist” som kvitterades av befälhavaren. Därefter begärde den biträdande piloten taxitillstånd från tornet och taxning till avisningsplattan påbörjades.

Kl. 23.01 påbörjades avisningen. En s.k. tvåstegsavisning utfördes, vilket innebar att avisningsvätska av såväl typ I (borttagande av is, frost och snö), som typ II (förhindrande av återfrysning) användes. Flygplanets vingar, stabilisator och fena avisades. I samband med avisningen läste den biträdande piloten samtliga punkter på checklistan benämnd ”Deicing” vilka kvitterades av befälhavaren. I enlighet med checklistan utfördes en kontroll av skevroder, spoilerons, sidroder samt höjdroder. DFDR-data samt information från en övervakningskamera bekräftar att roderkontrollen var utan anmärkning.

Kl. 23.04 begärdes och erhöles klarering för taxning. Taxning påbörjades till väntplats för bana 01 vänster. Befälhavaren genomförde en briefing för start och utflygning. Samtliga punkter på checklistorna ”Taxi Checklist” och ”Before Take-Off Checklist” lästes av den biträdande piloten och kvitterades av befälhavaren. Omedelbart före start utfördes en motoruppkörning. Syftet med proceduren är enligt flygplanets handbok att avlägsna eventuellt kvarvarande avisningsvätska från motorerna.

1.1.3 Starten, utflygningen, stigningen och flygningen på marschhöjd

Starten påbörjades kl. 23.09 i nordlig riktning från bana 01 vänster. Start, utflygning och stigning till den klarerade marschhöjden, flygnivå 330, utfördes enligt normala rutiner. Autopiloten kopplades in under stigning ungefär på flygnivå 180. Kl. 23.37 övergick flygplanet till planflykt på flygnivå 330.

Flygplanet korsade gränsen och kom in i Sverige ungefär i höjd med Bodö men befann sig fortfarande i luftrummet benämnt Area Silver som kontrolleras av norsk flygtrafikledning. Besättningen hade fått klarering direkt till position VAMEN samt information om att förvänta sig en inflygning till bana 01 i Tromsø med s.k. circling¹⁵.

Befälhavaren frågade därefter den biträdande piloten om han var redo för en briefing för inflygningen, vilket denne bekräftade. Det framgår

¹⁵ Circling – En förlängning av en instrumentinflygningsprocedur som leder till ett visuellt trafikvarv till flygplatsen inför landning.

inte av inspelningarna att manövreringen av flygplanet överlämnades till den biträdande piloten inför briefing. Briefingen pågick i nästan en minut och bekräftades löpande av den biträdande piloten. Briefingen omfattade alla delar av den aktuella inflygningen.

Fram till händelsens början har ingenting framkommit som tyder på avvikelser från normala rutiner eller normala inställningar i cockpit avseende reglage eller switchar.

Det framgår av CVR-inspelningen att alla samtal mellan piloterna fördes på engelska. Det förekom samtal av både operationell och privat karaktär. Samtliga samtal fördes utan tecken på missförstånd mellan piloterna.

Flygplanet låg i planflykt på flygnivå 330 (ca 10 600 meter) med en magnetisk kurs på 014 grader, en indikerad fart (IAS¹⁶) på 275 knop och en färdhastighet (Ground Speed) på 422 knop. Autopiloten och girdämparen (Yaw Damper) var inkopplade. Alla registrerade DFDR-parametrar var stabila med normala värden från den tidpunkt då flygplanet planade ut på marschhöjden.

1.1.4 Händelsen och haveriet

Tidsangivelserna under händelseförloppet anges i nedanstående text i sekunder tillsammans med bokstaven t där händelseförloppets början är t0, motsvarande tiden 00.19.20.

Data från flygplanets DFDR visar det att det registrerades en ökning av tippvinkeln (pitch angle) vid t0, under pågående briefing. Från att ha varit konstant med ett värde på ungefär 1 grad ökade nu tippvinkeln till 1,7 grader. Den registrerade tippvinkelns ökningstakt var därefter ungefär 6 grader i sekunden under de påföljande sex sekunderna.

Den information om tippvinkeln som registrerades på DFDR härrörde från flygplanets IRU¹⁷ 1 som med normala inställningar i cockpit även försåg PFD 1, den vänstra pilotens primära flygdisplay, med motsvarande information.

Vid t2 utropade befälhavaren, som satt i vänster stol, ett kraftuttryck "What (!)". Enligt DFDR-data hade den registrerade tippvinkeln då ökat till ungefär 15 grader samtidigt som den registrerade höjden, farten och anfallsvinkeln¹⁸ inte hade förändrats (anfallsvinkeln presenteras inte för besättningen).

Omedelbart därefter aktiverades ljudvarningen för autopilotens urkoppling (kallad Cavalry Charge). Urkopplingen bekräftas även av DFDR-data. Enligt flygplanets tillverkare kopplades autopiloten ur automatiskt, sannolikt på grund av skillnader i styrservosystemets

¹⁶ IAS (Indicated Air Speed) - Indikerad fart.

¹⁷ IRU (Inertial Reference Unit) – Tröghetsnavigeringsenhet; systemet beskrivs närmare i avsnitt 1.6.2.

¹⁸ Anfallsvinkel – Vinkel mellan den angripande relativa luftströmmen och vingen medelkorda.

kommandon. Ljudvarningen förblev aktiv under de nästkommande 18 sekunderna.

Vid **t3** registrerades en audiell varningssignal kallad Single Chime¹⁹.

Ungefär samtidigt visar DFDR-data att både vänster och höger höjdroder rörde sig mot ett läge som sänker flygplanets nosläge. Den registrerade anfallsvinkeln från givare på flygplanets vänstra och högra sida ändrades till negativa värden. DFDR-data visar även att den rörliga horisontella stabilisatorn aktiverades manuellt med vänstra styrrattens omkopplare under 19 sekunder. Under tiden var även den högra styrrattens omkopplare aktiverad under tre sekunder. Den vänstra omkopplaren har prioritet över den högra omkopplaren. Trimläget ökade initialt i en långsam takt mot ett nos-ner läge från det initialt registrerade värdet på -0,9 grader (flygplanets nos upp).

Vid **t5** hade den registrerade tippvinkeln överskridit 30 grader vilket enligt flygplanets design innebar att röda pilar (chevrons) som pekade neråt visades på PFD 1 samt att komparatorindikationer togs bort (s.k. declutter²⁰-funktion). Stabilisatortrimmens rörelsehastighet ökade nu och uppnådde ett värde på 1.7 (flygplanets nos ner) vid **t12**. Flygplanet började sjunka med vertikala accelerationsvärden som momentant uppgick till en negativ belastning motsvarande -1G. I samband med detta registrerade CVR oregelbundna ljud under ungefär fem sekunder.

Vid **t9**, efter några sekunder med negativ G-belastning, aktiverades flygplanets varningssystem med en så kallad Triple Chime. Omedelbart därefter registrerade CVR kraftuttryck från såväl den biträdande piloten som befälhavaren följt av en audiell varning (syntetisk röst) för lågt oljetryck i motorerna "Engine Oil". Enligt motortillverkaren berodde varningen på den negativa G-belastningen.

Vid **t11** aktiverades en audiell signal för stabilisatortrimmens rörelse (Stab trim clacker), vilket innebar att läget för stabilisatorns rörelse hade detekterats med en snabbare takt under mer än tre sekunder. I detta läge berodde stabilisatorns rörelse på en manuell aktivering av trimswitchen. Omedelbart därefter aktiverades återigen triple chime som avbröts av två audiella varningar för hög rollvinkel "bank angle" vilket innebar att flygplanets rollvinkel uppgick till minst 40 grader. I samband med den första rollvinkelvarningen utropade den biträdande piloten "Come up" (Kom upp). I samband med den andra varningen utropade den biträdande piloten "Turn right" (Sväng höger) samtidigt som befälhavaren ropade "Come on, help me, help me, help me" (Kom igen, hjälp mig, hjälp mig, hjälp mig).

Vid **t17**, överskreds den högsta tillåtna farten (V_{MO}), 315 knop och det maximalt tillåtna Mach-talet (M_{MO}), 0.85, ungefär samtidigt. Varningssignalen för överfart (Overspeed clacker) aktiverades samti-

¹⁹ Chime – Audiell signal som används för olika varningar.

²⁰ Declutter – Avser borttagandet av icke relevant information.

diget som den vertikala accelerationen övergick till positiva värden. Varningssignalen förblev därefter aktiverad fram till **t72**. Befälhavaren bad återigen om hjälp, vilket besvarades av den biträdande piloten med *"Yes, I am trying"* (*Ja, jag försöker*). I samband med att accelerationen blev positiv registrerade CVR återigen oregelbundna ljud under drygt två sekunder.

Vid **t20** upphörde varningsljudet från autopiloten samtidigt som en *"bank angle"* varning återigen hördes. Den biträdande piloten utropade nu *"Turn left"* (*Sväng vänster*) tre gånger, följt av *"No"* (*Nej*) samtidigt som två Single Chime varningar ljöd.

Vid **t23** uppgick den registrerade indikerade farten till 364 knop, motsvarande Mach 0.91, vilket innebar att M_D ²¹ överskreds.

Vid **t30** sände den biträdande piloten ett nödmeddelande *"Mayday, Mayday, Mayday, Air Sweden 294"* som bekräftades av flygtrafikledningen. Därefter sände den biträdande piloten ytterligare ett nödmeddelande samtidigt som två Single Chime registrerades och bad sedan att få återkomma, *"We call you back, Mayday, Mayday"*.

Den registrerade indikerade farten hade nu ökat till 400 knop, motsvarande flygplanets konstruktionsfart (V_D ²²), och den registrerade höjden var ungefär 24 000 fot. Stabilisatortrimmen aktiverades igen och minskade till 0,3 grader nos ner. Omedelbart därefter aktiverades den vänstra styrrattens omkopplare för urkoppling av stabilisatortrimmen. Befälhavaren utropade *"Mach trim"*²³ vilket besvarades av den biträdande piloten med *"Trim, trim a lot"* (*Trimma, trimma mycket*).

Vid **t40** anropade flygtrafikledningen flygplanet, vilket inte besvarades av besättningen. Ytterligare en Single Chime ljud, varefter motoreffekten reducerades till tomgång. Audiella *"Bank angle"*-varningar började nu höras kontinuerligt fram till slutet av händelsen.

Under det fortsatta förloppet visar det sista registrerade DFDR-värdet för indikerad fart att denna fortsatte att öka upp till 508 knop samtidigt som vertikala accelerationsvärden var positiva med maximala värden på ungefär +3G. DFDR-data visar att flygplanets skevroder och spoileron huvudsakligen hade utslag åt vänster under händelseförloppet. Dialogen mellan piloterna bestod nu huvudsakligen av olika uppfattningar angående svängriktningar. De uttryckte även behovet av att stiga.

Vid **t57** registrerades återigen en Single Chime-varning. Ungefär samtidigt anropade flygtrafikledningen flygplanet enligt registreringarna från ATC.

²¹ M_D (Design diving speed in Mach number) – Dykfart i Mach-tal som flygplanet konstruerats för.

²² V_D (Design diving speed) – Dykfart som flygplanet konstruerats för.

²³ Mach trim – Avser ett felmeddelande för trimfunktionen som visas på instrumentpanelens varningsdisplay.

Flygplanet kolliderade med marken i inverterat läge en minut och tjugo sekunder efter händelsens början.

Radardata och olycksplatsens position indikerar att flygbanan ändrades ungefär 75 grader åt höger under den senare delen av förloppet.

Olyckan inträffade under mörker kl. 00.20.40 i position 6743N 01654E, 722 meter över havet.

1.2 Personskador

	Besättning	Passagerare	Ombord- varande totalt	Övriga
Omkomna	2	-	2	-
Allvarligt skadade	-	-	0	-
Lindrigt skadade	-	-	0	Ej tillämpligt
Inga skador	-	-	0	Ej tillämpligt
Totalt	2	0	2	-

1.3 Skador på luftfartyget

Totalhaveri.

1.4 Andra skador

1.4.1 Miljöpåverkan

Markskador samt bränsle och oljespill.

1.5 Besättningen

1.5.1 Befälhavaren

Befälhavaren, 42 år, hade ATPL (A) med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var befälhavaren PF.

Flygtid (timmar)				
	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	3	15	130	3 365
Aktuell typ	3	15	130	2 208

Totala antalet timmar på aktuell typ består av 639 timmar på CRJ900 och 1 569 timmar på CRJ200.

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 93.

Flygprov på typen gjordes den 23 augusti 2008.

ATPL erhöles den 17 mars 2014; flygprovet gjordes på typen.

Senaste PC²⁴ genomfördes den 23 februari 2015 på typen.

²⁴ PC (Proficiency Check) - Kontroll av flygkompetens.

Befälhavarens grundflygutbildning genomfördes på flygskolan Airman i Malaga och i Madrid, Spanien. Utbildningen var uppdelad i moduler och omfattade PPL²⁵, CPL²⁶, teori för ATPL samt MCC²⁷.

Under grundflygutbildningen godkändes befälhavaren i flygpsykologisk lämplighetsbedömning.

I utbildningen ingick inte avancerad flygning.

Befälhavaren hade tidigare erfarenhet av CRJ900 hos en annan operatör.

Befälhavaren hade genomgått teoretisk och praktisk utbildning i SOP²⁸ och CRM²⁹ hos den aktuella operatören med godkända resultat.

Vid ATPL-utbildning på typen utfördes praktisk simulatorträning i obligatoriska manövrar och moment bl.a. genomgång av proceduren benämnd ”EFIS COMP MON³⁰”.

1.5.2 *Biträdande piloten*

Biträdande piloten, 33 år, hade CPL(A) med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var piloten PM.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	3	13	130	3 232
Aktuell typ	3	13	130	1 064

Total flygtid på aktuell typ har erhållits på CRJ200.

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 94.

Flygprov på typen gjordes den 12 september 2013.

Senaste PC genomfördes den 15 september 2015 på typen.

Den biträdande pilotens grundflygutbildning genomfördes på flygskolan EPAG i Frankrike. Utbildningen genomfördes som en ab initio³¹-utbildning och omfattade integrerad utbildning till CPL, teori för ATPL samt MCC.

I utbildningen ingick inte avancerad flygning.

Den biträdande piloten påbörjade sin kommersiella karriär hos operatören på flygplanstypen BAE/ATP/Jetstream 61.

²⁵ PPL (Private Pilot Licence) – Privatflygcertifikat.

²⁶ CPL (Commercial Pilot Licence) – Trafikflygcertifikat.

²⁷ MCC (Multi Crew Cooperation) – Besättningssamarbete.

²⁸ SOP (Standard Operating Procedures) – Normala operativa procedurer.

²⁹ CRM (Crew Resource Management) – Hantering av besättningsresurser.

³⁰ EFIS COMP MON (EFIS Comparator Monitoring) – Funktion som varnar för onormala skillnader mellan PFD-enheterna.

³¹ Ab initio utbildning – Utbildning från grunden till kommersiell pilot.

Vid utbildning på typen utfördes praktisk träning i obligatoriska manövrar och moment bl.a. genomgång av proceduren benämnd ”EFIS COMP MON”.

1.5.3 Piloternas tjänstgöring

Befälhavaren tjänstgjorde på sitt femte arbetspass (ett kvälls- och fyra kvälls-/nattpass) när olyckan inträffade. Under de fyra första passen avslutades flygningen kl. 21.50, 02.02, 00.33 samt 01.45. Den biträdande piloten tjänstgjorde på sitt fjärde kvälls-/nattpass. Under de tre första passen avslutades flygningen kl. 02.02, 00.33 samt 00.42.

Den ackumulerade veckotjänstgöringstiden för piloterna var 32,5 timmar.

Olyckan inträffade under arbetspassets tredje och sista flygning.

1.6 Luftfartyget

Luftfartyget av modellen CL-600-2B19 är ett tvåmotorigt lågvingat regionaljetflygplan med marknadsföringsnamnet CRJ200PF (Canadair Regional Jet 200 Package Freighter). Flygplanet är avsett för transport av frakt på kort- och medeldistans. Flygplanet är 26,77 meter långt, har en spännvidd på 21,21 meter och är försett med tryckkabin.



Figur 2. Flygplanet SE-DUX. Foto: West Atlantic Sweden AB.

Flygplanet har två turbofläktmotorer tillverkade av General Electric. Flygplanet är huvudsakligen tillverkat av aluminium och är uppdelat i cockpit och lastsektioner.

1.6.1 Flygplanet

Typcertifikatinnehavare	Bombardier Inc.	
Modell	CL-600-2B19	
Serienummer	7010	
Tillverkningsår	1993	
Flygmassa, kg	Max tillåten start-/landningsmassa 23 995/21 200 aktuell 19 912	
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser, 16 % MAC ³² (min 9 max 32).	
Total gångtid, timmar	38 601	
Antal cykler	31 036	
Typ av bränsle som tankats före händelsen	Jet A1	
Motor	CF34-3B1	
Typcertifikatinnehavare	General Electric Company	
Motortyp	Turbofläkt	
Antal motorer	2	
Motor	Nr 1	Nr 2
Serienummer	873011	807303C
Total gångtid, timmar	24 517	36 543
Gångtid efter senaste översyn, timmar	197	197
Kvarstående anmärkningar	Inga	

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

1.6.2 Beskrivning av delar eller system av betydelse för händelsen

Flygplanets sex frihetsgrader

Ett flygplan har sex frihetsgrader som består av tre rotationsrörelser och tre translationsrörelser (se figur 3).

Rotationsrörelserna sker kring flygplanets tre axlar, tvärxeln, längdaxeln och vertikalaxeln.

Tvärxeln löper i princip utmed flygplanets vingar. En rörelse kring tvärxeln kallas tippning och dess plan kallas loopingplanet. En ökad tippvinkel medför att flygplanets nos går upp medan en minskad tippvinkel medför att flygplanets nos går ner.

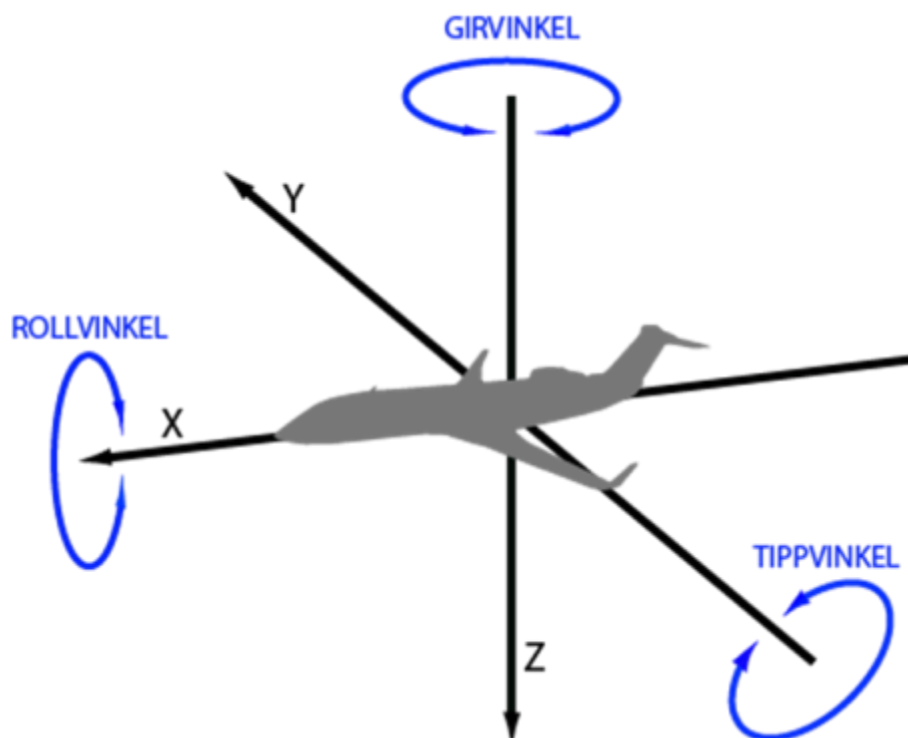
Längdaxeln löper utmed flygplanskroppen. En rörelse kring längdaxeln kallas roll och dess plan kallas rollplanet. En förändrad rollvinkel medför att flygplanet lutar åt vänster eller höger sett från pilotens position.

³² MAC (Mean Aerodynamic Chord) – Aerodynamisk medelkorda.

Vertikalaxeln är vinkelrät i förhållande till vingarna och utgår från tyngdpunktscentrum mot flygplanets undersida. En rörelse kring vertikalaxeln kallas gir och dess plan kallas girplanet. En förändring av girvinkeln medför att flygplanets nos rör sig åt vänster eller höger sett från pilotens position.

Translationsrörelserna sker utmed flygplanets tre axlar.

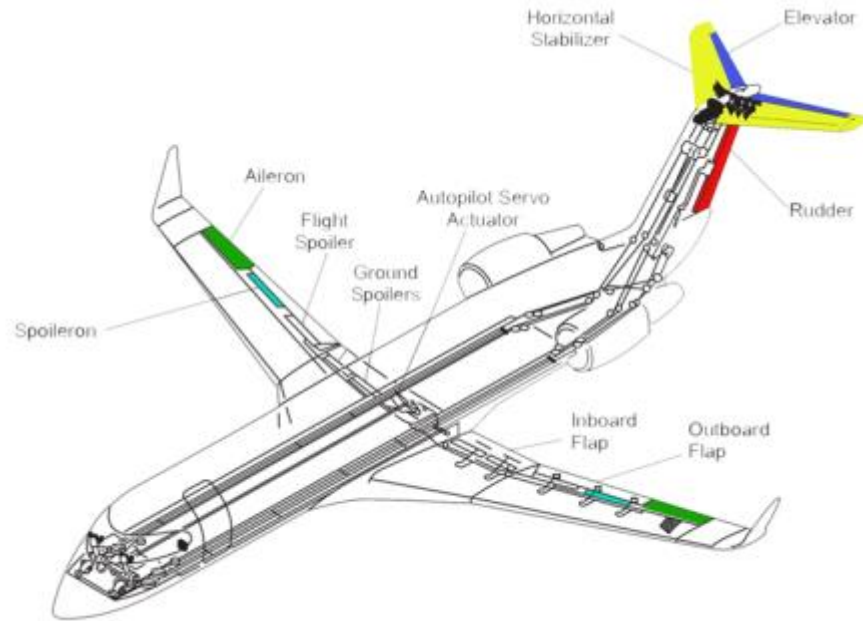
En hastighetsförändring utmed längdaxeln orsakar förändringar i den horisontella accelerationen (G_x). En hastighetsförändring utmed vertikalaxeln orsakar förändringar i den vertikala accelerationen (G_z). En hastighetsförändring utmed tväraxeln orsakar förändringar i den laterala accelerationen (G_y).



Figur 3. Flygplanets sex frihetsgrader.

Manöverorgan

Flygplanets styrsystem är av konventionell typ och manövreras med styrratt, kontrollkolumn och sidroderpedaler. Roderytorna manövreras antingen hydrauliskt eller elektriskt. Styrsystemet inkluderar större roderytor, komponenter och delsystem som kontrollerar flygplanets attityd under flygning. Manöverorganen är indelade i ett primärt och ett sekundärt system.



Figur 4. Roderytor.

Det primära rodersystemet omfattar:

- Höjdroder
- Skevroder
- Spoileron
- Sidroder

Höjdroder, skevroder och sidroder manövreras genom roderlinor, lintrissor, hävarmar och stötstänger som överför piloternas styrutslag till hydrauliska aktuatorer.

Flygplanet är utrustat med tre oberoende hydraulsystem. Skevroder och spoileron drivs av två hydrauliska system. Sidroder och höjdroder styrs av samtliga tre hydraulsystem.

Spoilerons används under flygning för att öka effektiviteten i rollplanet och aktiveras när stora utslag används på skevroderen.

För att piloterna ska få återkoppling av aerodynamiska krafter på roderytorna finns det ett system som genererar dessa artificiellt till styrreglagen.

Vänster och höger sida av höjdroder- respektive skevrodersystemen kan separeras i händelse av en blockering i styrsystemens ena sida.

Styrsystemets status och roderytors positioner visas på EICAS³³ primära sida, statussida och styrsystemets synoptiska sida.

Ett skyddssystem varnar för, och motverkar, stall³⁴.

³³ EICAS (Engine Indication and Crew Alerting System) – Display i cockpit som bl.a. visar motorvärden och systemindikationer.

³⁴ Stall – Förlust av lyftkraft orsakad av ett överskridande av den kritiska anfallsvinkeln.

Det sekundära styrsystemet omfattar:

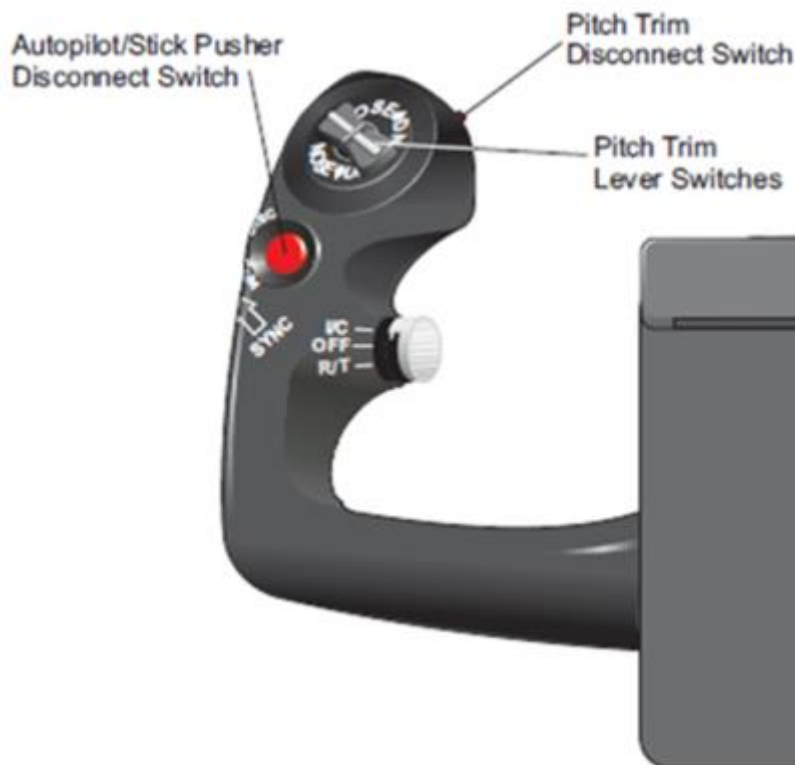
- Klaffar
- Flygspoilers
- Markspoilers
- Skevrodertrim och sidrodertrim
- Stabilisatortrim

Flygspoilers används för att reducera farten under flygning. Flyg och markspoilers används endast på marken för att reducera rullsträckan. Dessa system är elektriskt kontrollerade och hydrauliskt aktiverade.

Stabilisatortrimmen används för att trimma flygplanet i tippel. Den kan manövreras på fyra sätt, vilka anges i prioritetsordning: manuell trim, autotrim (under 0-20 graders klaffrörelse), Machtrim och autopilottrim. Rörelseutslaget för stabilisatorn ligger mellan +2 grader (flygplanets nos ner) och -13 grader (flygplanets nos upp).

Den manuella trimfunktionen aktiveras med hjälp av trimströmbrytare på vänster respektive höger styrratt. När den manuella trimmen aktiveras är stabilisatorns rörelsehastighet 0,5 grader per sekund. En audiell varning (Stab trim clacker) aktiveras när stabilisatorns rörelse detekteras under mer än tre sekunder.

En strömbrytare kallad ”Pitch trim disconnect switch” på vänster respektive höger styrratt används för att koppla ur systemet.



Figur 5. Strömbrytare på vänster styrratt. (Samma uppsättning strömbrytare finns även på den högra delen av den högra styrratten).

EFIS

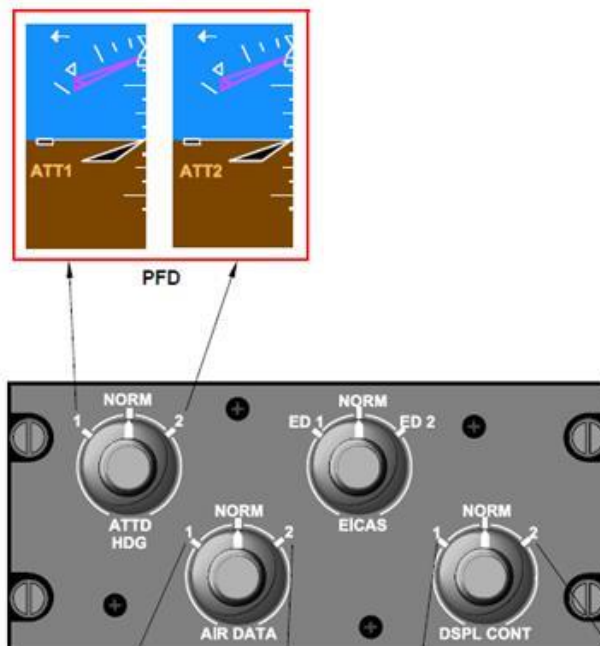
Det elektroniska flyginstrumentsystemet (EFIS) förser besättningen med flyg- och navigeringsinformation. All grundläggande flyginformation presenteras på EFIS-displayer. Respektive pilots instrumentpanel består av en primär flygdisplay (PFD) och en multifunktionsdisplay (MFD).

Varje PFD visar bl.a. attityd, höjd, fart, kurs, styrkommandon och status för den s.k. Flight Director, status på autopiloten, flygmoder samt navigationsinformation.

Varje MFD visar bl.a. navigationsinformation. MFD utgör även ett ersättningsalternativ för PFD och EICAS.

En panel kallad ”Source Selector panel” på mittpedestalen används för att välja alternativa informationskällor för kritiska system vilket gör det möjligt att erhålla data från det kvarvarande fungerande systemet.

Om till exempel ATTD HDG³⁵ vrids från läge NORM till läge 2 innebär det att båda PFD får sin information från IRU³⁶ 2.



Figur 6. Source Selector Panel.

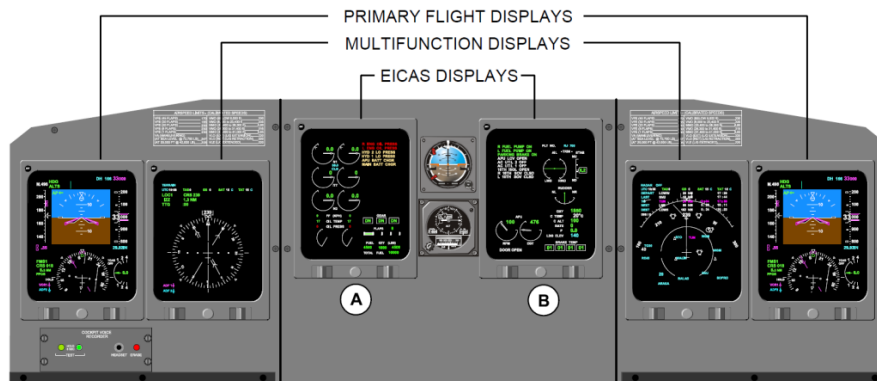
Normalt förses PFD 1, framför vänster pilot, med information från IRU 1 och PFD 2, framför höger pilot, med information från IRU 2.

Informationen som presenteras på respektive PFD övervakas och jämförs sinsemellan av ett komparatorsystem.

³⁵ ATTD HDG (Attitude Heading) – Attityd Kurs.

³⁶ IRU (Inertial Reference Unit) – Tröghetsnavigeringsenhet.

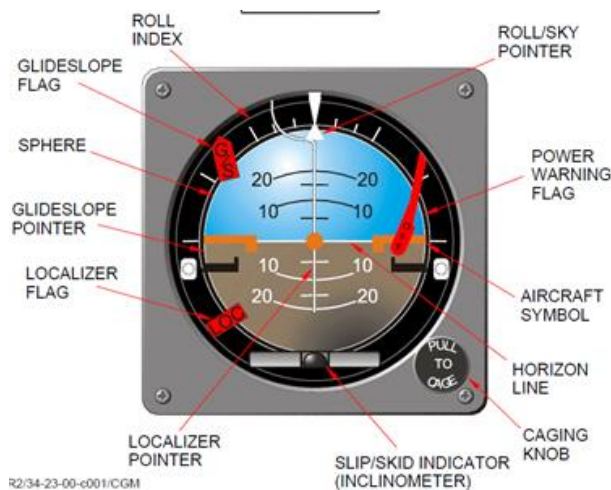
PFD-enheterna och reservinstrumenten (Standby instruments) medför en redundans med tre oberoende flyginstrumentsystem.



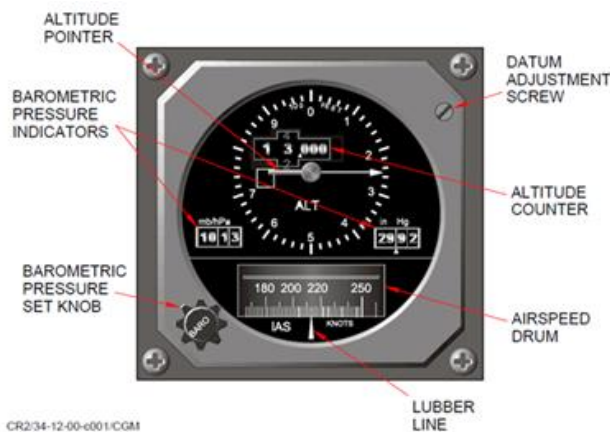
Figur 7. PFD, MFD och EICAS display.

Reservinstrument

Reservinstrumenten förser piloterna med bl.a. attityd- höjd- och fartinformation. En oberoende reservkompass visar den magnetiska kursen.



Figur 8. Reservhorisontgyro.



Figur 9. Reservhöjdmätare och reservfartmätare.

Komparatorfunktioner

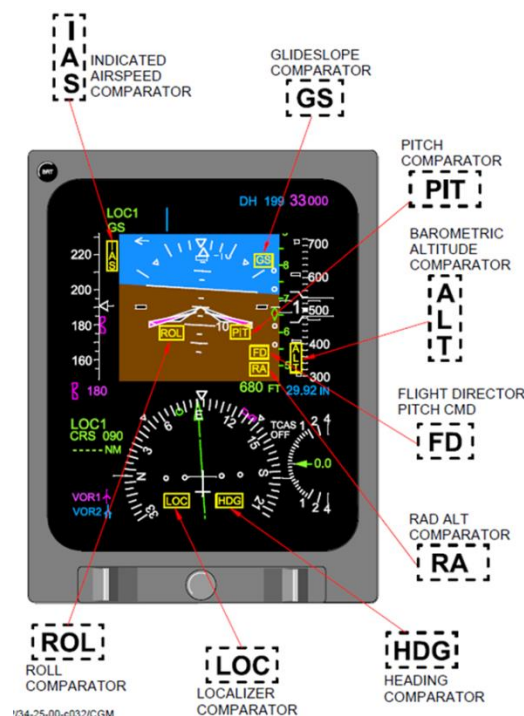
Varje PFD jämför den presenterade informationen med den som presenteras på den andra, för att säkerställa att samma information visas på båda PFD-enheterna. Varje PFD utför sin egen övervakning och styr de egna komparatorindikationerna. Jämförelse av roll- och tippvinkel, höjd- och fartinformation sker kontinuerligt.

När en skillnad som går utanför gränsvärdena upptäcks kommer komparatorindikatorn på bägge PFD att blinka i gult under fem sekunder och därefter lysa stadigt så länge skillnaden finns kvar. Ett varningsmeddelande med texten "EFIS COMP MON" kommer att presenteras på EICAS primära sida samtidigt som varningslampan "Master Caution" aktiveras med åtföljande audiell varning (Single Chime).

För differensen gällande tipp- och rollvinkel samt kurs visas den tillämpliga varningen PIT, ROL respektive HDG innanför en gul ram på varje PFD (se figur 10).

Komparatorvarningen aktiveras när det uppstår en skillnad som överstiger fyra grader i tipp- eller rollinformation mellan PFD 1 och PFD 2.

PFD-enhetens komparatorindikator har en fördröjningströskel på 0,7 sekunder. Varningen har dessutom en fördröjningströskel på minst 1,0 sekund inom DCU³⁷-enheten innan EFIS COMP MON varningen visas på EICAS.



Figur 10. Komparatorvarningar på PFD.

³⁷ DCU (Data Concentrator Unit) – Enhet som samlar data.

Ovanlig attityd (Unusual attitude)

När den indikerade tippvinkeln överstiger +30 grader, understiger -20 grader eller när rollvinkeln överstiger 65 grader aktiveras en funktion kallad ”declutter”, som medför att all sekundär information tas bort från PFD-enheten. Detta innebär att t.ex. PIT- och ROL-varningar tas bort från horisontdisplayen.

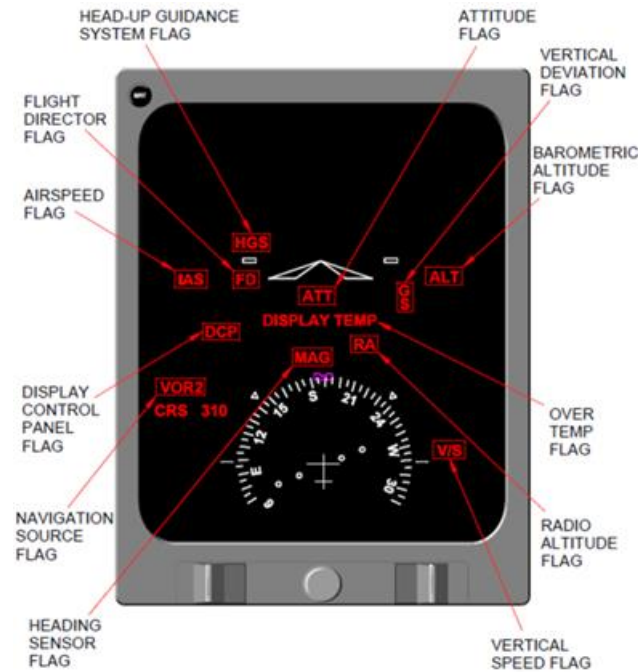
Röda dubbla pilar (chevrons), riktade uppåt eller neråt i förhållande till den konstgjorda horisontlinjen, presenteras på instrumentet och visar riktningen för urgång ur det onormala läget (se figur 11). Indikatorerna för ovanlig attityd tas bort när tipp- eller rollvinkeln återgår till säkra operativa värden.



Figur 11. Ovanlig attityd med chevrons.

Felfunktionsflaggor på PFD

Om det uppstår ett fel i attitydinformationen till en PFD visas en flaggvarning på PFD-enheten med den felaktiga felkällan samt bokstäverna ATT inom en röd ram och attitydinformationen tas bort (se figur 12).



Figur 12. Felfunktionsflaggor på PFD.

EICAS

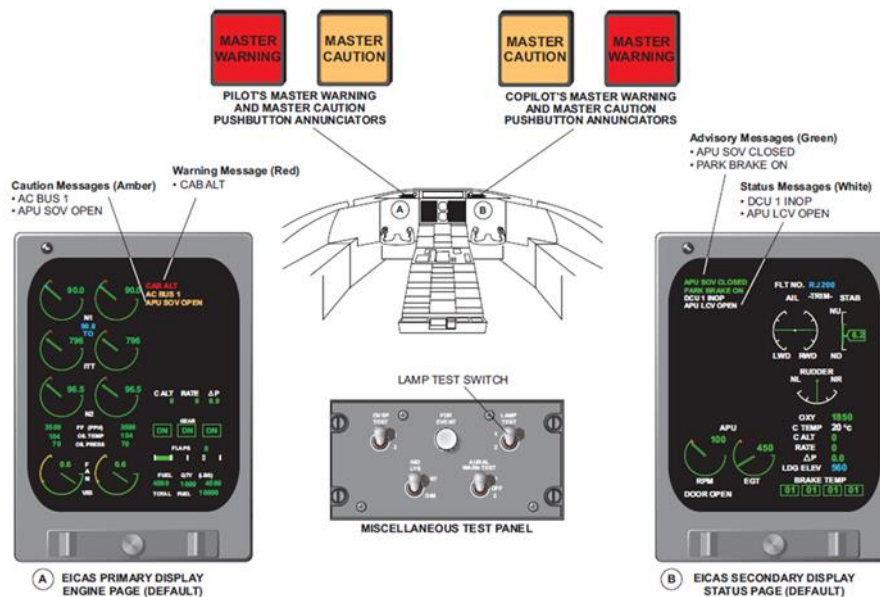
Data från flygplanets system tas emot och bearbetas av datakoncentratorenheter (DCU) vilka förser EICAS-displayerna med information.

DCU utgör även ett gränssnitt mellan DFDR och den diagnostiska underhållsdatorn (MDC – Maintenance Diagnostic Computer) via det integrerade avionikprocessorsystemet (IAPS – Integrated Avionics Processor System).

EICAS förser besättningen med meddelanden från varningssystemet som presenteras på EICAS-displayen i form av varningar, information och statusmeddelanden.

Ljusknappar med varningsbeteckningarna Master Warning och Master Caution på instrumentpanelens bländskydd uppmärksammar besättningen på systemfelfunktioner. Ljudsignaler genereras genom DCU-enheter och ljuder genom högtalarna i cockpit.

En Master Caution genererar en enstaka ljudsignal kallad Single Chime medan en Master Warning genererar en trippel signal kallad Triple Chime. Varje Master Warning och Master Caution genererar motsvarande textmeddelande på EICAS-displayen.



Figur 13. EICAS med Master Warning- och Master Caution-ljusenheter.

Audiella signaler som genereras av EICAS omfattar bl.a.

- ”Cavalry charge” (urkoppling autopilot)
- ”Engine oil” (syntetisk röst för lågt motorljetryck)
- Stab trim clacker (varningsljud för stabilisatorns rörelse)
- Overspeed clacker (varningsljud för överskriden maxfart)

EGPWS

Terrängvarningssystemet, EGPWS (Enhanced Ground Proximity Warning System) förser besättningen med visuella och audiella varningar som bl.a. avser flygplanets terrängfrihet, sjunkhastighet samt terräng- och hinderinformation. Systemet lämnar även audiell information beträffande specifika radiohöjder (RA – Radio Altitude) och begränsningar för rollvinklar.

Vid flyghöjder över 150 fot är varningströsklarna för varningarna avseende rollvinklar 40, 48 och 56 grader. EGPWS använder attitydinformation från IRU 2 som standard när det gäller den aktuella flygplansmodellen. Om det blir fel på IRU 2 använder EGPWS attitydinformation från IRU 1.

Tröghetsnavigeringssystem (IRS – Inertial Reference System)

IRS består av två tröghetsnavigeringsenheter (IRU – Inertial Reference Unit), IRU 1 och IRU 2 samt en modeväljarenhet (MSU – Mode Selector Unit).

Systemet genererar följande information:

- Attityd (tipp-, roll-, och girvinkel)
- Vinkelhastigheter (tipp-, roll-, och girled)
- Linjära accelerationer (vertikala, longitudinella och horisontella)

- Geografisk kurs
- Magnetisk kurs (syntetisk)
- Nuvarande position
- Färdvinkel (geografisk och magnetisk)

IRU

IRU kommunicerar med dess mottagare genom databussar, där utsignalerna skickas som ”ord” bestående av bitar eller ettor och nollor. Varje ord innehåller 32 bitar där specificerade bitar bl.a. beskriver vad som skickas (t.ex. roll- eller tippvinkel), storlek på värdet samt en validering av att ordet är korrekt. Valideringen benämns SSM³⁸ och är resultatet av enhetens kontinuerliga självtest. Syftet med detta är att mottagarna ska få information om utsignalerna är pålitliga.

IRU består av tre lasergyron, en treaxlig accelerometer samt en beräkningsdel. Ett gyro känner av rotationer runt sin axel genom att mäta frekvensskillnader mellan de två motroterande laserstrålarna. Accelerometrarna känner av accelerationen längs sina axlar, som räknas om till fart och sträcka. IRU beräknar därigenom en tredimensionell bana samt flygplanets tipp-, roll-, och girvinklar.

När enheten startas påbörjas ett internt funktionsprov och avkänning av aktuell latitud, vilken jämförs med den manuellt angivna positionen. När positionen är accepterad och flygplanets aktuella vinklar är fastställda så är enheten klar för drift.

DFDR

DFDR (Digital Flight Data Recorder) är en elektronisk registreringsenhet som övervakar flygdata i realtid och lagrar detta i en icke-flyktig minnesenhet, dvs. en minnesenhet som behåller lagrad information även när spänningen är borta. DFDR tar emot data via en databuss från datainsamlingsfunktionen i DCU 1 med DCU 2 som backup.

En treaxlig accelerometer monterad i vänstra huvudställets hjulbrunn förser DFDR med information om accelerationsvärden i flygplanets tre axlar.

Normalt erhåller DFDR attitydinformation från IRU 1 via DCU 1.

AFCS

Det automatiska styrsystemet (AFCS – Automatic Flight Control System) integrerar autopilot- och flight director-systemen och består av två sammanlänkade datorer för styrning av manöverorganen - Flight Control Computer (FCC).

FCC tar emot data från följande system:

³⁸ SSM (Sign Status Matrix) - En bekräftelse av avsändaren att innehållet är korrekt.

- Flygkontrollpanel
- Luftdatasystem
- Navigationssystem
- Inertial Reference System
- Radiohöjdmätare
- Givare för roderpositioner

Flight director ger visuell vägledning med hjälp av en s.k. command bar i attitydvisningsdelen i de primära flygdisplayerna.

Autopiloten kan kopplas ur manuellt eller automatiskt. En urkoppling genererar en varningssignal kallad ”Cavalry Charge”. Varningen tystas automatiskt efter tre till fyra upprepningar på sammanlagt ungefär 1,5 sekunder vid manuell urkoppling eller tidigare om urkopplingsknappen aktiveras en andra gång.

Automatisk urkoppling aktiverar varningen kontinuerligt till dess att kvittens ges med urkopplingsknappen.

Enligt systemets tillverkare kopplades autopiloten ur automatiskt, sannolikt på grund av skillnader i styrservosystemets kommandon.

Belysning

Belysningen i cockpit består av panelbelysning, integralbelysning samt allmän belysning. Den allmänna belysningen består i sin tur av olika kartläsningslampor, takbelysning och flodbelysning (flood-lights).

1.7 Meteorologisk information

Vid olycksplatsen enligt SMHI:s analys:

På flygnivå 330: Vind nordväst 30 knop, sikt >10 km, inga moln, temperatur -60 till -63°C.

På nedslagsplatsen: Svag växlande vind, sikt >10 km, inga moln, temperatur -20 till -25°C, daggpunkt -30°C, QNH 1010 hPa.

Olyckan inträffade under mörker utan månljus.

1.8 Navigationshjälpmedel

På den aktuella sträckan fanns ett flertal VOR- och NDB-fyrar inom flygplanets räckvidd.

1.9 Radiokommunikationer

I samband med olyckan var besättningen i kontakt med flygtrafikledningen Norway Control. De nödmeddelanden som sändes ut under olycksförloppet kvitterades av flygtrafikledningen.

1.10 Flygfältsdata

Inte aktuellt.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Flygplanet var utrustat med en färdregistrator (DFDR, Digital Flight Data Recorder) och en ljudregistrator (CVR, Cockpit Voice Recorder). Enheterna som var kraftigt demolerade har omhändertagits. Minnesenheten hade separerat från CVR-chassit. Båda enheterna inklusive minnesenheten till CVR transporterades med haverikommissionens personal till den franska haverikommissionen, BEA, för utläsning.



Figur 14. DFDR.



Figur 15. CVR-chassit.



Figur 16. Minnesenheten till CVR.

1.11.1 Färdregistrator (DFDR)

DFDR, med modellbeteckningen F1000, från L-3 Communications Aviation Recorders, Inc. USA, hade artikelnummer S800-2000-00 och serienummer 01038.

Den kraschskyddade minnesenheten (CSMU - Crash-Survivable Memory Unit) öppnades upp för att få ut minneskortet. Kortet kopplades upp till ett referenschassi för att kunna ladda ner data. Binärdata laddades ner och omvandlades till ingenjörsenheter via flygplanets parameterlista.

Listan innehåller 137 parametrar varav 52 är kontinuerliga och 85 är diskreta. Kontinuerliga parametrar innehåller olika värden inom vissa gränser medan diskreta parametrar endast innehåller två värden, t.ex. på eller av.

Samtliga parametrar kunde läsas ut. Av de parametrar som var nödvändiga för utredningen visade valideringen av parametrarna att fyra av dessa inte kunde vara kompatibla med flygplanets verkliga rörelse. De berörda parametrarna var tippvinkel (Pitch Angle), rollvinkel (Roll Angle), magnetisk kurs (Magnetic Heading) och färdhastighet (Ground Speed). Dessa fyra parametrar härrör från flygplanets IRU-enheter och redovisas närmare i avsnitt 1.16.7.

Utvalda parametrar redovisas i bilaga 1.

1.11.2 Ljudregistrator (CVR)

CVR, med modellbeteckningen FA2100, från L-3 Communications Aviation Recorders, Inc. USA, hade artikelnummer 2100-1020-00 och serienummer 570736.

Den kraschskyddade minnesenheten (CSMU - Crash-Survivable Memory Unit) öppnades upp för att få ut minneskortet. Kortet kopplades upp till ett referenschassi för att kunna ladda ner data från fyra kanaler.

Kanalerna består av en PA-kanal, två kanaler för vänster respektive höger pilotposition samt en kanal för omgivande ljud i cockpit.

De fyra kanalerna laddades ner och resulterade i fyra ljudfiler på 2 timmar och 4 minuter med hög kvalitet.

Information beträffande dialogen mellan piloterna redovisas i avsnitt 1.1.

En transkribering av CVR-informationen för de sista 85 sekunderna före haveriet redovisas i bilaga 2.

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

1.12.1 Olycksplatsen

Olycksplatsen ligger i en nästan plan del av en dalgång i fjällterräng. I samband med olyckan bildades en krater. Kratern var ungefär 6 meter djup och 20 meter i diameter. I botten på kratern låg ungefär 1,5 kubikmeter vätska bestående av flygbränsle och vatten.



Figur 17. Olycksplatsen med 10 meters avståndsringar. CVR påträffades vid det röda krysset närmast mitten, DFDR vid det andra krysset. Foto: Polisen.

1.12.2 *Luftfartygsvraket*

Flygplanet var totalhavererat. Vrakdelar påträffades upp till ungefär 150 meter från kratern. De flesta delarna fanns i kratern och nordost om denna (se figur 17 ovan). Kartläggning av vrakdelarna har gjorts enligt polarmetoden vilket innebär att man utgår från nedslagsplatsens centrum och anger avstånd och riktning.

Vrakdelarnas spridning visar att flygplanet träffade marken ungefär i östlig riktning. Huvuddelen av höger vinge påträffades i den norra delen av kratern medan huvuddelen av vänster vinge påträffades i den södra delen, vilket visar att flygplanet kolliderade med marken i inverterat läge.

Bärgning

I samband med ett första besök på olycksplatsen omhändertogs ungefär 3,5 ton vrakdelar, motsvarande drygt 25 procent av flygplanets massa, samt ungefär 1 ton av flygplanets last för vidare undersökning (se figur 18).



Figur 18. Första besöket på olycksplatsen.

Vid ett andra besök under sommaren bärgades och undersöktes ungefär 9,5 ton bestående av vrakdelar och last (se figur 19 nedan).



Figur 19. Andra besöket på olycksplatsen.

Undersökning av vrakdelar

Undersökningen av vrakdelarna har visat att flygplanets primära och sekundära roderytor, vingspetsar, nosparti och stjärtparti fanns på olycksplatsen.

Förutom de kraschskyddade registreringsenheterna hade instrument och elektroniska komponenter sådana skador att det inte fanns möjlighet att tillvarata eller utläsa några s.k. icke-flyktiga minnesenheter (NVM – Non Volatile Memory).

1.13 Medicinsk information

Ingenting har framkommit som tyder på att piloternas psykiska eller fysiska kondition varit nedsatt före händelsens början.

1.13.1 Den biologiska dygnsrytmen

Den biologiska klockan styr inte bara fysiologiska aktiviteter som kroppstemperatur och matsmältning utan även prestation, vakenhet och sinnesstämning.

Den biologiska klockan är programmerad för en lägsta aktivitetsnivå runt klockan 02.00 till 05.00 på morgonen. Det är en period med låg aktivitet fysiologiskt och funktionsmässigt. Prestationsförsämringar kan inträffa under ett större fönster från omkring kl. 24.00 till 06.00 på morgonen.

I det aktuella fallet inträffade tillbudet kl. 00.20 på morgonen.

1.13.2 Besättningens sömn och viloperioder

Det finns inga uppgifter beträffande besättningens sömntider dagarna före olyckan.

Under de tre dygn som föregick olyckan hade besättningen haft tillgång till vila under minst 15 timmar per dygn.

1.14 Brand

Haverikommissionen har med hjälp av en utredare och en brandexpert från den norska haverikommissionen undersökt ungefär ett ton av flygplanets last.

Det fanns inga tecken på brand eller explosion.

1.15 Överlevnadsaspekter och räddningsinsatsen

Olyckan var inte överlevnadsbar.

1.15.1 Allmänt

Bestämmelser om räddningstjänst finns framför allt i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) och förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor (FSO).

Med räddningstjänst avses de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska svara för vid olyckshändelse eller överhängande fara för olyckshändelse, för att hindra eller begränsa skador på människor, egendom eller i miljön. För att en insats ska anses vara räddningstjänst ska den vara motiverad utifrån följande fyra kriterier: behovet av ett snabbt ingripande, det hotade intressets vikt, kostnader för insatsen och omständigheterna i övrigt.

Staten ansvarar för fjällräddningstjänst, flygräddningstjänst, sjöräddningstjänst, miljöräddningstjänst till sjöss, räddningstjänst vid utsläpp av radioaktiva ämnen samt efterforskning av försvunna personer i vissa fall. I andra fall ansvarar respektive kommun för räddningstjänst. Parallella räddningsinsatser kan pågå samtidigt.

Vid varje räddningsinsats ska det finnas en räddningsledare med nödvändig kompetens. Räddningsledare är i den kommunala räddningstjänsten räddningschefen eller den som denne har utsett. I statlig räddningstjänst utses räddningsledaren av ansvarig myndighet.

Enligt 6 kap. 7 § LSO är statliga och kommunala myndigheter skyldiga att ställa upp med personal och egendom, under förutsättning att de har de resurser som behövs och att deras medverkan inte allvarligt hindrar deras normala verksamhet.

Med det totala hjälpbehovet för ögonen ska de inblandade aktörerna vid en räddningsinsats komplettera och underlätta varandras arbete i så stor utsträckning som möjligt. Varje aktör har personal som är utbildad för att klara den egna organisationens uppdrag och varje aktör fattar sina egna beslut, men bör göra det med kunskap om och hänsyn till de övriga aktörernas förutsättningar och behov.

Haverikommissionen har i utredningen hämtat in information om den flygräddningstjänst, fjällräddningstjänst och kommunala räddningstjänst som utfördes i samband med haveriet. Därutöver har haverikommissionen även granskat den alarmeringstjänst som är en del av flygtrafikledningstjänsten. Haverikommissionen har i sin granskning huvudsakligen fokuserat på frågor som rör larmning, ledning, tillgång till resurser, samband och samverkan.

1.15.2 Flygtrafikledning och alarmeringstjänst

Alarmeringstjänst är en del av flygtrafikledningstjänst och definieras som ”verksamhet med uppgift att underrätta enheter när ett luftfartyg behöver räddningstjänst samt i nödvändig omfattning stödja denna verksamhet” enligt Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2015:51) om alarmeringstjänst och flygräddningstjänst. I nämnda föreskrifter finns grundläggande bestämmelser för alarmeringstjänst beskrivna i 1 kap. 2 och 3 §§. Transportstyrelsen är ansvarig för den tillsyn över flygtrafik tjänster som ska ske enligt EU-förordningen 1034/2011³⁹.

Flygtrafikledningen i Norge (Norway Control) uppfattade kl. 00.19 ett nödanrop (Mayday) från flygplanets besättning. Norway Control svarade på anropet och försökte få ytterligare information om nödläget men fick inget svar. Flygplanet försvann från radarskärmarna på flygnivå 088. När SE-DUX sände nödmeddelanden i form av ”MAYDAY” kl. 00.19 var luftfartyget i luftrummet öster om Bodö på den svenska sidan av gränsen mellan Sverige och Norge. Luftrummet där luftfartyget befann sig ingår i ”sektor Silver” och utlånas på permanent basis från Sverige till Norge enligt ett avtal (letter of agreement) mellan berörda myndigheter. I avtalet framgår att alarmeringstjänsten i den berörda sektorn ska hanteras av Norge. Det framgår dock inte hur den svenska lagstiftningen om alarmeringstjänst och flygräddningstjänst ska följas i området.

Kl. 00.19 informerade den norska flygtrafikledningstjänsten (ATCC Bodö) den svenska flygtrafikledningstjänsten (ATCC Stockholm) om att SE-DUX var i nöd och sjönk mycket snabbt. Den norska flygledaren informerade vidare om att luftfartyget svängde österut innan det försvann från radarskärmen och frågade sin svenska kollega om denne hade någon trafik i området.

Den flygledare vid ATCC Stockholm som tog emot informationen kallade in sin skiftledare som enligt gällande rutiner ska hantera vidare åtgärder med anledning av larmet. Skiftledaren befann sig vid tillfället utanför operatörsrummet och det dröjde ca fem minuter innan åtgärderna påbörjades.

Kl. 00.28 ombads skiftledaren av flygräddningsledaren vid Sjö- och flygräddningscentralen (JRCC) att ”ta reda på så mycket du vet” om

³⁹ Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 1034/2011 om säkerhetstillsyn inom flygledningstjänst och flygtrafik tjänster.

SE-DUX. Skiftledaren återkopplade senare med att denne inte fått fram någon ytterligare information.

Samverkan mellan flygtrafikledningstjänsten och alarmeringstjänsten regleras bl.a. i 3 kap. 1-2 §§ TSFS 2015:51 där det framgår att ”när kapaciteten på en flygtrafikledningsenhet tillåter ska enheten bistå flygräddningscentralen med insamling av fakta och annan information av vikt”. Det kan exempelvis vara uppgifter om färdplansdata, radar-spår och radiomeddelanden. Denna typ av samverkansuppgift har inte övats vid ATCC Stockholm under de senaste tio åren. TSFS 2015:51 bilaga 7 (checklista som omfattar haveri med okänd haveriplats) innehåller rekommendationer om åtgärder som bör utföras av ATCC.

1.15.3 Flygräddningstjänst

Uppgifter flygräddningstjänst

Bestämmelser om flygräddningstjänst finns i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2015:51) om alarmeringstjänst och flygräddningstjänst.

Enligt 4 kap. 2 § förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor (FSO) ansvarar Sjöfartsverket för flygräddningstjänsten. Den operativa flygräddningstjänsten leds från den gemensamma sjö- och flygräddningscentralen (JRCC) i Göteborg. Vid olyckan med SE-DUX bestod JRCC:s uppgifter i att ansvara för efterforskning och lokalisering av det saknade luftfartyget samt att bistå övriga räddningstjänstansvariga myndigheter. Det är Transportstyrelsen som, enligt 5 kap. 1 § FSO, ansvarar för tillsyn av flygräddningstjänsten.

Bemannning JRCC

När nödsituationen uppstod var JRCC bemannat med en räddningsledare (flyg), en biträdande räddningsledare (flyg) och en assisterande räddningsledare (flyg). Den assisterande räddningsledaren (flyg) upprätthöll samtidigt uppgiften som räddningsledare (sjö).

Initial larmning JRCC

Hovedredningscentralen Nord-Norge (JRCC NN Bodö) informerade sjö- och flygräddningscentralen i Sverige (JRCC Sweden) om situationen och lämnade kl. 00.26 information om den förmodade positionen för haveriet. Av det inspelade samtalet framgår att ATCC Bodö hade förlorat radio- och radarkontakt med SE-DUX och att luftfartyget vid den sista radarkontakten befann sig över Sverige (öster om Bodö) samt att flygräddningsinsatsen skulle komma att ledas av JRCC Sweden. Kl. 00.27 fattade JRCC ett beslut i stort (BIS) med innebörden att fjällräddningen och alla lämpliga helikopterresurser i området skulle larmas.

Samma tydliga information som lämnades från ATCC Bodö till ATCC Stockholm lämnades inte i sin helhet i samtalet från JRCC NN

Bodö till JRCC Sweden. Under de första femton minuterna efter larmet ägnade personalen vid JRCC Sweden därför mesta delen av tiden till, utöver resursinventering, att få fram transponderkod och den senaste kända radarpositionen för SE-DUX.

Sökområde

Flygräddningsledaren vid JRCC beslutade att upprätta ett begränsat sökområde eftersom man fått samstämmig information om att radarekon från SE-DUX visade en snabb sjunkhastighet inom ett mindre område. De sista radarpositionerna sammanföll i ett område strax väster om norra delen av sjön Akkajaure, nära Ritsem. Sökområdet omfattade området kring sjön Akkajaure samt området i dalgången väster om den norra delen av sjön. Området runt dalgången identifierades som ett område som piloterna skulle kunna ha valt att använda om de försökt att nödlända luftfartyget när de var nere på låg höjd. Sökområdets storlek var ca 15 x 30 km. För att säkerställa flygsäkerhetsaspekten inom det begränsade sökområdet beslutade räddningsledaren att endast begära ett fåtal flygande räddningsenheter.

Flygande räddningsenheter i flygräddningsinsatsen

Nedan följer en sammanställning av flygande räddningsenheter som JRCC Sweden själva inventerade och enheter som erbjöds av JRCC NN Bodö. Från norsk sida erbjöds assistans i sökinsatsen med bland annat en ambulanshelikopter från Evenes och två F-16 flygplan från den norska försvarsmakten. Kl. 03.07 kunde de norska F-16-planen lokalisera haveriplatsen. Kl. 03.10 hade även den ambulanshelikopter från Gällivare som deltog i insatsen lokaliserat haveriplatsen.

<i>Luftfartyg</i>	<i>Larm</i>	<i>Start-tid</i>	<i>I sök-området</i>	<i>Övrigt</i>
SAR hkp Umeå (LG005)	00.30	01.49		Insatsen kommenteras särskilt.
Sea King Banak Norge	00.26	-		Efterfrågades av JRCC Sweden. Lång anflygningstid p.g.a. vädret.
Bell Bardufoss Norge	00.26	-		Efterfrågades av JRCC Sweden. Förberedd för transport av norska fjällräddare.
Amb.hkp Evenes Norge (helidok 37)	01.43	01.59	02.22	Erbjöds av JRCC NN Bodö. Fick uppgift att påbörja sökning i tilldelat sökområde.

F16 (2 st) fr Bodö, Norge	01.43	02.18	cirka 03.05	Erbjöds av JRCC NN Bodö. Lokaliserade haveriplatsen kl. 03.07.
Amb.hkp Gällivare	00.51 via SOS Alarm	01.49 (första anrop)	02.13	Fick uppgift att påbörja sökning i södra delen av sjön Akkajaure
Polishkp Boden	01.16			Kunde inte delta i lokaliseringen p.g.a. teknikproblem.
Kommersiell helikopter	02.03			Fick uppgift att delta i miljöräddning för kommunal räddningstjänst.

Samband

En förutsättning för att det nationella kommunikationssystemet RAKEL ska fungera vid denna typ av efterforskning är att berörda enheter har tillgång till systemet. Andra möjligheter till samband i fjällvärlden är mycket begränsade. RAKEL fungerade väl under hela den aktuella räddningsinsatsen, eftersom ambulanshelikoptern från Gällivare hade förmåga att agera som ett nav i RAKEL-kommunikationen med övriga ingående enheter. SAR-helikoptern saknade möjlighet till samband via RAKEL, vilket innebar att JRCC Sweden fick upprätthålla sambandet med denna enhet separat via satellittelefon, VHF och mejl. Sambandet med de norska flygande enheterna som deltog i lokaliseringen hanterades av JRCC NN Bodö.

Ledning av flygräddningsinsatsen

Flygräddningsledaren beslutade snabbt att kalla in en extra biträdande räddningsledare (flyg) för tjänstgöring. Den extrainkallade medarbetaren kom till arbetsplatsen ca 30 minuter efter det att denne blivit inkallad. Flygräddningsledaren beslutade att överlåta till Sjöfartsverkets stab/kommunikation att hantera mediekontakter under efterforskningsinsatsen.

Enligt 2 kap. 3 § TSFS 2015:51 ska det finnas ett ledningssystem för beslutsfattande anpassat för flygräddningstjänst, som ska vara samordnat med berörda aktörer. Flygräddningsledaren vid JRCC använde inte möjligheten att kalla in en eller flera samverkanspersoner från polisen eller kommunal räddningstjänst i Göteborg som skulle kunna hantera samverkan med sina respektive myndigheter vid JRCC:s stab. Det har inte genomförts någon samverkansövning vid JRCC med externa samverkanspersoner vid efterforskning i fjällmiljö sedan lång tid tillbaka. Det har heller inte genomförts några samverkansövningar med andra räddningstjänstansvariga myndigheter i fjällvärlden sedan haveriet med HAZE 01 vid Kebnekaise den 15 mars 2012. Däremot

har vissa utbildningsinsatser genomförts under våren 2016 såsom tre heldagar med fokus på flygräddning i fjällmiljö med medverkan av Polisens fjällräddning.

Haveriplatsen lokaliserades kl. 03.07 av den norska F16-roten. Båda ambulanshelikoptrarna (från Gällivare och Evenes) som befann sig i sökområdet dirigerades till haveriplatsen. Kl. 03.15 fick JRCC återkoppling om att haveriplatsen var ett stort hål i marken och att det inte bedömdes finnas någon chans till överlevnad för piloterna som var ombord. Platsen var belägen på ett kalfjäll i dalgången Oajevágge, 25 km väster om Ritsem (cirka 10 km från gränsen till Norge). Flygräddningsinsatsen avslutades kl. 04.00. Samverkan med berörda myndigheter fortsatte dock fram till kl. 17.00 samma dag.

I det sökområde där räddningsinsatsen pågick var det vid tillfället mellan 25 och 40 minusgrader och solen befann sig över horisonten mellan kl. 10.50 och kl. 13.05.

Samverkan JRCC NN Bodö

Personalen vid JRCC Sweden har uppgett att de uppfattade samarbetet med JRCC NN Bodö som välfungerande. JRCC Sweden upplevde att JRCC NN Bodö hade ett helhetsgrepp om det pågående eftersöket och stöttade med att erbjuda användbara resurser. JRCC NN Bodö kallade snabbt in flygledningpersonal och andra samverkanspersoner. Sverige har tecknat samarbetsavtal med samtliga sina grannländer. Det gällande avtalet för sjö- och flygräddningstjänst mellan Sverige och Norge tecknades 2004. Det operativa avtalet anger i artikel 7 följande: ”After a major SAR mission, a debriefing shall be arranged as soon as possible”; (efter en större räddningsinsats ska en debriefing anordnas så snart som möjligt). Någon sådan debriefing har dock inte genomförts efter den nu aktuella händelsen (25/8-2016).

1.15.4 Fjällräddning och kommunal räddningstjänst

I 4 kap. lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) finns bestämmelser om fjällräddning. Ansvaret för fjällräddning är statligt och fjällräddningsinsatser leds av Polismyndigheten. Vid olyckan med SEDUX ingick det i Polismyndighetens uppdrag att efterforska och rädda nödställda personer. Det ingår även i Polismyndighetens uppdrag vid en olycka att omhänderta kvarlevor av omkomna personer. Detta anses dock inte utgöra räddningstjänst. Polismyndigheten ansvarar själv för tillsyn över fjällräddning enligt 5 kap. 1 § FSO.

Bestämmelser om kommunal räddningstjänst finns framförallt i LSO och FSO. Kommunal räddningstjänst utförs av kommunens organisation för räddningstjänst. För all räddningstjänst som inte lyder under statens ansvar svarar kommunerna inom sitt geografiska område. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ansvarar, enligt 5 kap. 1 § LSO, för den centrala tillsynen av kommunal räddningstjänst. Även länsstyrelsen har ett ansvar för tillsyn över kommunal räddningstjänst inom sitt geografiska område.

I varje kommun ska det finnas en räddningschef samt en eller flera nämnder med ansvar för räddningstjänsten. Varje kommun ska ha ett handlingsprogram för räddningstjänst. Vid omfattande räddningsinsatser får länsstyrelsen ta över ansvaret för räddningstjänsten i de kommuner som berörs. I Norrbottens län finns en länsövervakning mellan 10 av de kommuner som ingår i länet och de har etablerat en inre befälsfunktion (IB) för samordning. Vid olyckan med SE-DUX deltog räddningstjänsterna i Boden, Luleå och Kiruna i nätverkssamordningen med experter inom organisationen för länsövervakning. Räddningstjänstpersonal från Gällivare arbetade på olycksplatsen. Den kommunala räddningstjänstens uppdrag vid olyckan var främst att planera och utföra insatser som rörde räddning av miljö samt att bistå Polismyndigheten i dess uppdrag att rädda nödställda personer.

Det inre befälet i Luleå erbjöd hjälp från kommunala räddningstjänster och beslutade snabbt att stötta Polismyndighetens fjällräddningsinsats samtidigt som man förberedde sig för en eventuell miljöräddningsinsats som innefattade att hantera läckande flygbränsle.

Den lokaliserade haveriplatsen låg i fjällterräng. Närmaste farbara väg slutar vid Ritsem (som ligger i Gällivare kommun). Mellan haveriplatsen vid Oajevägge och Ritsem ligger sjön Akkajaure som vid tillfället delvis var belagd med tunn is. Det gick därför inte att passera över sjön med fordon. Transporter till haveriplatsen krävde alltså helikopterresurser. De helikoptrar som fanns att tillgå var polis-helikoptern från Boden, SAR-helikoptern från Umeå, ambulans-helikoptern från Gällivare och privata helikoptrar. SAR-helikoptern från Umeå kom att få tekniska problem som gjorde att den inte kunde medverka till att transportera räddningspersonal till haveriplatsen.

Företrädare för Polismyndigheten och den kommunala räddningstjänsten upplevde svårigheter med de begränsade transportresurserna avseende prioritering, logistik och samordning. De har uppgett att de skulle ha behövt en särskild funktion för att hantera transporter. Även kylan och den korta tiden med dagsljus under dygnet bidrog till svårigheterna.

Den inre befälsfunktionen i Luleå kontaktade JRCC och efterfrågade information om mängden flygbränsle som kunde förväntas finnas kvar vid det förmodade haveriet. JRCC uppskattade att maximalt två ton bränsle skulle kunna ha funnits kvar ombord vid den tidpunkt då nödsituationen uppstod.

När haveriplatsen hade lokaliserats gjorde den kommunala räddningstjänsten en inledande riskbedömning och bedömde att det var säkert att närma sig haveriplatsen utan särskild skyddsutrustning.

På platsen konstaterades att det fanns cirka 2,5 kubikmeter vätska, huvudsakligen bestående av flygbränsle, i kratern på olycksplatsen. Merparten av vätskan pumpades upp under nästkommande dag. När befäl och personal kommit till haveriplatsen uppstod dock problem

med pumptrustningens kopplingar i kylan. Kopplingarna som är konstruerade för att användas tillsammans med brandfarliga vätskor är tillverkade i plast och svåra att hantera när det är mycket kallt.

1.15.5 Samverkan

Enligt 2 kap. 4 § TSFS 2015:51 ska flygräddningsledarna följa upp- rättade kvalitetssäkrade processer som inkluderar planering och sam- verkan med statliga och kommunala räddningstjänster. Det saknas dock förutbestämda rutiner vid JRCC för vilken typ av information som ska lämnas till SOS Alarm och berörda myndigheter, på vilket sätt den ska lämnas och hur den ska uppdateras.

Berörda myndigheter och kommuner behöver få snabb information om den aktuella händelsen för att kunna göra en egen bedömning av- seende den egna verksamheten. Under efterforskningsfasen omfattade det möjliga området för ett förmodat haveri, alternativt en nödland- ning i fjällvärlden, flera kommuner och ett län. Det innebar att före- trädare för flera myndigheter på olika nivåer samtidigt sökte inform- ation från JRCC för att förbereda sina insatser.

JRCC informerade SOS Alarm Luleå om ett ”förmodat haveri med okänd haveriplats” och efterfrågade möjligheten att använda ambu- lanshelikoptern i Gällivare (som dirigeras av SOS Alarm Luleå) för lokalisering. Frågan ställdes kl. 00.51, vilket var 25 minuter efter det att larmet kommit in till JRCC. Informationen om den aktuella händelsen till SOS Alarm omfattade dels en förfrågan om hjälp med resurser till JRCC, dels information till polis, sjukvård och berörda kommuner för bedömning av berörda myndigheters och kommuners ansvar. SOS Alarm spred informationen om det saknade luftfartyget till polisen och berörda kommunala räddningstjänster.

Flygräddningsledaren vid JRCC har till haverikommissionen uppgett att det förelåg en god samverkan med inre stabsbefäl vid den kommunala räddningstjänsten och vid Polismyndigheten i samband med olyckan. Ansvariga polisbefäl gav snabb återkoppling och tydliga svar.

Haverikommissionens utredning visar att representanter för kommu- nala räddningstjänster fick regelbunden information men sökte ytterli- gare information för att kunna påbörja sina förberedelser för ett arbete på en förväntad olycksplats när den ännu inte var lokaliserad. Repre- santanterna efterlyser även en tydligare och mer standardiserad larmprocess.

1.15.6 Försvarmakten

Redan i ett tidigt skede av efterforskningsinsatsen erbjöd sig JRCC NN Bodö att bistå JRCC Sweden med norska flygenheter. Detta inne- fattade bl.a. två norska militära flygplan av typen F-16. Den svenska försvarmakten informerades och Högkvarteret behandlade frågan om inpasseringstillstånd för de norska enheterna och gav ett sådant till-

stånd. Högkvarterets vakthavande befäl tog även initiativ till att informera och förbereda militärregion nord om den pågående insatsen. Vidare erbjöd Försvarsmakten möjliga resurser till räddningsinsatsen. Några sådana kom dock inte att användas.

1.15.7 Sjöfartsverkets SAR-helikoptrar

SAR-helikoptrar

Som nämnts ovan ansvarar Sjöfartsverket för sjö- och flygräddningstjänst. Sådana insatser leds av en räddningsledare vid JRCC, som är beläget i Göteborg. För att utföra räddningsinsatser har Sjöfartsverket ett antal SAR-helikoptrar (SAR – Search and Rescue) placerade vid fem helikopterbaser i Sverige. Den nordligaste SAR-helikoptern är baserad i Umeå. Det geografiska område som Umeåbasen ansvarar för uppgår till halva den svenska flygräddningsregionen. Sett till antalet genomförda insatser är Umeåbasen den bas som utför minst antal insatser.

Uppdraget

JRCC larmade SAR-helikoptern i Umeå kl. 00.30 och informerade besättningschefen om vad som då var känt. Besättningen kontrollerade omedelbart det aktuella vädret för området från Umeå till den norska gränsen nära Ritsem. Vid tillfället var det bra flygväder kring Umeå med sikt över åtta km, men prognosen indikerade att sämre väder förväntades. Det innebar bl.a. att även om man kunde starta från Umeå var det inte säkert att man skulle kunna vända tillbaka och landa på basen. Besättningen beräknade massa och balans samt identifierade möjliga tankningsplatser. Vidare packades snöskor, fjällväska för besättningen och väskor med personlig utrustning.

Utöver de grundläggande krav på nöd- och överlevnadsutrustning som anges i Transportstyrelsens föreskrifter (2 kap. TSFS 2014:61) fanns det inte någon särskild checklista eller liknande som innehöll en beskrivning av rutinerna inför flygning till fjällområde. Den aktuella beredskapsbesättningen hade begränsad utbildning och övning i fjällmiljö under mörker. Sådan utbildning och övning är dock avsedd att genomföras under 2016 och 2017.

Det dröjde 1 timme och 19 minuter innan SAR-helikoptern startade från Umeå efter larmet. Under tiden SAR-helikoptern flög mot Gällivare för tankning fick man information om att haveriplatsen blivit lokaliserad, att det inte fanns några överlevande och att räddningsinsatsen var avslutad. Helikopterbesättningen fick därefter en förfrågan om att transportera ut personal till haveriplatsen men valde att utföra denna uppgift när det ljusnat. Denna transport med fyra personer och 90 kg utrustning påbörjades senare men fick avbrytas vid Ritsem på grund av tekniska fel. Helikoptern flögs därefter tillbaka till Gällivare för översyn och när denna var utförd flögs den tillbaka till Umeå.

Krav, förmåga och uppgifter vid räddningsinsatser

Bestämmelser om svenska SAR-helikoptrar finns bl.a. i Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2014:61) och allmänna råd om flygande räddningsenheter. Beträffande uppdrag i fjällmiljö finns det kompletterande direktiv i Sjöfartsverkets dokument Flying Staff Information FSI 151106 "Operation i fjällområde" samt i dokumentet "Återkommande flygträning i fjällmiljö" daterat den 11 december 2015.

I Sjöfartsverkets program för sjö- och flygräddningstjänst daterat den 31 januari 2013 anges att SAR-helikoptrarna har en planerad insatsberedskap på 15 minuter och att resursen är utrustad, utbildad och övad för att genomföra efterforskning och lokalisering i svåra väderförhållanden. Motsvarande information återfinns i både civil och militär AIP⁴⁰. Militär AIP innehåller dessutom kompletterande information om att SAR-helikoptrarna kan verka i fjällområde under dager ner till 2 500 meters sikt och ner till 600 fots molnbas. Motsvarande värden för fjällområde under mörker är 5 000 meters sikt och 1 500 fots molnbas.

Den grundläggande uppgiften för SAR-helikoptrarna vid medverkan i flygräddningstjänst över land är att efterforska och lokalisera ett saknat luftfartyg. Vid sjö- och flygräddningstjänst över vatten ingår dessutom att undsätta nödställda. Vinschning över land ingår inte i den grundläggande uppgiften för flygräddningstjänst över land. När SAR-helikoptrarna bistår andra räddningstjänstaktörer kan det dock finnas ett behov av vinschning över land.

Sjöfartsverket har även tecknat ett kommersiellt avtal med Försvarsmakten som innebär att SAR-helikoptrarna vid behov kan stå i FRÄD (militär beredskap för flygräddningsinsatser). I denna uppgift ingår att vid en olycka med ett militärt luftfartyg undsätta nödställda piloter och passagerare och ha förmåga att vinscha både över land och över vatten samt även att kunna utföra sådana uppdrag i fjällmiljö.

Övning och utbildning inför räddningsinsatser i fjällområden

Haverikommissionens utredning visar att SAR-baseringen i Umeå endast har begränsad utbildning och övning för att utföra räddningsuppdrag i fjällmiljö. Ett större fokus synes ha lagts på utbildning och övning för uppdrag över havet sannolikt beroende på basens placering.

I Sjöfartsverkets regi har besättningarna fått genomföra en tredagars grundutbildning i fjällflygning med instruktör i början av år 2014 och ca 20 timmars flygträning i fjällmiljö på egen hand i början av 2015. Besättningarna vid SAR-baseringen i Umeå har inte fått någon utbildning i och övning av efterforskning i fjällområde under mörker i Sjöfartsverkets regi. I den mån delar av besättningarna har erfarenhet av flygning i mörker över fjällområde härrör denna från tidigare

⁴⁰ AIP (Aeronautical Information Publication) – Handbok med information för luftfarten.

anställningar. Det har inte genomförts några övningar tillsammans med norska flygande räddningsenheter, polisflyget eller ambulanshelikoptrar i fjällmiljö.

SAR-basens besättningar har möjlighet att själva planera och genomföra övningar när de tjänstgör. En förutsättning är dock att beredskapen för eventuella räddningsinsatser kan hållas och att JRCC är informerade om var helikoptern finns. Enligt vad som framkommit vid intervjuer med den aktuella SAR-besättningen har det förekommit att man haft önskemål om att öva i fjällmiljö. Sådana önskemål måste dock, enligt de intervjuade besättningarna, accepteras av räddningsledaren (sjö) vid JRCC eller Sjöfartsverkets ledning (SAR management). Önskemål om övning i fjällmiljö brukar inte accepteras. Som jämförelse har besättningarna återkommande övat ca 120 – 130 flygtimmar per år till havs. Det finns inga motsvarande rutiner om att det krävs ett godkännande från räddningsledaren (flyg) vid JRCC eller arbetsledningen för att få genomföra övningar till havs.

Statistik från Umeå-basen visar följande antal insatser under åren 2012 – 2015.

År	Totala antalet utförda insatser (flygräddning, sjöräddning och bistånd till annan räddningstjänst)	Varav antal flygräddningsinsatser till havs	Varav antal flygräddningsinsatser i fjällområdet
2012	33	8	5
2013	45	2	1
2014	38	5	3
2015	48	3	1

Kraven på besättningar på flygande räddningsenheter regleras bl.a. i 4 kap. 5-6 §§ i den nämnda föreskriften TSFS 2014:61. Där framgår bland annat att besättningarna ska ha godtagbar kompetens att genomföra SAR-insatser under svåra väderförhållanden och att utbildningen ska omfatta samtliga typer av SAR-uppdrag. Vidare anges det att om uppdragsfrekvensen är hög inom en viss typ av SAR-uppdrag bör övningstiden i första hand användas till övningar som rör mindre frekventa typer av SAR-uppdrag.

Besättningarna har själva återkommande pekat på behovet av kontinuerlig flygträning i fjällmiljö. Exempel på detta finns i occurrence report F1197, daterad den 5 juni 2008 samt i den sammanställning av erfarenheter som gjordes efter olyckan med ett norskt militärt luftfartyg vid Kebnekaise 2012.

Dokumentet ”Återkommande flygträning i fjällmiljö” är daterat den 11 december 2015 och omfattar tio olika exempel på övningar som ska genomföras i fjällmiljö, sju av dessa fokuserar på olika moment med vinschning som endast krävs för det kommersiella uppdrag som

Sjöfartsverket genomför enligt avtal med Försvarsmakten. Inget av momenten omfattar specifika moment om efterforskning i fjällmiljö under mörker.

Sjöfartsverket påbörjade ett internt arbete under 2015 för att förbättra SAR-helikoptrarnas förmåga att verka i fjällmiljö. Detta arbete har fortgått under 2016 och avses fortsätta även under 2017.

1.15.8 Nödsändare

Nödsändaren (ELT⁴¹) var av typen Artex 401. Det har inte registrerats någon signal från enheten.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Undersökning av bränsleprov

När olyckan blev känd begärde den norska haverikommissionen att bränsleprov skulle tas från den tankanläggning där flygplanet hade tankats. Provet analyserades av bränsleleverantörens laboratorium och var utan anmärkning.

1.16.2 Undersökning av avisningsrapporten

Haverikommissionen har tagit del av avisningsrapporten från flygplatsen. Rapporten visar att flygplanet avisades med en tvåstegs-avisning med vätskor med korrekt sammansättning.

1.16.3 Eletromagnetisk interferens

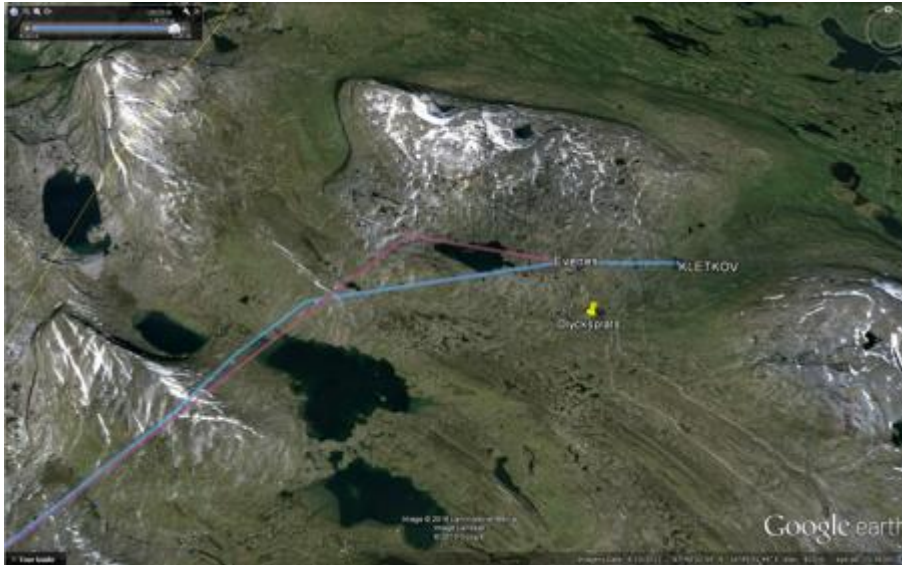
Vid tidpunkten för händelsen var det låg aktivitet gällande norrsken och solfläckar. I olycksområdet fanns inte heller några sändarantennor eller radarenheter. DFDR- och CVR-data har inte visat några indikationer på elektromagnetiska störningar.

1.16.4 Radardata och WAM⁴²-data

Utvald radardata har införts i en Google Earth-karta. Spåren i figur 20 nedan visas med raka linjer mellan de få radarpositioner som registrerades.

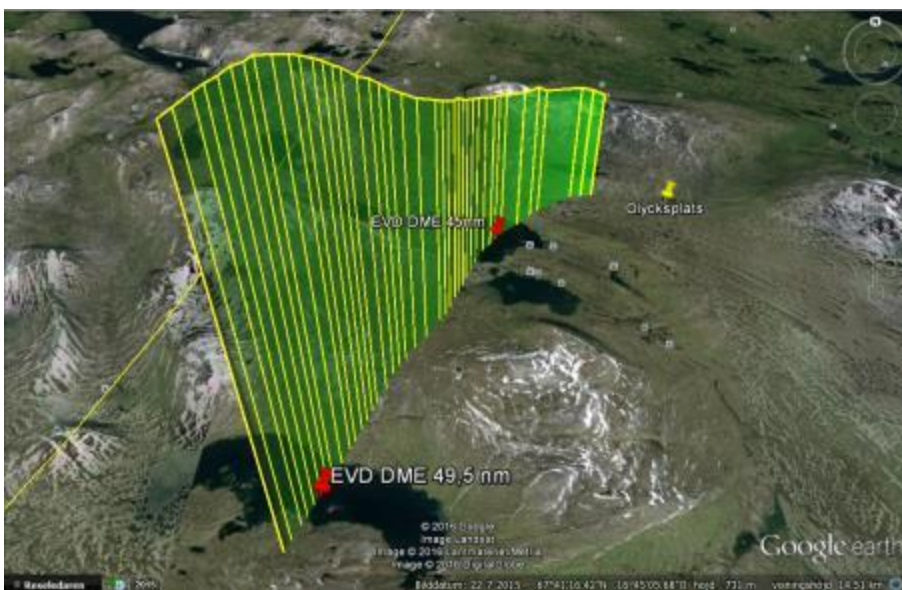
⁴¹ ELT (Emergency Locator Transmitter) - Nödsändare.

⁴² WAM (Wide Area Multilateration) – Positionsbestämning med multilateration.



Figur 20. Radardata från Evenes och Kletkov i magenta och blått. Bild: Google Earth. Kartdata: © Lantmäteriet Dnr R61749-13002.

WAM-data från LFV har införts i en Google Earth karta. Enligt LFV har datapunkterna en tolerans på 60 till 80 meter (figur 21).



Figur 21. WAM-data i Google Earth. Höjdprofilen och DME avstånd från Evenes VOR (kallad EVD) baseras på registrerad DFDR-data. Kartdata: © Lantmäteriet Dnr R61749-13002.

1.16.5 Referensflygning

En månad efter olyckan deltog en utredare från haverikommissionen som observatör på en linjflygning med ett systerfartyg till olycksflygplanet.

Med hjälp av norska haverikommissionen dokumenterades lastning av flygplanet och procedurer inför start. Utredaren åkte sedan med i cockpit och dokumenterade operativa procedurer, cockpitsamarbete och CRM.

Flygningen utfördes mellan Oslo och Tromsø under mörker och utan månljus på samma flyghöjd och enligt samma tidtabell som olycksflygningen.

Utöver piloternas tillhörigheter observerades i cockpit 14 manualer och pärmar som inte var fastsurrade.

Under flygning på marschhöjd gick det att skönja en svag horisont vid dämpad belysning i cockpit. I området kring haveriplatsen gick det att se några upplysta samhällen.

Under piloternas briefing för inflygning lämnade inte PF över manövreringen till PM.

Inflygningskortet lästes med tänd cockpitbelysning och PF var fokuserad på inflygningskortet medan PM var fokuserad på flyginstrumenten och följde samtidigt med på inflygningskortet.

Efter det att cockpitbelysningen tänts gick det inte längre att urskilja någon horisont.

1.16.6 Simulatorflygning

Personal från haverikommissionen har även genomfört en referensflygning med en certifierad CRJ200-simulator som operatören använder för sin träning och kompetenskontroll. Simulatoren är en s.k. Full Flight Simulator (FFS) med certifikatnummer DK-137 som är utfärdat av den danska luftfartsmyndigheten.

Syftet med passet var dels att få allmän kännedom om flygplanstypen och miljön i cockpit, dels att simulera olika delar av olyckans händelseförlopp.

Samtliga visuella och audiella varningar som var relevanta för utredningen aktiverades och dokumenterades.

Vid normal position kunde höger respektive vänster PFD uppfattas från vänster respektive höger stol utan att behöva vrida på huvudet.

En simulerad start och stigning utfördes från bana 01L på Oslo/Gardermoen flygplats på samma sträcka som olycksflygningen till flygnivå 330. Väl på höjd utfördes olika manövrer och funktionsprov i simulerat mörker såsom:

- Extrema rörelser i tipped och rolled
- Urgång ur onormala lägen
- Överfart
- Simulerad felfunktion på IRU 1 och IRU 2
- Mach trim
- Oljetrycksvarningar

Simulatorn sattes i fryst läge i olika positioner och instrumenten dokumenterades med fotografier.

Den simulerade felfunktionen på EFIS var förprogrammerad med en avdrift på tippvinkeln på åtta grader per minut, vilket gav 24 grader efter 3 minuter. Denna avdrift var 45 gånger långsammare än avdriften vid den aktuella händelsens början.

Varningen EFIS COMP MON med tillhörande PIT varning aktiverades vid ungefär fem graders tippvinkel medan declutter-funktionen aktiverades vid 30 graders tippvinkel.

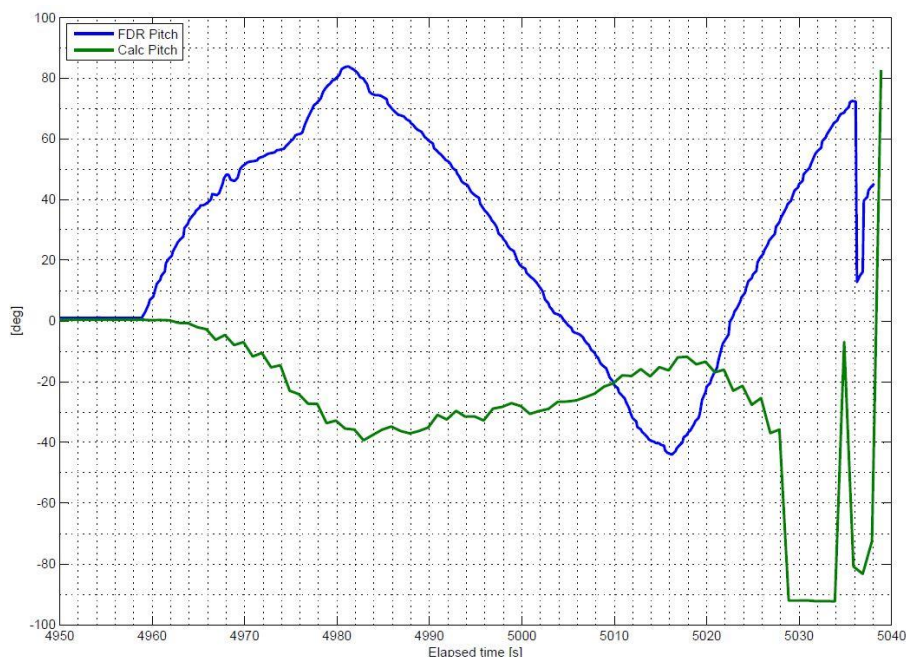
I samband med onormala attityder och aktiveringen av declutter-funktionen upptäcktes det att PIT- och ROL-varningarna fortfarande presenterades i simulatorn. Enligt flygplanets tillverkare presenteras inte dessa varningar i samband med declutter på flygplansmodellen.

1.16.7 Validering av icke-kompatibla DFDR-parametrar

Haverikommissionen har utfört beräkningar för att fastställa den verkliga tippvinkeln eftersom den registrerade tippvinkeln inte var kompatibel med flygplanets verkliga rörelse.

Tippvinkeln har räknats om utifrån verklig fart (TAS), höjd-information och anfallsvinkel. Eftersom rollvinkeln inte är känd och anfallsvinkeln används för beräkningarna kan det finnas felaktigheter på några grader vid stora rollvinklar.

Diagrammet nedan visar fysikaliskt sannolika värden för flygplanets verkliga tippvinkel samt den tippvinkel som registrerades på DFDR (figur 22).



Figur 22. DFDR-tippvinkel (blått) och beräknad verklig tippvinkel (grönt).

Tippvinkeln har även beräknats utifrån verklig fart och longitudinell acceleration. Den registrerade longitudinella accelerationen har två komponenter, flygfartsacceleration och gravitation. Den registrerade accelerationen har reducerats med flygfartsacceleration. Resultatet är gravitationens komponent som ger tippvinkeln.

Denna beräkning sammanfaller i huvudsak med den föregående.

Även flygplanets tillverkare har under överinseende av den kanadensiska haverikommissionen utfört motsvarande beräkningar, vilka har gett resultat som i stort stämmer överens med det som haverikommissionen kommit fram till. Tillverkarens beräkningar har även omfattat simuleringar för att återge sannolika värden för magnetisk kurs och rollvinkel.

Dessa beräkningar visar att den DFDR-registrerade rollvinkeln började avvika från flygplanets beräknade verkliga rollvinkel ungefär sex sekunder efter olycksförloppets början. Rollvinklarna visar därefter en viss samstämmighet för att definitivt skiljas åt efter ytterligare 13 sekunder.

Beräkningarna visar vidare att den DFDR-registrerade magnetiska kursen började avvika från den beräknade verkliga magnetiska kursen efter ungefär elva sekunder (se figur 23).



Figur 23. Avvikelse mellan värden registrerade i DFDR och simulerade korrekta värden.

1.16.8 Simuleringar

Två simuleringar har gjorts för att åskådliggöra händelseförloppet.

Den ena simuleringen har gjorts av flygplanets tillverkare, den andra av tillverkaren av PFD-enheterna.

Flygplanstillverkarens simulering

Flygplanstillverkarens simuleringsmodell med sex frihetsgrader använder flygplanets aerodynamiska egenskaper tillsammans med DFDR- och CVR-data för att uppskatta tipp-, roll- och kursvinkel under händelsen.

Simuleringarna har gjorts genom att använda registrerad data från DFDR beträffande flygplanets roderytor (höjdroder, skevroder, spoileron, sidroder och stabilisator) för att beräkna tipp- och rollvinkel samt magnetisk kurs. För att korrigera mätfel och förmodad data mellan DFDR-registrerad information har annan data såsom G_z , anfallsvinkel, indikerad fart samt höjd används. Vidare har varningar för bankningsvinkel använts för att korrigera beräknade rollvinklar.

Precisionen på simuleringen försämras med tiden p.g.a. att felen ackumuleras.

Simuleringen för tippvinkeln har en större precision än den för rollvinkeln eftersom det finns fler registrerade parametrar som är sammanlänkade med tippvinkeln.

Starttiden för simuleringen har angetts till **t₀**, motsvarande tiden för den första förändringen i registrerad tippvinkel. Ingångsvärden för simuleringen motsvarar flygplanets värden i början av olycksförloppet.

Simuleringen visar en mycket god överensstämmelse upp till Mach 0,85. Mellan Mach 0,85 och Mach 0,9 visar den fortfarande en mycket god överensstämmelse trots att vissa justeringar har gjorts. När V_D eller M_D har överskridits saknas aerodynamiska data för flygplanet. Vidare är givare och system för fart- och höjdmätning inte kalibrerade för värden över V_{DF}^{43} och M_{DF}^{44} .

De initiala 10 sekunderna av simuleringen (efter **t₀**) visar en mycket god överensstämmelse med DFDR-parametrarna. Detta tyder på att flygplanets initiala nos-ner-rörelse endast initierades av rörelser på höjdroder och stabilisator samt att flygplanet svarade normalt på roderrörelser utan yttre eller onormal påverkan som t.ex. lastförskjutning.

Simuleringarna speglar inte den exakta verkligheten. Syftet är att skapa en bild av det mest sannolika händelseförloppet och illustrera detta för att skapa en bättre förståelse. Resultatet presenteras i analysdelen av rapporten.

⁴³ V_{DF} (Demonstrated flight diving speed) - Demonstrerad dykfart under flygning.

⁴⁴ M_{DF} (Demonstrated flight diving speed expressed in Mach number) – Demonstrerad dykfart under flygning uttryckt i Machtal.

PFD-tillverkarens simulering

PFD-tillverkarens simulering använde två PFD-enheter som motsvarade flygplanets konfiguration vid olyckstillfället (se figur 25-29). Simuleringen utgår från antagandet att DFDR-data gällande tipp- och rollvinklar (data från IRU 1) presenterades på PFD 1 (vänster sida). PFD 2 (höger sida) visar data som beräknats av flygplanets tillverkare enligt ovanstående avsnitt.

1.16.9 IRU-enheter av typen LTN-101

Det finns ungefär 9 100 system med IRU-enheter av typen LTN-101 installerade på olika flygplan, bl.a. Airbus A319, A320, A321, A330, A340, Bombardier CRJ series, CL 604 samt SAAB 2000.

1.16.10 IRU-historik och undersökning

LTN-101 (GNIRU ⁴⁵)	IRU 1	IRU 2
Artikelnummer	465020-04000402	465020-04000401
Serienummer	0343	0253
Installerad i flygplanet	16 jan 2015	20 maj 2013
Tillverkad	1994	1994

De olika artikelnumren på IRU-enheterna betyder att mjukvaran inte är densamma i de två installerade enheterna. Enligt typcertifikatinnehavarens underhållsdata är det inte godkänt att installera IRU-enheter med olika artikelnummer i samma flygplan. Den mest betydande skillnaden i mjukvaran är en uppdatering av den magnetiska variationen. Enligt tillverkaren av enheterna anses inte skillnaden i mjukvaran ha någon signifikant betydelse under händelsen.

Vid tidpunkten för installationen hade IRU 1 ett godkännande att tas i bruk genom ett auktoriserat underhållsintyg.

Från tidpunkten för installationen fram till olyckan har inga felfunktioner registrerats.

Tillverkaren av dessa enheter har genom olika tester försökt att återskapa den felfunktion som antas ha sitt ursprung i IRU 1. Testerna har utförts med syftet att återskapa de inspelade värden som fanns registrerade i DFDR.

En komplicerande faktor har varit att inga icke-flyktiga minnesenheter (NVM) från IRU 1 har kunnat hittas efter olyckan vilket innebär att antalet möjliga scenarier i princip är oändliga. Laboratorietester med exempelsystem har utförts och de bekräftar att attitydprestanda var i enlighet med konstruktionsspecifikationerna. Fem simuleringar utfördes med olika felaktiga insignaler. Ett analytiskt test utfördes också. Ingen av simuleringarna eller det analytiska testet hade korrelation till

⁴⁵ GNIRU (Global Navigation Inertial Reference Unit) – Global tröghetsnavigeringsenhet utan luftdatafunktion.

inspelade DFDR-data. Inget mekaniskt fel eller mjukvarufel har upptäckts under provningarna.

Enligt IRU-tillverkaren specificerar det kontraktsevenliga tillförlitlighetskravet för dessa enheter att 35 upptäckta fel per en miljon flygtimmar är godtagbara.

Enligt flygplanets tillverkare är enheternas förväntade tillförlitlighet bättre än 5,7 upptäckta fel per en miljon flygtimmar vilket matchar IRU-tillverkarens prediktion för felutfall.

I det av Transportstyrelsen godkända underhållsprogrammet finns det inga krav på planerat underhåll av IRU.

Tillverkaren Northrop Grumman har uppgett att det sällan finns detaljerade felbeskrivningar när det gäller fel på de enheter som inkommer för underhåll. Informationen skrivs ganska ofta av operatörerna utan några detaljer (t.ex. felaktig utan ytterligare information). Bristen på sådan detaljerad information kan komplicera felsökning och försämra förbättringen av komponenterna.

1.16.11 Intervjuer

Intervjuer har genomförts med 11 av operatörens 13 piloter på flygplanstypen, inklusive chefpiloten. Vidare har intervjuer genomförts med simulator- och linjeinstruktörer.

Den pilot som tjänstgjorde som befälhavare på flygplanet under de två flygningar som föregick den aktuella besättningens flygningar har uppgett att inget onormalt noterades.

1.16.12 Flygning utan yttre visuella referenser

Spatial orientering och balanssinnet

Spatial (rumslig) orientering definieras i flygsammanhang som förmågan att uppfatta flygplanets läge och rörelse i förhållande till jordytan. Information om huvudets och kroppens position och rörelse relativt omgivningen engagerar framför allt tre sinnen: synen, känseln i kroppen (somatosensoriken) samt balanssinnet (vestibularis).

Synen ger oss under normala omständigheter en intuitiv föreställning om egen rörelse relativt omgivningen samt om tyngdkraftens riktning. Sådan visuell information är i regel tillförlitlig och har således stor betydelse för människans förmåga till spatial orientering och postural kontroll (balans). Somatosensoriken, med receptorer för tryck och dragning (proprioceptorer) i hud, muskler, leder och inre organ bidrar till upplevelsen om hur kroppen är orienterad relativt tyngdkraften. Innerörats balansorgan omfattar två receptorsystem: båggångarna, som reagerar på huvudvridningar, och otolitorganen, som uppfattar linjära accelerationer och huvudets position i tyngdkraftsfältet.

Det är omöjligt att enbart med hjälp av otolitorganen eller känslan i kroppen (somatosensoriken) uppfatta flygplanets position. Vid flygning utan yttre visuella referenser är piloter därför helt beroende av sina instrument. En viktig del av instrumentflygutbildning är att lära sig att bortse från sinnesvillor.

Spatial desorientering

Spatial desorientering är ett uttryck som används för att beskriva olika händelser under flygning där piloten inte korrekt uppfattar den egna eller flygplanets position, rörelse eller attityd i förhållande jordytan.

Ett flertal faktorer har identifierats som kan leda till spatial desorientering eller göra det svårare att med hjälp av intellektet eller visuella instrument ta sig ur ett onormalt flygläge:

1. Faktorer som berövar piloten pålitliga yttre visuella referenser, exempelvis mörker;
2. Vissa flygmanövrer, exempelvis buntmanöver resulterande i låga eller negativa Gz;
3. Pilotrelaterade faktorer, exempelvis distraktion, hög stressnivå;
4. Flygplansrelaterade faktorer, exempelvis instrumentfel;
5. Faktorer som påkallar uppmärksamhet, exempelvis anmärkningsvärda instrumentindikeringar samt varningssignaler.

En buntmanöver resulterar i negativa G-värden som kan orsaka en inversionsillusion, det vill säga en känsla av att vara upp och ner (figur 24).



Figur 24. Illustration av buntmanöver.

Man brukar tala om tre typer av spatial desorientering:

Typ I. Omedveten (piloten uppfattar inte medvetet några tecken på desorientering)

Typ II. Medveten (piloten är medveten om desorienteringen, men kan manövrera flygplanet på ett lämpligt sätt)

Typ III. Inkapaciterande (piloten är medveten om desorienteringen men kan inte manövrera flygplanet på ett lämpligt sätt)

1.16.13 Överraskningseffekt

I en automatiserad process kan den överraskningseffekt som oväntade förändringar medför påverka eller fördröja ett rationellt agerande. Utbildning och träning av förebyggande av och urgång ur onormala lägen syftar bl.a. att till att minska de negativa verkningar som kan uppstå på grund av oväntade förändringar.

ICAO definierar överraskning (surprise) enligt följande:

En emotionsbaserad igenkänning av en skillnad mellan det som var förväntat och det som är verkligt.

1.17 Berörda aktörers organisation och ledning

1.17.1 Operatören

West Atlantic Sweden AB är ett flygföretag som bedriver kommersiell luftfart med frakt. Företaget hade ett giltigt svenskt AOC med nummer SE.AOC.0015, utfärdat av Transportstyrelsen. Operatören hade bl.a. tre flygplan av typen CRJ200-PF som användes huvudsakligen för postflyg.

Operatörens manualer

Haverikommissionen har tagit del av innehållet i operatörens manualer.

Bland de manualer som används av operatören är bl.a. AFM⁴⁶, OM-B/CRJ, FCOM⁴⁷ 1 och 2 samt QRH⁴⁸ direkt relaterade till flygplanets operativa användning.

Haverikommissionen har, beträffande PFD-enheterna, inte kunnat finna någon beskrivning i operatörens manualer av funktionerna ovanlig attityd (unusual attitude), declutter (all sekundär information försvinner från PFD) eller chevronsymbolerna (röda pilar som visar riktningen för urgång ur det onormala läget). Detta finns däremot beskrivet i tillverkarens referensmanual för piloter (PRM – Pilot

⁴⁶ AFM (Airplane Flight Manual) – Flygplanets flyghandbok.

⁴⁷ FCOM (Flight Crew Operating Manual) – Operativ handbok för flygbesättning.

⁴⁸ QRH (Quick Reference Handbook) – Referenshandbok för snabbåtkomst.

Reference Manual), som är avsedd för utbildning. Operatören hade inte tillgång till PRM och operatörens utbildningsorganisation använde sig inte av PRM-manualen.

Haverikommissionen har i operatörens manualverk inte heller funnit någon beskrivning för omedelbara åtgärder vid uppkomna varningar eller indikeringar såsom MASTER WARNING eller MASTER CAUTION.

Operatören har publicerat så kallade callouts (utrop av operativa meddelanden) gällande nödprocedurer som förutsätter omedelbara åtgärder (Immediate Action Items). Dessa utrop ska under flygning uttryckas i befallningston (Command Tone), vilket motiveras med att det effektiviserar den operativa proceduren.

Haverikommissionen har dock inte funnit någon procedur eller några utrop som ska tillämpas vid automatisk urkoppling av autopiloten.

När det gäller onormala procedurer (abnormal procedures) såsom EFIS COMP MON finns inga föreskrivna utrop publicerade. Det framgår endast av manualerna att den pilot som först ser en Master Caution-lampa ska återställa den genom att trycka på lampströmbrytaren.

Haverikommissionen har tagit del av operatörens SMS-manual. SMS (Safety Management System) beskrivs av operatören som en systematisk metod för att hantera flygsäkerhet inklusive nödvändiga organisationsstrukturer, ansvarsområden, riktlinjer och rutiner.

Systemet omfattar alla ledningsfunktioner vilka oberoende eller integrerat med andra ledningssystem i organisationen hanterar säkerhetsledning.

SMS omfattar även en beskrivning av reaktiv, proaktiv samt prediktiv identifiering av risker.

Haverikommissionen har inte funnit någon information om TEM (Threat and Error Management) eller UPRT (Upset Prevention and Recovery Training) i operatörens träningsdokumentation. UPRT var inte obligatoriskt vid tidpunkten för olyckan.

1.17.2 Tillverkaren

Bombardier Aerospace är en kanadensisk flygplanstillverkare som innehar typcertifikat för den aktuella flygplansmodellen.

Flygplanets manualer

I operatörens manualverk refereras det till flygplanets manualer, vilka är publicerade av Bombardier, och som bestod av:

- AFM som bl.a. innehåller operativa begränsningar, procedurer och prestandainformation.
- FCOM Volym 1 som bl.a. innehöll beskrivande information om flygplanets system.
- FCOM Volym 2 som bl.a. innehöll procedurer och prestandainformation såsom detaljerade beskrivningar av normal- och nödförfaranden. Här beskrivs också proceduren för EFIS COMP MON.
- QRH (Quick Reference Handbook) innehåller normala checklistor och prestandadata. Den innehåller även checklistor för nödförfaranden och onormala procedurer. QRH:n är ett litet häfte som är placerat lättillgängligt för båda piloterna. Även i QRH återfanns proceduren för hantering av EFIS COMP MON.

Haverikommissionen har inte funnit någon procedur med tillhörande utrop gällande automatisk urkoppling av autopiloten i flygplanets manualer.

Haverikommissionen har inte funnit någon beskrivning i flygplanets manualverk för omedelbara åtgärder vid uppkomna varningar eller indikeringar såsom MASTER WARNING eller MASTER CAUTION.

Tillverkaren har publicerat ett manualverk för utbildning som kallas PRM (Pilot Reference Manual). I PRM finns beskrivningar av standardåtgärder för uppkomna onormala situationer och nödsituationer. Till exempel beskrivs hanteringen av uppkomna ljud- och ljusvarningar såsom hanteringen av MASTER WARNING och CAUTION.

Det finns inte några föreskrivna krav på att PRM ska tillhandahållas. Enligt tillverkaren är manualen endast avsedd att användas under utbildning.

1.17.3 EASA

EASA:s föreskrifter innehåller inte några krav på utrop (callouts) för nödprocedurer eller onormala procedurer.

EASA införde krav på träning av förebyggande av och urgång ur onormala lägen (UPRT – Upset Prevention and Recovery Training) den 4 maj 2016.

UPRT beskrivs närmare i avsnitt 1.18.3.

1.17.4 Transportstyrelsen

Transportstyrelsen utövar tillsyn över operatören och har granskat och accepterat dess manualverk. Granskningen innebär att manualverket kontrolleras med avseende på regeluppfyllnad.

Transportstyrelsen kan dock inte ställa krav som går utöver gällande föreskrifter, ex. EASA OPS.

1.18 Övrigt

1.18.1 Utbildning

En besättnings aktiviteter i cockpit kan delas in i färdighets-, regel- och kunskapsbaserat agerande. Färdighetsbaserat agerande är invariant. Det innebär att åtgärder vidtas närmast automatiskt och utan närmare övervägande. Regelbaserat agerande baseras på vad som är lagrat i långtidsminnet. Ett exempel på detta kan vara att stanna vid ett tänt stoppljus (stopbar). Det regelbaserade agerandet träder in när situationen inte medger att piloten reagerar med intuitiv respons i en specifik situation. Kunskapsbaserat agerande tar vid när ett problem inte matchar den information som finns lagrad i långtidsminnet och därmed inte kan lösas genom det regelbaserade agerandet. Det kunskapsbaserade agerandet bidrar i allmänhet till ökad kreativitet i samband med problemlösning.

För det fall det föreligger kunskapsbrist kan emellertid kunskapsbaserat agerande utgöra en källa till felhandling. Hanteringen och utfallet av kritiska och oväntade situationer är därför till stor del beroende på utbildning och regelbunden träning av procedurer för sådana situationer. Här spelar återkommande och repetitiv simulatorträning en viktig roll. Sådan träning bidrar till färdigheter som i skarpa lägen kan tillämpas nära nog instinktivt.

1.18.2 CRM

CRM (Crew Resource Management) definieras av EASA, GM1 ORO.FC.115 enligt följande:

- (a) CRM är ett effektivt utnyttjande av alla tillgängliga resurser (t.ex. besättningsmedlemmar, flygplanssystem, stödfunktioner och personer) för att uppnå en säker och effektiv drift.
- (b) Målet med CRM är att förbättra den berörda besättningsmedlemmens kommunikation och ledningskompetens. Tonvikten ligger på icke-tekniska kunskaper, färdigheter och attityder beträffande besättningens prestation.

1.18.3 Upset prevention and recovery training

Utbildning och träning för förebyggande av och urgång ur onormala lägen var vid olyckstillfället inte ett krav. Sedan den 4 maj 2016 är sådan träning och utbildning obligatorisk.

Enligt operatören hade utbildningen vid olyckstillfället påbörjats inom bolaget men ännu inte genomförts för alla besättningsmedlemmar och inte heller för den aktuella besättningen.

I utbildningen rekommenderas att följande callouts med respons bör användas vid återhämtning vid utvecklat onormalt läge med högt nosläge.

Den som först uppmärksammar läget analyserar och bekräftar utvecklingen av situationen genom att utropa ”Nose High”.

Den övervakande besättningsmedlemmen (PM) bekräftar eller dementerar situationen. Denne övervakar fart, attityd och höjd under händelseförloppet och ropar ut fortsatta förändringar.

Vid situationen för utvecklat lågt nosläge finns på motsvarande sätt utropet ”Nose Low” uttryckt i rekommendationen från EASA.

Det har däremot inte gått att finna några utrop under förebyggande åtgärder, d.v.s. innan ett onormalt flygläge har utvecklats, som gäller felvisande attitydindikatorer.

1.18.4 Vidtagna åtgärder

Operatören

Operatören har vidtagit följande åtgärder efter händelsen:

- Utbildning och träning för att förebygga och gå ur onormala lägen (Upset Prevention and Recovery Training) har införts.
- Hantering av risker vid trötthet (Fatigue Risk Management) har delvis införts.
- Träning i simulator av instrumentfel med automatisk urkoppling av autopilot har införts.
- Utbildning gällande hantering av flygsäkerhetsrisker (Threat and Error Management, TEM) och övervakningsfärdigheter (monitoring skills) har införts.

Flygplanets tillverkare

Flygplanets tillverkare har vidtagit åtgärder för att revidera FCOM och introducera en beskrivning av declutter-funktionen.

Sjöfartsverket

Sjöfartsverket har vidtagit följande åtgärder beträffande JRCC efter händelsen.

- Tre temadagar har under våren 2016 genomförts för samtlig personal vid JRCC med fokus på fjällräddning i fjällmiljö och med medverkan av Polisens fjällräddning.

- Man har tagit fram ett nytt utbildningsunderlag för flygräddning i fjällmiljö i syfte att öka kompetensen bland räddningsledarna vid JRCC.
- Man har tagit fram en ny instruktion ”Informationsdelning, uppdragsparallellitet” i syfte att förbättra samverkan mellan Sjöfartsverket och övriga aktörer i en räddningsinsats.
- Planerar att genomföra en samverkanövning om flygräddning i fjällmiljö under 2017.
- Planerar att genomföra stabsövningar med samverkanspersoner under 2017-2019.

1.19 Särskilda utredningsmetoder

Inte aktuellt.

2. ANALYS

2.1 Flygplanets tekniska status vid händelsens början

Simuleringen och beräkningarna i avsnitt 1.16.6 visar entydigt på att flygplanet var strukturellt och aerodynamiskt intakt vid händelseförloppet början och åtminstone tills V_D och M_D överskreds.

Detta stöds även av att delar av samtliga roderytor samt flygplanets vingpetsar, nosparti samt stjärtparti återfanns på olycksplatsen. Det fanns inga tecken på att flygplanets brutits sönder i luften.

Genom den simulering och de beräkningar som har gjorts har flygplanets verkliga rörelser kunnat fastställas. Dessa rörelser överensstämmer väl med de registrerade rodervinklarna. Simuleringen visar också att det inte skedde någon lastförskjutning.

Roderyornas rörelser stämde överens med försöken att korrigera flygplanets attityd baserat på den registrerade attitydinformationen från DFDR. Eftersom autopiloten var urkopplad är det mest sannolika scenariot att manövreringen av flygplanet utfördes av besättningen.

2.2 Händelseförloppet

2.2.1 Förutsättningar

Förutsättningarna för flygningen var goda. Besättningen hade sammantaget flera års erfarenhet av sträckan och det prognosticerade vädret medförde inga försvårande omständigheter.

Flygningens planering utfördes enligt gällande flygoperativa föreskrifter och flygplanets tekniska status visade inga avvikelser.

2.2.2 *Förberedelser före start*

Förberedelserna före start såsom lastning, tankning och avisning följde normala rutiner. Piloternas åtgärder och kommunikation följde fastlagda procedurer enligt SOP.

Roderkontrollen som har kunnat följas på video och med hjälp av CVR och DFDR visar att samtliga roder rörde sig i rätt riktning och gav fulla utslag.

Taxningen ut till startbanan har kunnat följas på samma sätt utan att avvikelser har kunnat noteras.

2.2.3 *Starten, utflygningen, stigningen och flygningen på marschhöjd*

Även den initiala delen av flygningen, starten, utflygningen, stigningen och flygningen på marschhöjd följde normala rutiner med normala åtgärder enligt fastlagda procedurer.

Efter det att flygplanet nått marschhöjden förekom några samtal mellan piloterna av privat karaktär på engelska. Det fanns inga språkliga barriärer vid dessa samtal, vilket visar att kommunikationen mellan piloterna inte försvårades eller försämrades av språkskäl.

Händelsen inträffade kl. 00.20, vilket är en tidpunkt på dygnet då prestationsförsämringar kan inträffa p.g.a. trötthet.

Plötsliga oväntade händelser som individen tidigare inte varit i kontakt med ställer krav på den kognitiva förmågan.

Den aktuella undersökningen har funnit brister i piloternas kommunikation och svårigheter vid hanteringen av situationen. Denna typ av svårigheter av kognitiv karaktär kan ses vid trötthet.

Haverikommissionen konstaterar att piloternas tjänstgöringstider inte överskridit vad som är tillåtet. Däremot finns det inte någon information om besättningens faktiska sömn dagarna före olyckan.

Det går mot den bakgrunden inte att uttala sig i frågan om trötthet eller fatigue kan ha påverkat händelseförloppet.

Även om det förekommer trötthetsrelaterade riskfaktorer såsom nattarbete anser haverikommissionen att den kognitiva och emotionella överraskningseffekten har en större betydelse än det möjliga trötthets-tillståndet under händelsen.

Omedelbart före händelsens början påbörjade besättningen briefing för inflygning till Tromsø. Att manövreringen av flygplanet enligt ljudregistreringarna inte överlämnades till den pilot som hade till uppgift att övervaka flygningen (PM) kan ha medfört att instrumentövervakningen inte blev optimal under briefing. Hursomhelst har det sannolikt inte påverkat händelseutvecklingen eftersom avvikelserna i tippel upptäcktes inom någon sekund.

2.2.4 Händelseförloppet

Inledning

För att underlätta förståelsen av händelseförloppet tidsmässigt har haverikommissionen valt att nedan ange starttiden för händelsen till **t0** sekunder i stället för den verkliga tiden 00.19.20.

Bilderna på PFD 1 nedan visar vad som registrerats av DFDR-enheten, medan bilderna på PFD 2 är ett resultat av den simulering som redovisats i avsnitt 1.16.8. Analysen utgår alltså från antagandet att det som visades på PFD 1 var samma information som registrerades av DFDR samt att det som visades på PFD 2 stämmer överens med simuleringens första 23 sekunder. Denna del av simuleringen har bedömts ha en mycket god överensstämmelse med den verkliga händelsen.

Det fanns inga DFDR-registreringar angående PFD 2 eller reservhorisonten. Haverikommissionen utgår från antagandet att dessa enheter fungerade normalt.

De första fem sekunderna

I utgångsläget låg flygplanet i planflykt på flygnivå 330 med en indikerad fart på 275 knop. Autopiloten var inkopplad.

Händelsens början var den registrerade tippvinkelns förändring från 1 till 1,7 grader vid **t0**.

Briefingen för inflygning pågick, vilket troligen innebar att piloterna delvis hade uppmärksamheten riktad på sina inflygningskartor. Eftersom kartorna måste ha varit belysta för att kunna läsas, samt även annan cockpitbelysning kunde ha varit tänd kan man utgå från att piloternas mörkerseende försämrats och yttre visuella referenser blev nästintill obefintliga. Piloterna var därför i detta läge helt beroende av flygplanets attitydindikatorer.

Befälhavarens första utrop "*What (!)*" registrerades efter ungefär två sekunder och får tolkas som att befälhavaren blev överraskad av att PFD 1 visade en stigande tippvinkel. Det visar också att attitydindikatorn övervakades av befälhavaren i detta skede.

Haverikommissionen anser att befälhavaren i detta läge var utsatt för en överraskningseffekt p.g.a. skillnaden mellan vad som förväntades och vad som visades. Eftersom befälhavarens PFD visade uppgifter som inte överensstämde med flygplanets verkliga rörelser och yttre visuella referenser saknades, kom befälhavarens spatiala orientering att försämrats.

Bilden i figur 25 visar den information som sannolikt visades på PFD 1 och 2. Tippvinkeln på vänster PFD var ungefär 15 grader men oförändrad på höger PFD.

Eftersom skillnaden mellan enheterna överskred 4 grader visades den gula blinkande PIT-symbolen. Någon ljudvarning (Master Caution) hade ännu inte registrerats, vilket sannolikt berodde på den inbyggda fördröjningen i systemet. Aktiveringen av PIT-symbolen ska sammanfalla med en EFIS COMP MON-varning, som varnar för onormala skillnader mellan de två PFD-enheterna, på EICAS-displayen. Flight director-symbolen gick neråt för att ge styrkommandon att sänka nosen, eftersom flygplanets autopilot var i det höjdhållningsläge som kallas Altitude Track.



Figur 25. Vänster och höger PFD vid **t2**.

Vid **t3** kopplade autopiloten ur automatiskt, sannolikt på grund av skillnader i styrservosystemets kommandon. Urkopplingen ledde till att symbolen AP i horisontdisplayens övre vänstra hörn skiftade från fast grön till blinkande röd indikering samtidigt som den audiella varningen Cavalry Charge aktiverades.

Avsaknaden av en föreskriven procedur med fastställda utrop (callouts) vid automatisk urkoppling av autopiloten samt överraskningseffekten kan förklara varför denna inte kommenterades eller kvitterades av besättningen. Detsamma gäller det faktum att inte någon av piloterna uttalade att denne manuellt tagit över manövreringen av flygplanet.

Vid **t4** passerade tippvinkeln på vänster PFD 30 grader och enheten gick över i läget "declutter" vilket innebär att PIT-varningen och Flight Director försvann från displayen och att en röd dubbelpil (chevron) visades. Den högra enheten fortsatte att visa information utan "declutter" som tidigare (se figur 26 nedan).



Figur 26. Declutter på vänster PFD vid **t4**.

Ungefär samtidigt aktiverades den audiella varningen Single Chime som dock fördröjdes p.g.a. autopilotvarningen som hade prioritet. CVR har inte registrerat att någon av piloterna muntligen skulle ha kvitterat varningen. Båda höjdrodren rörde sig mot nos ner samtidigt

som vänstra styrrattens trimswitch aktiverades, vilket tyder på att befälhavaren, som var PF, var den som manövrerade flygplanet.

Besättningens agerande i det här skedet beror förmodligen på flera faktorer. Piloter har sedan grundutbildningen för instrumentflygning fått lära sig att lita på sina instrument vilket kan förklara befälhavarens åtgärder. Att tippvinkeln på vänster PFD var stor och ökade snabbt, i kombination med presentationen av röda pilar (chevrons) som uppmanade till nossänkande utslag, bidrog sannolikt till befälhavarens instinktiva reaktion att agera i enlighet med den ovanliga attityd som presenterades.

Den snabba ökningen av tippvinkeln som presenterades på PFD 1 i kombinationen med presentationen av röda pilar (chevrons) kan även ha skapat ett mentalt tillstånd som medfört ett kognitivt tunnelseende där andra visuella och audiella informationer inte kunde tas in eller medvetet ignorerades.

Besättningen utsattes för en oväntad förändring i flygplanets automatiseringsnivå i och med autopilotens automatiska urkoppling, vilken skedde under en flygfas där man normalt inte förväntar sig några förändringar.

Situationen tyder på att piloterna initialt blivit kommunikativt isolerade från varandra. En bidragande orsak till detta var att det saknades generellt inövade grundläggande procedurer vid onormala lägen. Det fanns inte heller tydliga regelbaserade beteenden att falla tillbaka på. Därför kom situationen att handla om problemlösning och improvisation, alltså ett kunskapsbaserat beteende.

Under tre sekunder mellan **t2** och **t5** ställdes befälhavaren inför en ökning av den presenterade tippvinkeln från 15 till mer än 30 grader, en urkoppling av autopiloten samt en ”declutter” av PFD-enheten med röda pilar (chevrons) som uppmanade till nossänkande utslag för att gå ur den ovanliga attityden.

Under dessa tre sekunder var PIT-symbolen, ur ett visuellt perspektiv, endast presenterad högst fyra gånger, blinkande, och hela tiden mot en blå bakgrund. Vinkelavståndet mellan styrkommandosymbolen (Flight Director – FD) och flygplanssymbolen var oförändrat (när tippvinkeln som presenterades nådde 15 grader visades FD stationärt i botten på attitydindikatorn). Den bruna delen samt horisontlinjen var också stationära i attitydindikatorns nedre del. Därefter medförde declutter-funktionen att röda pilar (chevrons) blev synliga.

Antalet förändringar av den presenterade informationen under en begränsad tid, tillsammans med den fördröjda signalen ”single chime” som hördes emellan repetitiva varningar ”cavalry charge” kan förklara svårigheterna att förstå vad som höll på att hända samt att genomföra en klar och konsekvent gemensam problemlösning.

Vid denna tidpunkt hade piloterna troligen olika uppfattningar av situationen p.g.a. skillnader i vad som visades på respektive attityd-indikator. En grundläggande förutsättning för att besättningen gemensamt skulle klara ut situationen är att man delar samma uppfattning, eller mentala modell, av situationen. För att åstadkomma en gemensam uppfattning, eller mental modell, behöver man kommunicera med varandra.

Från 5 till 13 sekunder

Som en följd av höjdroderutslagen och trimrörelsen minskade den registrerade anfallsvinkeln, flygplanet började sjunka och den vertikala accelerationen Gz ändrades mot negativa värden.

Vid **t9** utropade den biträdande piloten ett kraftuttryck som var hans första registrerade verbala reaktion sedan händelsens början och besvarades av befälhavaren med motsvarande uttryck.

Besättningens kommunikation under flygningen fram till händelsens början tyder på en öppen dialog med ett ömsesidigt och förlåtande utbyte av information. Haverikommissionen drar därför slutsatsen att avsaknaden av kommunikation inte baserades på några hierarkiska förhållanden som verkade hämmande på kommunikationen. Tystnaden från besättningen är däremot en tydlig indikation på oförståelse för den rådande situationen samt oförmåga att verbalt kommunicera felsökning av det onormala läget. Variationerna i G-belastning har sannolikt också påverkat kommunikationsförmågan.

Den registrerade rollvinkeln hade nu börjat avvika från den beräknade vinkeln (se figur 27). Den vertikala accelerationen blev negativ och varningen med Triple Chime och Engine Oil aktiverades på grund av detta. Samtidigt hördes under en period på flera sekunder oregelbundna ljud. Haverikommissionen anser att ljuden härstammar från lösa föremål såsom pärmar och manualer som träffar takområdet i cockpit på grund av den negativa belastningen.

I samband med detta har piloterna antagligen fått obehagskänslor genom att lätta från sina stolar och tryckas mot sina säkerhetsbälten samtidigt som ben och armar utsattes för en uppåtriktad kraft. Det är även möjligt att piloterna i denna situation fått en känsla av att vara upp och ner, en s.k. inversionsillusion. Rollvinkeln tyder dock i detta läge på att befälhavaren inte låtit sig påverkas av detta.

Någon sekund efter det att negativ belastning uppstått, mellan **t9** och **t12**, var den biträdande pilotens trimswitch aktiverad samtidigt som en omotiverad rollrörelse åt vänster inträffade. Detta kan ha berott på att den biträdande piloten greppade tag i styrratten för att hålla i sig p.g.a. den negativa G-belastningen.



Figur 27. Början på avvikande rollvinkel vid **t9**.

Vid ungefär **t13** passerade tippvinkeln på höger PFD –20 grader vilket innebar att declutter-moden aktiverades även på den sidan (se figur 28 nedan). Den biträdande piloten utropade den första operativa meningen ”Come up”. Ungefär samtidigt aktiverades varningen för stabilisatorns rörelse Stab Trim Clacker samt ytterligare en Triple Chime som avbröts av två Bank Angle varningar.



Figur 28. Declutter mode även på höger PFD vid **t13**.

Situationen medförde nu att besättningen hade två motsägande attitydindikatorer med röda chevron som pekade åt olika håll. Samtidigt visade inte längre något av instrumenten någon komparatorvarning.

Att ingen av piloterna i det läget verbalt refererade till reservhorisonten kan förklaras av att de båda befann sig i en komplex situation på grund av de varierande G-belastningarna och ett stort antal audiella och visuella varningar. Detta har sannolikt ytterligare bidragit till kognitivt tunnelseende och fokus på respektive attitydindikator.

Från 13 till 23 sekunder

Från denna tidpunkt gjorde besättningen försök att återställa kommunikationen. Vid **t15** utropade befälhavaren den första operativa kommunikationen genom att be om hjälp, vilket besvarades av den biträdande piloten som även utropade olika rollriktningar.

De nossänkande utslagen utfördes som en respons på de röda pilarna (chevrons) på vänster PFD. Samtidigt visade höger PFD röda pilar i motsatt, nos upp riktning. Detta medförde att piloterna inte hade en gemensam förståelse för situationen och var utsatta för spatial desorientering.

Försöken att återta kontrollen baserades inte på rationella beslut eller kommunikation, utan var sannolikt resultatet av inövade roderrörelser som styrdes av den felaktiga informationen.

Flygplanet lämnade sitt flygenvelopp⁴⁹ vid **t17** då V_{MO} överskreds, vilket aktiverade varningen för överfart. Vertikala accelerationsvärden blev återigen positiva med oregelbundna ljud som haverikommissionen tolkar som föremål som föll tillbaka ner mot cockpitgolvet.

Vid **t23** hade machtalet ökat till 0.90 vilket är betydligt högre än M_{MO} som är 0.80 på den aktuella flyghöjden.

Farten och attityden i kombination med besättningens spatiala desorientering medförde i detta skede att möjligheterna att återta den förlorade kontrollen över flygplanet var begränsade.



Figur 29. Simuleringsbild vid **t22**.

Från 24 sekunder till nedslaget

Under denna tidsperiod är höjd- och fartregistreringar samt data från simuleringarna inte pålitliga p.g.a. att kunskap om aerodynamiska data och instrumentkalibrering saknas. Med anledning av detta har haverikommissionen valt att inte närmare analysera denna del av händelseförloppet.

CVR-registreringarna visar dock att besättningen under denna period sände nödmeddelanden och försökte återta kontrollen över flygplanet.

2.3 Gränssnittet människa-maskin gällande PFD-enheten

2.3.1 Declutter-funktionen på PFD-enheterna

Declutter-funktionens design medför att endast roll och tippvinkel presenteras på PFD-enhetens attitydindikator vid onormala flyglägen. Detta medförde att comparator monitor indikeringen försvann från PFD 1 och PFD 2 tidigt under händelseförloppet.

Avsikten med att rensa PFD-enheten från onödig information och därmed ge piloten en bättre bild av läget vid onormala flyglägen är lätt att förstå. Det är dock svårare att förklara varför indikeringar som har bäring på instrumentfel tas bort.

Det är möjligt att en sådan indikering hade kunnat hjälpa piloterna att identifiera PFD-indikeringarna som felaktiga. Det finns dessutom en fördröjning på mer än en sekund mellan varningsmeddelandet och den tillhörande audiella varningen ”single chime”. När det gäller multipla

⁴⁹ Flygenvelopp – Fastställda gränsvärden för normal användning av ett specifikt flygplan.

varningar kan audiella varningar vara osynkroniserade med visuella meddelanden, vilket skapar oklarhet i besättningens problemlösning.

Eftersom systemet inte kan avgöra vilken PFD-enhet som presenterar korrekta parametrar när EFIS COM MON aktiveras borde inte någon declutter-funktion utföras automatiskt i ett sådant läge för att undvika att ta bort information som kan vara användbar för att utföra en felsökning.

Haverikommissionen anser att det är en svaghet i systemets design att varningsindikeringar försvinner från PFD-enheterna vid onormala flyglägen.

2.3.2 *Simulatorprov*

Det simulatorprov som utfördes av haverikommissionen visade att komparatorvarningar inte togs bort från PFD vid onormala flyglägen i simulatören.

Utbildningserfarenhet där komparatorvarningar visas under ovanliga attityder kan innebära att man utvecklar tillit till en felaktig attitydindikator där declutter-funktionen har aktiverats.

Att system i en simulator inte fungerar på samma sätt som i verkligheten medför att kvalitén på utbildning och träning degraderas. Detta gäller särskilt vid onormala flyglägen och felfunktioner som normalt inte övas i riktiga flygplan.

2.4 *Kommunikation, utbildning och träning*

2.4.1 *Kommunikation*

Cockpitsarbetet fungerade med så kallad ”challenge and response” fram till händelseförloppets början. Därefter avstannade kommunikationen mellan besättningsmedlemmarna. De följande tolv sekunderna upptogs till ensidiga uttryck för förvåning. Bristen på kommunikation förhindrade en gemensam rationell analys och utvärdering av situationen.

Operatören föreskriver callouts för nödprocedurer med omedelbara åtgärder (Immediate Action Items). Dessa callouts ska uttryckas i en befallningston. För onormala procedurer finns inte några callouts beskrivna, något som EASA inte heller föreskriver.

Haverikommissionen anser att klar och tydlig kommunikation mellan besättningsmedlemmar är absolut nödvändig för att kunna bibehålla situationsmedvetenhet och därigenom optimera flygsäkerheten. De myndigheter och organisationer som ger ut föreskrifter på området bör därför verka för tillkomsten av ett generellt system för initiala standardutrop (standard calls) inom den kommersiella luftfarten för tydlig, precis och dubbelriktad kommunikation mellan besättnings-

medlemmar i onormala och nödlägen samt ovanliga och oväntade lägen.

2.4.2 Utbildning och träning

För att kunna hantera nöd- eller onormala procedurer är det viktigt att det finns callouts som är inövade under utbildning, träning och repetitiv träning. Därigenom ges besättningsmedlemmar större möjlighet att upprätthålla en fungerande kommunikation i nöd- och onormala situationer.

Träning av förebyggande av och urgång ur onormala lägen (UPRT) infördes av bl.a. EASA under 2016. Haverikommissionen kan även här konstatera att callouts inte finns beskrivna i tillsynsmyndigheternas dokument när det gäller den förebyggande delen av träningen, vilket är en brist som bör åtgärdas.

2.5 Felfunktionen på IRU-enheten

2.5.1 Felfunktionen på IRU 1

Den enda rimliga förklaringen till de felaktiga värden som var registrerade i DFDR är interna felfunktioner i IRU 1.

Haverikommissionen och tillverkaren har sökt efter liknande händelser utan att finna några liknande IRU-fel.

Tillverkaren av komponenten har genomfört fysiska och mjukvarumässiga tester utan att kunna återskapa det aktuella felet.

Figur 23 visar att endast tippvinkelinformationen var felaktig tills flygplanet fick en rollstörning. Fram till dess behövdes endast gyrot i loopingplanet för beräkning av tippvinkeln. När flygplanet svängde behöver både gyrot i looping- och girplanet användas för att beräkna tippvinkel och kurs. Rollvinkeln kommer att förändras om en rörelse i girplanet införs när tippvinkeln inte är noll.

Detta sammantaget medför att vid manövrering i flera plan samtidigt kommer roll- och kursinformationen att bli felaktig om gyrot i loopingplanet ger felaktig information. Att beräkningen av färdhastigheten (ground speed) också blev fel kan förklaras av att kursvinkelberäkningen var fel.

Den interna kontinuerliga självtesten har angivit attitydparametrarna som korrekta och därför gett den felaktiga informationen till både PFD 1 och DFDR.

I det fall SSM (Sign Status Matrix) anger ett fel på attitydparametrarna från IRU 1 ska systemet visa en s.k. failure flag på PFD 1. Detta medför att attitydinformationen tas bort och ersätts av en röd varning med texten: ”ATT”. Att självtesten inte upptäckte felet kan

vara logiskt om felet bestod i en felvisning från en enskild gyroenhet, som låg inom systemets begränsningar.

2.5.2 *Aktuell konfiguration av IRU-enheterna*

Flygplanets båda IRU-enheter hade olika artikelnummer och därmed olika mjukvara. En sådan installation är inte godkänd, vilket innebär att installationen av IRU 1 var en icke korrekt utförd underhållsåtgärd. Detta bedöms dock inte ha inverkat på händelseförloppet.

2.5.3 *Rapporteringar av tekniska fel gällande luftfartyg*

Under utredningen har det framkommit att rapporter om tekniska fel ibland utformas på ett mindre detaljerat sätt. Detta kan medföra att information om eventuella felfunktioner inte korrekt identifieras av komponentverkstäder.

Bristerna kan finnas på olika nivåer i rapporteringskedjan från operatören till underhållsverkstäder.

Föreskrifter som säkerställer en mer detaljerad rapportering på alla nivåer skulle därför kunna bidra till att öka flygsäkerheten.

2.6 *Räddningstjänst*

2.6.1 *Alarmeringstjänst*

Räddningstjänstlagstiftningen är nationell och Sveriges grannländer har olika lagstiftningar. Det svenska luftrummet där SE-DUX befann sig när nödsituationen uppstod var utlånat på permanent basis från Sverige till Norge. I det avtal som reglerar det aktuella luftrummet framgår dock inte hur den svenska lagstiftningen om alarmeringstjänst och flygräddningstjänst ska följas i området. Haverikommissionen anser att avtal rörande luftrumssektorer som lånas mellan Sverige och andra stater bör omfatta, eller hänvisa till, rutiner för alarmeringstjänst som klargör vad som gäller i det avseendet.

När nödsituationen uppstod inom ATCC Stockholms ansvarsområde skulle skiftledaren enligt gällande rutiner hantera vidare åtgärder. Dessa åtgärder försenades dock med anledning av att skiftledaren befann sig utanför operatörsrummet när nödsituationen uppstod och det saknades rutiner för hur åtgärderna skulle hanteras vid dennes frånvaro. Sådana rutiner bör finnas, så att information om ett kritiskt läge omgående kan lämnas till berörd flygräddningscentral för att undvika att värdefull information försenas.

När skiftledaren vid ATCC Stockholm ombads att ”ta reda på så mycket du vet” om SE-DUX saknades tydlighet om vad som avsågs. Av 3 kap. 1-2 §§ Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2015:51) och allmänna råd för alarmeringstjänst och flygräddningstjänst framgår att när kapaciteten på en flygtrafikledningsenhet tillåter ska enheten bistå flygräddningscentralen med insamling av fakta och annan information

av vikt. Enligt flygräddningscentralen kan det exempelvis vara fråga om uppgifter om färdplansdata, radarspår och radiomeddelanden.

Samordningen mellan Sjöfartsverkets sjö- och flygräddningscentral (JRCC) och berörda flygtrafikledningenheter (inklusive ATCC) bör utvecklas så att flygtrafikledningens personal blir väl förtrogna med vilka fakta och annan information de kan behöva bistå JRCC med. Samverkan mellan ATCC Stockholm och JRCC har inte övats under de senaste tio åren, vilket bör åtgärdas eftersom förmågan att hantera alarmeringsuppgifter annars riskerar att försämrats.

2.6.2 *Flygräddningstjänst*

Det saknas förutbestämda rutiner vid JRCC för vilken typ av information som ska lämnas till SOS Alarm och berörda myndigheter, på vilket sätt den ska lämnas och hur den ska uppdateras. Om flygräddningsledaren förfogade över ett loggsystem där denne med automatik delar väsentlig information med SOS Alarm och berörda räddningstjänstansvariga myndigheter skulle detta minska arbetsbelastningen vid JRCC. Samtidigt skulle SOS Alarm och berörda räddningstjänstansvariga myndigheter genom snabbare, likartad och kontinuerligt uppdaterad information få bättre förutsättningar att utföra sina uppgifter. Utredningen väcker liknande samordningsfrågor som tidigare behandlats i utredningen om Herculesolyckan vid Kebnekaise 2012 (SHK:s rapport RM2013:02) liksom i utredningen om segelflygplanet SE-UPT vid Pirttivuopio 2015 (SHK:s rapport RL2016:3). Efter olyckan har JRCC bytt loggsystem till ett system som i framtiden kan användas för informationsdelning med SOS Alarm. Vidare har en rutin för informationsdelning vid parallella räddningsinsatser tagits fram.

Flygräddningsledaren vid JRCC använde inte möjligheten att kalla in en eller flera samverkanspersoner från polisen eller kommunal räddningstjänst i Göteborg för att hantera samverkan med sina respektive myndigheter vid JRCC:s stab. Stabsarbetet med samverkanspersoner från andra räddningstjänstansvariga myndigheter i JRCC:s stab behöver utvecklas.

Om ambulanshelikoptern varit upptagen på annat uppdrag och inte hade kunnat medverka vid insatsen hade RAKEL-kommunikationen sannolikt inte varit möjlig, alternativt varit mycket begränsad. Enligt Sjöfartsverket kommer RAKEL-installeringar att påbörjas under hösten 2016 och samtliga sju SAR-helikoptrar kommer att ha utrustningen installerad under hösten 2017.

Utredningen visar också att det saknas utbildning, övning och säkerhetsrutiner för att ytbärgare som ingår i SAR-helikopterns besättning ska kunna verka optimalt i fjällmiljö. Det ingår visserligen inte i Sjöfartsverkets uppdrag att ha alpinistutbildade ytbärgare. Ytbärgarens arbetsuppgifter i fjällmiljö kan dock vara sådana att de delvis kan jäm-

föras med uppgifter som utförs av alpina fjällräddningsgruppen, vilka har en omfattande utbildning för att kunna utföra sina uppdrag.

Sjöfartsverket bör överväga om SAR-baseringen under delar av vintersäsongen kan flyttas närmare fjällvärlden. Det skulle underlätta förutsättningarna för utbildning och flygning i fjällmiljö under dager och mörker samt underlätta genomförandet av samverkansövningar med andra aktörer i fjällvärlden, vilket sammantaget skulle bidra till en bättre förmåga att utföra räddningsuppdrag i fjällvärlden. Under vintersäsongen är det normalt mindre aktiviteter och få räddningsinsatser till havs i Sveriges nordligaste farvatten.

2.6.3 Fjällräddning och kommunal räddningstjänst

När flygplanet hade lokaliserats fick såväl Polismyndigheten som den kommunala räddningstjänsten information om detta och om att det stod klart att det inte fanns några överlevande. Följaktligen kom de insatser som därefter genomfördes att få en annan karaktär än vad de skulle fått om livräddningsinsatser skulle ha behövt utföras. De frågor som nämnts ovan om att samordningen med JRCC kan förbättras kom därför inte att få några avgörande konsekvenser.

Företrädare för Polismyndigheten och den kommunala räddningstjänsten har beskrivit att de upplevde svårigheter när det gäller prioritering, logistik och samordning av de begränsade transportresurserna. Liknande problem har framkommit vid utredningar av andra olyckor där vägnätet varit begränsat. Berörda myndigheter behöver därför utveckla sin samverkan i dessa avseenden.

2.6.4 Nödsändaren

Det kraftiga nedslaget har sannolikt medfört att ELT-enheten fått sådana skador att den inte sändt ut några signaler.

2.7 Sammantagen bild av händelsen

Under flygningen uppstod ett fel på flygplanets ena tröghetsnavigeringsenhet (IRU 1). Den felaktiga informationen från IRU 1 visades på den vänstra primära flygdisplayen (PFD 1) och registrerades på färdregistratören (DFDR).

Felet inträffade när besättningen genomförde briefing inför inflygningen vilket innebar att uppmärksamheten var delad mellan två samtidigt uppgifter. Detta bidrog sannolikt till överraskningseffekten.

Felet medförde att befälhavarens PFD visade en kraftig ökande tippvinkel trots att flygplanet låg i planflykt. Vidare ledde detta till att autopiloten automatiskt kopplades ur. Den biträdande pilotens PFD visade samtidigt information som överensstämde med flygplanets verkliga läge.

Flygplanet var utrustat med tre oberoende attitydindikatorer varav den ena indikerade felaktiga värden. Därmed fanns det två fungerande attitydindikatorer som kunde ge besättningen korrekt attitydinformation för att manövrera flygplanet på ett säkert sätt. Detta förutsätter dock att besättningen i övrigt har förutsättningar att identifiera att något är fel och att rationellt utvärdera situationen.

Komparatorindikeringen PIT på PFD-displayerna som ska upplysa besättningen om att PFD 1 och PFD 2 inte visar samma information aktiverades sannolikt men presenterades endast under en mycket kort tidsperiod på PFD 1. Den är designad så att den, tillsammans med annan information som bedöms som sekundär, försvinner vid extrema lägen i syfte att besättningen ska kunna fokusera på en mer begränsad mängd information.

Besättningen var tränad att, i avsaknad av yttre visuella referenser, lita på sina instrument. Detta kan förklara den reflexmässiga manövreringen som ledde till att flygplanet hastigt sjönk, vilket skedde i samband med att de röda pilarna (chevrons) presenterades.

Den snabba förändringen av den tippvinkel som visades på PFD 1, de kraftiga förändringar i G-krafter som besättningen utsattes för och det stora antalet audiella och visuella varningar bidrog sannolikt till att piloterna fokuserade på sin egen PFD. Dessa faktorer tillsammans med den omständigheten att det inte fanns någon träningsmetod om effektiv kommunikation vid oväntade eller onormala lägen och besättningen därför inte övat detta bidrog till att besättningen inte gemensamt förmådde identifiera det uppkomna felet i tid.

Det tog 15 sekunder innan besättningen började kommunicera operativt med varandra. Ytterligare två sekunder därefter överskreds den högsta tillåtna farten.

Vid **t23** var flygplanets fart och attityd långt utanför design-enveloppen vilket i kombination med besättningens spatiala desorientering innebar att möjligheterna att återta kontrollen över flygplanet var begränsade.

Den felindikering som inträffade får anses vara så ovanlig att man inte kan förutse och förbereda sig för just det specifika felet. Det är dock möjligt att förutse att ovanliga och oväntade händelser av olika slag kan inträffa.

Av den anledningen är det viktigt att flygbesättningar får lära sig och använder systematiska och inövade metoder för att hantera onormala och oväntade situationer.

Det aktuella flygoperativa systemet saknade väsentliga delar som är nödvändiga. I den aktuella händelsen saknades exempelvis ett system för effektiv kommunikation.

Säkerheten inom den kommersiella lufttransporten har genom åren gradvis ökat genom att införa olika procedurer och utbildningar. På senare år har det bl.a. fokuserats på otillförlitlig fartindikering och UPRT.

Eftersom det inte går att förutse alla tänkbara scenarier är det inte effektivt att införa en ny specifik träning för t.ex. otillförlitlig attitydindikering. Det måste finnas generella metoder för att lösa oförutsägbara situationer.

Mot bakgrund av detta är det haverikommissionens uppfattning att ett generellt system med initiala standardutrop (standard calls) för hantering av onormala och nödprocedurer samt ovanliga och oväntade situationer bör införlivas i den kommersiella luftfarten.

Med detta avses ett system med initiala standardutrop (standard calls) för tydlig, precis och dubbelriktad kommunikation mellan piloterna. Nedanstående tabell ger några exempel för att tydliggöra haverikommissionens förslag:

Händelse	Åtgärd	Utrop
Automatisk urkoppling av autopilot	Kvittera varning Ta över manövrering	“Autopilot av” “Mina roder” med bekräftelse av den andra piloten
EFIS COMP MON varning	Återställ varningen	“Master Caution” “EFIS COMP MON” med bekräftelse av den andra piloten
PFD indikerar ökad tippvinkel	(Jämför attitydindikationerna)	“Nosen hög” med bekräftelse av den andra piloten
Stall på hög höjd	Ta över manövrering	“Stall, mina roder” med bekräftelse av den andra piloten

Haverikommissionen är väl medveten om att detta redan finns i vissa flygplanstillverkarens manualer och hos vissa operatörer. Oavsett detta är det förvånande att detta inte är ett myndighetskrav.

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Besättningen hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Besättningens aktiviteter följde gällande standardprocedurer (Standard Operating Procedures, SOP) fram till händelsens början.
- d) Flygplanets rodersystem fungerade normalt.
- e) IRU 1 genererade felaktiga parametrar (tipp-, rollvinkel och kurs) utan att indikera någon felvarning.
- f) De felaktiga registrerade parametrarna från IRU 1 visades på PFD 1.
- g) Efter autopilotens urkoppling förblev flygplanet i planflykt till dess att höjdrodren aktiverades i nossänkande riktning.
- h) Flygplanet var aerodynamiskt och strukturellt intakt åtminstone tills V_D och M_D överskreds.
- i) Det finns inga indikationer på att flygplanet bröts sönder i luften.
- j) Information beträffande funktionerna declutter, unusual attitude eller chevron avseende PFD-enheterna fanns endast i tillverkarens PRM-manual.
- k) Information om att komparatorvarningarna tas bort från PFD vid declutter har inte gått att finna i några manualer.
- l) Declutter-funktionen avseende komparatorvarningarna skiljde sig mellan simulatören och flygplanet.
- m) Det fanns inga callouts i operatörens manualer för den onormala proceduren EFIS COMP MON och det var inte heller föreskrivet av tillsynsmyndigheterna.
- n) Det finns inga myndighetskrav avseende generella callouts vid onormala eller oväntade situationer.
- o) Ingen signal registrerades från ELT-enheten.
- p) Flygräddningsinsatsen leddes av Sjöfartsverkets sjö- och flygräddningscentral (JRCC Sweden).

- q) Olycksplatsen lokaliserades av enheter ur den norska försvarsmakten.
- r) Samordning och kommunikation mellan JRCC och flygtrafikledningsenheter kan förbättras.
- s) Samordning och kommunikation mellan JRCC och andra räddningstjänstansvariga myndigheter kan förbättras.
- t) Det tog 1 timme 19 minuter från larm till dess att SAR-helikoptern i Umeå lyfte mot olycksplatsen.
- u) SAR-besättningarna i Umeå saknar tillräcklig övning, utbildning, och rutiner för att ha en tillfredsställande förmåga att genomföra räddningsinsatser i fjällmiljö.

3.2 Orsaksfaktorer och bidragande faktorer

Olyckan orsakades av att de operationella förutsättningarna inte var tillräckliga för att fånga upp ett fel i ett redundant system.

Bidragande har varit att:

- Ett effektivt system för att hantera och kommunicera varningar eller nödlägen saknades.
- Instrumentsystemet gav otillräcklig vägledning om uppkomna felfunktioner.
- Den inledande manövreringen som ledde till negativ belastning (Gz) har sannolikt påverkat piloternas förmåga att hantera problemet rationellt.

3.3 Riskfaktorer

Att felbeskrivningar gällande luftfartyg och dess komponenter rapporteras på ett mindre detaljerat sätt kan medföra att felfunktionerna inte kan identifieras och åtgärdas på ett ändamålsenligt sätt. Detta kan i sin tur medföra en flygsäkerhetsrisk eftersom exempelvis intermitenta fel inte alltid kan upptäckas vid generella tester.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

ICAO rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R1)

EASA rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R2)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R3)

Transport Canada rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R4)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R5)

FAA rekommenderas att:

- Verka för att ett generellt system med initiala utrop (standard calls) för onormala och nödprocedurer samt för ovanliga och oväntade situationer införs inom den kommersiella lufttransporten. (RL 2016:11 R6)
- Verka för att förbättra designen på PFD-enheter så att relevanta varningsmeddelanden inte försvinner vid onormala lägen eller vid s.k. declutter. (RL 2016:11 R7)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Tillse att leverantörer av flygtrafikledningstjänst säkerställer rutiner så att alarmeringsmeddelanden om kritiskt läge omgående kan lämnas till berörd flygräddningscentral. (RL 2016:11 R8)
- Tillse att leverantörer av flygtrafikledningstjänst utbildar och övar berörd personal så att de kan bistå flygräddningscentralen enligt gällande föreskrifter. (RL 2016:11 R9)

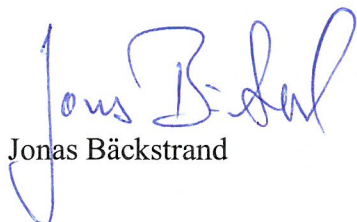
- Tillse att Sjöfartsverket säkerställer att samtliga besättningar som håller beredskap för SAR-uppdrag i fjällmiljö uppfyller kraven på förmåga att genomföra relevanta efterforskningsuppgifter. (RL 2016:11 R10)

Sjöfartsverket rekommenderas att:

- Utveckla samordningen mellan sjö- och flygräddningscentralen (JRCC) och berörda flygtrafikledningsenheter (inklusive ATCC) så att flygtrafikledningens personal blir väl förtrogna med vilka fakta och annan information de kan behöva bistå JRCC med. (RL 2016:11 R11)
- Tillse att räddningsledare och biträdande räddningsledare ges regelbunden utbildning och övning avseende stabsarbete med samverkanspersoner från andra räddningstjänstansvariga myndigheter och organisationer i JRCC:s stab. (RL 2016:11 R12)
- Ta fram underlag för, och genomföra, utbildning och övning av efterforskning i fjällmiljö under både dager och mörker för SAR-besättningar som håller beredskap i fjällmiljö. (RL 2016:11 R13)
- Se över sina rutiner för att tiden för förberedelser inför start med SAR-helikoptrar ska kunna minimeras. (RL 2016:11 R14)

SHK emotser besked senast den **13 mars 2017** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar


Jonas Bäckstrand


Nicolas Seger

Bilagor

Bilaga 1: FDR-plottar.

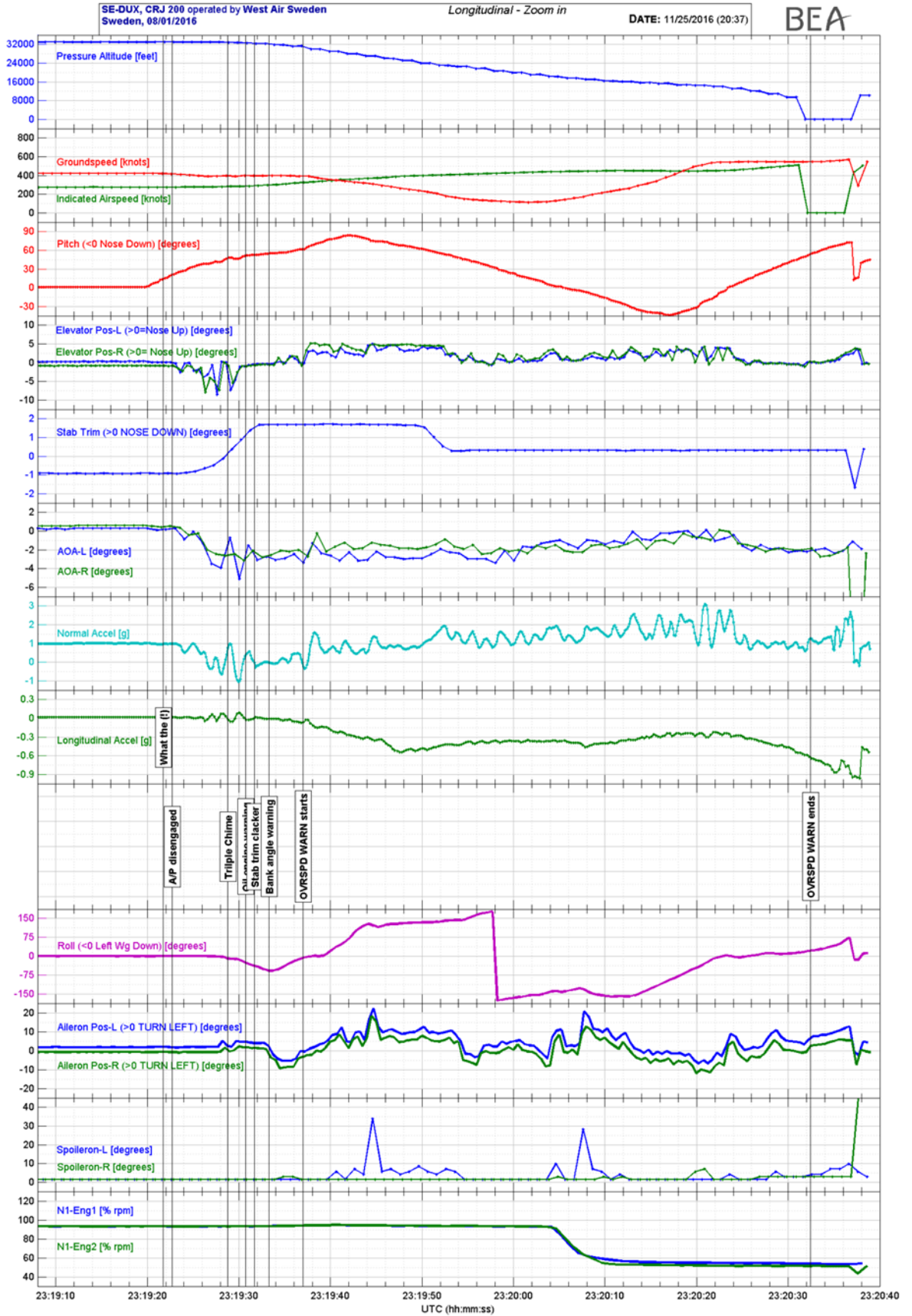
Bilaga 2: CVR-transkribering.

Bilaga 1

FDR-plottar med utvalda parametrar uppifrån och ner i tabellen enligt följande:

Tryckhöjd, färdhastighet*, indikerad fart, tippvinkel*, höjdroderposition vänster/höger, stabilisatortrim, anfallsvinkel vänster/höger, normal acceleration (G), longitudinell acceleration (G), rollvinkel*, skevroder vänster/höger, spoileron vänster/höger, N1 varvtal för vänster/höger motor.

* Dessa parametrar är inte kompatibla med flygplanets rörelser.



Bilaga 2 CVR, utskrift av ljud och varningar.

Teckenförklaring: SV(Synthetic Voice) - Syntetisk röst
 (*) ord som inte kunnat tolkas
 () ord med osäker tolkning
 (!) kraftuttryck
kursiv stil: kommunikation med ATC

Tid UTC	Befälhavaren	Biträdande piloten	ATC	Anmärkningar, ljud och varningar
23.19.22	What (!)			
23.19.23				Continuous Cavalry Charge
23.19.24				Single Chime
23.19.28				Oregelbundna ljud
23.19.29				Triple Chime
23.19.29		What (!)		
23.19.30	What (!)			
23.19.30				SV: Engine oil
23.19.31				Varningsljud: Stab trim clacker
23.19.33		Come up		
23.19.33				SV: Bank angle
23.19.35	Come on, help me, help me, help me			
23.19.35		Turn right		
23.19.35				SV: Bank angle
23.19.36		What		
23.19.37				Varningsljud: Överfart (Clacker)
23.19.37	Help me, help me			
23.19.38		Yes, I'm trying		
23.19.40		Turn left, turn left		
23.19.40				SV: Bank angle
23.19.41				Continuous Cavalry Charge upphör
23.19.42				SV: Bank angle
23.19.43		Turn left		
23.19.44				Single Chime
23.19.44		No		
23.19.45				Single Chime

Tid UTC	Befälhavaren	Biträdande piloten	ATC	Anmärkingar ljud och varningar
23.19.50		<i>Mayday, mayday, mayday Air Sweden 294</i>		Sändarknapp ej aktiverad
23.19.53		<i>Mayday, mayday, mayday</i>		
23.19.53			294	
23.19.54		<i>Mayday, mayday, mayday Air Sweden 294</i>		
23.19.55				Single Chime
23.19.57				Single Chime
23.19.57		<i>We turning back, mayday, mayday</i>		
23.19.59	Mach trim			
23.20.00			294, mayday 294	
23.20.00				Single chime
23.20.01		Trim, trim a lot		
23.20.04				SV: Bank Angle
23.20.06		Turn left, turn left		
23.20.06				SV: Bank Angle, Bank Angle
23.20.08			294	
23.20.09				SV: Bank Angle
23.20.09		<i>Mayday, mayday, mayday we turning back</i>		
23.20.14	We need to climb, we need to climb			
23.20.15		Yeah, we need to climb		
23.20.15				SV: Bank Angle
23.20.16			(*)	
23.20.16		Turn left, turn left		
23.20.17				SV: Bank Angle
23.20.17	No, continue right, continue			
23.20.19				SV: Bank Angle

Tid UTC	Befälhavaren	Biträdande piloten	ATC	Anmärkningar, ljud och varningar
23.20.19	Continue right			
23.20.20		Ok, (*)		
23.20.22	No, help me, help me please			
23.20.22				SV: Bank Angle
23.20.23		I don't know, I don't see anything		
23.20.23				SV: Bank Angle
23.20.24		I think you are the right to correct		
23.20.25	Ok			
23.20.26	Ok, ok, ya			
23.20.28	(!)			
23.20.29				SV: Bank Angle
23.20.31		What (!) (*)		
23.20.32				Varningsljud överfart (Clacker) upphör
23.20.33				SV: Bank Angle
23.20.35	(*)			
23.20.35				SV: Bank Angle
23.20.36	(*)			
23.20.37				Single Chime
23.20.37				Slut på inspelning