

RAPPORT

SL 2020/16



RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE VEST FOR FØRDE LUFTHAMN BRINGELAND 14. NOVEMBER 2016 MED ATR 72-212A, OY-JZC, OPERERT AV JET TIME AS

 This report is also available in English

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

ISSN 1894-5902 (digital utgave)

Statens havarikommisjons virksomhet er hjemlet i lov 11. juni 1993 nr. 101 om luftfart § 12-1 jf. forskrift 19. desember 2014 nr. 1848 om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart § 3.

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HENDELSEN	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	5
1.1 Hendelsesforløp	5
1.2 Personskader	11
1.3 Skader på luftfartøy.....	11
1.4 Andre skader	11
1.5 Personellinformasjon	11
1.6 Luftfartøy	12
1.7 Været.....	22
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	23
1.9 Samband.....	23
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	24
1.11 Flyregistratorer.....	24
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	25
1.13 Medisinske forhold	25
1.14 Brann.....	25
1.15 Overlevelsesaspekter.....	25
1.16 Spesielle undersøkelser	25
1.17 Organisasjon og ledelse	25
1.18 Andre opplysninger.....	29
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	36
2. ANALYSE.....	37
2.1 Innledning	37
2.2 Forberedelsene før flyging	37
2.3 Flygingen frem til kontrolltapet	38
2.4 Kontrolltapet	40
2.5 Aspekter ved besetningssamarbeid og trening.....	41
2.6 Andre faktorer	43
2.7 Operasjoner i isingssesongen i Norge	44
3. KONKLUSJON	45
3.1 Hovedkonklusjon	45
3.2 Undersøkelseresultater	45
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	48
REFERANSER	49
VEDLEGG.....	49

1. juli 2020 overtok Statens havarikommisjon for transport (SHT) oppgaven som undersøkelsesmyndighet for ulykker og alvorlige hendelser i Forsvaret. Fra samme dag ble navnet endret til Statens havarikommisjon (SHK). Arbeidet med denne rapporten hadde på det tidspunktet kommet så langt, at navnet ikke er endret i teksten.

RAPPORT OM ALVORLIG LUFFTARTSHENDELSE

Luftfartøy:	ATR-GIE Avions de Transport Régional ATR 72-212A
Nasjonalitet og registrering:	Dansk, OY-JZC
Eier:	NAC Aviation 3 A/S, Danmark
Bruker:	Jet Time AS
Besetning/fartøysjef:	2 flygere og 2 kabinbesetningsmedlemmer, ingen skadet
Passasjerer:	36 passasjerer, ingen skadet
Hendelsessted:	I luftrommet mellom Sognefjorden og Sunnfjord, om lag 70 nautiske mil nord-nordøst av Bergen
Hendelsestidspunkt:	Mandag 14. november 2016, kl. 0810

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

MELDING OM HENDELSEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet om hendelsen av Jet Time AS og av den danske Havarikommisjonen onsdag 16. november. Hendelsen hadde blitt rapportert inn av fartøysjefen som Flight Safety Report samme dag som den skjedde. Fartøysjefens rapport ble sendt til Jet Time AS og til Trafik- og Boligstyrelsen i Danmark. Selskapet oppgraderte senere rapporten til alvorlig luftfartshendelse. I henhold til ICAO Annex 13 *Aircraft Accident and Incident Investigation* underrettet SHT blant annet flyoperatøren, den franske havarikommisjonen (BEA) og den danske havarikommisjonen (Havarikommisjonen). Det europeiske flysikkerhetsbyrået (EASA) ble også underrettet.

Akkrediterte representanter fra BEA (med rådgivere fra flyprodusenten ATR), samt Havarikommisjonen har bistått SHT med undersøkelsen. Likeledes har EASA bidratt med teknisk rådgiver.

SAMMENDRAG

Rute SAS4144 fra Bergen til Ålesund ble operert av det danske flyselskapet Jet Time AS på vegne av SAS. Underveis til Ålesund kom flyet i en kort periode ut av kontroll i sterk ising¹. Da kontrolltapet skjedde befant flyet seg i luftrommet like vest for Førde lufthavn Bringeland, og besetningen var i ferd med å legge om kursen for å komme seg ut av isingen.

Besetningen gjenvant kontrollen over flyet og fortsatte flygingen til Ålesund hvor de gjennomførte en normal landing. Ingen av de ombordværende ble skadet. Det oppsto heller ikke skader på flyet.

¹ En vanlig brukt definisjon på sterk ising (severe icing) er ising som overgår kapasiteten til flyets isingsbeskyttelse. Det innebærer at isingsforhold som kan karakteriseres som sterk ising for én flytype, ikke nødvendigvis er det for alle andre flytyper. Sjekklisten for den aktuelle flytypen sier at man skal komme seg ut av slike isingsforhold: «*SEVERE ICING CONDITIONS ... ESCAPE*».

Havarikommisjonen mener at utilstrekkelig planlegging og ugunstige beslutninger underveis, spesielt forsøket på å klatre over isingsforholdene til tross for reduserte ytelser, samt feilaktig bruk av autopiloten, førte til kontrolltapet.

Gjenvinningen av kontroll over flyet kan ha blitt vanskeliggjort av at fartøysjefen umiddelbart reagerte med å trekke i stikka da flyets «stick shaker»² aktiverte. Fartøysjefen ble trolig overrumplet da stick shaker aktiverte og autopiloten koblet seg automatisk ut, samtidig som flyet krenget kraftig og satte nesen ned. Han kan derfor ha trukket i stikka som følge av han et øyeblikk kom ut av fatning – såkalt «startle effect».

Et annet bidrag til at kontrollgjenvinningen ikke ble optimal var at to utenatpunkter (memory items³) på sjekklisten for steiling, utsetting av flaps og økning av motorkraft, ble utelatt. Besetningen hentet seg imidlertid raskt inn, og resten av flygingen og landingen i Ålesund ble gjennomført uten ytterligere problemer.

Havarikommisjonen mener at ising bør være et vektlagt moment i risikoanalysene til flyselskaper som skal operere i isingssesongen i Norge, og at det er viktig å ta den aktuelle flytypens egenskaper i betraktning. Slike analyser bør inneholde helhetlig vurdering av rutene som skal flys, aktuelle flyhøyder, forventede isingsforhold, tiltak for å redusere risikoen for ugunstige forhold som ising, sammenholdt med flytypen og dens spesifikke ytelser.

² «Stick shaker» er et automatisk steilevarslingsystem. Det er en mekanisk innretning som generer vibrasjoner og støyende klapping i stikka når flyet nærmer seg kritisk angrepsvinkel og steiling er nært forestående. Besetningen skal da føre stikka forover slik at angrepsvinkelen reduseres og steiling avverges.

³ «Memory Item» eller «Boxed Item» er sjekklistepunkter som skal kunnes utenat.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 Innledning

1.1.1.1 Beskrivelsene av hendelsesforløpet er i hovedsak basert på data fra flyets ferdskrivers (FDR), intervjuer med besetningen, opptak av radar og kommunikasjon fra Avinor, samt intervju med to av flyets passasjerer. Opptak fra flyets taleregistrator (CVR) har ikke vært tilgjengelig for Havarikommisjonen. Nærmere beskrivelser av flygeregistratorene er gitt i kapittel 1.11.

1.1.2 Flygingen

1.1.2.1 Det danske flyselskapet Jet Time AS var innleid av Scandinavian Airlines System Denmark-Norway-Sweden (SAS) for å betjene flyruter på Vestlandet. Rute SAS4144, Bergen–Ålesund–Trondheim, ble trafikkert med et turbopropfly av typen ATR 72-212A.

1.1.2.2 Besetningen møttes klokken 0640 om morgenen mandag 14. november 2016 for å planlegge dagens første flyging, som var fra Bergen lufthavn Flesland (ENBR) til Trondheim lufthavn Værnes (ENVA) med mellomlanding på Ålesund lufthavn Vigra (ENVA). De noterte seg da blant annet at det var varslet moderat ising langs ruten. På Bergen lufthavn Flesland (ENBR) var det 7 plussgrader, sør-sørøstlig frisk bris, med spredte, lave skyer og regn. Mens de takset ut til avgangsposisjonen aktiverte besetningen antiisingsystemet på begge propellene og sidevindue, samt balanserors-, høyderors- og siderorshornene. Likeledes kjørte de avisingsystemene på forkantene av vinger og haleflate i ett minutt og 35 sekunder, dette også mens de takset. Nærmere beskrivelse av flyets systemer for beskyttelse mot ising er gitt i kapittel 1.6.

1.1.2.3 Klokken 0749 tok SAS4144 av fra rullebane 17. Styrmannen var «Pilot Flying» (PF), mens fartøysjefen var «Pilot Monitoring» (PM).

1.1.2.4 Etter avgangen sørover svingte flyet til høyre slik at den første del av stigningen skjedde over havet i vest. Fartøysjefen mente at dette var en fordel for å vinne litt høyde før de kom inn over land hvor sannsynligheten for ising var større. Kursen ble deretter satt nordover, og autopiloten ble satt på med en valgt flygehastighet på 170 kt mens det klatret opp mot den klarerte flyhøyden som var flygenivå FL190⁴. De forventet at isingen skulle avta over FL140.

1.1.2.5 Da de klatret gjennom flygenivå FL100 indikerte flyets elektroniske isingsdetektor at det var ising. Besetningen slo på flyets avvisingsystemer fem sekunder senere. Avisingsystemene (de-ice) forble deretter aktivert frem til flyet landet. Fartøysjefen har forklart at isingen begynte i ca. FL100, og at den økte i intensitet jo høyere de klatret.

1.1.2.6 Gitt flyets startmasse, var minste operative flyhastighet (Vmin OPS)⁵ i ising (icing bug speed) ifølge flygehåndboken 156 kt.

⁴ FL190 tilsvarer omlag 19 000 ft

⁵ I FCOM er Vmin OPS definert som: «Minimal flight speed according to flying conditions and aircraft configuration».

- 1.1.2.7 I følge styrmannens forklaring begynte det å bygge seg is på flyet da det passerte FL120. Ferdskriveren viser at stigehastigheten var 765 ft/min da flyet passerte FL127. Dataene viser videre at stigehastigheten i denne perioden ble halvert i løpet av 30 sekunder.
- 1.1.2.8 Da flyet passerte FL137 kom følgende varsel fra flyets ytelsesovervåkingssystem (Aircraft Performance Monitoring – APM) på: *DEGRADED PERF*. Omtrent samtidig, i FL140, observerte styrmannen at det løp to vann- eller isstriper over sitt vindu. Hun tolket dette som indikasjon på underkjølt regn, noe hun meddelte fartøysjefen. Begge besetningsmedlemmene observerte også at det bygde seg is på sidevinduene.
- 1.1.2.9 Besetningen økte til maksimalt tillatt kontinuerlig motorpådrag (PWR MGT selector til MCT), blant annet for å øke turtallet på propellene slik at isen skulle bli slynget av propellbladene. Valgt flygehastighet på autopiloten ble redusert til 165 kt.
- 1.1.2.10 Da flyet passerte FL160 kom det et nytt varsel fra APM: *INCREASE SPEED*. Indikert flygehastighet var da 164 kt. I denne høyden ble valgt flygehastighet på autopiloten endret tilbake til 170 kt, flyet flatet ut og hastigheten økte til 172 kt. Etter en kort rådslagning ble besetningen enig om å avslutte stigningen. De ville redusere høyden for å ikke miste mer hastighet, og de ønsket å legge om kursen lengre vest, mot havet.
- 1.1.2.11 Etter at fartøysjefen hadde innhentet klarering fra lufttrafikkjenesten ble en nedstigning mot FL150 påbegynt. Autopiloten var fortsatt engasjert. Nedstigningen ble foretatt med en vertikal hastighet på om lag 500 ft/min. Rett etter at nedstigningen ble påbegynt ble motorkraften redusert fra maksimalt tillatt kontinuerlig (MCT) til marsj (CRZ). Flygehastigheten stabiliserte seg deretter på om lag 170 kt. Videre ble autopilotens «Altitude capture mode» og «Altitude hold mode» aktivert. Da høyden nærmet seg FL150 koblet ALT CAPTURE seg inn. Deretter opprettholdt ALT HOLD FL150. Etter at flyet var etablert i FL150, avtok flygehastigheten og angrepsvinkelen økte. Fartøysjefen har forklart at han la merke til at flyet ikke akselererte.
- 1.1.2.12 Besetningen observerte at det bygde seg opp stadig mer is på flyet. De informerte lufttrafikkjenesten (Norway Control) om dette og ba om klarering til å svinge vestover. Etter å ha fått klareringen fra Norway Control innstilte besetningen autopilotens «heading mode» på 330°. Autopiloten påbegynte da en venstre sving i «high bank mode». Krengningsvinkelen i svingen var 29,4°.
- 1.1.2.13 Tolv sekunder inn i svingen koblet autopiloten seg automatisk ut. Hastigheten var da 163 knop og den lokale angrepsvinkelen var oppe i 11,8°. Likeledes økte krengningen brått mot venstre samtidig som stick shaker aktiverte. Styrmannen reagerte med å forsøke å føre stikka forover. I tillegg parerte hun med pedaler og stikke til høyre. Krengningsvinkelen økte likevel ukontrollert til 68,2° mot venstre.
- 1.1.2.14 Samtidig tok fartøysjefen tak i stikka og dro innledningsvis bakover, motsatt vei av det styrmannen gjorde⁶. I sin forklaring til Havarikommisjonen fortalte styrmannen at hun prøvde å få flyets nese ned da stick shaker aktiverte. Hun hadde da reagert på at det var

⁶ I en kommentar til Havarikommisjonens rapportutkast har kapteinen forklart at farten på dette tidspunktet hadde økt og at de således hadde oppnådd mere løft. For å unngå mer ubehag for passasjerene enn nødvendig ville han derfor rette opp flyets nesestilling. Han dro stikka bakover, men rakk ikke å få informert styrmannen om dette. Noen sekunder senere var nesestillingen bedre og han slapp taket. Han mener å ha et ganske klart minnebilde av situasjonen.

uvanlig tungt å skyve stikka fremover, og lurte på om flyet kunne være utsatt for haleising⁷.

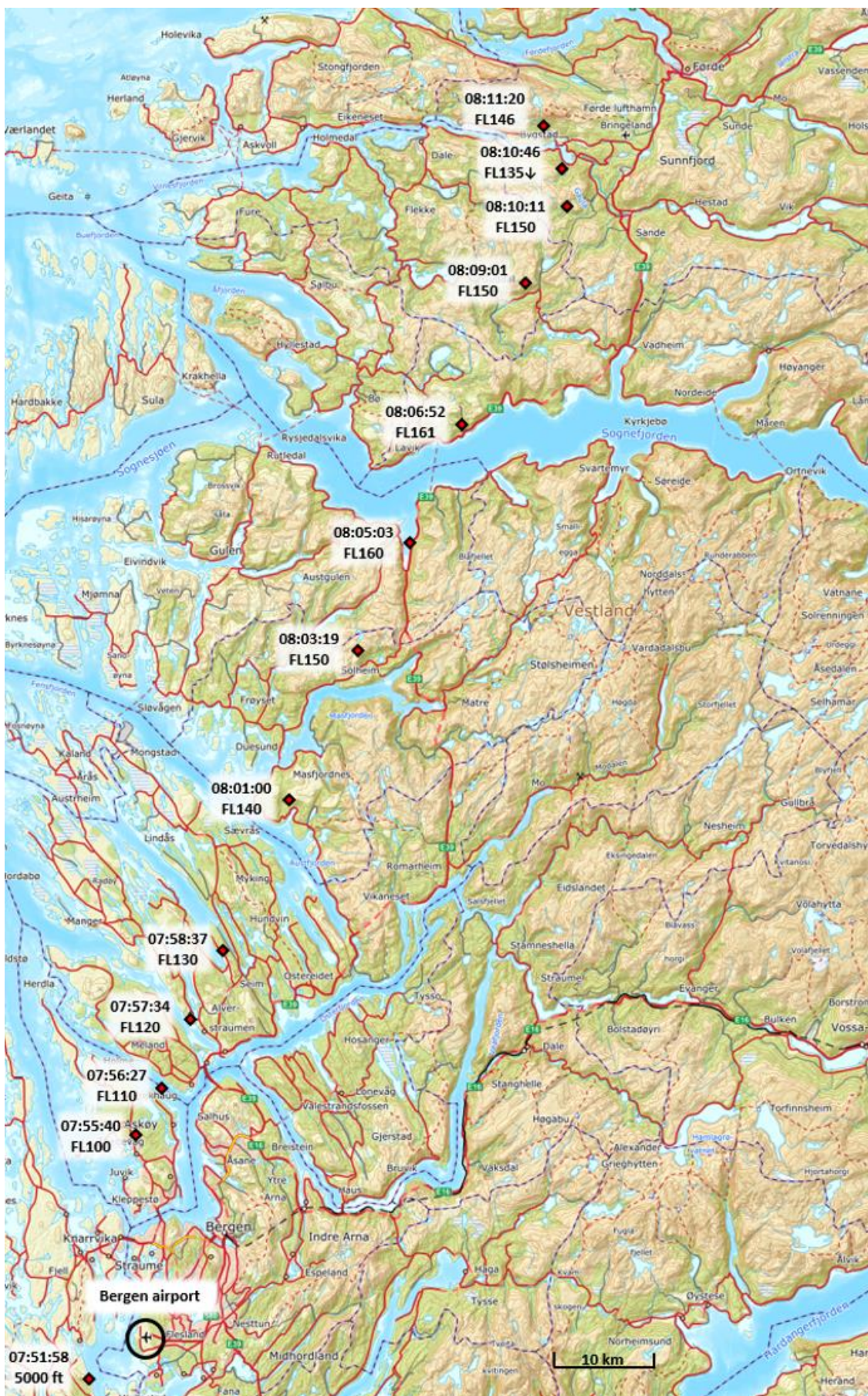
- 1.1.2.15 Besetningsmedlemmene har forklart at de begge var sammen på kontrollene i denne fasen. Fartøysjefen overtok ikke styringen, men «var med» på stikka for å hjelpe styrmannen med å gjenvinne kontrollen over flyet. Ingen av dem ga i ettertid uttrykk for at de hadde oppfattet at den andre ga motsatte høyderorsutslag. Begge har gitt uttrykk for at de opplevde samarbeidet og kommunikasjonen dem imellom som god.
- 1.1.2.16 Da flyet krenget hardt til venstre gikk nesen samtidig ned til 3,3° under horisonten. Rett etter krenget flyet ukontrollert til høyre og nesen gikk ytterligere ned til 8,1° under horisonten. Angrepsvinkelen hadde imidlertid økt til 14,5°. Da aktiverte stick shaker og stick pusher⁸ i to sekunder. Krengningsvinkelen til høyre var oppe i 66,2° før den reverserte mot venstre igjen. Krengingen til venstre stoppet denne gangen på 36°. Styrmannen parerte kontinuerlig de ukontrollerte krenkningene med motsatte side- og balanserorsutslag.
- 1.1.2.17 Tre sekunder etter første aktivering, slo stick shaker og stick pusher inn igjen. Den lokale angrepsvinkelen var da 15,9°. To sekunder senere hadde flyets nese en vinkel på 11,9° under horisonten og høyden avtok raskt samtidig som flygehastigheten økte til 190 knop. Gjennomsynkningen var på det meste 6 448 ft/min før nesen begynte å løfte seg igjen.
- 1.1.2.18 På direkte spørsmål, i separate intervjuer med Havarikommisjonen, har begge besetningsmedlemmene gitt uttrykk for at de ikke registrerte at stick pusher aktiverte (se punkt 1.11.2.4).
- 1.1.2.19 På det laveste hadde flyet en høyde på 13 425 ft, før det begynte å stige igjen. I følge «ICAO Aeronautical Chart Southern Norway» var minste sikre høyde for terreng- og hinderklaring opp til 5 800 ft i området hvor SAS4144 kom ut av kontroll. Klaringen til terreng eller hinder var dermed 7 600 ft eller mer. Flyets kurs (330°) førte det mot områder med lavere terrenghøyde.
- 1.1.2.20 I løpet av kontrollgjenvinningen gikk nesevinkelen opp til 12,1° over horisonten, samtidig som flyet steg og hastigheten avtok. Besetningen reagerte med å velge maksimalt tillatt kontinuerlig motorkraft (PWR MGT selector til MCT), samt å føre «Power levers» forover fra 70° til 77°. Til tross for dette varslet APM nesten umiddelbart: *INCREASE SPEED*. Det hadde da gått 13 sekunder etter at SAS4144 hadde begynt å stige. Dette APM-varselet ble stående på i 28 sekunder. SAS4144 steg deretter drøyt tusen fot til en største registrert høyde på 14 531 ft. Farten hadde da avtatt til 150 kt.
- 1.1.2.21 Besetningen ba om klarering til nedstigning og iverksatte kontinuerlig nedstigning mot FL100. Norway Control klarerte SAS4144 til å operere i høydeblokken mellom FL100 og FL140. SAS4144 fortsatte på kurs 330, som ga en mer vestlig rute enn opprinnelig planlagt. Dette førte dem nærmere kysten og lavere terreng.

⁷ De motsatte kreftene var ikke så store at frakoblingsmekanismen mellom høyre og venstre høyderor (pitch uncoupling mechanism) ble aktivert. «Pitch disconnect» var således ikke en faktor i denne hendelsen.

⁸ «Stick pusher» er et automatisk system for å avverge steiling. Dersom besetningen ikke fører styrestikka fremover når stick shaker aktiveres, vil stick pusher automatisk skyve stikka forover slik at angrepsvinkelen reduseres og steiling forhindres. På ATR 72 skyver stick pusher stikka forover med en kraft på 40 daN

- 1.1.2.22 Klokken 08:13:36 passerte SAS4144 under nedstigning FL127. Hastigheten var da 212 kt, og isen som hadde lagt seg på flyet begynte å forsvinne. Besetningen koblet inn autopiloten igjen 3 minutter og 23 sekunder etter at autopiloten koblet seg selv ut, og kontrolltapet oppsto. Da flyet nådde FL110, var all isen borte og *DEGRADED PERF.*-varslet fra APM, som hadde vært kontinuerlig på siden kl. 08:00:08, slo seg av.
- 1.1.2.23 Etter at situasjonen var avklart, informerte fartøysjefen passasjerene over flyets høytaleranlegg.
- 1.1.2.24 Med unntak av at APM *DEGRADED PERF.*-varslet kom midlertidig på ytterligere to ganger⁹, henholdsvis kl. 08:18:58 og kl. 08:20:33, var resten av flygingen begivenhetsløs. SAS4144 landet på Ålesund lufthavn Vigra kl. 0837, 48 minutter etter avgang fra Bergen lufthavn Flesland.
- 1.1.2.25 Etter landingen i Ålesund var det et 20-minutters bakkeopphold før flygingen fortsatte til Trondheim. Styrmannen gikk ut i kabinen og informerte kabinbesetningen om at flyet hadde vært utsatt for ising, men gikk ikke inn i detaljer om hendelsen. Bortsett fra fartøysjefens annonsering rett etter at kontrollen over flyet var blitt gjenvunnet, ble det ikke gjort noen egen briefing av passasjerene.
- 1.1.2.26 Hverken styrmann eller kaptein følte seg ubekvemme med å fortsette dagens flyginger. Ingen av dem vurderte derfor å erklære seg uskikket til videre tjeneste. Begge fløy ytterligere tre distanser før de avsluttet for dagen.

⁹ Begge gangene var varselet på i 40 sekunder



Figur 1: Kartplott som viser høyder (FL) og posisjoner på SAS4144 ved gitte klokkeslett. Plottet er basert på radardata fra Avinor. Illustrasjon: SHT

1.1.3 Intervju med passasjerer

- 1.1.3.1 Havarikommisjonen har intervjuet to passasjerer etter hendelsen. Begge var erfarne flypassasjerer, vant med å reise med fly i Norge på høst- og vinterstid.
- 1.1.3.2 Den ene passasjereren hadde privatflygersertifikat. Han satt på rad 2 på høyre side av kabinen, der han hadde begge seteplassene for seg selv. Fra sin plass kunne han se høyre motor og propell, samt store deler av vingeforkanten på utsiden av motornacellen. Passasjereren har fortalt at han ikke lenger kunne skimte bakken under seg på grunn av skyer relativt kort tid etter avgangen fra Bergen, og at han observerte at stadig mer hvit is la seg på vingeforkanten og på propellspinneren og motornacellen. Han har beskrevet skyene som lysegrå.
- 1.1.3.3 Passasjereren så at gummibelgene på vingeforkanten opererte kontinuerlig og hørte uregelmessige smell i skrogsidene som han antok kom fra is som løsnet fra propellbladene. Videre hørtes det ut som propellturtallet på et tidspunkt økte. Han la merke til at smellene mot skrogsiden samtidig avtok.
- 1.1.3.4 Passasjereren så at gummibelgene på vingen ikke klarte å fjerne all isen. Han så også at isen ut langs vingeforkanten endret karakter og farge. Den virket blankere og mer gjennomsiktig.
- 1.1.3.5 Da flyet sluttet å stige og tilsynelatende etablerte seg i planflukt, merket passasjereren at det begynte å skake og riste. Han identifiserte dette som innledningen til steiling, og som flyger reagerte han på at besetningen ikke senket flynesen for å forhindre dette. Han opplevde at vingen droppet kraftig og at nesen gikk bratt nedover, noe som gjorde han overbevist om at flyet hadde steilet. Passasjereren fryktet at dette kom til å gå helt galt og at han ikke ville overleve. Han registrerte at andre passasjerer hylte.
- 1.1.3.6 Etter at situasjonen var blitt avklart, hørte passasjereren kapteinen komme på høyttaleranlegget og informere om at besetningen hadde gjenvunnet kontroll over flyet. Passasjereren tolket dette som en bekreftelse av alvorret i situasjonen som hadde vært, og ventet at de ville få ytterligere informasjon om hendelsen etter landingen i Ålesund. Han uttrykte skuffelse over at så ikke skjedde.
- 1.1.3.7 Den andre passasjereren satt på venstre side av midtgangen, rett bak vingen. Han kunne ikke se forkantene av vinge eller motornacelle, og gjorde heller ikke observasjoner av is på flyet. Passasjereren har beskrevet skyene som lysegrå, nesten som snødekke.
- 1.1.3.8 Også denne passasjereren opplevde at flyet ristet rett før hver vingedropp. Han beskrev det som å «kjøre på en vaskebrettvei». Han har videre beskrevet at vingedroppene var kraftige og at nesen på flyet gikk bratt nedover. Han hadde aldri opplevd noe liknende.
- 1.1.3.9 I likhet med første passasjereren, oppfattet han også kapteinens annonsering om at besetningen hadde gjenvunnet kontroll over flyet som en bekreftelse på at hendelsen hadde vært alvorlig.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	4	36	

1.3 Skader på luftfartøy

Det ble ikke registrert skader på luftfartøyet som følge av hendelsen.

1.4 Andre skader

Ingen.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjefen

- 1.5.1.1 Fartøysjefen var 60 år. Han tok sin trafikkflygerutdannelse i South Carolina, USA. Før han ble ansatt hos Jet Time AS hadde han arbeidet for en rekke ulike flyselskaper i Sverige, Norge, Finland og Danmark, hvor han hadde fløyet turbopropfly som Jetstream, ATP og ATR 42/72. Fartøysjefen ble ansatt i Jet Time AS i 2014. Han hadde gyldig europeisk ATPL (A) utstedt i Sverige. Videre hadde han gyldig rettighet ATR 42/72/IR, samt gyldig legeattest klasse 1 med begrensning om synskorrigering (VNL).

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	4	4
Siste 3 dager	11	11
Siste 30 dager	69	69
Siste 90 dager	163	163
Totalt	9 423	3 523

- 1.5.1.2 Fartøysjefen hadde ikke gjennomgått selskapets årlige «Upset Prevention and Recovery Training – UPRT» da hendelsen inntraff (se punkt 1.17.1.4).
- 1.5.1.3 Fartøysjefen ankom Bergen på ettermiddagen før hendelsen, og overnattet på hotell. I følge eget utsagn hadde han fått godt med hvile og mat før den aktuelle flygingen tok til.

1.5.2 Styrmannen

- 1.5.2.1 Styrmannen var 51 år. Hun tok sin trafikkflygerutdannelse i Arizona, USA. Før hun ble ansatt hos Jet Time AS hadde hun arbeidet hos en annen dansk operatør hvor hun hadde fløyet nærmere 6 000 timer på ulike versjoner av ATR 42. Styrmannen ble ansatt i Jet Time AS i april 2016. Hun hadde gyldig europeisk CPL (A) utstedt i Danmark. Videre hadde hun gyldig rettighet ATR 42/72/IR CO-PILOT, samt gyldig legeattest klasse 1 med begrensning om synskorrigering (VNL).

Tabell 3: Flygetid styrmann

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	4	4
Siste 3 dager	11	11
Siste 30 dager	19	19
Siste 90 dager	127	127
Totalt	7 000	5 850 (hvorav 270 på ATR 600-versjonene)

1.5.2.2 Styrermannen hadde gjennomgått selskapets årlige «Upset Prevention and Recovery Training – UPRT» om lag to uker før hendelsen inntraff (se punkt 1.17.1.4).

1.5.2.3 Også styrermannen ankom Bergen på ettermiddagen før, og overnattet på hotell. Hun hadde sovet godt og hadde spist frokost før den aktuelle flygingen tok til.

1.6 Luftfartøy

1.6.1 Generelt om ATR 42/72

1.6.1.1 ATR 42 og ATR 72 er nært beslektede to-motors turbopropflytyper med en passasjerkapasitet på henholdsvis 50 og 70 seter. ATR 42 fløy for første gang i 1984, mens ATR 72 fløy første gang i 1988. Ved utgangen av 2019 hadde den fransk-italienske produsenten GIE Avions de Transport Régional levert til sammen 1 720 ATR 42/72 til selskaper verden over. Begge flytypene finnes i flere varianter.

1.6.1.2 ATR 42/72 har EASA typesertifikat nummer EASA.A.084.

1.6.2 OY-JZC

1.6.2.1 OY-JZC er en ATR 72-212A, som er den nyeste av til sammen syv varianter av ATR 72. Varianten ble typesertifisert 10. august 2011. I likhet med den nyeste varianten av ATR 42, markedsføres ATR 72-212A som «600 version» eller «ATR 72-600». 600-versjonen kjennetegnes blant annet med ATR «New Avionics Suite», det vil si en ny type «glasscockpit».

1.6.2.2 OY-JZC har serienummer 1120. Flyet ble registrert i Danmark 20. mars 2014. Det hadde gyldig dansk «Certificate of Airworthiness» (luftdyktighetsbevis) og dansk «Airworthiness Review Certificate» (sertifikat for inspeksjon av luftdyktighet) som var gyldig til og med 20. mars 2017.

1.6.2.3 Flyet har to Pratt & Whitney Canada PW127 M turbopropmotorer, hver med en maksimal avgangsyttelse på 2 750 akselhestekrefter (SHP) og to Hamilton Sundstrand 568F-1 propeller. Maksimalt tillatt startvekt (MTOW) er 23 000 kg.



Figur 2: OY-JZC i SAS-farger. Foto: Valentin Hintikka¹⁰

- 1.6.2.4 Lastemanifestet viser at flyet hadde en startmasse på 19 320 kg, og at det var lastet innenfor de gjeldende masse- og tyngdepunktsbegrensningene som gitt i flygehåndboken (AFM) ved avgangen fra Bergen.
- 1.6.3 Beskyttelse for å bedre krenningsstabiliteten i isingsforhold og ved steiling
- 1.6.3.1 Sammenliknet med tidligere versjoner av ATR 72 har ATR 72-212A modifisert isingsbeskyttelse. Blant annet var følgende modifikasjoner utført for å bedre stabiliteten om lengdeaksen (krenningsstabilitet) i isingsforhold: De oppblåsbare gummibelgene (boots) på vingeforkantene er gjort bredere foran balanserorene. De er forlenget fra 6 % bakover langs vingekorden til 12 %. Balanserorene er endret fra ror med servoklaff (servo-tab) til ror med fjærklaff (spring-tab). Sistnevnte regnes å gi tydeligere «feedback» på stikka og mer direkte rorautoritet ved lave hastigheter i sterk ising. Kapittel 1.18.3 inneholder beskrivelse av problemstillingene knyttet til krenningsstabilitet.
- 1.6.3.2 I tillegg er ATR 72-212A (600-versjon) utstyrt med en rekke systemer for beskyttelse mot ising. Disse er beskrevet i avsnittene 1.6.4 t.o.m. 1.6.8 nedenfor.
- 1.6.4 Anti-icing advisory system – AAS
- 1.6.4.1 Anti-icing advisory system – AAS er laget for å varsle og veilede besetningen slik at de bruker korrekte prosedyrer dersom flyet kommer inn i isingsforhold, som:
- Øke minimumshastigheter for manøvrering og operasjon, samt å aktivere antiisingsystemene.
 - Aktivere avisingsystemene ved første tegn til at det begynner å legge seg is på flyet.
 - Slå av avisingsystemene etter at det ikke lenger legger seg is på flyet.

¹⁰ Bildet er uendret. Det brukes i henhold til lisens: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode>

1.6.4.2 I tillegg til diverse informasjons- og varsellys i cockpit, inkluderer AAS to utvendige isingssensorer:

1. «Ice Detector» er en elektronisk sensor som er plassert på undersiden av venstre ving. Så snart det legger seg is på sensoren, informeres besetningen av et oransje varsellys med teksten «*ICING*» på «Flight Mode Annunciator (FMA)» på øvre del av «Primary Flight Display (PFD)». Varsellyset forblir stående på så lenge det er isdannelse på Ice Detector.
2. «Ice Evidence Probe» er en pinne (visuell sensor) som stikker ut i luftstrømmen nær venstre cockpit-vindu. Sensoren fungerer som en visuell indikator på at det har lagt seg is. Ice Evidence Probe er belyst slik at den også kan brukes i mørke. Ice Evidence Probe er laget og plassert slik at isen på denne skal bli liggende til hele flyet er fritt for all is.

1.6.5 Vingebelysning

- 1.6.5.1 Det er installert ett lys på hver sin side av flykroppen. Disse lysene er plassert slik at de belyser vingeforkantene og motorenes luftinntak. Dette gjør det mulig å observere isdannelse når det er mørkt.

1.6.6 Aircraft Performance Monitoring – APM

- 1.6.6.1 Ytelsesovervåkingssystemet – APM bruker data fra blant annet «Air Data Computer», «Engine Electronic Computer», «Flight Management System», «Fuel Computer Unit» og «Core Avionics Cabinet». Disse dataene brukes til å beregne flyets teoretiske (forventede) ytelser, som luftmotstand, og så sammenholde disse verdiene med flyets faktiske ytelser. Dersom luftmotstanden er høyere enn den i teorien skal være, antar systemet at flyet må være påvirket av ising, og varsler om dette visuelt og ved hjelp av lydsignal:

- *CRUISE SPEED LOW* – CRZ SPD LO er det første varselsnivået. Det melder om at marsjhastigheten er 10 kt lavere enn beregnet og at det er en liten økning i luftmotstanden. Det er ikke lydvarsel.
- *DEGRADED PERFORMANCE* – DGD PERF varsler om en unormal økning i luftmotstanden som kan være forårsaket av sterk ising.
- *INCREASE SPEED* varsler om at marsjhastigheten er lavere enn minstehastigheten ved sterk ising (Minimum Severe Icing Speed – MSIS) + 2 kt.

1.6.7 Pneumatisk avising

- 1.6.7.1 De pneumatiske avvisingssystemene er såkalte «de-icing-systemer». De består av oppblåsbare gummibelger på ytre og indre vingeforkanter, på forkantene av den horisontale haleflaten, på motorenes luftinntak og inne i motorenes luftinntakskanaler (gas path). Belgene blåses opp med trykkluft som tappes fra motorene. Trykkluften blåser opp belgene med et trykk på 1,4 bar for å brette av eventuell is som har lagt seg på utsiden av belgene. Belgene blåses sekvensielt opp i sykluser¹¹ som igangsettes automatisk hvert 60. (FAST MODE) eller 180. sekund (SLOW MODE) avhengig av om

¹¹ Hver syklus varer normalt i 40 sekunder.

utvendig lufttemperatur er over eller under -20 °C. Pneumatisk avising hindrer ikke is i å legge seg, men kan fjerne is som har lagt seg.

1.6.7.2 I følge FCOM 2.02.08 skulle besetningen aktivere avisingen når det begynte å legge seg is på flyet.

1.6.8 Elektrisk oppvarming – antiising

1.6.8.1 Frontrutene og deler av sidevinduene, propellbladene, alle rorhornene og en rekke utvendige sensorer, som pitotrør, angrepsvinkelsensorer og åpninger for statisk trykk, har elektrisk oppvarming. Elektrisk oppvarming kan både fjerne is, og hindre ny is i legge seg.

1.6.9 Operative begrensninger i isingsforhold

1.6.9.1 Det er to brytere for å aktivere elektrisk oppvarming av rorhornene. Bryterne er henholdsvis merket:

- RUD and L ELEV
- AIL and R ELEV

1.6.9.2 Dersom en, eller begge, disse bryterne slås på, lyser en grønn informasjon: *ICING AOA* på «Ice Detector Panel» på instrumentpanelet. Likeledes kommer *ICING AOA* opp i grønt i feltet for «Flight Mode Annunciator» (FMA) på hovedskjermen for flygeinstrumenter (PFD).

1.6.9.3 Så lenge *ICING AOA* lyser, endres flere flygeparametre:

- Minimumshastighetene økes og relevante minstehastigheter for flyging i ising (Minimum Icing Speeds) vises på hovedskjermen for flygeinstrumenter (PFD).
- Angrepsvinklene for aktivering av stick shaker og av stick pusher reduseres.
- Det legges inn visse begrensninger i instruksjoner om å stige for å unngå kollisjon (RA) i antikollisjonssystemet (TCAS).

1.6.9.4 Det er ikke tillatt å bruke autopilot dersom flyet skulle bli utsatt for sterk ising¹². Begrunnelsen er at autopiloten kan maskere følbare (taktile) tegn på ugunstige endringer i flyets manøvreringskarakteristikk. Slike taktile tegn signaliserer at alvorlige kontrollproblemer, eller tap av kontroll, kan være nært forestående.

1.6.9.5 Dersom det er isingsforhold er det ikke tillatt å sette ut flaps når flyet er i «holding»¹³.

1.6.10 ATRs flyoperative håndboksystem for ATR 72-212A

1.6.10.1 *Innledning*

ATR 72 har tre ulike flyoperative håndbøker, som alle tar for seg ising.

¹² AFM 2_06 Page 2

¹³ FCOM 2.02.08 P12

1.6.10.2 *Flight Crew Operating manual (FCOM)*

FCOM er den mest omfattende håndboken. Den inneholder systembeskrivelser, tabeller og grafer, samt beskrivelse av ytelseskarakteristikk, prosedyrer og sjekklisterreferanser. I innledningen skriver fabrikanten at FCOM «... *may be used as a crew manual for training purposes and flight preparation.*»

FCOM har de mest utførlige beskrivelsene av flyets systemer og utstyr for detektering og beskyttelse mot ising. Størstedelen av kapittelet «*Procedures and Techniques – Adverse Weather*» omhandler ising og flytypens karakteristikk i isingsforhold. Herunder et eget avsnitt, «*Detection*»¹⁴ med beskrivelse av symptomer og tegn for å hjelpe besetningen å avgjøre om flyet er utsatt for sterk ising. FCOM inneholder også prosedyrebeskrivelser knyttet til ising, med henvisning til hvilke sjekklister som skal anvendes. Selve sjekklistene finnes i Airplane Flight Manual (AFM) og i Quick Reference Handbook (QRH).

1.6.10.3 *Airplane Flight Manual (AFM)*

AFM er flyets myndighetsgodkjente flygehåndbok. Den inneholder blant annet informasjon om begrensninger, ytelser (inkludert grafer og tabeller) og nødprosedyrer. AFM er ikke fullt så omfattende som FCOM, men den inneholder i likhet med denne også beskrivelse av symptomer og tegn for å hjelpe besetningen å avgjøre om flyet er utsatt for sterk ising, «*Severe Icing WARNING*»¹⁵. I tillegg til prosedyrebeskrivelser inneholder AFM også sjekklistene.

1.6.10.4 *Quick Reference Handbook (QRH)*

QRH er forenklet i forhold til AFM. Det er først og fremst denne håndboken besetningene bruker under flyging. Håndboken inneholder primært prosedyrer, sjekklister og tabeller. På siden som inneholder sjekklisten for sterk ising er det et avsnitt med beskrivelse av symptomer og tegn for å hjelpe besetningen å avgjøre om flyet er utsatt for sterk ising. Se «*Emergency 1.14 Severe Icing*», gjengitt under punkt 1.6.11.3.

1.6.11 Relevante prosedyrer og sjekklister i QRH

I løpet av isingshendelsen med OY-JZC var det spesielt fire prosedyrer og sjekklister besetningen hadde å forholde seg til.

¹⁴ FCOM 2.02.08 P13

¹⁵ AFM 2_06 Page 2

1.6.11.1 Redusert ytelse

DEGRADED PERF	
	Mainly appears in level flight after CRUISE SPEED LOW or in climb, to inform the crew that an abnormal drag increase induces a speed decrease or a loss of rate of climb
	The most probable reason is an abnormal ice accretion
R	AIRFRAME DE-ICINGCHECK ON
R	IAS above ICING BUG + 10 KTMONITOR
	AP (if engaged)HOLD FIRMLY CONTROL WHEEL and DISENGAGE
	■ If SEVERE ICING conditions confirmed
	– or –
R	■ If impossibility to maintain IAS above ICING BUG + 10 KT in level flight
	– or –
R	■ If abnormal aircraft handling feeling
R	SEVERE ICING procedure (1.14)APPLY
	■ If normal conditions
	SCHEDULED FLIGHTCONTINUE
	ICING CONDITIONS and SPEEDMONITOR
R	<u>Note:</u> In case of APM messages “DEGRADED-PERF” or
R	“INCREASE-SPEED” Vmin OPS automatically increased by 10 kt.

Figur 3: Sjekkliste ved «Degradet perf.-varsel». Kilde: QRH, 2.45 «Following Failures and Abnormal MPC»

1.6.11.2 Øk flygehastigheten

INCREASE SPEED	
	Appears after DEGRADED PERF to inform the crew that the drag is abnormally high and IAS is lower than ICING BUG + 10 KT
	<ul style="list-style-type: none"> ■ If abnormal conditions confirmed IMMEDIATELY PUSH THE STICK TO INCREASE SPEED TO RECOVER MINIMUM IAS = ICING BUG + 10 KT
R	SEVERE ICING procedure (1.09)..... APPLY
R	<ul style="list-style-type: none"> ■ If normal conditions SCHEDULED FLIGHT..... CONTINUE ICING CONDITIONS and SPEED..... MONITOR
R	<u>Note:</u> In case of APM messages "DEGRADED-PERF" or
R	"INCREASE-SPEED" Vmin OPS automatically increased by 10 kt.

Figur 4: Sjekkliste ved «Increase Speed-varsel». Kilde: QRH, 2.45 «Following Failures and Abnormal MPC»

1.6.11.3 *Sterk ising*

SEVERE ICING	
R	MINIMUM ICING SPEED INCREASE by 10 kt
R	PWR MGT MCT
R	CL 1 + 2 100% OVRD
R	PL 1 + 2 NOTCH
R	AP (if engaged) FIRMLY HOLD CONTROL WHEEL and DISENGAGE
R	SEVERE ICING CONDITIONS ESCAPE
R	ATC NOTIFY
<p><u>Note:</u> In case of APM messages "DEGRADED-PERF" or "INCREASE-SPEED" Vmin OPS automatically increased by 10 kt.</p> <p>■ If an unusual roll response or uncommanded roll control movement is observed :</p> <p style="padding-left: 40px;">Push firmly on the control wheel</p> <p style="padding-left: 40px;">FLAPS EXTEND 15</p> <p>■ If flaps are extended, do not retract them until the airframe is clear of ice.</p> <p>■ For approach, If the aircraft is not clear of ice :</p> <p style="padding-left: 40px;">GPWS FLAP OVRD</p> <p style="padding-left: 40px;">STEEP SLOPE APPROACH (≥4.5°) PROHIBITED</p> <p style="padding-left: 40px;">APP/LDG CONF MAINTAIN FLAPS 15</p> <p style="padding-left: 40px;">APP SPEED "REDUCED FLAPS 15 LDG icing speeds" + 5 kt</p> <p style="padding-left: 40px;">Multiply landing distance FLAPS 30 by 2.12.</p>	
<p>DETECTION</p> <p>Visual cue identifying severe icing is characterized by ice covering all or a substantial part of the unheated portion of either side window</p> <p style="text-align: center;">and / or</p> <p>Unexpected decrease in speed or rate of climb</p> <p style="text-align: center;">and / or</p> <p>The following secondary indications :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Water splashing and streaming on the windshield . Unusually extensive ice accreted on the airframe in areas not normally observed to collect ice . Accumulation of ice on the lower surface of the wing aft of the protected areas . Accumulation of ice on propeller spinner farther aft than normally observed <p>The following weather conditions may be conducive to severe in-flight icing :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Visible rain at temperatures close to 0°C ambient air temperature (SAT) . Droplets that splash or splatter on impact at temperatures close to 0°C ambient air temperature (SAT) 	

Figur 5: Sjekkliste ved «Severe Icing». Kilde: QRH, 1.14 «Emergency»

1.6.11.4 *Gjenvinning av kontroll etter steiling eller unormale krenningsutslag*

RECOVERY AFTER STALL or ABNORMAL ROLL CONTROL	
CONTROL WHEEL.....	PUSH FIRMLY
■ If flaps 0° configuration	
FLAPS	15°
PWR MGT	MCT
CL 1 + 2.....	100% OVRD
PL 1 + 2.....	NOTCH
ATC	NOTIFY
■ If flaps are extended	
PWR MGT	MCT
CL 1 + 2.....	100% OVRD
PL 1 + 2.....	NOTCH
ATC	NOTIFY
 Note: this procedure is applicable regardless the LDG GEAR position is (DOWN or UP)	

Figur 6: Sjekkliste ved «Recovery after stall or abnormal roll control». Kilde: QRH, 1.15 «Emergency»

- 1.6.12 AUPRTA – Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training Aid, og andre tiltak fra ATR etter hendelsen med OY-JZC
- 1.6.12.1 Siden 2014 har ATR samordnet endringene av de flyoperative prosedyrene i et nytt dokumenteringsformat kalt EDORA¹⁶. Det har blant annet vært gjennomført gjennomgripende omarbeidelser av prosedyrene knyttet til ising, både nødprosedyrene og de normale prosedyrene.
- 1.6.12.2 Sammen med ICAO, Airbus, Boeing, Bombardier og Embraer lanserte ATR «Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training Aid – AUPRTA», revisjon 3 i februar 2017. Dette er et nettbasert hjelpemiddel som er basert på ICAO Doc. 10011.
- 1.6.12.3 Hensikten med hjelpemiddelet er å øke flygeres evne til å gjenkjenne og unngå situasjoner som kan føre til at et fly kommer ut av kontroll, samt å forbedre deres evne til å gjenvinne kontrollen dersom det likevel skulle oppstå en slik situasjon.
- 1.6.12.4 Basert på erfaringer som indikerer at flygere har hatt problemer med å identifisere ytre forhold som isingsintensitet, har ATR tilpasset håndbokprosedyrene til AUPRTA med vekt på å identifisere objektive kriterier for å gi bedre beslutningsstøtte for besetninger.

¹⁶ EDORA – Electronic Documentation for Regional Aircraft

1.6.12.5 Det legges videre vekt på:

- Forebygging gjennom tilstrekkelige forberedelser før flyging for å unngå risikable situasjoner.
- Forebygging av kontrolltap gjennom korrekt håndtering av flyets energi (kinetisk – potensiell – kjemisk).
- Kunne manøvrere for å komme seg ut av farlige situasjoner og samtidig holde flyets energi innenfor akseptable grenser.

1.6.12.6 I tillegg til utgivelsen AUPRTA Issue 3 har ATR etter hendelsen med OY-JZC endret FCOM og Flight Crew Training Manual (FCTM). Fabrikanten har dessuten arrangert Regional Flight Safety-konferanser i 2016 og 2018.

1.6.13 Anbefalt teknikk for å gjenopprette kontrollen ved vingedropp og steiling

1.6.13.1 Av prosedyren for gjenoppretting av kontrollen i forbindelse med steiling eller unormale utslag om lengdeaksen (krenkning) (se punkt 1.6.11.4) er det ikke noen beskrivelse av bruk av sideror eller balanseror. FCOM 2.02.06 P 5 hadde imidlertid advarsel mot bruk av sideror.

2) RUDDER SHOULD NOT BE USED:

- To induce roll, except in the previous case(Aileron jam) or
- To counter roll, induced by any type of turbulence.

Whatever the airborne flight condition may be, aggressive, full or nearly full, opposite rudder inputs must not be applied. Such inputs can lead to loads higher than the limit, or possibly the ultimate loads and can result in structural damage or failure.

Figur 7: Retningslinjer for bruk av sideror. Kilde: FCOM 2.02.06 P5

1.6.13.2 På spørsmål om dette i forbindelse med undersøkelsen har ATR slått fast at det er balanserorene som skal brukes til å rette opp krenkning, og at bruk av sideror skal unngås i en slik sammenheng.

1.6.14 Tilstanden til isingsbeskyttelsen på OY-JZC

1.6.14.1 På de siste flygingene før hendelsen hadde besetningen hatt sporadiske problemer med flyets temperaturmåler. Ved en foregående landing i Ålesund hadde flyets instrumenter vist en utetemperatur på 26 °C, mer enn 16 grader for mye. De mistenkte at feilen lå i flyets «Core Avionics Cabinet» (CAC). De hadde tatt opp dette med teknisk personell på Flesland. Besetningen har i tillegg forklart at autopiloten kunne ha en tendens til å koble seg sporadisk ut, uten noen åpenbar grunn.

1.6.14.2 Under taksing før avgangen fra Flesland kom det på et varsel fra Electronic Ice Detector. Varslet ble stående på i 57 sekunder. Det var ikke lenger på da flyet tok av. Detektoren slo seg på igjen da flyet kom inn i passerte FL100 og kom i ising. Den slo seg av tre sekunder før stick shaker aktiverte i forbindelse med kontrolltapet.

1.6.14.3 Til tross for uregelmessighetene nevnt i de foregående punktene, har ikke Havarikommisjonen funnet indikasjoner på at noen av flyets systemer for

isingbeskyttelse var ute av drift eller ikke fungerte som tiltenkt i en slik grad at dette hadde innvirkning på hendelsesforløpet.

1.6.15 Endring etter hendelsen med OY-JZC

1.6.15.1 Etter hendelsen ble det lagt inn forbedret beskyttelse mot for høy krenkning dersom APM har varslet om redusert ytelse. Dersom APM har varslet *Degraded Perf.* økes hastigheten for høy krenkning (30°) til $V_{mHBO_{icing}} + 20kt$.

1.6.16 Sikkerhetsbudskap fra fabrikanten

1.6.16.1 ATR vektlegger følgende momenter i tilknytning til ising:

- *Prepare the flight according to SOP - “watch your speed”*
- *Watch the rate of climb in climb: Below 300 FT/min, stop climbing, at 100 ft/min, descend*
- *Watch the speed in cruise: Maintain ATR Icing bug +10 or descend*
- *Trust “DEGRADED PERF” alert.*

1.7 Været

1.7.1 Værrapport

Etter hendelsen anmodet Havarikommisjonen Meteorologisk institutt om å utarbeide en værrapport som dekket aktuelt tidsrom og sted. Rapporten inneholder følgende betraktninger om vær-situasjonen langs strekningen Bergen–Ålesund i det aktuelle tidsrommet:

Et lavtrykk nord i Norskehavet ga sørlig vind på Vestlandet sør for Stad, helt opp i liten storm 22 m/s ved Stad, litt mindre lenger sør. En varmfront lå nær kysten.

Dette er forhold som nok ga en del ising. Bakkevinden kom fra sør, litt lenger oppe var det sørvest til vest og dermed orografisk heving av luftmassene. Det var mest sannsynlig moderat ising de fleste steder, noe mer der hvor hevingen av luftmasser var størst. SIGMET på SEV ICE ble diskutert, men det ble vurdert til å være moderat ising, om enn nær sterk. Etter at rapporten om SEV ICE kom¹⁷, ble det, i henhold til prosedyre, gjort nye vurderinger, og det ble sendt SIGMET på SEV ICE. Det ble ikke innrapportert andre tilfeller av moderat eller kraftig ising.

Følgende AIRMET varslet om ising på strekningen¹⁸:

WANO32 ENMI 140649

ENSV AIRMET B02 VALID 140700/141100 ENVV-

ENOR NORWAY FIR MOD ICE FCST WI N5700 E00730 - N5700 E00500 - N5945 E00030 - N6300 E00045 - N6300 E00400 - N6200 E00500 - N6200 E00730 - N5700 E00730 FL035/200 MOVE NC

¹⁷ Fra SAS4144.

¹⁸ Alle tidene i AIRMET, SIGMET og METAR er angitt i UTC. Det vil si lokaltid minus én time.

Det var også utstedt to SIGMET-varsler om turbulens på strekningen:

WSNO32 ENMI 140641

ENSV SIGMET B02 VALID 140645/141045 ENVV-

*ENOR NORWAY FIR OCNL SEV TURB FCST WI N6100 E00730 - N6100
E00500 - N6200 E00500 - N6200 E00730 - N6100 E00730 SFC/FL100 STNR
WKN*

WSNO34 ENMI 140641

ENBD SIGMET C02 VALID 140645/141045 ENVV-

*ENOR NORWAY FIR OCNL SEV TURB FCST WI N6200 E00730 - N6200
E00500 - N6300 E00730 - N6200 E00730 SFC/FL100 STNR WKN*

I tiden rundt avgangen fra Bergen lufthavn Fleerland var det gjort følgende værobservasjoner:

*ENBR 140650Z 15019KT 9000 RA FEW008 BKN015 07/06 Q1015 TEMPO 4000
RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15034G47KT=*

*ENBR 140720Z 15017KT 9000 -RA FEW008 BKN016 07/06 Q1015 TEMPO
4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15032G45KT=*

Følgende værobservasjoner var gjort på Ålesund lufthavn Vigra i tiden rund landingen der:

ENAL 140720Z 20012KT 9999 -RA BKN042 10/06 Q1007=

ENAL 140750Z 20012KT 170V230 9999 -DZ FEW021 BKN047 10/06 Q1007=

Hele værrapporten fra Meteorologisk institutt finnes i vedlegg B.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant

1.9 Samband

- 1.9.1 Om lag ti minutter etter avgangen fra Bergen etablerte SAS4144 rutinemessig radiosamband med Norway Control. Det var dette sambandet SAS4144 hadde med lufttrafikkjenesten under isingshendelsen. Havarikommisjonen har hatt tilgang til opptak av radiokorrespondansen.
- 1.9.2 Direkte etter at radiosambandet ble etablert fikk SAS4144 klarering til å stige til FL190 og å foreta innflyging til Ålesund/Vigra via TUMIM3R. TUMIM3R er standard innflygingsrute for instrumentinnflyging til rullebane 24 på Ålesund/Vigra. Innflygingsruten begynner på navigasjonspunktet TUMIM som ligger omtrent 8 NM sørvest for Sandane/Anda.
- 1.9.3 Da SAS4144 fikk problemer med å fortsette stigningen, rapporterte besetningen om problemer med ising og ba om klarering til å gå ned til FL150 (se punkt. 1.1.2.11). Norway Control ga klarering til dette. Tre minutter senere rapporterte SAS4144 at de fortsatt var i isingsforhold og ba om å få svinge ut mot kysten (se punkt 1.1.2.12).

Følgende utveksling mellom SAS4144 og Norway Control foregikk fra klokken 08:09:17 til 08:10:04:

08:09:17	SAS4144	We're still experiencing some moderate icing here, can we turn more left, more westerly course
08:09:27	Norway	Scandinavian four one four four that is approved, would you like to do the STAR for zero seven and maybe circling for two five, I can check with Vigra
08:09:38	SAS4144	Eh, say again please
08:09:40	Norway	Scandinavian four one four four you can turn away more north-westerly heading, would you like to do the STAR for zero six instead of two four
08:09:50	SAS4144	Eh, yea, we haven't checked the weather yet, but we might like to do that yes
08:10:04	SAS4144	We turn now to heading three three zero, Scandinavian four one four four

1.9.4 Da besetningen begynte å få kontroll over flyet etter steilingen ba SAS4144 om nedstigning (se punkt 1.1.2.21). Norway Control ga da en blokkklaring til alle høyder mellom FL150 og FL100. SAS4144 kvitterte med å informere om at de var på vei ned mot FL100.

1.9.5 Syv minutter senere rapporterte SAS4144 at de hadde vært utsatt for sterk ising i FL150 over Bringeland. Norway Control videreformidlet dette, og værtjenesten endret SIGMETen fra moderat ising (MOD ICE) til sterk ising (SEV ICE).

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Ikke relevant

1.11 Flyregistratorer

1.11.1 Taleregistrator («Cockpit Voice Recorder» – CVR)

1.11.1.1 OY-JZC var utstyrt med en L3 Aviation Products FA2100 SSCVR taleregistrator med 120 minutters lagringskapasitet. Etter denne tiden overspilles opptakene automatisk dersom ikke enheten gjøres strømløs. Opptak fra flyets taleregistrator ble ikke sikret etter hendelsen. SHT har dermed ikke hatt tilgang til opptak av besetningens kommunikasjon seg imellom, eller det øvrige lydbildet i cockpit.

1.11.2 Ferdskriver («Flight Data Recorder» – FDR)

1.11.2.1 OY-JZC var utstyrt med en L3 Aviation Products FA2100 SSFDR digital ferdskriver med kapasitet til å lagre de siste 50 flytimene. Den inneholdt data fra hendelsen, som ble hentet ut og brukt i denne undersøkelsen. I tillegg ble det hentet ut data fra minnekortet i «Flight Data Acquisition Unit» (FDAU).

1.11.2.2 Havarikommisjonen har brukt data fra ferdskriveren for å kartlegge hendelsesforløpet. Ferdskriveren inneholdt en rekke parametere som var nyttige for denne undersøkelsen. I tillegg har både den franske havarikommisjonen (BEA) og fabrikanten (ATR) utarbeidet egne analyser basert på dataene fra ferdskriveren. Disse analysene har også vært viktige bidrag i arbeidet med å forstå hendelsesforløpet.

- 1.11.2.3 Blant parameterne til ferdskriveren er også måling av bevegelsesretning og kraft på høyderoret for hver av de to stikkene. I følge disse dataene forsøkte styrmannen å skyve stikka fremover, da stick shaker aktiverte. Samtidig dro fartøysjefen stikka bakover med enda større kraft. Det førte tidvis til høyderorsutslag oppover, det vil si nese opp.
- 1.11.2.4 Videre går det frem av ATR og BEAs analyser at stick pusher aktiverte to ganger. ATRs analyse indikerer at stick pusher begge gangene ble møtt med en motkraft fra fartøysjefens stikke. I følge ATR har disse dataene likhetstrekk med andre kjente tilfeller hvor noen har prøvd å holde igjen stick pusher – «fighting the pusher».
- 1.11.3 Quick Access Recorder – QAR
- 1.11.3.1 Flyet var også utstyrt med en «Quick Access Recorder» til bruk for flyoperative og -tekniske analyser («Flight Data Monitoring» – FDM)¹⁹.
- 1.11.3.2 Basert på data fra QAR har Havarikommisjonen utarbeidet en animasjon for å illustrere den kritiske sekvensen av hendelsesforløpet. Animasjonen er lagt ut på Havarikommisjonens [nettsider](#).

1.12 Havaristedet og flyvraket

Ikke relevant

1.13 Medisinske forhold

Ikke relevant

1.14 Brann

Ikke relevant

1.15 Overlevelsesaspekter

Ikke relevant

1.16 Spesielle undersøkelser

Ingen

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Jet Time AS

1.17.1.1 *Selskapet*

Jet Time AS ble grunnlagt i 2006. Selskapet har sitt hovedkontor i København. Hovedvirksomheten er charterflyginger og ulike «ad hoc»-oppdrag, som wet lease. I 2016 hadde selskapet en flåte bestående av ATR 72-500/600 (13 stk) og Boeing 737.

Selskapet begynte å operere for SAS på norske rutestrekninger i juni 2014. Disse operasjonene varte frem til slutten av januar 2017. Etter dette avviklet Jet Time AS sine

¹⁹ DAR-data ble lastet ned fra PCMCIA-kortet. Det ga verdifulle APM-data, som løft og luftmotstand.

operasjoner med ATR 72-500/600. Selskapets siste flyging med ATR 72-500/600 var i september 2017.

Per februar 2020 opererte Jet Time AS kun Boeing 737-700/800 (11 stk).

21. juli 2020 meddelte Jet Time i en pressemelding at selskapet ville begjære seg konkurs på grunn av annullerte kontrakter som følge av koronavirus-pandemien (Covid-19).

1.17.1.2 *Selskapets Operations Manual Part A (OM-A)*

Besetningen hadde tilgjengelig «Jettime Operations Manual Part A – DK, Revision 20», datert 2. september 2016. Håndboken inneholdt selskapets generelle bestemmelser om operasjoner i isingsforhold. I første rekke er det beskrivelse av prosedyrer knyttet til avising på bakken, men det fantes også retningslinjer for hvordan besetninger skulle forholde seg dersom man fløy inn i isingsforhold. Blant annet kan nevnes punkt gg) i kapittel 1.4 om fartøysjefens myndighet, plikter og ansvar.

gg) shall, if icing exceeds the intensity of icing for which the aircraft is certified or if an aircraft not certified for flight in known icing conditions encounters icing, exit the icing conditions without delay, by a change of level and/or route, if necessary by declaring an emergency to ATC;

Figur 8: Utdrag fra Jettime Operations Manual Part A

Videre hadde manualens avsnitt 8.3.8.2.4.4. følgende generelle retningslinjer om bruk av systemer for isingsbeskyttelse når flyet kom inn i områder hvor man kunne mistenke at det var ising.

8.3.8.2.4.4 Penetrating Areas of Suspected Icing Conditions

In general all ice-protection systems should be operated when ice is encountered or before entering an area in which ice is expected. Descents shall be planned so as to pass through known icing zones as quickly as possible.

Figur 9: Utdrag fra Jettime Operations Manual Part A

1.17.1.3 *Selskapets Operations Manual Part B (OM-B) ATR*

Besetningen hadde tilgjengelig «Jettime Operations Manual Part B ATR 42/72», Revisjon 3, datert 28. oktober 2014. I kapittel 0 «General Information and Units of Measurement» fremgår det at manualen er typespesifikk for ATR 72, og at den inneholder tilleggsinformasjon og -instrukser om tekniske, prosedyre- og ytelsesmessige karakteristikk ved flytypen.

I avsnitt 1.1.3 «Approved Types of Operations» av kapittel 1 «Limitations», er blant annet flyging i isingsforhold listet opp.

1.1.3 APPROVED TYPES OF OPERATION

The ATR 72 is approved for the following kinds of flight and operation, both day and night, when the required equipment is installed and approved:

- Visual (VFR);
- Instrument (IFR);
- Icing conditions;
- Reverse thrust taxi (single or twin engine)

Figur 10: Utdrag fra Jettime Operations Manual Part B

Avsnitt 2.3.8 angir at dersom flyet kommer inn i et område med synlig fuktighet skal stagnasjonstemperaturen²⁰ (TAT) leses opp, «call out», og det skal avgjøres om antiisingsutstyr skal benyttes. Når flyet klatrer i synlig fuktighet skal TAT overvåkes kontinuerlig.

Så langt Havarikommisjonen kan se, inneholder ikke OM-B for øvrig tillegg eller endringer i forhold til flytypens QRH, AFM eller FCOM som har vært av spesiell betydning for denne undersøkelsen.

1.17.1.4 *Selskapets opplegg for Upset Prevention and Recovery Training (UPRT)*

Jet Time AS sin «Operations Proficiency Check – OPC-D» for høsten 2016 besto av to hoveddeler: «training session» (Training Day) og «standard session» (OPC Day).

Training Day fant sted hos ATR Training Centre i Toulouse eller hos CAE i Amsterdam. Kjernen i training session var fire timer med Upset Prevention and Recovery Training i simulator. Før simulatorpasset måtte deltakerne først gjennomføre en teoridel ved hjelp av e-læring (CBT). Treningen besto i tillegg av 1,5 timer briefing før, og 1 times debriefing etter, simulatorpasset.

OPC Day besto blant annet av «Line Oriented Flight Training» (LOFT) med flyging på ruten Oslo–Billund.

1.17.1.5 *Selskapets sikkerhetsstyringssystem (SMS) og analyse av nye rutestrekninger*

I sin rapport etter undersøkelsen av en isingshendelse med en ATR 42-320 over Folgefonna (se rapport [SL 2009/02](#))²¹ argumenterte Havarikommisjonen for at flysikkerhetsprogrammet, som den gang var et krav i JAR-OPS 1.037, burde inneholde sikkerhetsvurderinger av nye rutestrekninger, og fremmet en tilråding i tilknytning til dette. I 2012 ble kravet om flysikkerhetsprogram erstattet av kravet om etablering av sikkerhetsstyringssystem med implementeringsfrist 28. oktober 2014 i Norge. Et delkrav i Regulation (EU) 965/2012 er at operatørene skal identifisere flysikkerhetsfarer, evaluere

²⁰ Stagnasjonstemperaturen eller Total Air Temperature (TAT) er sann utetemperatur, pluss eventuell temperaturøkning på grunn av kompressibilitet.

²¹ Statens havarikommisjon for transport (SHT), SL 2009/02: «Rapport om alvorlig luftfartshendelse over Folgefonna 14. september 2005 med ATR 42-320, LN-FAO, operert av Coast Air AS».

disse og håndtere risikoer i forbundet med disse, inkludert tiltak for å redusere risikoene og å verifisere virkningen av tiltakene²².

Jet Time AS hadde foretatt sikkerhetsanalyse av operasjonene i Norge som ledd i sitt sikkerhetsstyringssystem. Blant annet var utvelgelse av de piloter som skulle operere på ruter i Norge innført som tiltak for å håndtere utfordringene ved disse operasjonene. Så langt Havarikommisjonen kan se omfattet imidlertid ikke denne analysen spesielle vurderinger av, eller særskilt fokus på, flytypens egnethet med tanke på norske vinterforhold og ising.

1.17.1.6 *Selskapets erfaringer fra ruteflyging med ATR 72-212A i Norge*

Fra Jet Time AS begynte sine operasjoner med ATR 72 i Norge i juni 2014, og frem til hendelsen med SAS4144 hadde selskapet ikke hatt tilsvarende hendelser.

1.17.2 SAS

- 1.17.2.1 Wet lease-avtale ble inngått mellom SAS og Jet Time AS i 2011. SAS4144 ble operert i samsvar med avtalens «Amendment 3 (ATR 72-600)», datert 22. september 2015, som var et tillegg til gjeldende avtale, datert 3. mai 2013.
- 1.17.2.2 På spørsmål fra Havarikommisjonen har SAS opplyst at det utover kravene til myndighetsgodkjenninger, samt IOSA-registrering²³, ikke ble stilt særskilte restriksjoner knyttet til operasjonene i Norge. SAS reagerte heller ikke på at Jet Time AS i sine analyser ikke hadde fokusert særskilt på flytypens egnethet med tanke på norske vinterforhold og ising på de rutene de skulle operere på vegne av SAS.
- 1.17.2.3 SAS utførte imidlertid egne revisjoner av Jet Time AS. I tillegg var det et krav i wet lease-avtalen at Jet Time AS skulle oversende «all relevant safety data» til SAS Safety Office. Dette inkluderte blant annet rapporter om ulykker eller alvorlig luftfartshendelser, samt «significant occurrence or safety reports».
- 1.17.2.4 SAS har informert om at de frem til den aktuelle hendelsen ikke hadde noen indikasjoner på at det var problemer med Jet Time AS sine operasjoner i Norge.
- #### 1.17.3 Myndighetstilsyn og samarbeid
- 1.17.3.1 Jet Time AS sin AOC med tilhørende Operations Specifications var utstedt av Trafik- og Byggestyrelsen i Danmark som også førte tilsyn med operatøren. I perioden fra selskapet begynte sine operasjoner i Norge i juni 2014 og frem til hendelsen i november 2016 gjennomførte Trafik- og Byggestyrelsen åtte «flight inspections» hos selskapet, hvorav fire på ATR. I tillegg ble det i samme periode gjennomført 12 «funktionstilsyn».
- 1.17.3.2 SAS var underlagt tilsyn av de tre skandinaviske tilsynsmyndighetene, som også hadde godkjent wet lease-avtalene. Selv om det kun var Trafik- og Byggestyrelsen som hadde direkte tilsyn med Jet Time AS, hadde dermed Transportstyrelsen (Sverige) og

²² EASA Part ORO.GEN.200(a)(1)

²³ IOSA er en forkortelse for IATA Operational Safety Audit. Medlemmene av flyselskapenes interesseorganisasjon, IATA (International Air Transport Association) må være på IOSA-registeret. Det innebærer at de må underlegge seg revisjoner av flyoperativ ledelse og kontrollsystemer.

Luffartstilsynet (Norge) begge også mulighet til å gjøre seg opp en mening om sikkerhetsmessige aspekter ved de planlagte operasjonene i Norge.

- 1.17.3.3 De tre myndighetene synes ikke å ha vært opptatt av hvorvidt Jet Time AS som et ledd i sitt sikkerhetsstyringssystem utførte egne sikkerhetsanalyser av de rutene de skulle operere på vegne av SAS.
- 1.17.3.4 Det ser heller ikke ut til å ha vært noen kommunikasjon eller informasjonsutveksling mellom de tre tilsynsmyndighetene om Jet Time AS sine operasjoner i Norge.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Besetningens kunnskap om forholdene på ruten og vurdering av den aktuelle flygingen

- 1.18.1.1 Begge besetningsmedlemmene hadde fløyet strekningen Bergen–Ålesund flere ganger, også i isingsforhold. De kjente til hvordan fuktig varmluft, som treffer kysten av Vestlandet i forbindelse med værfronter, har en tendens til å stige på grunn av det stigende terrenget innover land får varmluften til å stige, slik at det blir isingsforhold.
- 1.18.1.2 De var forberedt på at det ville bli ising på denne turen og var enige om å sette kursen mer vestover, og gå ned i lavere høyde, dersom isingen skulle bli for kraftig. Fartøysjefen har for eksempel forklart at han var fornøyd med at de fikk en avgang sørover med sving til høyre (vestover) og ut over havet. I ettertid ga besetningen uttrykk for at det hadde vært bedre å ha holdt et mer vestlig trekk på hele ruten.

1.18.2 Risiko for tapt overføring av kunnskap om isingsforhold i Norge

- 1.18.2.1 I nevnte rapport etter isingshendelsen med et ATR 42-320 over Folgefonna, skrev Havarikommisjonen blant annet følgende i punkt 2.3.1.3 i rapport [SL 2009/02](#):

SHT mener innføring av felleseuropeiske krav og amerikanske lærebøker i grunnopplæring i flymeteorologi kan føre til at flygere går glipp av viktig kunnskap om spesielle norske forhold. For operatører av propellfly på Vestlandet og mellom Vest- og Østlandet bør fagfelt som meteorologi, aerodynamisk effekt og reduksjon av flyets ytelse ved isoppbygging vies spesiell oppmerksomhet.

- 1.18.2.2 Til grunn for dette synspunktet lå følgende henvisning:

Tidligere ble læreboken Flymeteorologi benyttet ved de norske flyskolene (Dannevig, P., 1969). Denne læreboken er ikke tilgjengelig lenger. Dagens lærebøker i ATPL-teori er oftest på engelsk og ikke så omfattende som Dannevigs bok. Boken Flymeteorologi var skrevet for norske flygere og omhandler norske flyforhold som ofte er forbundet med mer ekstreme vinterforhold enn det som kan oppleves i andre land. Blant annet har boken et kapittel som heter «Isingsforholdene langs vanlige flyruter» der Folgefonna-området er nevnt. Følgende tekst er hentet fra boka:

... Kart over nedbøren i Norge viser en sterk økning fra kysten mot fjellskråningen, men så en minking innover det sentrale fjellparti. Vi finner denne maksimalsonen så langt nord som i Troms, men den er særlig markert mellom Vestfjorden og Fosna og fra Stadlandet til Rogaland. Avstanden fra kysten kan være 25 til 50 km, noe varierende med terrengforholdene. Her kan årsnedbøren jevnt over gå opp i det dobbelte, ja enkelte steder det tredobbelte av den vi får

ytterst ved kysten. Dette gir seg synlig uttrykk i de store breene som gjerne avspeiler gunstige terrengforhold for nedbør. Nå er det ingen direkte sammenheng mellom ising og nedbørmengde. Men prosessen som resulterer i nedbør, vil i et visst stadium også betinge ising. Der hvor skyene aktiviseres, vil de bli rikere på underkjølt vann. Mange tilfeller da ising har gitt vanskeligheter, er kjent fra strekningen Bodøområdet til Namdalseid, nær Stadlandet og omkring Folgefonnen ...

... På luvsiden av fjell kan det finnes stasjonære isingssoner av ganske stor utstrekning. Det kan ise i samme høyde gjennom lengre tid, intensiteten er normalt lett til moderat. Men når varm og ustabil luft heves, kan det frigjøre store mengder vann som fører til sterk ising.

Særlig ille kan det bli hvis et aktivt skysystem forsterkes mot fjellet. I slike situasjoner – som vanligvis også resulterer i sterk nedbør – kan det i et visst stadium bli en blanding av klar is og rimis, gjerne med islett av snø som fester seg. Denne seige blandingstypen kan legge seg på meget raskt selv om temperaturen er temmelig lav. I denne situasjonen vil man kunne oppleve meget vanskelige forhold. Særlig ille blir det hvis skysystemet er orientert langs fjellet og flygingen også foregår i denne retning. Ved å søke ut over sjøen eller ved å holde seg i et nivå over det dobbelte av fjellets høyde vil man gjerne unngå de verste områder. Men sikrest er det selvfølgelig å fly på lesiden ...

1.18.2.3 Dannevig har skrevet følgende om valg av flyhøyde i forhold til maritim varmluft:

I instabil varmluft vil det sjelden lønne seg å fly i hva vi kaller «midlere» nivåer. Den sterkeste turbulens, størst fare for lynnedslag og ising fins på våre bredder oftest i høyder over 3000 m, i meget varm luft over 4-5000 m. ... Ising i varmluft forekommer oftest enten i relativt stor høyde eller nær bakken. I de høyere luftlag observeres ising av og til både vinter og sommer når det p. g. a. instabilitet eller heving mot fjellkjeder dannes skyer over frysenivået. Over sjø og lavt terreng er det ofte lett å unngå denne isingen ved å fly lavt.

1.18.3 Erfaringer med ATR

1.18.3.1 Roselawn-ulykken og isingssertifisering av turbopropfly

31. oktober 1994 skjedde det en ulykke med ATR 72-212 (N401AM) ved Roselawn, Indiana, USA. Flyet kom ut av kontroll i isingsforhold. 68 mennesker omkom i ulykken. Undersøkelsen viste at underkjølte smådråper over en viss størrelse²⁴ rakk å flyte bakover langs oversiden av vingeforkanten før de frøs til is bak den pneumatiske gummibelgen (se punkt 1.6.7). NTSBs rapport²⁵ konkluderte med at det igjen resulterte i at det bygget seg opp en isrand på oversiden av vingen, bak gummibelgen. Denne kunne ikke fjernes av flyets avisingsystemer. Bruk av flaps mens flyet sirklet i venteposisjon ble ansett å ha bidratt til at det bygget seg opp is på oversiden av vingen.

NTSBs rapport har fått stor betydning for hvordan luftfarten i ettertid har betraktet ising og sertifisering av propell-drevne fly for flyging i isingsforhold generelt. Ikke minst gjelder dette forståelsen av den såkalte «runback-effekten» av underkjølt yr (freezing

²⁴ Supercooled Large Droplets (SLD) er definert som underkjølte smådråper (underkjølt yr) med en diameter på 200–500 µm.

²⁵ NTSB/AAR-96/01: *In Flight Icing Encounter and Loss of Control Simmons Airlines d.b.a. American Eagle Flight 4184 Avions de Transport Regional (ATR) Model 72-212, N401AM Roselawn, Indiana October 31, 1994*

drizzle), og betydningen av bedre beskyttelse. Luftfarten hadde tidligere ikke vært like oppmerksom på dette.

Frem til 2015 var det europeiske kravet til dråpestørrelse (diameter) i forbindelse med isingssertifisering 50 µm. ATR 42/72 er typesertifisert i henhold til slike krav (JAR 25 Ch. 13).

I 2015 publiserte EASA revisjon 16 til typesertifiseringskravene i CS 25 Large Aeroplanes hvor det ble innført nye og mer omfattende krav for isingssertifisering: CS 25.1420 med vedlegg O. Disse nye kravene tar høyde for både underkjølt yr og regn. Et av kravene er at flyet skal kunne komme seg trygt ut av alle typer ising så snart den oppdages.

De nye kravene er ikke gitt tilbakevirkende kraft og vil derfor kun gjelde ved isingssertifisering av nye flytyper.

1.18.3.2 *Omvendt balanserorshengselmoment – «aileron hinge moment reversal»*

I undersøkelsen av Roselawn-ulykken fant NTSB at isranden som hadde bygget seg opp bak gummibelgene og foran flyets balanseror sannsynligvis ga aerodynamiske effekter som førte til omvendt balanserorshengselmoment. NTSB konkluderte med at American Eagle rute 4184 krenget plutselig over på ryggen, kom ut av kontroll, og gikk i bakken, som følge av omvendt balanserorshengselmoment. Krengingen kom overrumplende på besetningen, som hadde flyet var på autopilot.

Senere versjoner av ATR 42/72 ble spesifikt modifisert for å bedre krengingsstabiliteten i isingsforhold. Disse modifikasjonene er beskrevet i avsnitt 1.6.3. Det er i tillegg gjort flere andre forbedringer av for å gjøre ATR 42/72 mindre sensitive overfor ising. Isingsbeskyttelsessystemene på OY-JZC er nærmere beskrevet i avsnittene 1.6.3 t.o.m. 1.6.8, mens prosedyrene er beskrevet i avsnitt 1.6.9.

I likhet med nyere versjoner av ATR 42/72 var OY-JZC modifisert for å motvirke omvendt balanserorshengselmoment og å bedre krengingsstabiliteten i isingsforhold og ved steiling. Disse er beskrevet i avsnitt 1.6.3.

I tillegg inneholder prosedyren for uttak fra steiling, eller ved unormale krefter knyttet til krengingskontrollen, et eget punkt (memory item) som sier at dersom ikke flapsen allerede er ute skal FLAPS 15 settes (se punkt 1.6.11.4). Likeledes sier sjekklisten for sterk ising at FLAPS 15 skal settes dersom man opplever uvanlig krengingsrespons eller stikka utfører krengingsbevegelser av seg (se punkt 1.6.11.3).

Erfaringene fra Roselawn-ulykken hadde vist at slike, og andre, tegn på at flyet er i ferd med å komme ut av kontroll, ville kunne kamufleres av autopiloten. I ettertid ble det derfor presisert i prosedyren for sterk ising at autopiloten skulle kobles fra (se punkt 1.6.11.3).

1.18.3.3 *Spørsmål til besetningen på SAS4144 om omvendt balanserorshengselmoment og bruk av flaps*

Styrmannen, som var PF, ble spurt om kreftene på stikka i forbindelse med vingedroppene. Bortsett fra at hun opplevde at det var uvanlig tungt å bevege stikka

forover (se punkt 1.1.2.14), hadde hun ikke registrert at det noen gang oppsto krefter som prøvde å bevege stikka «feil vei», det vil si i samme retning som vingedroppet.

Begge besetningsmedlemmene har forklart at de var klar over at sjekklisten for sterk ising inneholder et punkt som sier at flaps 15° skal settes ut dersom det oppstår uvanlige krengningsresponsers eller krengningsutslag på stikka som ikke er villet.

Flaps 15° er et såkalt «memory item» (utenatpunkt) på sjekklisten for uttak fra steiling. I følge besetningen skjedde kontrolltapet så brått at de ikke rakk å sette ut flaps før det hele var over. De økte heller ikke motorpådraget fra CRZ til MCT, slik sjekklisten sier.

1.18.3.4 Tidligere isingsrelaterte hendelser i Norge

I Norge skjedde det en alvorlig luftfartshendelse med en ATR 42-320 over Folgefonna i 2005 hvor besetningen mistet kontroll over flyet i isingsforhold. I SHTs rapport ([SL 2009/02](#))²⁶ går det frem at instabiliteten i krengningsplanet som flyet ble utsatt for, kan ha vært forårsaket av omvendt balanserorshengselmoment. SHT har undersøkt ytterligere en isingsrelatert luftfartshendelse med en ATR 42-300 i Bergen i 2007 (SHT rapport [SL 2013/03](#))²⁷.

1.18.3.5 Tre isingshendelser med modell ATR 72-212A

Den 21. desember 2016 skjedde det en alvorlig luftfartshendelse med en britisk ATR 72-212A (G-COBO) på vei fra Guernsey til Manchester. Besetningen mistet kontroll over flyet i sterk ising. Hendelsen ble undersøkt og rapportert av den britiske havarikommisjonen (AAIB)²⁸.

Den 9. september 2017 skjedde det en alvorlig luftfartshendelse med en spansk ATR 72-212A (EC-KKQ) på vei fra Alicante til Madrid. Besetningen mistet kontroll over flyet i sterk ising. Hendelsen ble undersøkt og rapportert av den spanske havarikommisjonen (CIAIAC)²⁹.

De to ovennevnte hendelsene har en rekke likhetstrekk med hendelsen med OY-JZC:

- Forut for kontrolltapet hadde besetningene forsøkt å klatre ut av isingsforholdene.
- Flyet var på autopilot i sterk ising.
- Farten avtok til under Vmin-ops + 10 kt.
- Flyet ble utsatt for en kombinasjon av store ukontrollerte krenghninger og vertikale bevegelser (pitch).
- Fartøysjefen på EC-KKQ reagerte også først med å dra i stikka da stick pusher slo inn.

²⁶ Statens havarikommisjon for transport (SHT), SL 2009/02: «Rapport om alvorlig luftfartshendelse over Folgefonna 14. september 2005 med ATR 42-320, LN-FAO, operert av Coast Air AS».

²⁷ Statens havarikommisjon for transport (SHT), SL 2013/03: «Rapport om alvorlig luftfartshendelse på Bergen lufthavn med ATR 42-300, OY-JRY, 9. november 2007».

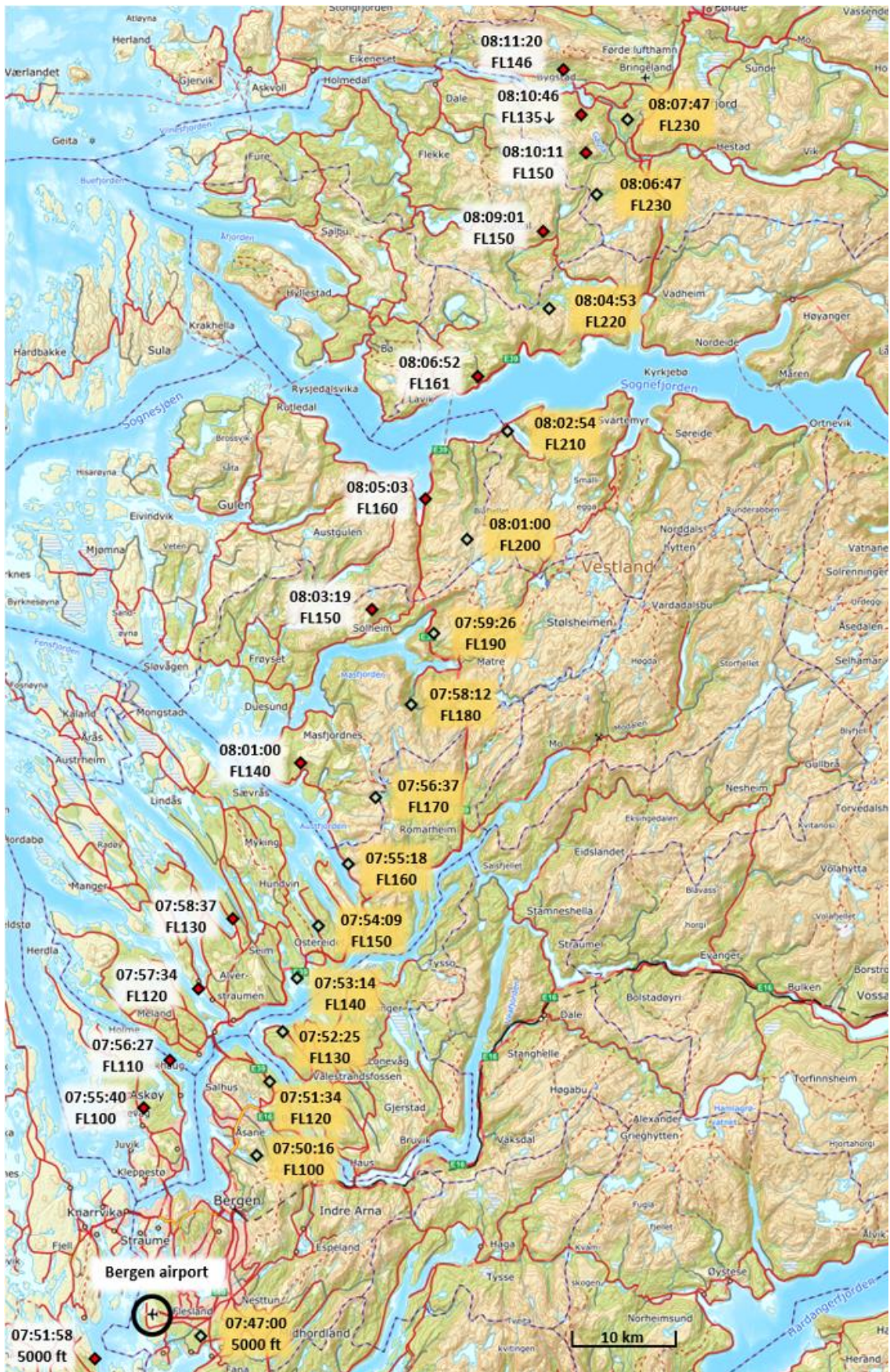
²⁸ AAIB Bulletin 12/2017 – G-COBO – EW/G2016/12/08

²⁹ CIAIAC Report IN-020/2017, datert 27.11.2019

De tre flyene hadde alle samme oppgraderte isingsbeskyttelse (se punkt 1.6.3 til og med 1.6.8).

1.18.4 Parallele flyginger – SAS4144 og WIF564

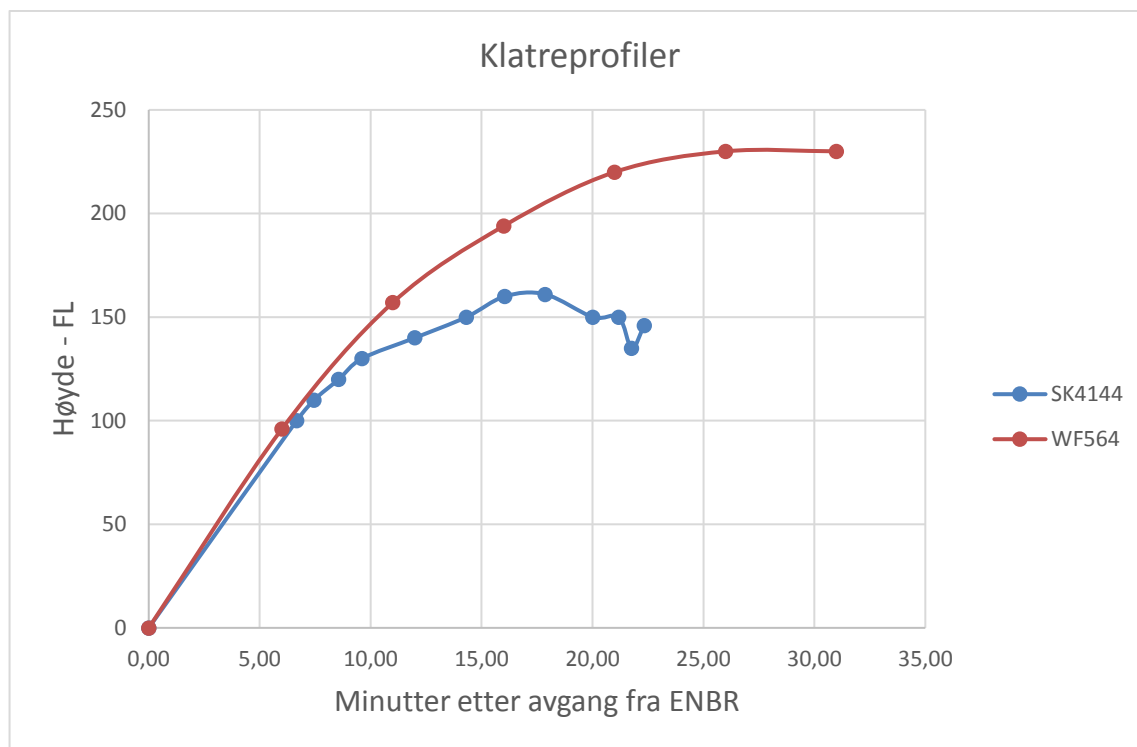
Klokken 0744, fem minutter før SAS4144, startet Widerøes rute WIF564 til Kristiansund fra Bergen lufthavn Flesland. Flyet, en Bombardier Aerospace DHC-8-103, tok også av i sørlig retning, men svingte i motsetning til SAS4144 østover. Dermed gikk WIF564s rute noe øst for SAS4144 sitt, men de to flyene fulgte i alt vesentlig samme rute nordover. Figuren under viser hvilke trekk de to flyene fulgte.



Figur 11: Sammenlikning av trekkene til SAS4144 (røde punkter og hvite tekstbokser) og WIF564 (gule punkter og tekstbokser) etter avgang fra Bergen. Illustrasjon basert på radardata fra Avinor. Illustrasjon: SHT

Etter om lag 25 minutters klatring etablerte WIF564 seg på sin flyhøyde som var FL230. Fartøysjefen på WIF564 har forklart at «isingsforholdene har ikke vært av en slik karakter at vi la spesielt merke til det» og at flygingen ble gjennomført på planlagt flygenivå (FL).

Basert på radardata fra Avinor har Havarikommisjonen også estimert de to flyenes stige- eller klatreprofiler. Grafene nedenfor viser hvilke flygenivå (FL) flyene hadde i forhold til antall minutter etter avgang fra Flesland:



Figur 12: Sammenlikning av klatreprofilene til SAS4144 og WIF564 under stigning etter avgang fra Bergen. Bemerk at WIF564 tok av fem minutter før SAS4144, og fulgte et trekk som gikk noe øst for det SAS4144 fulgte. Illustrasjon: SHT

- 1.18.4.1 I sine kommentarer til Havarikommisjonens rapportutkast har BEA følgende bemerkninger til sammenlikningen av klatreprofilene:

This comparison may be misleading. We do not know the weight of the other turboprop. In addition it's not demonstrated that both aircraft did fly in the same air mass and encounter the same icing conditions. On the other hand it has to be noted that the DH8 had already reached FL 200 when he flew in the area where the ATR encountered severe icing conditions. This difference in climbing performance may have contributed to increase the time of exposure of the ATR.

It is difficult to conclude, only using the degradation of inflight climbing performances during these two flights on the vulnerability of one aircraft or another in regards to icing sensibility.

1.18.5 «Startle effect» – reaksjon på overrumpling og overraskelse

- 1.18.5.1 12. februar 2009 var Colgan Air Connection rute 3407 under innflyging i isingsforhold til Buffalo, New York, da flyet kom ut av kontroll, steilet og traff et bolighus på bakken.

Alle om bord i flyet (45 passasjerer og 4 besetningsmedlemmer), samt én person som befant seg i bolighuset, mistet livet i ulykken.

- 1.18.5.2 Flyet, en Bombardier DHC-8-400 (Q400), befant seg i en høyde på 2 300 ft da farten ble så lav at stick shaker ble aktivert og autopiloten koblet seg ut. Fartøysjefen, som var den som førte flyet (PF), reagerte umiddelbart på stick shaker med å trekke i stikka i stedet for å skyve det fremover for å redusere angrepsvinkelen og dermed avverge steiling. I følge havarirapporten³⁰ fra den amerikanske havarikommisjonen, NTSB, ble situasjonen forverret av fartøysjefens reaksjon.
- 1.18.5.3 NTSB skrev videre at fartøysjefens reaksjon på stick shaker ikke samsvarte med den opplæringen han hadde fått, men samsvarte mer med en reaksjon på som følge av overrumpling og forvirring.
- 1.18.5.4 Denne, og andre ulykker hvor flybesetningsmedlemmer har feilreagert etter plutselig å ha opplevd uventede situasjoner i luften, har ført til økt interesse for fenomenet «startle effect» eller «startle response». Dette har igjen ført til forskning og forslag til treningsopplegg for å lære flybesetninger til å redusere eller overvinne «startle effect», både individuelt og som team. Høsten 2018 publiserte for eksempel EASA en forskningsrapport med tittelen [Startle Effect Management](#). Rapporten, som er utarbeidet av den nederlandske forskningsinstitusjonen for luft- og romfart – NLR, er basert på et forskningsprosjekt finansiert av EASA. Prosjektet førte til at det ble utviklet en anbefalt teknikk og et treningsopplegg for å motvirke «startle effect».

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

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

³⁰ NTSB/AAR-10/01: *Loss of Control on Approach Colgan Air, Inc. Operating as Continental Connection Flight 3407 Bombardier DHC-8-400, N200WQ Clarence Center, New York February 12, 2009*

2. ANALYSE

2.1 Innledning

2.1.1 Besetningen på SAS4144 mistet i en kort periode kontroll over flyet i sterk ising. Felles for mange hendelser hvor det har vært kontrollproblemer eller -tap i ising, både med ATR 42/72 og andre flytyper, er at besetningene har hatt ufullstendig situasjonsforståelse. De har ikke oppdaget den gradvise svekkelsen av flyets ytelse og ikke tatt tilstrekkelige forholdsregler i tide.

2.1.2 I dette tilfellet var besetningen klar over at det var varslet moderat ising, og var forberedt. De aktiverte flyets systemer for isingsbeskyttelse og de fulgte med på hvordan isoppbyggingen på flyet utviklet seg. De synes også, i stor grad, å ha forstått situasjonen da det oppsto så sterk ising at flyets systemer ikke lenger hadde tilstrekkelig kapasitet til å hindre at det akkumulerte seg is på flyet, og var i ferd med å forlate området. Til tross for dette mistet de kontroll over flyet. I denne analysen vil Havarikommisjonen se på hvordan dette kunne skje. Analysen av hendelsesforløpet deles inn i tre faser:

- Forberedelsene før flyging
- Flygingen frem til kontrolltapet
- Kontrolltapet

I tillegg til å analysere disse tre fasene, vil Havarikommisjonen videre drøfte aspekter ved besetningssamarbeid og trening som er relevant for hendelsen. Videre drøftes hvorvidt andre faktorer som wet lease, vinteroperasjoner med utenlandsk operatør i Norge og myndighetstilsyn, kan tenkes å ha hatt innvirkning på hendelsesforløpet. Til slutt vil også operasjoner med ATR i den norske isingssesongen drøftes.

2.2 Forberedelsene før flyging

2.2.1 Besetningen planla en vanlig brukt rute på turen fra Bergen til Ålesund. De var klar over at det var varslet moderat ising, og var derfor beredt til å gå vestover og ut mot kysten dersom isingen skulle bli for ille.

2.2.2 I ettertid har besetningen gitt uttrykk for at de i utgangspunktet burde valgt en mer vestlig rute. Havarikommisjonen er enig i at et slikt rutevalg kunne ha vært en fordel med tanke på muligheten for mindre nedbørs- og isingsintensitet.

2.2.3 Havarikommisjonen mener at det i tillegg ligger læring i å vurdere valg av flyhøyde. Temperaturprofilen for Bergen (ENBR) indikerer at man kunne forvente moderat ising fra FL80 og opp til FL160, mens isingsområdet lå høyere nordover mot Bringelandsåsen (ENBL) hvor moderat ising kunne forventes opp mot FL200³¹. Selv om flyet var godkjent for flyging i isingsforhold var den planlagte flyhøyden på FL190 kanskje ikke det mest gunstige valget med henblikk på å unngå forlenget isingseksposering.

2.2.4 Overfor Havarikommisjonen har begge besetningsmedlemmene gitt uttrykk for at de håpet å kunne stige over skyene, og dermed isingen. De hadde en forestilling om at isingen ville avta når de kom over FL130–140. Det synes å ha kommet overraskende på

³¹ Se temperaturprofilene for henholdsvis ENBL og ENBR i værrapporten gjengitt i vedlegg B

besetningen at isingen ikke avtok, men heller økte jo høyere opp de steg. Havarikommisjonen tolker dette som en indikasjon på at besetningen ikke hadde skaffet seg tilstrekkelig kunnskap om hvor høyt isingen ville gå da de forberedte flygingen.

- 2.2.5 Havarikommisjonen kan forstå at en besetning ønsker å komme seg over isingsforhold der det er mulig. I tillegg til at det hadde fått flyet ut av isingen, ville det også ha gitt bedre høydemargin i forhold til terrenget enn om man forsøkte å fly lavere enn isingsforholdene. SAS4144 hadde for eksempel mer enn 7600 fots klaring til bakken da flyet var på det lavest som følge av kontrolltapet. Det er i seg selv betryggende. Samtidig var det slik at isingen gikk mye høyere, og økte i intensitet, fra FL100 og opp. Noe som kan forventes når maritim varmluft stiger mot terreng.
- 2.2.6 Et annet moment ved valget av flyhøyde er, generelt sett, at et fly er eksponert for mer ising så lenge det stiger og dermed flyr med økt angrepsvinkel. Det innebærer at jo høyere man ønsker å stige, jo lengre tid er flyet eksponert.
- 2.2.7 Dersom besetningen på SAS4144 i forberedelsene til flygingen hadde samlet og brukt all tilgjengelig informasjon om hvor høyt isingsforholdene kunne gå langs hele ruten, kan det tenkes at de i utgangspunktet ville ha vurdert en annen flyhøyde. Dessuten er det lite trolig at de ville forsøkt å klatre over skyene da flyet kom i sterk ising, og stigehastigheten avtok, dersom de hadde visst at de i så fall måtte stige ytterligere 6 000 ft eller mer.
- 2.2.8 Havarikommisjonen mener at den bekymringen som ble uttrykt i rapport SL 2009/02 fortsatt er aktuell. Dette gjelder så vel for utenlandske som for norske flygere.

2.3 Flygingen frem til kontrolltapet

- 2.3.1 Avgangen fra Bergen, og flygingen frem til SAS4144 nådde FL100, foregikk uten nevneverdige avvik. Besetningen aktiverte raskt (innen fem sekunder) den pneumatiske avisingen da isingsdetektoren varslet at det hadde begynt å legge seg is på flyet. Det er ikke klart hvorvidt de gjorde visuelle observasjoner av isdannelse før varslet fra isingsdetektoren kom på. Prosedyrebeskrivelsene i FCOM krever at avisingen skal aktiveres ved første tegn til isdannelse, man skal ikke vente på varsel fra isingsdetektoren.
- 2.3.2 De neste fire minuttene fikk besetningen flere indikasjoner på at isingen var i ferd med å utvikle seg til et problem. Det fortsatte å legge seg is, og stigehastigheten avtok gradvis. Deretter, etter henholdsvis ett og to minutter, kom det to klare tegn på at flyet var i sterk ising og at isingsintensiteten oversteg kapasiteten til flyets systemer. Det ene var reduksjonen i ytelse (reduisert stigehastighet og flyhastighet) som etter hvert førte til at APM-varselet *Degraded perf.* kom på i FL137. Det andre var stripene langs vinduet i FL140. Alle prosedyrer og sjekklister tilsa at man på dette tidspunktet skulle ha forlatt området øyeblikkelig.
- 2.3.3 Ved å øke PWR MGT til MCT og redusere hastigheten til 165 kt ble det oppnådd en midlertidig økning i stigehastighet. Denne avtok imidlertid relativt raskt, selv om flyet til en viss grad fortsatte å klatre. Først da flyet nådde FL160 og APM-varselet *Increase speed* kom på, økte besetningen hastigheten tilbake til 170 kt og ba om klarering til å redusere høyden til FL150. I mellomtiden hadde nødvendigheten av å bruke de tre sjekklisterne *Severe Icing*, *Degraded Performance* og *Increase Speed* blitt utløst etter tur. Et felles punkt for alle disse sjekklisterne var «IAS above ICING BUG + 10 kt», det vil si at hastigheten ikke skulle være lavere enn 166 kt. Havarikommisjonen mener at

gjennomgående noe for lav hastighet da flyet klatret kan ha resultert i økt oppbygging av is på flyet³².

- 2.3.4 På vei ned mot FL150 reduserte besetningen PWR MGT til CRZ. Motorpådraget ble ikke økt igjen etter at flyet flatet ut i FL150. Det kan ha bidratt til at hastigheten avtok raskere. I følge sjekklisten for sterk ising skal PWR MGT være i MCT.
- 2.3.5 Bruken av autopilot i «Altitude hold mode» da SAS4144 flatet ut i FL150, og flyet fortsatt var i isingsforhold var, etter Havarikommisjonens syn, spesielt uheldig. Uavhengig av flytype, er det under forhold som dette lett å komme inn i en situasjon hvor autopiloten gradvis og umerkelig øker angrepsvinkelen for å kompensere for tapt løft som følge av redusert løfteevne og økt luftmotstand etter hvert som det legger seg is på flyet³³. Dette fører igjen til at flyet blir ytterligere eksponert for is. Dermed kan man komme inn i en ond sirkel som ender med at flyet til slutt steiler. På spørsmål om det var noe de ville ha gjort annerledes har begge flygerne nevnt at de ventet for lenge med å koble ut autopiloten. ATRs håndbøker, prosedyrer og sjekkliste advarte da også mot bruk av autopilot dersom flyet var i sterk ising.
- 2.3.6 Kort tid etter utflatingen i FL150 ba besetningen på SAS4144 om klarering til å legge om kursen på grunn av ising, og de fikk klarering til dette av lufttrafikkjentesten. Sammen med klareringen fulgte et spørsmål om de ønsket å endre innflygingen til Ålesund. Dette førte til en utveksling på radio mellom SAS4144 og Norway Control. Kursendringen mot vest ble ikke påbegynt før etter at denne utvekslingen var avsluttet. Fra SAS4144 ba om å få endre kurs og til kursendringen ble påbegynt, gikk det 44 sekunder.
- 2.3.7 Dermed gikk det unødvendig tid av et allerede knapt tidsvindu. Fra flyet flatet ut i FL150 og til det kom ut av kontroll gikk det ikke mer enn ett drøyt minutt. I ettertid kan man se at besetningen hadde vært tjent med å påbegynne kursendringen først, og deretter bedt om klarering. Det ville ha vært mer i tråd med det gamle, men fortsatt gyldige, prioriteringsordtaket for flygere: «*Aviate – Navigate – Communicate*».
- 2.3.8 I to anrop, med tre minutters mellomrom, hadde SAS4144 indikert at de hadde problemer på grunn av ising. Havarikommisjonen oppfatter det slik at lufttrafikkjentesten skjønnte situasjonen og var på tilbudssiden da de, i tillegg å godkjenne kursendringen, tilbød endret innflyging til Ålesund. I stressende situasjoner kan det være at en flybesetning ikke har kapasitet til å ta stilling til mer enn det som pågår i øyeblikket. Havarikommisjonen mener derfor at et mulig læringspunkt for lufttrafikkjentesten kunne vært at de bare ga klareringen SAS4144 ba om, og ventet med å ta opp spørsmålet om endret innflyging til etter at kursendringen var utført.
- 2.3.9 I tillegg til at det gikk for lang tid fra SAS4144 kom inn i sterk ising til besetningen påbegynte svingen mot vest for å komme seg ut av isingsforholdene, ble situasjonen forverret av at svingen ble utført ved hjelp av autopilotens heading-funksjon som da var i «high bank mode». Systemet fikk flyet til å krenge med omlag 30 grader, samtidig som angrepsvinkelen fortsatte å øke.

³² Generelt gjelder at lav hastighet fører til økt angrepsvinkel. Økt angrepsvinkel fører igjen til at et større frontareal er eksponert for ising. Dermed øker luftmotstanden slik at hastigheten avtar og det blir nødvendig å øke angrepsvinkelen ytterligere.

³³ Dette gjelder primært fly som ikke har autothrottle-funksjon koblet til autopiloten, for eksempel ATR 42/72.

- 2.3.10 Fra de første tegnene på ising og til flyet var i ising som systemene for isingsbeskyttelse ikke klarte å håndtere, gikk det omtrent fem minutter. Ti minutter senere var flyet ute av kontroll. I ettertid er det lett å se at besetningen ikke disponerte disse ti minuttene på en optimal måte, da de forsøkte å klatre over skyene og isen. Hvis man skal forsøke å forstå deres prioriteringer, er det viktig å huske at de forventet når som helst å komme over skyene, og ut av isingen, etter at de hadde kommet over FL140. Det at de etter å ha gitt opp dette, flatet midlertidig ut i FL150 og ikke øyeblikkelig la om kursen, tolker Havarikommisjonen som en indikasjon på at besetningen fortsatt ikke helt forsto hvor alvorlig situasjonen i realiteten hadde blitt. Det samme kan sies om at autopiloten ikke ble koblet ut tidligere.

2.4 Kontrolltapet

2.4.1 Innledning

I tillegg til Havarikommisjonens egne analyser basert på ferdskriverdata og intervjuer med besetningen, bygger den påfølgende fremstillingen av kontrolltapet også på ferdskriveranalyser utført av ATR og BEA.

2.4.2 Krengninger

- 2.4.2.1 Svingen vestover ble påbegynt ved hjelp av autopiloten som holdt flyet i en venstresving med 30 graders krengning. Det er ikke utenkelig at oppbyggingen av is på dette tidspunktet kan ha skjedd ujevnt og at autopiloten hadde kompensert for dette med å gi balanserorsutslag mot høyre krengning.
- 2.4.2.2 I svingen avtok hastigheten, og angrepsvinkelen økte til slutt så mye at den nådde grensen for stick shaker. Aktiveringen av stick shaker koblet automatisk ut autopiloten, som nullstilte balanserorsutslagene. Dermed forsvant også det eventuelle utslaget i retning høyre krengning. Det kan være en mulig forklaring på hvorfor krengningen i venstresvingen brått økte kraftig. En annen forklaring kan være at venstre vinge «droppet» som følge av at vingene befant seg i, eller på grensen til, steiling. Det kan også forklare den påfølgende kraftige krengningen til høyre. Se også punkt 2.4.4 om flaps.
- 2.4.2.3 Styrmannen reagerte raskt på krengningene med å skyve stikka fremover, kombinert med balanserors- og siderorsutslag i motsatt retning for å rette opp flyet. Havarikommisjonen har ikke fått noe klart svar på spørsmålet om hvorvidt disse reaksjonene bedret situasjonen eller ikke³⁴. På spørsmål om dette har ATR understreket at den aller viktigste responsen var å redusere flyets angrepsvinkel for å oppheve, eller forhindre, steiling, noe Havarikommisjonen er enig i.
- 2.4.2.4 Ferdskriverdataene fra hendelsen inneholder både balanserorsutslag og korresponderende krefter på stikka. Ved sammenstilling av disse dataene har Havarikommisjonen ikke funnet noen tegn på omvendt balanserorshengselmoment. Besetningen har heller ikke indikert at det var unormale krefter eller krengningsutslag på stikkene. Havarikommisjonen mener derfor at omvendt balanserorshengselmoment ikke var en faktor i denne hendelsen.

³⁴ På mange flytyper kan bruk av motsatt balanseror forverre tendensen til vingedropp ved høye angrepsvinkler. Derfor anbefales å «plukke» opp en vinge som dropper ved å bruke motsatt sideror i stedet. I følge FCOM for OY-JCZ ble det imidlertid advart mot å bruke sideror for å indusere krengning.

2.4.3 Steiling

- 2.4.3.1 Styrmannen og fartøysjefen reagerte begge raskt da stick shaker aktiverte. Styrmannen forsøkte å skyve stikka fremover for å redusere angrepsvinkelen og dermed forhindre steiling. Fartøysjefen dro imidlertid stikka bakover og kan ha bidratt til at angrepsvinkelen økte slik at stick pusher slo inn. Stick pusher slo inn to ganger og ga en kraft fremover på stikka. Begge gangene holdt fartøysjefen, eller forsøkte å holde, stikka igjen mot de kombinerte kreftene fra styrmannen og stick pusher.
- 2.4.3.2 Denne umiddelbare responsen fra fartøysjefen forverret sannsynligvis situasjonen, og kan tenkes å ha bidratt til den første kraftige krengingen til venstre ved at angrepsvinkelen ikke ble raskt nok redusert. Havarikommisjonen har ikke kunnet fastslå hvorvidt flyet faktisk kom inn i aerodynamisk steiling, eller om nesens ble senket som følge av rorutslagene.
- 2.4.3.3 Situasjonen var trolig svært stressende og uoversiktlig for besetningen. Stick shaker aktiverte plutselig og autopiloten koblet ut, med en påfølgende brå og kraftig krenningsøkning inn i svingen de lå i, samtidig som flyets nese bevegde seg nedover i forhold til horisonten. Det at de hverken synes å ha oppfattet at de ga motsatte krefter på stikka, eller at stick pusher slo inn to ganger på rad, kan tyde på det. Videre ble to utenatpunkter (memory items), FLAPS 15° og PWR MGT til MCT, fra sjekklisten for steiling utelatt.
- 2.4.3.4 Havarikommisjonen finner det ikke usannsynlig at fartøysjefens umiddelbare respons kan ha vært utslag av overrumpling og overraskelse – en såkalt «startle effect». Feilreaksjonen var heldigvis kortvarig og fartøysjefen bidro deretter til å få flyet under kontroll.

2.4.4 Flaps

- 2.4.4.1 Få flytyper har utsetting av flaps som del av prosedyren for uttak fra steiling. Det kan imidlertid ha en stabiliserende effekt for fly som mangler tilstrekkelig stabilitet om lengdeaksen nær kritisk angrepsvinkel, ikke ulikt effekten av vingevridning (washout). Utsetting av flaps kunne ha bidratt til uttaket fra steiling (se punkt 2.4.2).

2.5 **Aspekter ved besetningssamarbeid og trening**

2.5.1 Besetningssamarbeidet – CRM

- 2.5.1.1 I intervjuene har besetningsmedlemmene uavhengig av hverandre gitt uttrykk for at de oppfattet samarbeidet som velfungerende, både før, etter, og under kontrolltapet. Det synes ikke å ha vært en dårlig tone, uenigheter dem imellom, eller opplevelser av at den andre motarbeidet eller ikke bidro.
- 2.5.1.2 Havarikommisjonen mener at man likevel må karakterisere det som skjedde rett etter at stick shaker aktiverte som et midlertidig sammenbrudd i besetningssamarbeidet – på et ikke-verbalt plan. Det mest åpenbare indikasjonen var at styrmannen og kapteinen tilførte stikka krefter i motsatt retning uten å være klar over det, men også det at to punkter på sjekklisten for steiling ble utelatt. Det kan se ut som samarbeidet i realiteten brøt sammen uten at besetningen selv var klar over det.

2.5.1.3 Ved siden av at fartøysjefen feilreagerte, trolig som følge av overrumpling og overraskelse («startle effect»), vil SHT peke på to øvrige aspekter som kan ha hatt betydning for at besetningssamarbeidet ikke fungerte optimalt:

- Det synes ikke å ha vært noen «callouts»³⁵ da kontrolltapet skjedde. En callout som kunne ha vært nyttig da stick shaker aktiverte er «STALL» som betyr øyeblikkelig gjennomføring av sjekklisten «Recovery After Stall or Abnormal Roll Control». Dersom fartøysjefen hadde ønsket å ta over styringen da hendelsen oppsto, ville standard callout-prosedyre tilsi at han skulle si «MY CONTROLS» og at styrmannen skulle kvittere med å si «YOUR CONTROLS» før hun overlot kontrollene til han. Dette for at begge besetningsmedlemmene skulle ha klart for seg hvem som førte flyet.

«Callouts» er et hjelpemiddel for å sikre en felles situasjonsforståelse og å bidra til at besetningen til enhver tid fokuserer på de mest presserende oppgavene. Betimelige callouts kan dessuten tenkes å motvirke «startle effect». Jet Time AS hadde standarder for callouts i både OM-A og OM-B, men Havarikommisjonen har ikke funnet at håndbøkene dekket de to tilfellene som er nevnt her.

- Det å hjelpe til på kontrollene kan i gitte situasjoner være nødvendig, for eksempel dersom et fly skulle være tungt på kontrollene for den som fører flyet. I så fall ville det være mest hensiktsmessig at den som trenger hjelp, ber om dette og spesifiserer hvilket rorutslag man ønsker hjelp til. I denne saken var fartøysjefens inngripen uheldig.

Et annet moment er at en slik inngripen kan føre til at arbeidsfordelingen mellom PF og PM blir mer utydelig og føre til misforståelser om hvem som skal gjøre hva. For eksempel oppgaver som å sette ut flaps eller å øke motorpådrag.

2.5.1.4 Sammenbruddet i besetningssamarbeidet på SAS4144 varte ikke lenge. Besetningen fikk kontroll over flyet og fortsatte flygingen til Ålesund hvor de gjennomførte en normal landing. Havarikommisjonen mener at dette er et eksempel på resiliens³⁶ hos besetningen, også som et team. De evnet å hente seg inn igjen og få kontroll over situasjonen slik at en ulykke ble avverget. I rapport [SL 2016/11](#)³⁷ etter en alvorlig luftfartshendelse med et Widerøe-fly under innflyging til Svolvær i 2010, har Havarikommisjonen et eget avsnitt, «2.12. Hvorfor gikk det bra?», som handler om dette.

2.5.2 Simulatortrening og Upset Prevention and Recovery Training – UPRT

2.5.2.1 Havarikommisjonen mener det neppe er en tilfeldighet at styrmannen, som nylig hadde gjennomgått simulatortrening som en del av UPRT-kurset, var den som reagerte korrekt da hun forsøkte å føre stikka fremover da stick shaker aktiverte.

³⁵ «Callout» er betegnelsen på at et besetningsmedlem uttaler standard stikkord for å gjøre den andre oppmerksom på et forhold/indikasjon av sikkerhetsmessig betydning og som krever en handling eller at noe må tas stilling til.

³⁶ Oxford Learner's Dictionaries forklarer ordet resilience slik: «the ability of people or things to recover quickly after something unpleasant, such as shock, injury, etc.»

³⁷ Statens havarikommisjon for transport (SHT), SL 2016/11: «Rapport om alvorlig luftfartshendelse ved Svolvær lufthavn Helle 2. desember 2010 med Bombardier DHC-8-103, LN-WIU, operert av Widerøe's Flyveselskap AS».

- 2.5.2.2 Med tanke på at det til tider kan være spesielt utfordrende forhold langs norskekysten i vintersesongen, hadde det trolig vært en fordel om fartøysjefen ikke ble satt til å fly på disse rutene før også han hadde gjennomgått det årlige UPRT-kurset.

2.6 Andre faktorer

- 2.6.1.1 I rapport [SL 2011/15](#)³⁸ drøftet Havarikommisjonen sikkerhet og tilsyn i forbindelse med wet lease og utenlandske operatører. Rapporten omhandler også operatørers kunnskap om lokale norske forhold. Havarikommisjonen tok opp temaet på nytt i et brev til Samferdselsdepartementet i forbindelse med en luftfartshendelse 4. november 2016 på Kristiansand lufthavn Kjevik, med flyselskapet Go2Sky, som fløy ruteflyginger for flyselskapet Norwegian:

Innleie av luftfartøyer for å dekke opp variable behov for kapasitet synes å øke i omfang. Dette gjelder både dry- og wet-leaseavtaler. Det innebærer at tilsyn med sikkerheten fordeles på flere luftfartsmyndigheter i ulike land. Etter Havarikommisjonens syn innebærer dette økt behov for informasjonsflyt, harmonisering av tilsynspraksis og samordning myndighetene imellom, dersom den enkelte luftfartsmyndighet skal kunne være i stand til å overvåke flysikkerhetsutviklingen i sitt eget land på en tilfredsstillende måte.

SHT skrev videre:

Det kan stilles spørsmål om utenlandske operatører og tilsynsmyndigheter har tilstrekkelige kunnskaper til operasjoner i norsk klima og norske flyplasser. Havarikommisjonen er av den oppfatning at dette setter store krav til operatørene med hensyn til å forsikre seg om at selskapene man leier inn kapasitet fra, tilfredsstillende de standarder som selskapene selv setter. Viktige elementer i slike standarder kan gjerne gå ut over de minimumskravene som myndighetene har satt.

- 2.6.1.2 Havarikommisjonen har derfor foretatt en gjennomgang av hendelsen med SAS4144 med særskilt henblikk på eventuelle medvirkende faktorer som kunne relateres til wet lease, utenlandsk operatør som var ukjent med norske forhold, at det har vært manglende informasjonsutveksling mellom de skandinaviske tilsynsmyndighetene eller at tilsynsobjektet (Jet Time AS) falt mellom flere stoler³⁹. SHT har ikke funnet slike årsakssammenhenger i denne saken. Det er heller ikke avdekket forhold som tilsier at en av de involverte myndighetene var i besittelse av informasjon som kunne ha bidratt til å avverge hendelsen om den hadde blitt delt med de andre myndighetene.
- 2.6.1.3 I disse vurderingene har Havarikommisjonen lagt vekt på at SAS4144 fulgte en vanlig brukt rute, og at det ikke er noen indikasjoner på at en norsk operatør ville ha valgt en annen rute. Tvert imot ser man at Widerøe, som fløy omtrent samtidig, valgte en nær identisk rute.

³⁸ Statens havarikommisjon for transport (SHT), SL 2011/15: «Rapport om alvorlig luftfartshendelse i Bodø 24. februar 2008 med Sikorsky S-61N, G-ATFM operert av British International».

³⁹ Havarikommisjonen drøftet tilsynssamarbeid i undersøkelsesrapporten etter luftfartsulykke 10. oktober 2006 på Stord lufthavn Sørstokken med BAe 146-200, OY-CRG – se rapport [SL 2012/04](#)

2.7 Operasjoner i isingssesongen i Norge

- 2.7.1.1 I de forutgående avsnittene av denne analysen har Havarikommisjonen drøftet sammenhengen mellom kontrolltapet og besetningens håndtering av OY-JZC. Viktige begrensninger og anbefalinger som fabrikanten har gitt ble ikke etterlevd. Flygingen i sterk ising fortsatte i minst 10 minutter mens besetningen forgjeves forsøkte komme ut av situasjonen ved å klatre over skyene. Etter Havarikommisjonens syn er dette det viktigste bidraget til kontrolltapet.
- 2.7.1.2 Havarikommisjonen mener imidlertid at det også må rettes fokus på spørsmålet om flytyper og ytelser i ising.
- 2.7.1.3 Det er stort sett enighet om at de tidligere sertifiseringsbestemmelser ikke var omfattende nok, og ikke tok tilstrekkelig høyde for de nye kunnskapene om ising som ble aktualisert i kjølvannet av Roselawn-ulykken, spesielt ikke effekten av underkjølt yr (SLD). Dermed vil flertallet av eksisterende flytyper som er sertifisert for flyging i isingsforhold kunne ha betydelige ulikheter i evnen til å motstå ising.
- 2.7.1.4 Sammenliknet med N401AM (ATR 72-212) som havarerte i Roselawn-ulykken, var OY-JZC (ATR 72-212A) utvilsomt langt bedre rustet for å motstå ising. Til tross for at det var forholdsvis lenge inne i sterk ising ble ikke flyet utsatt for omvendt balanserorshengselmoment, og det lot seg rette opp og kunne fortsette flygingen etter kontrolltapet. Mange forbedringer av flytypen og bedret opplæring av flybesetninger har, etter Havarikommisjonens syn, utvilsomt hatt en gunstig effekt. Det bør også tas i betraktning at Jet Time AS hadde operert flytypen på norske ruter i mer enn to år tilsynelatende uten problemer med ising.
- 2.7.1.5 Samtidig som Havarikommisjonen har forståelse for BEAs bemerkninger til sammenlikningen av de parallelle klatreprofilene til SAS4144 og WIF564, viser grafene likevel forskjellene i ytelser som startet rundt FL100, som er høyden hvor SAS4144 kom inn i isingsforhold. Grafene illustrerer for øvrig hvordan forsøk på å komme seg ut av isingsforhold ved å stige med et fly som har nedsatte ytelser, kan resultere i økt isingseksponering.
- 2.7.1.6 Sensitivitet overfor ising ser ikke ut til å ha vært gjenstand for spesiell oppmerksomhet fra hverken Jet Time AS, SAS eller de tre skandinaviske myndighetene. Det var heller ikke tema i de flyoperative tilsynene Trafik- og Byggestyrelsen hadde med Jet Time AS i perioden forut for hendelsen.
- 2.7.1.7 Havarikommisjonen mener at det kanskje heller ikke hadde vært rimelig å forvente at slike sårbarhetsanalyser skulle ha vært utført før Jet Time AS begynte ruteflygingene med ATR 72 på Vestlandet. Flytypen var tross alt sertifisert for flyging i isingsforhold, og den versjonen som ble brukt hadde omfattende forbedringer for å gjøre den mer motstandsdyktig i isingsforhold.
- 2.7.1.8 Basert på denne undersøkelsen vil SHT påpeke følgende om operasjoner i isingssesongen:
- Isingssesongen i Norge må kunne karakteriseres som utfordrende, spesielt langs kysten.

- Isingssertifiseringen av de fleste eksisterende flytyper gir i realiteten liten eller ingen garanti for dens motstandsdyktighet og egenskaper dersom den blir utsatt for underkjølt yr eller regn (SLD).
- Denne og to andre alvorlige isingsrelaterte hendelser med ATR 72-212A illustrerer hvor viktig det er å overvåke hastighet og stigeveltelse slik at flyet opereres innenfor de definerte ytelsesbegrensningene.

2.7.1.9 Havarikommisjonen mener at ising bør være et vektlagt moment i risikoanalysene til flyselskaper som skal operere i isingssesongen i Norge, og at det er viktig å ta den aktuelle flytypens egenskaper i betraktning. Slike analyser bør inneholde helhetlig vurdering av rutene som skal flys, aktuelle flyhøyder, forventede isingsforhold, tiltak for å redusere risikoen for ugunstige forhold som ising, sammenholdt med flytypen og dens spesifikke ytelser.

3. KONKLUSJON

3.1 Hovedkonklusjon

- 3.1.1 Underveis fra Bergen til Ålesund kom SAS4144 midlertidig ut kontroll i sterk ising. Havarikommisjonen mener at utilstrekkelig planlegging og ugunstige beslutninger underveis, spesielt forsøket på å klatre over isingsforholdene til tross for reduserte ytelser, samt feilaktig bruk av autopiloten, førte til kontrolltapet.
- 3.1.2 Gjenvinningen av kontroll over flyet kan ha blitt vanskeliggjort av at fartøysjefen innledningsvis reagerte med å trekke i stikka da stick shaker aktiverte. Fartøysjefen ble trolig overrumplet da flyets stick shaker aktiverte og autopiloten koblet seg automatisk ut, samtidig som flyet krenget kraftig og satte nesen ned. Han kan derfor ha trukket i stikka som følge av han et øyeblikk kom ut av fatning – «startle effect».
- 3.1.3 Et annet bidrag til at kontrollgjenvinningen ikke ble optimal var utelatelse av to utenatpunkter fra sjekklisten for steiling: utsetting av flaps og økning av motorkraft.
- 3.1.4 Besetningen hentet seg imidlertid raskt inn, og resten av flygingen og landingen på Ålesund lufthavn Vigra ble gjennomført uten ytterligere problemer.
- 3.1.5 Havarikommisjonen mener at ising bør være et vektlagt moment i risikoanalysene til flyselskaper som skal operere i isingssesongen i Norge, og at det er viktig å ta den aktuelle flytypens egenskaper i betraktning. Slike analyser bør inneholde helhetlig vurdering av rutene som skal flys, aktuelle flyhøyder, forventede isingsforhold, tiltak for å redusere risikoen for ugunstige forhold som ising, sammenholdt med flytypen og dens spesifikke ytelser.

3.2 Undersøkelseresultater

3.2.1 Generelt

- a) Styrmannen hadde nylig hatt årlig UPRT-trening og dette bidro trolig til at hun reagerte korrekt da stick shaker aktiverte. Fartøysjefen hadde ennå ikke gjennomgått denne treningen.

- b) Til tross for enkelte indikatorproblemer har ikke Havarikommisjonen funnet tegn til at noen av flyets systemer for isingsbeskyttelse var ute av drift eller ikke fungerte som tiltenkt i en slik grad at dette hadde innvirkning på hendelsesforløpet.
- c) Det var utstedt SIGMET om moderat ising på ruten.
- d) Det var meldt ising opp til FL200 nord for Bergen
- e) Besetningen visste ikke hvor høyt isingsforholdene strakk seg langs hele ruten de skulle fly. De oppfattet værrapportene slik at isingen skulle avta over FL130–140.

3.2.2 Flygingen frem til kontrolltapet

- a) Besetningen hadde aktivert alle systemer for isingsbeskyttelse da flyet passerte FL100.
- b) OY-JZC ble eksponert for sterk ising (severe icing) i minst 10 minutter før stick shaker aktiverte. Det vil si at isingen var så intens at flyets systemer ikke klarte å forhindre at isen fortsatte å bygge seg opp.
- c) OY-JCZ var eksponert for sterk ising i minst 10 minutter før stick shaker aktiverte.
- d) Da flyet kom inn i sterk ising forsøkte besetningen å klatre over skyene.
- e) Flygehastigheten under siste del av stigningen var 165 kt, noe lavere enn «ICING BUG + 10 kt» som var 166 kt. Det kan ha resultert i økt oppbygging av is på flyet
- f) Da besetningen måtte gi opp å klatre ut av isingsforholdene, og flatet ut i FL150, satte de autopiloten i altitude hold mode mens flyet fortsatt var eksponert for sterk ising. Bruk av autopilot var ikke i henhold til gjeldende sjekkliste for sterk ising.
- g) Etter at besetningen besluttet å endre kursen vestover for å komme seg ut av isingen, brukte de først 44 sekunder på en utveksling med lufttrafikkjentesten før de la om kursen.
- h) Autopiloten utførte venstresvingen vestover i «high bank mode». Det høye krengingen var ugunstig og medvirket sannsynligvis til at flyet kom ut av kontroll.
- i) I svingen økte angrepsvinkelen, og hastigheten avtok brått slik at flyet raskt nærmet seg steiling.

3.2.3 Kontrolltapet

- a) Etter at svingen vestover var etablert, aktiverte stick shaker, autopiloten koblet seg ut og flyet krenget brått kraftig til venstre og satte nesen ned.
- b) Styrmannen reagerte korrekt med å forsøke å skyve stikka fremover da stick shaker aktiverte.
- c) Fartøysjefen reagerte samtidig feilaktig med å ta tak i stikka og dra den bakover.
- d) Fartøysjef og styrmann synes ikke å ha vært klar over at de brukte krefter motsatt vei på stikka.

- e) Stick pusher slo stikka fremover to ganger. Fartøysjefen holdt, eller forsøkte å holde, imot begge gangene.
- f) Besetningen synes ikke å ha registrert at stick pusher hadde slått inn.
- g) Fartøysjefens umiddelbare reaksjon kan ha vært et resultat av såkalt «startle effect».
- h) Da kontrolltapet inntraff unnlot besetningen å øke motorpådraget og sette ut flaps, slik prosedyren for slike situasjoner foreskriver.
- i) Etter et høydetap på 1 500 ft gjenvant besetningen kontrollen over flyet.
- j) Klaringen til bakken var minst 7 600 ft da flyet var på det laveste.

3.2.4 Siste del av flygingen

- a) Besetningen hentet seg raskt inn, og resten av flygingen og landingen i Ålesund ble gjennomført uten ytterligere problemer.

3.2.5 Andre faktorer

- a) Det er ikke gjort funn som indikerer sammenheng mellom hendelsesforløpet og wet lease eller bruk av utenlandsk operatør i Norge.
- b) Det er ikke gjort funn som indikerer sammenheng mellom hendelsesforløpet og manglende informasjonsutveksling mellom de skandinaviske luftfartsmyndighetene.
- c) ATR har i ettertid endret datalogikken slik at autopiloten ikke kan svinge i «high bank mode» dersom hastigheten er lavere enn $VMHB_{0_{icing}} + 20$ kt, når varselet *degraded perf.* har kommet på.
- d) Isingssertifiseringen av de fleste eksisterende flytyper gir i realiteten liten eller ingen garanti for luftfartøyets motstandsdyktighet og egenskaper dersom det blir utsatt for underkjølt yr eller regn (SLD).
- e) Det er derfor viktig at flyselskapene tar den aktuelle flytypens egenskaper i betraktning når de vurderer eksponering overfor isingsforhold i sine flyoperative risikoanalyser.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon fremmer ikke sikkerhetstilrådinger i denne saken.

Statens havarikommisjon

Lillestrøm, 9. september 2020

REFERANSER

Sand, W. R. and Morris, S. L. (2019). *Aircraft Icing: Meteorology, Protective Systems, Instrumentation and Certification – Aerospace Short courses, University of Kansas*

Dannevig, P (1969). *Flymeteorologi, 2. utgave, Aschehoug*

Dow, J. P. (1996). *Pilots Can Minimize the Likelihood of Aircraft Roll Upset in Severe Icing – Flight Safety Digest*

Dow, J. P. (2005). *Understanding the Stall-recovery Procedure for Turboprop Airplanes in Icing Conditions – Flight Safety Digest*

Civil Aviation Safety Authority Australia (2015). *Without warning: the startle factor – FlightSafetyAustralia*

NLR – Netherlands Aerospace Centre (2018). *Startle Effect Management (NLR-CR-2018-242) – EASA*

VEDLEGG

Vedlegg A: Aktuelle forkortelser

Vedlegg B: Værrapport fra Meteorologisk institutt

VEDLEGG A: AKTUELLE FORKORTELSER

AAIB	Air Accidents Investigation Branch – den britiske havarikommisjonen
AAS	Anti-icing Advisory System
ADF	Air Data Computer
AFM	Airplane Flight Manual
AIRMET	Airmen's Meteorological Information
AOA	Angle of Attack
AOC	Air Operator Certificate
APM	Aircraft Performance Monitoring
ATPL(A)	Air transport pilot license – aeroplanes
ATR	GIE Avions de Transport Régional
AUPRTA	Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training Aid
BEA	Bureau d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation civile – den franske havarikommisjonen
CAE	Canadian aviation training organization
CBT	Computer based training
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil – den spanske havarikommisjonen
CPL(A)	Commercial pilot license – aeroplanes
CRM	Crew Resource Management
CRZ	Cruise
CS	Certification Specifications (common European standard for type certification)
CVR	Cockpit Voice Recorder
CL	Condition Lever
daN	dekaNewton, 1 daN = 10 N ≈ 1 kilo kraft
DAR-fil	Disk Archiver Compressed Archive file
EASA	European Aviation Safety Agency

EDORA	Electronic Documentation for Regional Aircraft
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FCTM	Flight Crew Training Manual
FDAU	Flight Data Acquisition Unit
FDM	Flight Data Monitoring
FDR	Flight Data Recorder
FL	Flight Level (FL100 is approximately 10 000 ft)
FMA	Flight Mode Annunciator
ft/min	feet per minute
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IOSA	IATA Operational Safety Audit
IR	Instrument Rating
JAR	Joint Aviation Regulations (former common European standard for type certification)
kt	knot – nautical miles per hour
LOFT	Line Oriented Flight Training
MCT	Maximum Continuous Thrust
MEF	Maximum Elevation Figure
MSIS	Minimum Severe Icing Speed
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NTSB	National Transportation Safety Board – den amerikanske havarikommisjonen (USA)
OM-A	Operations Manual Part A
OM-B	Operations Manual Part B
OPC	Operations Proficiency Check
PCMCIA card	Personal Computer Memory Card International Association – standard for minnebrikke
PF	Pilot Flying

PFD	Primary Flight Display
PL	Power Lever
PM	Pilot Monitoring
PWR MGT	Power Management
QAR	Quick Access Recorder
QRH	Quick Reference Handbook
RA	Resolution Advisory
SAS	Scandinavian Airlines System Denmark-Norway-Sweden
SEV ICE	Severe Icing
SIGMET	Significant Meteorological Information
SHP	Shaft horsepower
SHT	Statens havarikommisjon for transport
SMS	Safety Management System
SSCVR	Solid State Cockpit Voice Recorder
SSFDR	Solid State Flight Data Recorder
TAT	Total Air Temperature
TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System
UPRT	Upset Prevention and Recovery Training
UTC	Coordinated Universal Time

VEDLEGG B: VÆRRAPPORT FRA METEOROLOGISK INSTITUTT

TAF ENBR:

2016-11-14 05:00:00 ENBR 140500Z 1406/1506 16020G30KT 9999 -RA SCT008 BKN012 TEMPO 1406/1411 4000 RA BKN008 TEMPO 1411/1418 2000 RADZ BR BKN004 BECMG 1411/1414 VRB07KT BECMG 1422/1502 16018G30KT TEMPO 1500/1506 2000 RADZ BR BKN004 BECMG 1504/1506 24015KT=

AMD TAF

2016-11-14 05:00:00 ENBR 140815Z 1408/1506 16020G30KT 9999 -RA SCT008 BKN012 TEMPO 1408/1418 1200 RADZ BR BKN003 BECMG 1411/1414 VRB07KT BECMG 1422/1502 16018G30KT TEMPO 1500/1506 2000 RADZ BR BKN004 BECMG 1504/1506 24015KT=

METAR ENBR:

ENBR 140520Z 15016KT 9999 RA FEW009 BKN017 07/06 Q1017 TEMPO 4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15033G47KT=

ENBR 140550Z 15019KT 9000 RA FEW008 SCT012 BKN017 07/06 Q1016 TEMPO 4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15035KT=

ENBR 140620Z 15017G28KT 9000 RA FEW008 SCT014 BKN017 07/06 Q1015 TEMPO 4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15033G44KT=

ENBR 140650Z 15019KT 9000 RA FEW008 BKN015 07/06 Q1015 TEMPO 4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15034G47KT=

ENBR 140720Z 15017KT 9000 -RA FEW008 BKN016 07/06 Q1015 TEMPO 4000 RA BKN008 RMK WIND 1200FT 15032G45KT=

ENBR 140750Z 15019KT 4000 RADZ BR FEW006 BKN008 07/06 Q1014 TEMPO 2000 RADZ BR BKN004 RMK WIND 1200FT 15033G47KT=

ENBR 140820Z 15018G28KT 3500 RADZ BR FEW005 BKN010 07/06 Q1014 TEMPO 2000 RADZ BR BKN004 RMK WIND 1200FT 15034KT=

ENBR 140850Z 15020KT 9000 -RA FEW003 SCT006 BKN010 08/07 Q1014 TEMPO 2000 RADZ BR BKN004 RMK WIND 1200FT 15034G44KT=

ENBR 140850Z 15020KT 9000 -RA FEW003 SCT006 BKN010 08/07 Q1014 RMK WIND 1200FT 15034G44KT=

TAF ENAL:

2016-11-14 05:00:00 ENAL 140500Z 1406/1415 19012KT 9999 -RA FEW020 BKN040 TEMPO 1406/1410 20020G30KT RA BECMG 1410/1412 22020G30KT TEMPO 1410/1414 4000 RA BKN010 BECMG 1413/1415 25015KT=

2016-11-14 08:00:00 ENAL 140800Z 1409/1418 19012KT 9999 -RA FEW020 BKN035 TEMPO 1409/1410 20020G30KT RA BECMG 1410/1412 22020G30KT TEMPO 1410/1414 4000 RA BKN010 BECMG 1413/1415 25015KT=

METAR ENAL:

ENAL 140520Z 19015KT 9999 -RA BKN042 10/05 Q1008=

ENAL 140550Z 20013KT 9999 -RA BKN042 10/05 Q1008 REDZ=

ENAL 140620Z 19013KT 9999 -RA BKN042 10/05 Q1007 REDZ=

ENAL 140650Z 19013KT 9999 SHRA BKN042 10/06 Q1007=

ENAL 140720Z 20012KT 9999 -RA BKN042 10/06 Q1007=

ENAL 140750Z 20012KT 170V230 9999 -DZ FEW021 BKN047 10/06 Q1007=

ENAL 140820Z 20014KT 9999 DZ FEW023 BKN044 10/06 Q1007=

ENAL 140850Z 20011KT 9999 DZ BKN040 10/06 Q1007=

AIRMET-ER:

WAN032 ENMI 140236

ENSV AIRMET B01 VALID 140300/140700 ENVV-

ENOR NORWAY FIR MOD ICE FCST WI N5700 E00730 - N5700 E00500 - N6000 E00000 - N6300 E00000 - N6300 E00400 - N6200 E00500 - N6200 E00730 - N5700 E00730 FLO35/200 MOV E NC

WAN032 ENMI 140649

ENSV AIRMET B02 VALID 140700/141100 ENVV-

ENOR NORWAY FIR MOD ICE FCST WI N5700 E00730 - N5700 E00500 - N5945 E00030 - N6300 E00045 -
N6300 E00400 - N6200 E00500 - N6200 E00730 - N5700 E00730 FLO35/200 MOV E NC

WAN034 ENMI 140355

ENBD AIRMET C02 VALID 140400/140800 ENVV-

ENOR NORWAY FIR MOD ICE FCST WI N6200 E01000 - N6200 E00500 - N6300 E00400 - N6500 E00605 -
N6500 E01300 - N6200 E01000 FLO60/200 MOV ENE NC

SIGMET-ER

WSN032 ENMI 140641

ENSV SIGMET B02 VALID 140645/141045 ENVV-

ENOR NORWAY FIR OCNL SEV TURB FCST WI N6100 E00730 - N6100 E00500 - N6200 E00500 - N6200 E00730
- N6100 E00730 SFC/FL100 STNR WKN

WSN034 ENMI 140641

ENBD SIGMET C02 VALID 140645/141045 ENVV-

ENOR NORWAY FIR OCNL SEV TURB FCST WI N6200 E00730 - N6200 E00500 - N6300 E00730 - N6200 E00730
SFC/FL100 STNR WKN

WSN032 ENMI 140740

ENSV SIGMET B03 VALID 140740/141100 ENVV-

ENOR NORWAY FIR OCNL SEV ICE OBS WI N5840 E00730 - N5900 E00520 - N6200 E00500 - N6200 E00730 -
N5840 E00730 FLO35/160 STNR NC

UAN062 ENMI 140723

AIREP SPECIAL

ARS AT76 SEV ICE OBS AT 0710Z OHD ENBL FL150

IGA sør for Stad:

FBN042 ENMI 140511

IGA PROG 140500-141500 UTC Nov 2016 NORWAY FIR SW PART COAST AND FJORD AREAS W OF E00730 AND S
OF N6200WIND SFC.....: SE-S/15-25KT, 25-35KT COT, 35-40KT COT N-PART, 45-50KT NEAR STAD, DECR LATE
FORENOON, BECMG S-SW/05-15KT LATE VRB/05-10KT OR W-LY/10KTWIND 2000FT...: S-SW/25-40KT, 40-50KT N-PART, 55-65KT NEAR STAD, DECR LATE FORENOON, BECMG SW-
W/15-25KT LATER W-LY/10-15KTWIND/TEMP FLO50: 230-240/25-40KT, 40-50KT N-PART, 55-60KT OHD STAD DECR, BECMG 250-270/15-25KT /
MS02-PS03 LOWEST S-PART, BECMG PS04-PS06 S-PART

WIND/TEMP FL100: 240-260/25-35KT, 40-50KT N-PART BECMG 270-290/30-40KT / MS04-MS01

WX.....: SCT RA, LATER RADZ/BR

VIS.....: +10KM, LCA 3-7KM IN RA, LATER LCA 2-5KM IN RADZ/BR

GLD..... : SCT/BKN 1000-2000FT, LCA BKN 0600-1000FT, LATER LCA BKN 0300-0600FT IN WX
O-ISOTHERM.... : 3000FT-FL070, LOWEST S-PART FST HR, LCA INVERSION
ICE..... : MOD, OCNL MOD/SEV, BECMG FBL/MOD, OCNL MOD, LATE FBL
TURB..... : MOD, OCNL SEV N-PART DECR, BECMG FBL, OCNL FBL/MOD

IGA nord for Stad:

FBN044 ENMI 140511

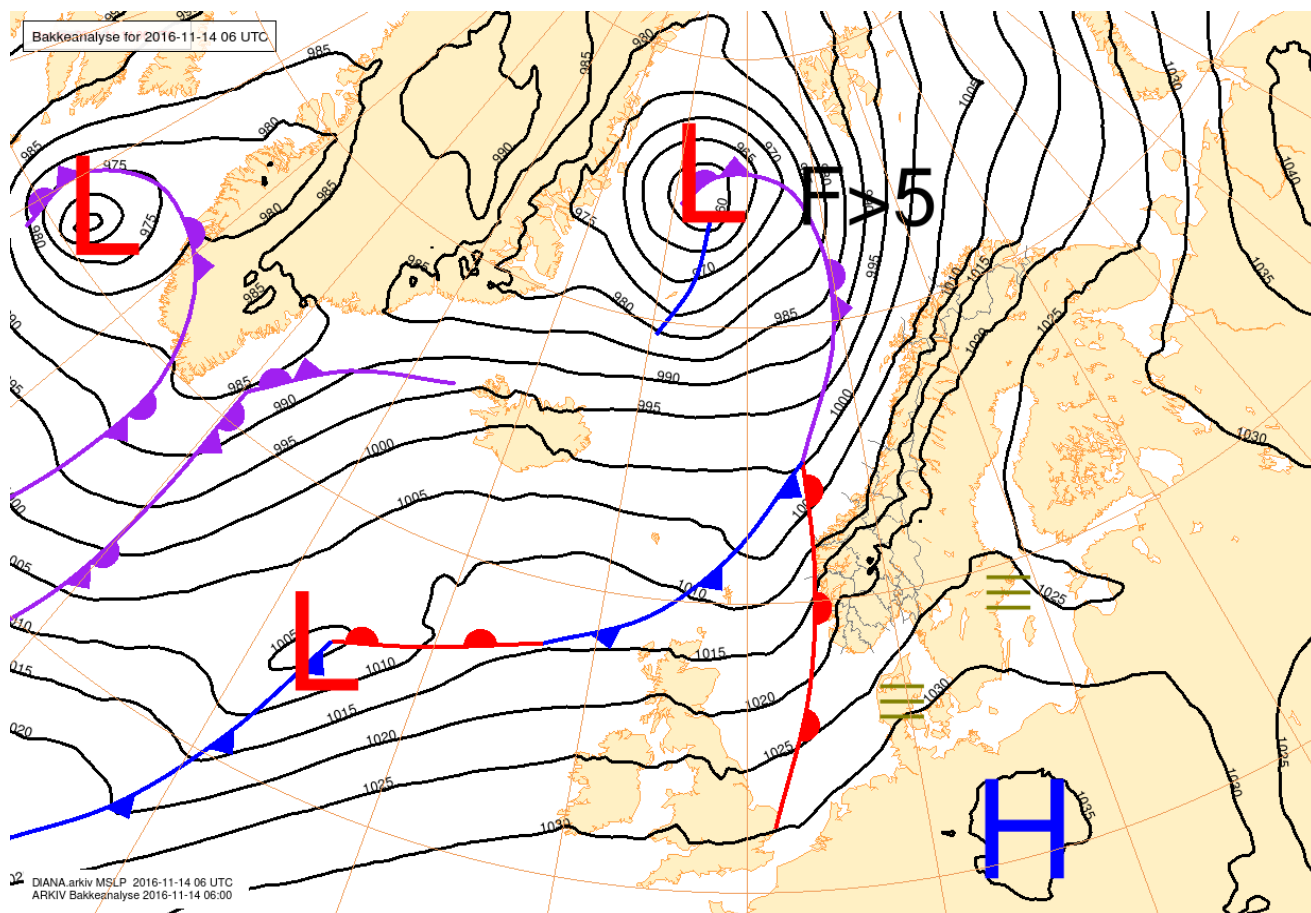
IGA PROG 140500-141500 UTC Nov 2016 NORWAY FIR COASTAL AND FJORD AREAS N6200 TO N6500

WIND SFC..... : SE-S/10-20KT, LCA 25-35KT. S-PART: BECMG LATE MORNING SW/25-40KT COT, LATE DECR
10-15KT. N-PART: LATE BECMG S-SW/15-25KT COT
WIND 2000FT.... : S-SW/30-40KT, 45-65KT SW-PART, AFTERNOON DECR S-SW/15-25KT LCA 30KT N-PART
WIND/TEMP FL050: 220-240/35-45KT, 50-60KT SW-PART. AFTERNOON DECR 240-270/20-30KT / 00-PS04
WIND/TEMP FL100: 220-250/35-45KT, AFTERNOON DECR 250-270/25-30KT / MS05-MS01
WX..... : RA/DZ/BR
VIS..... : +10KM, LCA 3-7KM IN WX
CLD..... : BKN/OVC 2000-4000FT, 5000-8000FT N-PART EARLY. BECMG LCA BKN 0700-1200FT
O-ISOTHERM.... : FL050-080
ICE..... : MOD, AFTERNOON BECMG FBL/NIL SW-PART
TURB..... : SW-PART: OCNL SEV, DECR FBL LATE MORNING. N-PART: MOD, AFTERNOON BECMG FBL

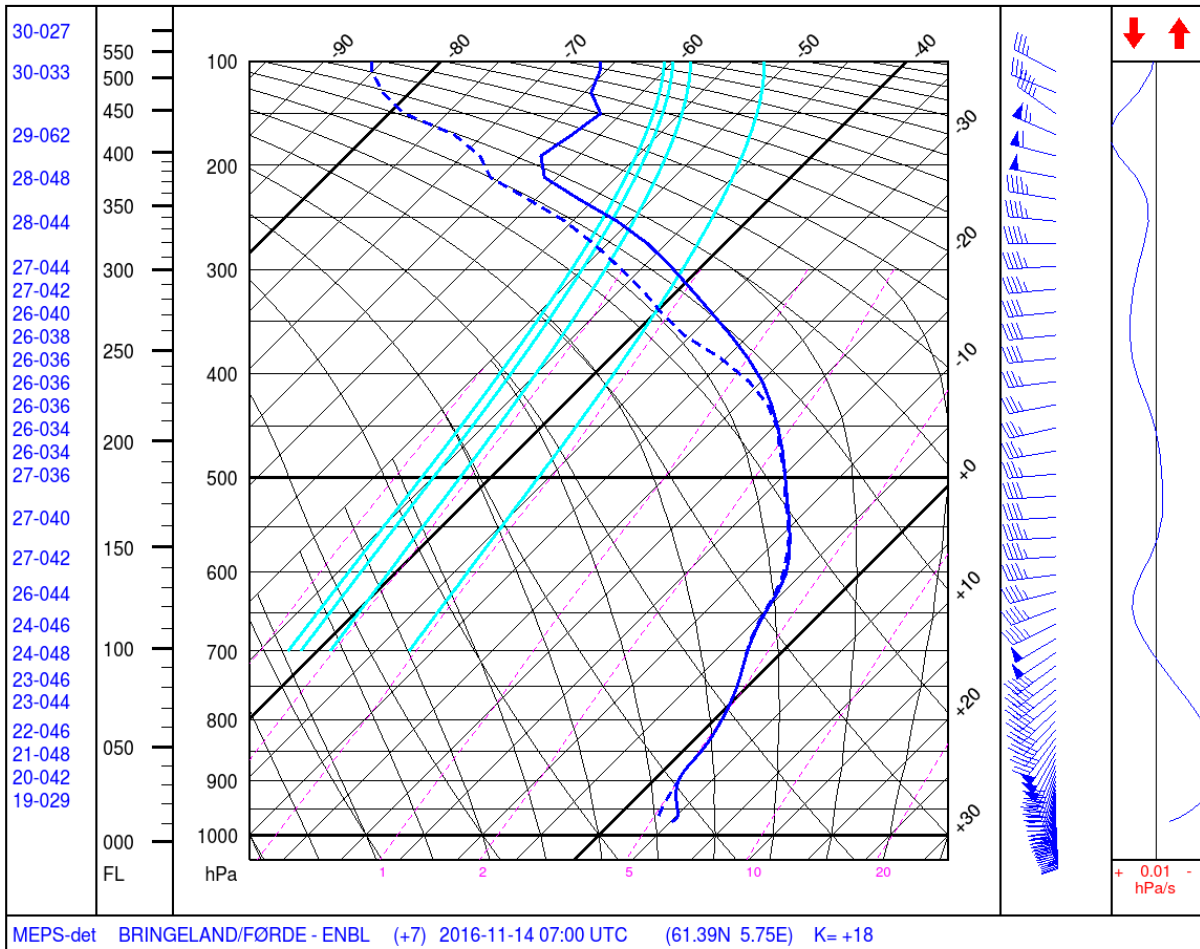
Vær- og isingsforhold strekingen ENBR-ENBL mandag 14. november 2016 omkring kl 0700 UTC:

Et lavtrykk nord i Norskehavet ga sørlig vind på Vestlandet sør for Stad, helt opp i liten storm 22 m/s ved Stad, litt mindre lenger sør. En varmfront lå nær kysten.

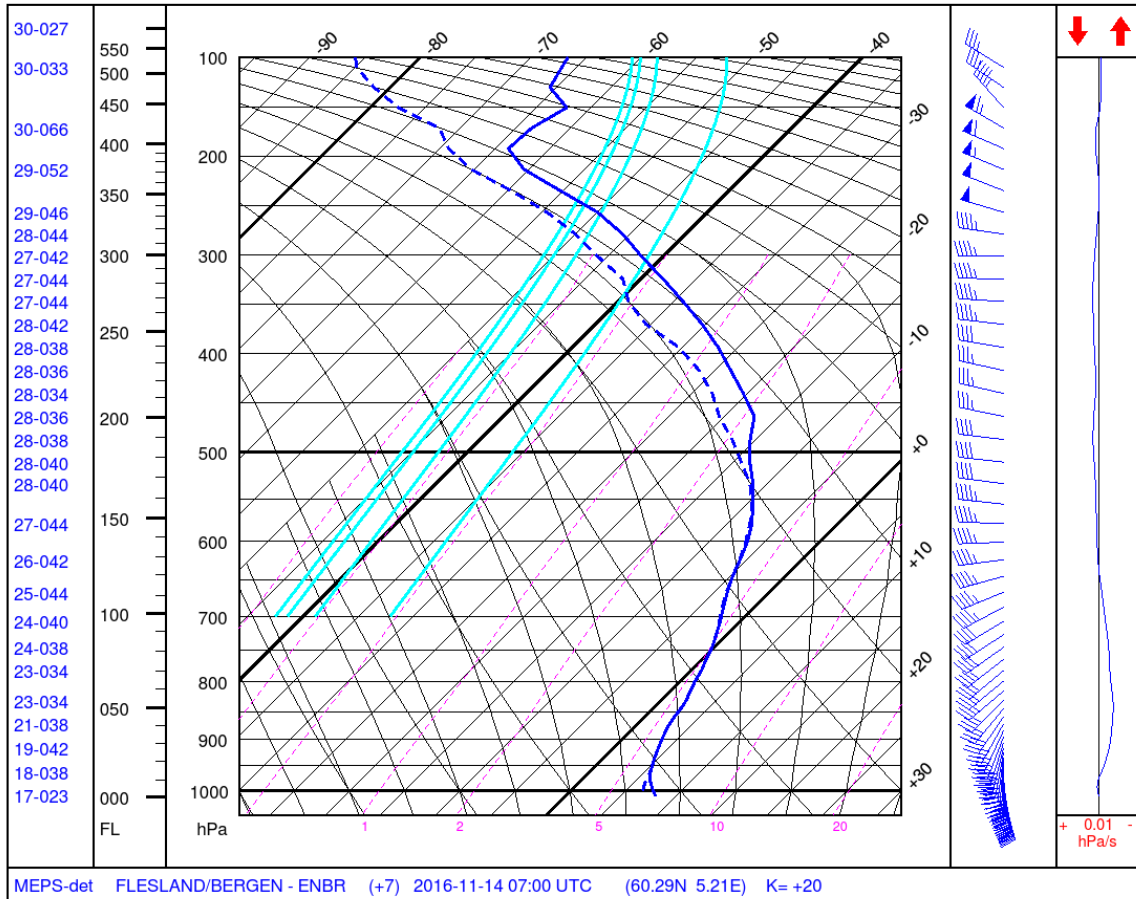
Dette er forhold som nok ga en del ising. Bakkevinden kom fra sør, litt lenger oppe var det sørvest til vest og dermed orografisk heving av luftmassene. Det var mest sannsynlig moderat ising de fleste steder, noe mer der hvor hevingen av luftmasser var størst. SIGMET på SEV ICE ble diskutert, men det ble vurdert til å være moderat ising, om enn nær sterk. Etter at rapporten om SEV ICE kom, ble det, i henhold til prosedyre, gjort nye vurderinger, og det ble sendt SIGMET på SEV ICE. Det ble ikke innrapportert andre tilfeller av moderat eller kraftig ising.



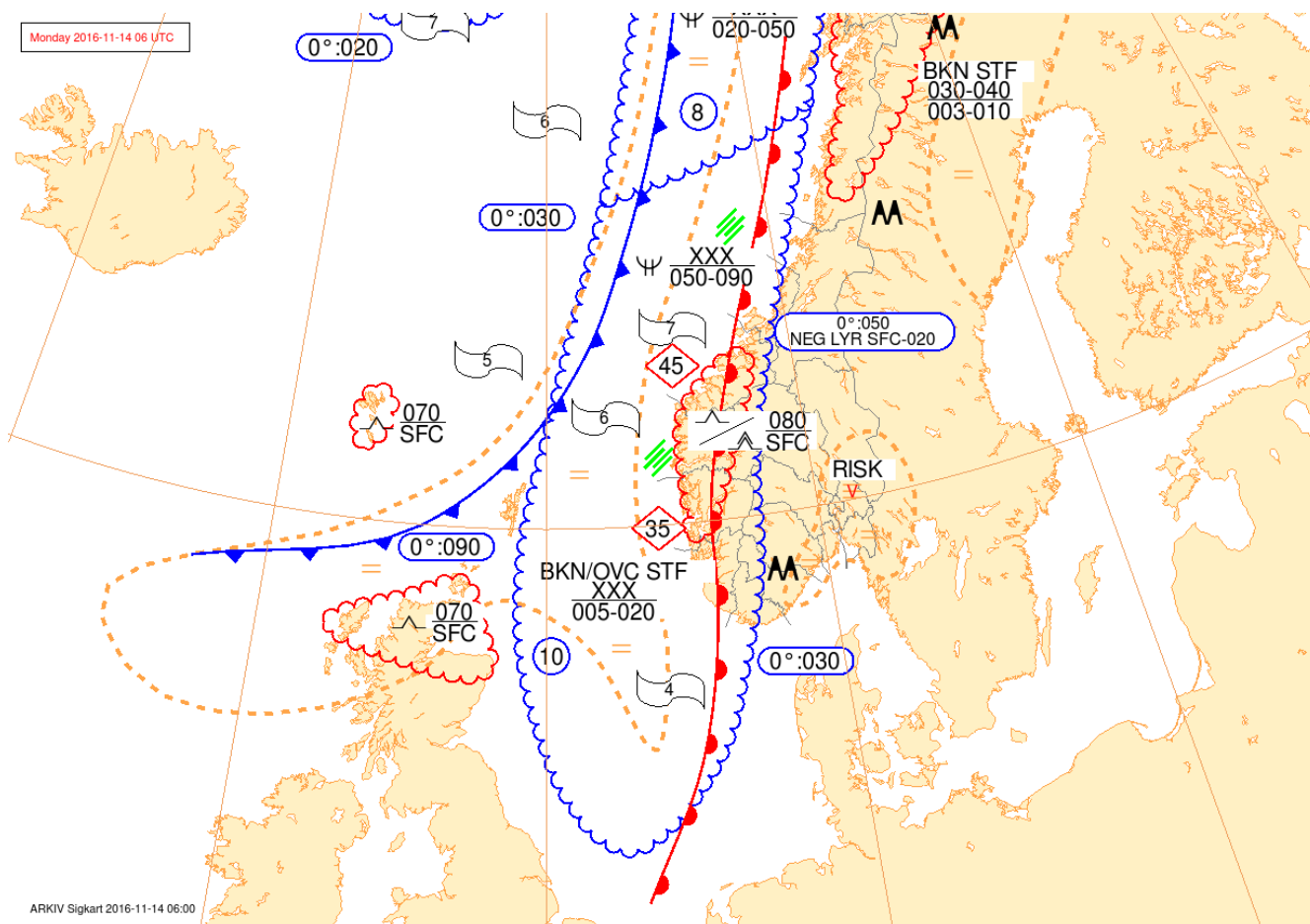
Analyse kl 0600 UTC 14. november. Varmfront langs kysten av Vestlandet.



Figuren over viser temperaturprofil over ENBL kl 0700 utc. Temperatur er hel linje, duggpunktstemperatur er stiplet. Sørvest vind i høyden og fuktig luft (temperatur og duggpunkt er like) viser at der er venta ising mellom ca FL080 til FL200.



Figuren over viser temperaturprofil over ENBR kl 0700 utc. Ganske lik profilet fra ENBL, men det er litt svakere vind og isingen går ikke like høyt.



SIGWX-kart gjeldene 0600 utc 14. november. Det viser at det var vente moderat ising og lokalt kraftig turbulens på strekningen ENBR-ENBL.