


# RAPPORT

SL 2010/05



## RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE PÅ SANDEFJORD LUFTHAVN TORP 26. MARS 2006 MED AIRBUS A321 OY-VKA OPERERT AV MY TRAVEL AIRWAYS

 This report is also available in English

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

## INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM HENDELSEN .....	4
SAMMENDRAG .....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	5
1.1 Hendelsesforløp .....	5
1.2 Personskader .....	8
1.3 Skader på luftfartøy .....	9
1.4 Andre skader .....	9
1.5 Personellinformasjon .....	10
1.6 Luftfartøy .....	10
1.7 Været .....	11
1.8 Navigasjonshjelpemidler .....	14
1.9 Samband .....	14
1.10 Flyplass og hjelpemidler .....	15
1.11 Flygeregistratorer .....	15
1.12 Flyet og skadestedet .....	17
1.13 Medisinske forhold .....	20
1.14 Brann .....	20
1.15 Overlevelsesaspekter .....	20
1.16 Spesielle undersøkelser .....	21
1.17 Organisasjon og ledelse .....	21
1.18 Andre opplysninger .....	24
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder .....	29
2. ANALYSE .....	29
2.1 SHTs undersøkelser .....	29
2.2 Avgrensning av analysen .....	30
2.3 Værforhold og mottatt værinformasjon .....	30
2.4 Planlegging .....	31
2.5 Vurdering av hendelsesforløpet før landing .....	31
2.6 Vurdering av hendelsesforløpet etter landing .....	32
2.7 Overlevelsesaspekter .....	36
2.8 MyTravel Airways Scandinavias prosedyrer for operasjoner på glatte rullebaner .....	37
2.9 Besetningens praktisering av MyTravels prosedyrer for vinteroperasjoner .....	39
2.10 Sandefjord lufthavns prosedyrer og praktisering av vintervedlikehold .....	41
2.11 EASA sertifisering på kontaminerte rullebaner .....	43
2.12 Beregning av landingsdata .....	45
2.13 Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger .....	45
2.14 Menneskelige faktorer .....	45
3. KONKLUSJON .....	46
3.1 Undersøkelserresultater .....	46
3.2 Signifikante undersøkelsesresultater .....	49
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	50

REFERANSER .....	52
VEDLEGG.....	52

## RAPPORT OM ALVORLIG LUFFTARTSHENDELSE

Luftfartøy:	Airbus A321-211
Nasjonalitet og registrering:	Dansk, OY-VKA
Eier:	Sunshine Leasing Ltd, Cayman Islands
Bruker:	My Travel Airways Scandinavia <sup>1</sup> , Danmark
Besetning:	2 flygere og 5 kabinansatte
Passasjerer:	210 voksne og 6 barn
Havaristed:	Sandefjord lufthavn Torp (ENTO), rullebane 18
Havaritidspunkt:	Søndag 26. mars 2006 kl. 1958

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

## MELDING OM HENDELSEN

Beredskapsvakten for Luftfartsseksjonen (nå Luftfartsavdelingen) ved Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet om hendelsen av vakthavende flygeleder ved ENTO. En havariinspektør rykket ut samme kveld, mens en annen havariinspektør ankom Torp neste morgen.

## SAMMENDRAG

En Airbus A321, med registrering OY-VKA og rutenummer VKG866, fløy fra Tenerife lufthavn (GCTS) til Sandefjord lufthavn Torp (ENTO) 26. mars 2006. Besetningen innhentet oppdatert vær- og rullebanestatus før nedstigning til ENTO. Air Traffic Information Services (ATIS) indikerte tørr rullebane og god bremseeffekt (Braking Action, BA, GOOD).

Ved innsjekk på tårnfrekvensen (TWR) ble besetningen informert om at rullebanen var dekket med 8 mm våt snø med friksjonskoeffisienter (Friction Coefficient, FC) 32-33-31. Disse tallene indikerte en bremseeffekt (BA) MEDIUM.

Styrmannen var Pilot Flying (PF) og fartøysjefen var Pilot Not Flying (PNF). Besetningen ba om en vindsjekk for å kontrollere eventuell medvinds- og sidevindsbegrensning og besluttet at det var akseptabelt å lande. Etter passering av 250 ft Radio Height (RH) kom flyet høyt på glidebanen og satte seg ca. 780 meter fra baneterskelen, noe som var 357 m lengre inn enn normalt. Etter landing opplevde besetningen dårlig bremseeffekt og mistenkte at autobrakesystemet ikke virket. Styrmannen trykket bremsepedalene inn til full manuell bremsing uten å merke noe bremseeffekt. Fartøysjefen tok kontroll over flyet, satte på Park Brake (PB) og styrte flyet mot venstre side etter anvisning fra styrmannen.

---

<sup>1</sup> MyTravel Airways Scandinavia A/S endret navn til Thomas Cook Airlines Scandinavia A/S mvf 9. mai 2008

Effekten av PB og nesehjulsstyring (Nose Wheel Steering, NWS) var at flyet fikk sleng og skled sideveis mot enden av rullebane 18. Dermed økte friksjonen slik at flyet stoppet helt i enden av det faste dekket med nesehjulet mot et betongfundament.

Besetningen fikk varslet TWR om forventet utforkjøring mens flyet skled nedover rullebanen. Dermed ble Lufthavnens brann- og redningsberedskap varslet før flyet hadde stoppet. Brann- og havariberedskapen fungerte som forutsatt.

Ingen personer ble skadet. Flyet fikk mindre skader i skrogsiden fremme og i nesehjulet. Fartøysjefen stengte ned motorene og fikk evakuert passasjerene til terminalen ved hjelp av en flytrapp og busser. Fly- og kabinbesetning fulgte med i flyet som ble tauet inn til terminalen.

Denne hendelsen føyer seg inn i en rekke av lignende hendelser i form av utforkjøring fra glatte rullebaner i Norge i løpet av de senere årene. Hendelsene har mange sammenfallende årsaksfaktorer, og SHT ser ikke noen sikkerhetsgevinst i å undersøke alle disse hendelsene i dybden som enkelthendelser. SHT arbeider derfor med en temarapport om vinteroperasjoner og friksjonsmålinger. Denne temarapporten vil belyse de sammenfallende årsaksforholdene i disse hendelsene. Temarapporten vil spesielt belyse sikkerhetsområder som er av generell karakter og som er utenfor de ulike flyoperatørers direkte ansvarsområder. Denne hendelsen på Torp er viet spesiell oppmerksomhet for å belyse de sikkerhetsområdene som MyTravel Scandinavia (nå Thomas Cook Airlines Scandinavia) og Sandefjord lufthavn Torp kan påvirke. SHT anser at disse sikkerhetsområdene bør belyses før temarapporten foreligger.

SHTs undersøkelser styrker tidligere undersøkelsesresultater relatert til glatte rullebaner. Havarikommisjonen fremmer fem sikkerhetstilrådinger.

## **1. FAKTISKE OPPLYSNINGER**

### **1.1 Hendelsesforløp**

- 1.1.1 Viking 866 (VKG866), en Airbus A321 OY-VKA tok av fra Tenerife lufthavn (GCTS) kl. 1521 mot Sandefjord lufthavn Torp (ENTO). Styrmannen førte flyet (Pilot Flying, PF) mens fartøysjefen var Pilot Not Flying (PNF).
- 1.1.2 Værvarslet for Torp indikerte at et snøvær var ventet etter kl. 1400, med sikt 4 000 m i snø, temporært sikt ned i 1 200 m og vertikalsikt ned i 800 ft i snø. Basert på mottatt informasjon forventet ikke besetningen problemer med vær eller rullebaneforhold.
- 1.1.3 Ca. kl. 1920 begynte det å legge seg snø på rullebanen. Som følge av lufttraffikksituasjonen og en driftsforstyrrelse på en kostemaskin ("sweeper"), ble kosting ("sweeping") ikke igangsatt. I stedet ble det besluttet å foreta en ny baneinspeksjon.
- 1.1.4 OY-VKAs flyging frem til planlegging av innflyging til ENTO gikk som normalt og i henhold til flygeplanen. Besetningen startet planlegging av innflyging til ENTO ca. 180 NM syd. Basert på det tidligere mottatte værvarslet (TAF 12-21) før avgang fra GCTS, forventet besetningen innflyging til bane 36. Rullebane 36 på ENTO har ikke Instrument Landing System (ILS) og instrumentinnflyginger til denne rullebanen er basert på VHF Omnidirectional Ranging (VOR) og Non Directional Beacon (NDB) med høyere landingsminima (465 ft og 535 ft RH respektivt).

- 1.1.5 Før nedstigning mot Torp innhentet besetningen informasjon fra Air Traffic Information Services (ATIS). Denne tilsa at bane 18 var i bruk, med 3 kt medvind og tørr rullebane. Sikten var 2 500 m og skybase var 500 ft. Basert på den oppdaterte informasjonen om vær,- og rullebaneforhold vurderte besetningen landingsforholdene som gode, og aksepterte rullebane 18. De forventet ikke noen problemer.
- 1.1.6 Planlagt landingshastighet for flyet var basert på en landingsmasse på 72 000 kg (72 tonn), som ga en  $V_{ref}$  (landingshastighet) på 137 Knots Indicated Airspeed (KIAS).  $V_{ref}$  ble beregnet automatisk av flyets Flight Management and Guidance Computer (FMGC) basert på flyets aktuelle landingsmasse. FMGC la automatisk 5 kt til  $V_{ref}$  ved bruk av "autothrust", noe som er normalt ved innflyging. Dermed ble korrekt  $V_{app}$  (innflygingshastighet, VLS) automatisk justert til 142 KIAS. De ekstra 5 kt var et resultat av det automatiske thrustsystemet (autothrust), som normalt er beholdt på til utflyting for landing.
- 1.1.7 Motor "anti-ice" ble slått på før passering 10 000 ft og flyet entret skyer like etter. Basert på isingsindikasjoner ble  $V_{app}$  øket med +5 kt til 147 KIAS. Dette ga +5 kt over FMGC justert landingshastighet ( $V_{app}$ ) på 142 KIAS for den planlagte landingsmassen. Flyet var konfigurert for landing fra en Instrument Landing System (ILS) ved passering av 2 000 ft i stabilisert gjennomsyning.
- 1.1.8 Kl. 1945 kalte lufthavnvakten opp TWR med anmodning om tillatelse til å sjekke rullebanen. Dette ble klarert og lufthavnvakten spurte om hvor lang tid det var til neste bevegelse. Flygeleder svarte at det var ca. 10 min til landing (VKG866). Lufthavnvakten informerte om at han ville starte en bremseprøve fra nord.
- 1.1.9 Kl. 1949 informerte TWR lufthavnvakten om et fly som var klar for avgang og spurte om bremseprøvebilen kunne stoppe i syd når han kom dit. Lufthavnvakten svarte at det kunne han, og at han da ville få en indikasjon på baneforholdene. Han informerte TWR om at det var blitt dårligere bremseforhold enn GOOD (ref. Vedlegg H) som det hadde vært inntil da. TWR spurte om det var mulig å fullføre bremseprøven etter flyavgangen. Lufthavnvakten svarte at han måtte begynne bremseprøven på nytt i nord for å tilfredsstille kravene (en bremseprøve skal utføres kontinuerlig i begge baneretninger).
- 1.1.10 Kl. 1951 kalte lufthavnvakten opp TWR og spurte om han rakk å komme til nordenden igjen før neste landing (VKG866). Flygelederen svarte at det ikke var nok tid. Lufthavnvakten informerte da om at rullebanen var 100 % dekket med våt snø med 8 millimeter dybde, og at friksjonstallene var 32-33-31 målt på den ene siden av rullebanen.
- 1.1.11 Kl. 1952 spurte flygeleder igjen om lufthavnvakten rakk til nordenden av rullebanen for å starte en ny fullstendig bremseprøve. Lufthavnvakten svarte at de planla å igangsette brøyting etter den varslede landingen (VKG866). Flygelederen svarte at trafikken var noe spredt. Lufthavnvakten besluttet da å starte med en ny fullstendig bremsemåling fra nord, og kjørte nordover på TWY Y.
- 1.1.12 Kl. 1954 (3 min. før landing) sjekket VKG866 inn på TWR og informerte om at de var etablert på Instrument Landing System (ILS) 7,5 NM ute. TWR informerte om at vinden var 030° 3 kt og at bremseeffekten var 32-33-31 (MEDIUM) med 8 millimeter våt snø på rullebanen. Dette var første gang besetningen ble oppmerksom på at rullebanen var dekket av snø. Imidlertid ble ikke den alarmert av dette. Med MEDIUM i bremseeffekt skulle det ikke være noe problem å stoppe på tilgjengelig bane. Fartøysjefen satte på Autobrake (AB) til Medium ved passering av ca. 450 ft. Dette var indikert av det Blå ON

lyset på AB panelet som viste at AB systemet var armert. For at det Grønne DECEL (deceleration) lyset på AB panelet skulle tennes måtte AB system ha vært aktivt i ca. 5 sekunder i Medium stilling forutsatt at 80 % av den valgte deselerasjonen (Medium, 3 m/s<sup>2</sup>) var oppnådd.

- 1.1.13 Kl. 1955 ba fartøysjefen om en vindsjekk. Denne ble oppgitt til 050° 5 kt. Like etter ble VKG866 klarert til å lande på rullebane 18. Flight Data Recorder (FDR) data indikerer at OY-VKA var stabilisert på glidebanen (GS) inntil flyet passerte en Radio Height (RH) av ca. 250 ft. Deretter oppstod et økende positivt avvik. Dette fikk fartøysjefen (PNF) til å kalle ut en advarsel ("*call out*") til styrmannen (PF). PF rakk ikke å korrigere det økende avviket fra glidebanen og nærmet seg terskelhøyde (50 ft RH) mer enn en "dot" høy på glidebanen. FDR data indikerer at OY-VKA passerte terskelhøyden 10 ft for høyt.
- 1.1.14 Kl. 19:57:37 landet OY-VKA ca. 787 m fra terskel rullebane 18. Dette er 357 m lengre inne på rullebanen enn standard, etter en myk utflating og landing. Flyet landet med en hastighet av 140 KIAS. FDR data viser at PF (styrmannen) satte begge motorene til full revers samtidig med at hovedhjulene traff bakken (indikert med operasjon av hovedhjulenes "squat switches") og før nesehjulets "squat switch" hadde operert. Fartøysjefen så bort på AB panelet. Dette skulle ha indikert grønt (DECEL), som indikerte at 80 % av den valgte retardasjonen (Medium, 3 m/s<sup>2</sup> eller 0.31G) var oppnådd. Fartøysjefen observerte ingen lys i panelet, som var "svart". Selv ikke det Blå ON lyset lyste. Fartøysjefen trykket derfor inn bryteren for å armere AB systemet på nytt uten at dette hadde noen effekt. FDR data bekreftet dette. Styrmannen hadde observert at fartøysjefen hadde problemer med AB systemet og trykket bremsepedalene fullt inn for å bremse manuelt. Flight Data Recorder (FDR) utskrift viser at AB bryterfunksjonen fungerte normalt, men at AB MED (Medium) armert funksjon koplet ut samtidig med at nesehjulet kontaktet rullebanen. FDR data bekrefter at fartøysjefen forsøkte å resette AB MED systemet uten den ønskede effekt, og at AB var "selected ON" under hele bremseforløpet (ref. Vedlegg B). FDR data viste at manuell bremsing startet 8 sekunder etter at hovedhjulene tok bakken. Samtidig slukket AB DEC MED armeringslyset på nytt. Besetningen følte ikke noe bremsevirkning av styrmannens manuelle bremsing, og fartøysjefen tok over kontrollen (PF) da flyet var halvveis nedover rullebanen. FDR data indikerte at Airplane Braking Coefficient (ABC) var i størrelsesorden 0.05 (POOR, ref. Fig 6). Han forsøkte å sette på og av ("*cycle*") parkeringsbremsen, men fortsatt uten å merke noe bremseeffekt. Ved passering av 800-1 000 m igjen av banen, satte han derfor parkeringsbremsen på fullt. Besetningen var på dette tidspunktet klar over at de ikke ville klare å stoppe flyet på rullebanen.
- 1.1.15 Kl. 19:57:48 kalte fartøysjefen TWR og informerte om at de kom til å gå ut av banen ("*we are going off the runway*"). Da denne meldingen kom, satt flygelederen i samtale med lufthavnvakten og diskuterte bremsemåling. Samtidig kom det telefon fra Farris Approach. Flygelederen oppfattet derfor ikke meldingen fra VKG866 og ba om gjentakelse kl 19:58:02. Kl 19:58:03 svarte fartøysjefen at de hadde en nødssituasjon og at de kom til å gå ut av rullebanen og ville ha behov for redningspersonell ("*we have an emergency, we are getting off the runway here, we need rescue*"). Styrmannen observerte forholdene rundt baneenden og merket seg at terrenget virket mindre kupert på venstre side av rullebanen. Han foreslo derfor til fartøysjefen å styre mot venstre side av banen. Fartøysjefen svingte på nesehjulstyringen til venstre, men han merket ikke noe forskjell i bremsevirkning etter å ha satt på parkeringsbremsen. Imidlertid startet flyet å skrense med nesen mot venstre, og besetningen kunne føle en bedre bremsevirkning (retardasjon). Kl. 19:58:30 kom flyet til ro helt i enden av asfaltstripen med motorene fortsatt i full



revers, hvoretter fartøysjefen satte motorene til tomgang. Flyet stoppet ved at nesehjulet kolliderte med et betongfundament for Localizer Monitor antenne som sto i enden av asfaltstripen. Flyet ble stående med nesene i sydøstlig retning (HDG 114°), ca. 65° av rullebaneretningen (179.33°).

- 1.1.16 Fartøysjefen vurderte at flyet sto horisontalt og var tilsynelatende uskadd. Han kalte derfor på Public Adress (PA) systemet og ba kabinbesetning og passasjerer om å sitte i ro. Han stengte deretter ned motor nr. 2 og startet Auxiliary Power Unit (APU), før han stengte ned motor nr. 1. Deretter kalte han frem kabinsjefen (Cabin Chief) og ba denne gå og sjekke ved vingene om det var synlige skader eller tegn til brann, siden de kunne kjenne en svak lukt av svidd gummi.
- 1.1.17 Kl. 19:58:13, mens VKG 866 ennå skled på rullebanen, slo flygelederen alarm og beordret brannutrykning til terskel syd.
- 1.1.18 Kl. 19:58:39, ca. 9 sekunder etter at flyet kom til ro, kalte fartøysjefen TWR og informerte om at de var gått av rullebanen og at de hadde behov for assistanse. Flygelederen svarte at brannmannskapene var på vei. Fartøysjefen orienterte deretter passasjerene om hva som hadde hendt. Passasjerene og kabinbesetningen forholdt seg rolige og avventende.
- 1.1.19 Kl. 19:58:44 kalte TWR til brannbil nr. 1 og gjentok melding om utrykning til terskel syd.
- 1.1.20 Kl. 19:58:52 kalte fartøysjefen opp TWR og ba om at det ble sendt ut busser til å frakte inn passasjerene med.
- 1.1.21 Kl. 19:59:44 kalte brannbil nr. 1 på radioen og advarte om at brannbilene måtte kjøre forsiktig fordi det var meget glatt. Kl. 20:00:02 kalte brannbil nr. 1 at den var i posisjon ved flyet. Kl. 20:00:10 kalte brannbil nr. 3 i posisjon og kl. 20:00:20 kalte brannbilene nr. 2 og 4 i posisjon.
- 1.1.22 Kl. 20:00:30 kalte fartøysjefen igjen opp TWR og ba om at det ble sendt ut busser. Kl. 20:08:35 meldte TWR at det ble kjørt ut en trapp og en del kjøretøyer.
- 1.1.23 Kl. 20:49:23 meldte TWR at busser var på vei. Disse var blitt forsinket som følge av snøvær, glatte veier og en trafikkulykke på den glatte E18. Passasjerene ble fraktet til terminalen ca. en time etter landing.
- 1.1.24 Flyet ble etter hvert tauet inn til terminalen og rullebanen åpnet igjen. Første landing etter hendelsen var kl. 2357.

## 1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	7	210+6	0

### 1.3 Skader på luftfartøy

Flyet fikk mindre skader på nesehjul og på høyre skrogside. Se pkt. 1.12.

### 1.4 Andre skader

Localizer Monitoring antenne og fundament i enden av rullebane 18 ble skadet.



*Figur 1: Skadet Localizer Monitoring antenne med betongfundament.*



*Figur 2: Reparert Localizer Monitoring antenne.*

## 1.5 Personellinformasjon

### 1.5.1 Fartøysjef

Tabell 2: Flyetid fartøysjef

Flyetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	10	10
Siste 3 dager	12	12
Siste 30 dager	62	62
Siste 90 dager	172	172
Totalt	11 500	4 500

Fartøysjefen var mann, 45 år, og innehaver av en JAR FCL ATPL(A) gyldig til 31. mars 2007. Han var kvalifisert på Airbus A318/319/320/321. Hans siste Operational Proficiency Check (OPC) var 8. februar 2006, gyldig til 31. mars 2007. Fartøysjefen hadde legegodkjennelse klasse 1 uten begrensninger, gyldig til 11. april 2006.

Fartøysjefen hadde sovet 8 timer før arbeidsdagen startet og har forklart for SHT at han hadde følt seg uthvilt før flygingen.

### 1.5.2 Styrermann

Tabell 3: Flyetid styrermann

Flyetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	5	5
Siste 3 dager	12	12
Siste 30 dager	143	143
Siste 90 dager	271	271
Totalt	3 984	1 715

Styrermannen var mann, 43 år, og innehaver av en JAR FCL CPL(A) gyldig til 10. desember 2007 og en IR(A)ME gyldig til 31. mars 2007. Han var kvalifisert på Airbus A319/320/321. Styrermannens siste OPC var 8. februar 2006, gyldig til 31. mars 2007. Styrermannen hadde legegodkjennelse klasse 1 uten begrensninger, gyldig til 5. oktober 2006.

Styrermannen hadde sovet 9 timer og hadde følt seg uthvilt før flygingen startet.

### 1.5.3 Cabin Crew

Det var 5 kabinansatte i kabinen, derav en kabinsjef (Cabin Chief).

## 1.6 Luftfartøy

### 1.6.1 Generelt

Airbus A321 er et tomotors lavvinget fly med turbofan motorer og med medium rekkevidde. Flyet er utviklet og produsert av Airbus Industrie. Kabinen er utstyrt med 211 passasjer seter.

## 1.6.2 Flydata

Fabrikant:	Airbus Industrie
Modell:	Airbus A321-211
Luftdyktighetsbevis:	Gyldig til 2. april 2007
Produksjonsår:	2003
Serienummer:	1881
Total flygetid, timer:	12 363
Total antall cycles:	Ikke oppgitt
Motor type:	CFM 56-5B3P
Motortid siden siste vedlikehold:	No 1 121 timer No 2 121 timer

## 1.6.3 Vedlikehold

Flyet var registrert i Danmark og vedlikeholdt i henhold til JAR 145. Flyet hadde fløyet 121 timer siden siste "A" sjekk. Havarikommisjonen har ikke funnet noe som tyder på at flyet ikke var luftdyktig eller hadde begrensninger før hendelsen.

## 1.6.4 Masse og balanse

Flyet hadde en avgangsmasse på 86 392 kg, med tyngdepunktet i posisjon 22,8 %. Maksimum avgangsmasse var 89 000 kg, med en tyngdepunktsbegrensning mellom 19,5 og 36 % Mean Aerodynamic Chord (MAC). Ved landing hadde flyet en masse på 71 800 kg og tyngdepunkt 25 % MAC, med tyngdepunktsgrenser 15-35 % MAC. Maksimum sertifisert landingsmasse på tørr rullebane var 77 000 kg (certified data). Maksimum "operational landing mass" på kontaminert rullebane 18 ENTO med 6 mm "slush" og 10 kt medvind var 88 637 kg (advisory data). Maksimum "operational landing mass" på glatte rullebaner ("slippery runway") 18 ENTO med rapportert FC 0.25 og 5 kt medvind var 79 024 kg. Masse og balanse var innenfor gjeldende begrensninger ved avgang og landing.

## 1.6.5 Brennstoff

Flyet tok av med 18 000 kg JET A-1 brennstoff og hadde 3 400 kg brennstoff om bord på hendelsestidspunktet.

## 1.7 **Været**

### 1.7.1 Generelt

Værforholdene hadde vært bra det meste av dagen, med opphold, tørr svart bane og lite vind. Det var varslet en kommende værfront med snøfall fra kl. 1400 og utover. Kl. 1650 ble det utført en baneinspeksjon. Det var da lett snøfall, -1 °C, bar og våt rullebane. Fra

kl. 1700 og utover ble det litt kaldere, ned til -2 °C. Det var ennå ikke snødekket bane. Det var først etter kl. 1900 at snøen ble liggende på banen.

#### 1.7.2 TAF

ENTO 261100Z 261221 05010KT 9999 SCT020 BKN040 BECMG 1214 4000 –SN BKN012 TEMPO 1321 1200 SN VV008=

ENTO 261400Z 261522 08010KT 8000 –SN SCT020 BKN030 TEMPO 1522 1200 SN VV008=

#### 1.7.3 METAR

ENTO 261520Z 10004KT 020V140 3700 –SN SCT008 BKN025 M02/M03 Q1008=

ENTO 261550Z 08006KT 1600 –SN SCT006 BKN025 M02/M03 Q1008=

ENTO 261620Z 05005KT 360V080 2000 –SN SCT005 BKN025 M02/M03 Q1008=

ENTO 251650Z 04005KT 1700 –SN SCT005 BKN025 M02/M03 Q1007=

ENTO 261720Z 03006KT 2500 -SN BKN005 M02/M03 Q1008=

ENTO 261750Z 04006KT 1500 -SN BKN005 M02/M03 Q1007=

#### 1.7.4 ATIS

*ATIS 1720 C: This is Torp information C time 1720. Runway in use 18. Braking action good. Runway dry. Transition level 85. Wind 030 degrees 06 knots. Visibility 2 500 meters. Weather light snow. Clouds broken 500 feet. Temperature minus 02 dewpoint minus 03 QNH 1008. This was Torp information C.*

*ATIS 1750 D: This is Torp information D. Time 1750. Runway in use 18. Braking action good. Runway dry. Transition level 85. Wind 040 degrees 06 knots. Visibility 1 500 meters. Weather snow. Clouds broken 500 feet. Temperature minus 02 dewpoint minus 03. QNH 1007. This was Torp information D.*

#### 1.7.5 Værinformasjon mottatt av flybesetningen

1.7.5.1 Besetningen hadde mottatt selskapets vær- og NOTAM briefingpakke kort tid etter ankomst til Tenerife lufthavn (GCTS). Det ble ikke mottatt noe SNOWTAM da den første SNOWTAM for ENTO ble utgitt kl. 1450 UTC. Det var ca. 1 time og 30 min etter at flyet tok av fra GCTS. Denne SNOWTAM inneholdt ikke informasjon om snødekket bane, bare at rullebanen var våt og hadde god bremseeffekt.

1.7.5.2 Inkludert i briefingpakken var TAF 1221 UTC som varslet begynnende snøfall fra tidsrommet 1214 UTC og utover, med temporær sikt i snøbyger 1 200 m og vertikalsikt 800 ft i hele perioden.

1.7.5.3 Før start av nedstigningen sjekket besetningen ENTO ATIS 1720 UTC. Denne indikerte ca. 3 kt medvind, lett snøfall, men tørr bane og god bremseeffekt. Besetningen konsulterte sin Performance Manual med spesifiserte sider for ENTO (Vedlegg E-1/2).

Besetningen konstaterte at selv med noe medvind kunne de akseptere landing på snø med en landingsmasse opp mot 100 tonn.

#### 1.7.6 SNOWTAM

1.7.6.1 SNOWTAM utgitt kl. 1450 UTC viste at rullebanen var fuktig, med anslått god bremseeffekt (GOOD, 5. Se Vedlegg H).

1.7.6.2 SNOWTAM utgitt kl. 2115 UTC (etter hendelsen og fersk banepreparering) viste at rullebanen var 100 % dekket av 3 millimeter tørr snø på sandet is. Friksjonen var målt med BV-11 til 41-39-39.

#### 1.7.7 Banerapporter

1.7.7.1 Banerapport fra kl. 1451 UTC viste at rullebanen var fuktig i lett snødrev. Lufttemperatur - 1°C. Bremseeffekt var anslått til GOOD.

1.7.7.2 Banerapport fra kl. 1741 UTC viste at rullebanen var 100 % dekket med 8 millimeter våt snø. Banen var ikke sandstrødd. Friksjonen ble målt med BV-11 på bane 18 til 32-33-31. Dette var en ufullstendig friksjonsmåling i den forstand at bare den ene halvdel av rullebanen ble målt (målt kun sydover på ene siden av senterlinjen på bane 18). Lufttemperaturen ble ikke registrert. Årsaken til den ufullstendige friksjonsmålingen var at lufthavn bilen måtte avbryte friksjonsmålingene grunnet pågående lufttrafikk. WIF426 skulle ta av og VKG866 (OY-VKA) var meldt inn for landing.

1.7.7.3 Banerapport fra kl. 2028 UTC (2,5 time etter hendelsen) viste at rullebanen var dekket med 13 millimeter tørr løs snø. Friksjonen var målt med BV-11 til 29-30-29. Lufttemperaturen var ikke registrert.

1.7.7.4 Banerapport fra kl. 2052 UTC viser at rullebanen var brøytet, kostet og sandet. Rullebane 18 var dekket med 3 millimeter tørr snø på is. Målte friksjonstall (BV-11) var 41-39-39.

#### 1.7.8 Banepreparering

1.7.8.1 Lufthavnvakten hadde planlagt å sope av rullebanen. Dette ble utsatt grunnet tekniske problemer med en kostemaskin (sweeper) og hyppige avganger og landinger. Lufthavnvakten sjekket med TWR angående lufttrafikken og ble informert om at trafikksituasjonen ga lite rom for umiddelbar brøyting. Det ble da bestemt at en skulle utføre en friksjonsmåling i stedet. Det ble anslått at det var 10 min tilgjengelig for en friksjonsmåling.

1.7.8.2 Ca. 3 min senere, mens lufthavnvakten kjørte sydover langs rullebane 18 under friksjonsmålingen, kom det melding fra TWR om en avgang med WIF426. Dermed måtte lufthavnvakten avbryte friksjonsmålingen etter å ha målt friksjonen på den ene banesiden. Derfor måtte lufthavnvakten kjøre til nordenden og starte en ny friksjonsmåling fra nord. Mens lufthavnvakten kjørte nordover på TWY Y, landet VKG866.

1.7.8.3 Rullebanen var stengt i ca. 3 timer etter landingen mens flyet ble evakuert og tauet til terminalen og rullebanen brøytet, kostet og sandet.



Figur 3: Gjenskinn i frosset fuktighet i kjøretøyenes hjulspor indikerer glatt bane.

#### 1.7.9 Friksjonsmåling

Friksjonsmålinger på ENTO ble utført med Skiddometer (SKH/BV-11) med høytrykksdekk. Målingene skulle utføres 3-7 meter fra senterlinjen på begge sider av rullebanen, fra nord til syd og vice versa. Målehastigheten var satt til 65 km/hr.

#### 1.8 Navigasjonshjelpemidler

ENTO var utstyrt med NDB (Dalen 404 KHz DA og Sandefjord 283 SF), VOR DME (113.850 MHz TOR) og ILS/DME (108.300 MHz TP).

Alle navigasjonshjelpemidlene var operative på hendelsestidspunktet.

Rullebane 36 var ikke utstyrt med Instrument Landing System (ILS), men hadde Non Directional Beacon (NDB) og VHF Omnidirectional Ranging (VOR) innflygingshjelpemidler.

Rullebane 18 var utstyrt med ILS og hadde derfor det laveste minima på 200 ft Radio Height (RH), mens minima til rullebane 36 var 465.ft RH (VOR) og 535 ft RH (NDB) respektivt.

#### 1.9 Samband

ENTO var oppsatt med APP (Farris) 134.050 MHz, TWR 118.650 MHz og lufthavnfrekvens for kjøretøyer og brannbiler 121.8 MHz.

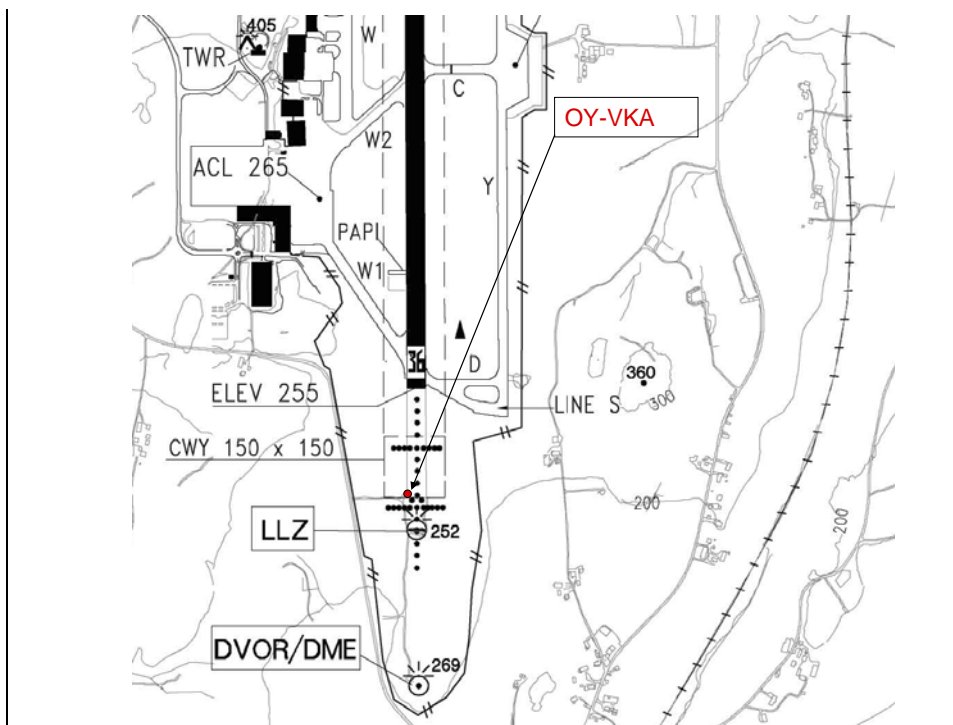
Sambandet fungerte normalt på hendelsestidspunktet.

## 1.10 Flyplass og hjelpemidler

AIP NORGE/NORWAY					AD 2 ENTO 2 - 1				
<b>AERODROME CHART</b>		59°11'12"N 010°15'31"E WGS 84		AD ELEV 286 FT	ATIS 119.075 MHz TWR 118.650 MHz		<b>SANDEFJORD TORP NORWAY</b>		
RWY	BRG (GEO)	THRESHOLD		BEARING STRENGTH	DECLARED DISTANCES				TWY AND APRON
					TORA	ASDA	TODA	LDA	
18	179,33°	591151,70N	0101530,13 E	PCN - 45 F/B/X/U	2839	2839	2989	2569	APRON TERM S 200x80M, PCN-45/F/B/X/U
36	359,33°	591032,55N	0101531,94 E	PCN - 45 F/B/X/U	2789	2789	2939	2569	APRON CIV N 250x50M, PCN-30/F/B/X/U ASPH AND/OR CONC

Figur 4: Utsnitt av flyplasskart for ENTO.

- 1.10.1 Sandefjord lufthavn Torp (ENTO) hadde en 2 939 x 45 m asfalt rullebane betegnet RWY 18/36. Den totale STRIP (fast dekke) var 2 985 m. Området syd av terskel (THR) 36 var et 270 m langt betongdekke. RWY STRIP og Runway Emergency and Safety Area (RESA) sluttet i enden av betongdekket.
- 1.10.2 RWY 18 hadde Landing Distance Available (LDA) på 2 569 m og hadde en Clearwy (CWY) på 150 x 150 m i enden av STRIP. Rullebane 18 hadde en positiv Slope på 0,3 % de første 491 m fra terskel 18, og en negativ Slope på -0,5% på resterende rullebane.



Figur 5: Stopposisjon for OY-VKA.

## 1.11 Flygeregistratører

### 1.11.1 Generelt

### 1.11.2 Flight Data Recorder

1.11.2.1 Flyet var utstyrt med digital Flight Data Recorder (FDR) av typen Honeywell P/N FDR 980-4700-042, S/N SSFDR-08633, DMF 012002.

1.11.2.2 I tillegg var flyet utstyrt med en Flight Data Information Measuring Unit (FDIMU), tilsvarende såkalt Quick Access Recorder (QAR). Denne ble benyttet av selskapets kvalitetsavdeling til Operational Flight Data Monitoring.



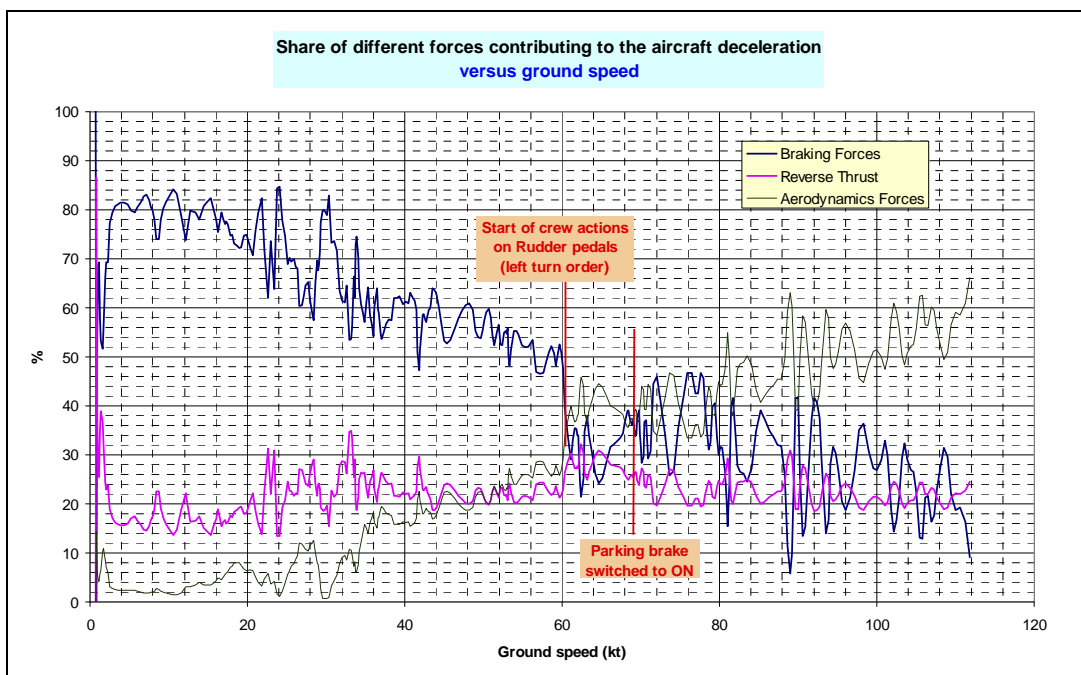
### 1.11.3 Cockpit Voice Recorder

Flyet var utstyrt med en Solid State Copit Voice Recorder (CVR) av typen Honeywell P/N CVR 980-6022-001, S/N CVR 120-06429, DMF 112003.

### 1.11.4 Avspilling

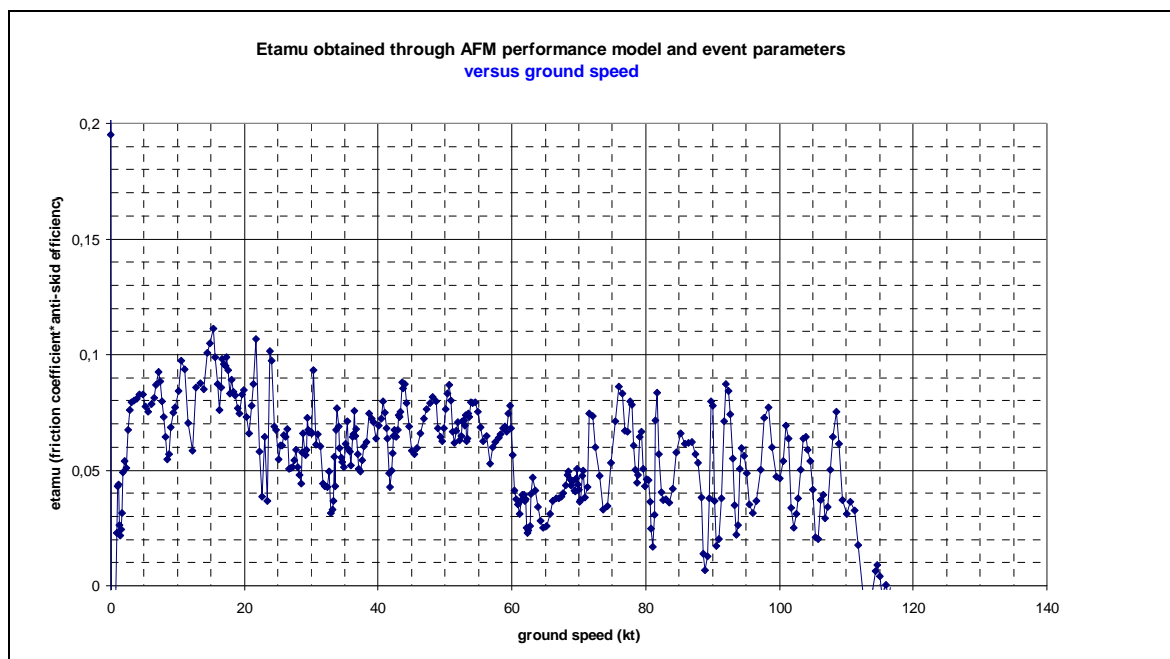
1.11.4.1 FDR og CVR ble avspilt ved Aircraft Accident Investigation Branch (AAIB) i UK. Data fra FDR og CVR var av god kvalitet. Se vedlegg B.

1.11.4.2 SHT har fått analysert FDR data hos Airbus i Toulouse. Se Figur 6 og Figur 7. I tillegg har SHT fått animert FDR data med bruk av Flightscap programvare hos SAAB Aircraft i Sverige.



Figur 6: Grafen viser den prosentvise fordelingen av bremsekraft fra flaps/spoilere, reversering og hjulbremser.

Grafen i Figur 6 viser at reversering bidro med ca. 20 % av den totale bremsekraften og var relativt konstant under det meste av bremseforløpet. Videre viser grafen at bremsekraften fra hjulbremser bidro med ca. 20 % ned til 60 kt. Ved den hastigheten satte fartøysjefen på parkeringsbremsen og svingte til venstre etter råd fra styrmannen. Hensikten var å styre flyet ut av rullebanen på venstre side der terrenget var flattere enn på høyre side av rullebanen, og var bedre egnet for en utforkjøring. Det resulterte i at flyet utilsiktet skrenset sideveis mens flyets hastighetsvektor fortsatte langs den opprinnelige banen. Dermed skrenset både hovedhjulene og nesehulene sideveis. Dette økte retardasjonen forårsaket av friksjon fra det snødekte underlaget mot hulene opp til ca. 80 % av den totale bremsekraften mot slutten av bremseforløpet. Reversering bidro med de resterende 20 % av den totale bremsekraften ned til ca. 20 kt.



Figur 7: Grafen viser flyets effektive bremskoeffisient.

Grafen i Figur 7 viser at flyets effektive friksjonskoeffisient ("airplane effective  $\mu$ " i Airbus terminologi, eller Airplane Braking Coefficient (ABC i Boeing terminologi) var i størrelsesorden 0,05. Det tilsvarer POOR bremseeffekt.

- 1.11.4.3 FDR data viste at flyet begynte å komme høyt i forhold til glidebanen fra en radiohøyde (Radio height, RH) på 250 ft. FDR data viser at OY-VKA passerte terskelhøyde (normal høyde 50 ft RH) ca. 10 ft høyt (ca. 60 ft RH). Basert på standard landingsparametere satte flyet seg 787 m fra "runway threshold" (ca. 357 m lengre inn enn normalt). Den indikerte landingshastigheten var 140 KIAS med 3 kt medvind. Flyet "fløt" før det satte seg mykt på rullebanen.

## 1.12 Flyet og skadestedet

### 1.12.1 Flyet

- 1.12.1.1 Flyet fikk skader på høyre neshjulsfelg og på høyre skrogside. Høyre neshjulsfelg ble sprukket av betongfundamentet og en ca. 5 cm lang bit ble brukket av felgen. Høyre neshjulsdekk ble oppskrapet på siden. Figur 8.
- 1.12.1.2 Nedre høyre skrogside fikk en liten bulk i huden. Skaden var forårsaket av kontakt med Localizer Monitoring antenne, da denne ble bøyd til side av flyskroget. Bulken var lokalisert mellom stasjons nr. 14 og 15 og var ca. 10 x 14 millimeter lang og ca. 1,8 millimeter dyp. Figur 9.



Figur 8: Skadet nesehjulsfelg.



Figur 9: Liten bulk i skrogsiden mellom stasjon 14 og 15.

### 1.12.2 Skadested

Flyet stoppet med nesehjulet mot et betongfundament for Localizer Monitoring antenne og ble stående på tvers av bane 18 med nesen pekende ca. 65° (HDG 114°) av rullebaneretningen og med høyre hovedhjul ca. 2 meter fra enden av fast banedekke. Figur 10 og 11.



*Figur 10: Flyet stoppet på tvers av bane 18 i enden av fast dekke.*



Figur 11: Høyre hovedhjul ca. 2 m fra baneenden.

### 1.13 Medisinske forhold

Ikke relevant.

### 1.14 Brann

Det oppsto ikke brann.

### 1.15 Overlevelsesaspekter

#### 1.15.1 Brann og redning

- 1.15.1.1 Besetningen varslet TWR om at de kom til å kjøre ut av banen 42 sekunder før flyet stoppet. Denne meldingen ble ikke oppfattet av flygelederen. 15 sekunder senere kalte besetningen TWR på nytt om at de kom til å skli av rullebanen. Flygelederen varslet utrykningsbilene 10 sekunder etter den andre meldingen om en nødssituasjon (17 sekunder før flyet stoppet). Derfor var brann- og redningskjøretøyene på vei ut til flyet da det stoppet i sydenden av rullebanen. Den første utrykningsbilene var fremme ved flyet 109 sekunder etter at alarmen gikk. Siste bil var i posisjon ved flyet 127 sekunder etter varsling.

1.15.1.2 BSL E 4-4 setter krav til at innsatstiden under normale sikt- og kjøreforhold helst ikke skal overstige 90 sekunder og skal under ingen omstendigheter overstige 120 sekunder.

#### 1.15.2 Evakuering

Det oppstod ingen materielle skader på flyet som hadde betydning for besetning eller passasjerer. Ingen besetningsmedlemmer eller passasjerer ble skadet i hendelsen. Fartøysjefen kjente at det luktet svidd gummi, men vurderte at situasjonen ikke tilsa øyeblikkelig evakuering. Han startet Auxiliary Power Unit (APU) og stengte ned motorene og beholdt dermed strøm og luftkondisjonering i kabinen. Han ba besetning og passasjerer holde seg i ro og informerte om at flyet ville bli evakuert på normal måte. Lufthavnen kjørte frem en flytrapp og passasjerene ble evakuert gjennom fremre kabindør og kjørt med busser til flyterminalen.

### 1.16 **Spesielle undersøkelser**

Det er ikke utført undersøkelser som krever spesiell omtale. SHT viser til undersøkelser, relatert til utforkjøring fra rullebaner, som Flight Safety Foundation (FSF) har gjennomført. Ref FSF lenker:

<http://www.flightsafety.org/current-safety-initiatives/runway-safety-initiative-rsi/runway-excursion-risk-reduction-rerr-toolkit>

<http://www.flightsafety.org/files/RERR/fsf-runway-excursions-report.pdf>

### 1.17 **Organisasjon og ledelse**

#### 1.17.1 MyTravel Airways Scandinavia (DK)

1.17.1.1 MyTravel Airways Scandinavia (nå Thomas Cook Airlines Scandinavia) er et charterselskap som opererte ut fra Skandinavia. Flyselskapet er en sammenslåing mellom Conair and Scanair (SAS' charter selskap) i 1994. Begge selskapene hadde før sammenslåingen 30 års erfaring med flyoperasjoner. Hovedbasen er lokalisert på København lufthavn Kastrup (EKCH), med operasjonsbaser på Stockholm Arlanda, Oslo Gardermoen og Helsinki Finland.

1.17.1.2 På hendelsestidspunktet utførte selskapet internasjonal charterflyging med passasjerer. Selskapet opererte en flåte på 10 Airbus 320/321/330. Antall ansatte var på samme tidspunkt 840, bestående av 160 flygere, 600 kabinansatte og ca. 120 vedlikeholds- og administrativt personell.

1.17.1.3 MyTravel Airways Scandinavia's ledelses- og senior administrativt personell var lokalisert ved selskapets hovedkontorer på København lufthavn Kastrup (EKCH), Dragør, Danmark. Selskapets administrerende direktør var Accountable Manager. Director of Operations, Flight Operations Manager, Maintenance Manager, In-flight Services Director, Finance Director, Commercial Manager, Director of Human Resources, Head of Safety and Quality Managers for Operations and Maintenance rapporterte direkte til administrerende direktør.

## 1.17.2 Flight Operations Division

### 1.17.2.1 Flight Operations Division hadde to ansvarsområder:

1. Operations Director var ansvarlig for Operations Administration (økonomisk ansvarlig)
2. Flight Operations Manager var ansvarlig for Operational Safety (operativt og flysikkerhetsansvarlig).

### 1.17.2.2 Flight Operations Manager var foresatt for to Type Chief Pilots og to Chief Flight Instructors på henholdsvis A320/21 og A330. I tillegg til Operations Director og Flight Operations Manager, besto Flight Operations Management Team av:

- a. Training Manager JAR-OPS 1, som var en Nominated Post Holder (NPH) og var ansvarlig for all periodisk flygetrening (OPC) og overføringstrening. Han rapporterte til Flight Operations Manager i sikkerhetsrelaterte saker.
- b. Head of Training JAR-FCL er en NPH (FCL), som var ansvarlig for all typerelatert flygetrening. Han rapporterte til Flight Operations Manager i sikkerhetsrelaterte saker.
- c. Ground Operations manager var en NPH, og var ansvarlig for Operations Control Centre, Crew Planning og Ground Services avdelingene. Han rapporterte til Flight Operations Manager i sikkerhetsrelaterte saker.

### 1.17.2.3 Basekapteiner lokalisert ved Stockholm, Oslo og Helsinki rapporterte direkte til sine respektive Chief Pilots.

### 1.17.2.4 Flysikkerhetsrelaterte saker ble håndtert av Safety Manager og Quality Manager Operations innen deres respektive områder. De rapporterte direkte til administrerende direktør (Accountable Manager).

### 1.17.2.5 MyTravel Airways Scandinavia hadde utviklet og implementert et Safety Management System (SMS) i tråd med ICAO doc 9859-AN/460 og CAP 712, godkjent av det danske Luftfartsvæsen (LFV). Systemet bestod av:

- Environment
- Quality
- Flight safety
- Cabin safety
- Ground safety
- Security
- Management response (contingency procedures).

Systemet var basert på Teledyne AirFASE for Flight Data Monitoring, og Sentinel for påbudte flysikkerhetsrapporter. Audit Scheduling ble programmert ved hjelp av Microsoft Project og andre interne systemer, inkludert tidskontroll.

### 1.17.3 Selskapets prosedyrer

#### 1.17.3.1 *Flyging i isingsforhold.*

Airbus FCOM 3.04.30 page 1, beskrev selskapets prosedyre for flyging i isingsforhold. I tillegg til at Engine anti-ice og Wing anti-ice skulle være på, gjaldt:

#### *CAUTION*

*Extended flight, in icing conditions with the slats extended, should be avoided.*

*If there is evidence of significant ice accretion and to take into account ice formation on non heated structure, the minimum speed should be:*

*In configuration full, VLS + 5 knots, and the landing distance must be multiplied by 1.1.*

*In configuration lower than FULL, VLS + 10 knots, and the landing distance in CONF 3 must be multiplied by 1.15.*

#### 1.17.3.2 *Landing på kontaminerte rullebaner.*

Airbus FCOM 2, paragraph 04.10 page 13 og PM 2.6. page 2, anbefalte følgende prosedyre for landing på kontaminert rullebane:

#### *“FOLLOWING LANDING PROCEDURES                      CONSIDER*

- *Avoid landing on contaminated runways if the antiskid is not functioning. The use of autobrake LOW or MED is recommended provided that the contamination is evenly distributed.*
- *Approach at the normal speed.*
- *Make a positive touchdown after a brief flare.*
- *As soon as the aircraft has touched down, lower the nose wheel onto the runway and select maximum reverse thrust.*
- *Do not hold the nose wheel off the ground.*
- *If necessary, the maximum reverse thrust can be used until the aircraft is fully stopped.*
- *If the runway length is limiting, apply the brakes before lowering the nose gear onto the runway, but be prepared to apply back stick to counter the nose down pitch produced by the brakes application. (The strength of this pitching moment will depend on the brake torque attainable on the slippery runway).*
- *Maintain directional control with the rudder as long as possible, use nose wheel steering with care.*



- *When the aircraft is at taxi speed, follow the recommendations for taxiing.”*

### 1.17.3.3 Tap av hjulbremseser (“Loss of braking”).

Airbus FCOM 3.02.32 beskriver prosedyren for bremsesvikt:

*“LOSS OF BRAKING*

*IF AUTOBRAKE SELECTED :*

*- BRAKE PEDALS.....PRESS*

*This will override the autobrake.*

*IF NO BRAKING AVAILABLE:*

*-REV.....MAX*

*-BRAKE PEDALS.....RELEASE*

*Brake pedals should be released when the A/SKID & N/W STRG selector is switched OFF, since the pedal force or displacement produces more braking action in alternate mode than in normal mode.*

*-A/SKID & N/W STRG.....OFF*

*Braking system reverts to alternate mode.*

*-BRAKE PEDALS.....PRESS*

*Apply brake with care, since initial pedal force or displacement produces more braking action in alternate mode than in normal mode.*

*-MAX BRK PR.....1000 PSI*

*Monitor brake pressure or BRAKES PRESS indicator. Limit brake pressure to approximately 1000 psi and, at low ground speed, adjust brake pressure as required.*

*If STILL NO BRAKING*

*- PARKING BRAKE.....USE*

*Use short successive parking brake applications to stop the aircraft. Brake onset asymmetry may be felt at each parking brake application. If possible, delay the use of the parking brake until low speed, to reduce the risk of tire burst and lateral control difficulties.”*

## 1.18 Andre opplysninger

### 1.18.1 Tidligere hendelser

Denne hendelsen føyer seg inn i en rekke av lignende hendelser i form av utforkjøring fra glatte rullebaner i Norge under de siste 10 årene. Hendelsene har mange sammenfallende årsaksfaktorer, og SHT arbeider derfor med en temarapport om vinteroperasjoner og friksjonsmålinger. Temarapporten vil belyse de sammenfallende årsaksforholdene i disse hendelsene og vil spesielt belyse sikkerhetsområder som er av generell karakter og som er utenfor de ulike fly- og flyplassoperatørens direkte ansvarsområder. Denne hendelsen på Sandefjord lufthavn Torp er viet spesiell oppmerksomhet for å belyse de sikkerhetsområdene som MyTravel Scandinavia (nå

Thomas Cook Airlines Scandinavia) og Sandefjord lufthavn Torp har mulighet til å påvirke. SHT anser at disse bør belyses før temarapporten foreligger.

- 1.18.1.1 I forbindelse med den pågående temaundersøkelsen fremmet SHT fire umiddelbare sikkerhetstilrådingen den 7. september 2006. Disse er fortsatt til behandling i Luftfartstilsynet:

***”Umiddelbar sikkerhetstilråding SL 06/1350-1***

*AIP Norge og BSL E inneholder norske bestemmelser om friksjonsmålere og måleområder. SHT har påvist at de aktuelle friksjonstall ofte avviker fra de målte/rapporterte tallene. Erfaringer har vist at ingen av de godkjente friksjonsmålerne er pålitelige ved fuktige/våte forhold, inkludert temperaturforhold med 3°C eller mindre spredning mellom lufttemperatur og duggpunktstemperatur. SHT mener derfor at rapportert friksjon under fuktige/våte forhold bør rapporteres som DÅRLIG/POOR. Havarikommisjonen tilrår at Luftfartstilsynet vurderer å endre måleområdene for de godkjente friksjonsmålerne i AIP Norge og BSL E.*

***Umiddelbar sikkerhetstilråding SL 06/1350-2***

*Havarikommisjonens undersøkelser viser at de forskjellige flyselskapene opererer med forskjellig korrelasjonskurver/-tabeller. Undersøkelsene viser at flere av disse korrelasjonskurvene er basert på usikkert grunnlag og at de gir høyst usikre bremseverdier for de aktuelle flytyper. ICAO SNOWTAM tabell for målte friksjonstall er basert på målte tall i hundredeler og er uavhengig av hvilken type friksjonsmåler som er brukt. Havarikommisjonens undersøkelser viser at de forskjellige friksjonsmålerne gir forskjellige måletall på samme underlag. AIP Norge beskriver bruk av friksjonsmålere generelt og advarer mot at usikkerheten i målingene er så stor at en ikke bør rapportere med større nøyaktighet enn tideler. Basert på disse forholdene tilrår havarikommisjonen at Luftfartstilsynet vurderer å forenkle SNOWTAM tabellen ved å eliminere mellomnivåene slik at en får områdene Good, Medium og Poor, samt fjerne hundredeler og utelukke bruk av interpolering mellom områdene.*

***Umiddelbar sikkerhetstilråding SL 06/1350-3*** (denne sikkerhetstilrådingen er ikke relatert til hendelsen med WIF9862, men er relatert til vinteroperasjoner generelt).

*Havarikommisjonens undersøkelser viser at det for nyere flytyper (eks. Airbus- og nyere Boeing-fly) publiseres ytelsesdata for landing på glatte rullebaner med bruk av motorkraft (reversering). For eldre flytyper ble det ikke publisert slike data. Undersøkelsene viser videre at effekten av motorreversering er begrenset til ca. 25 % av all tilgjengelig bremsekraft, og at denne bremsekraften bør utgjøre en reserve under landing på glatte baner. Havarikommisjonen tilrår at Luftfartstilsynet vurderer å ikke tillate at motorreversering inkluderes i beregnet aktuell (innen 30 min før landing) stopplengde på glatte rullebaner.*

***Umiddelbar sikkerhetstilråding SL 06/1350-4***

*Havarikommisjonens undersøkelser viser at flyselskapenes sidevindsbegrensninger i kombinasjon med glatte rullebaner er alt for optimistiske. Undersøkelsene har dessuten bekreftet at disse tabellene for enkelte flytyper ikke stammer fra flytypens fabrikant, men er utarbeidet av enkelte selskap basert på erfaring. Ingen av sidevindstabellene er myndighetsgodkjent. Transport Canada har publisert en slik tabell over sidevind versus friksjonstall. Denne er langt mer konservativ enn de tabellene norske flyselskap opererer med. Havarikommisjonen tilrår at Luftfartstilsynet vurderer flyselskapenes*

*sidevindsbegrensninger i forhold til friksjonskoeffisienter/bremseeffekt, samt vurderer en myndighetsgodkjennelse av disse.”*

- 1.18.1.2 Foreløpig er ingen norske forskrifter endret, men Luftfartstilsynet har igangsatt et internt arbeid med revidering av teksten i AIP Norge og BSL E.
- 1.18.1.3 Den konkrete hendelsen på Torp som omhandles i denne rapporten illustrerer problemene med å stole på målte friksjonstall under alle forhold. Det ble målt friksjonstall i området 31-33, som klassifiseres som MEDIUM (medium bremseeffekt). Likevel var den reelle friksjonen i kategorien POOR (dårlig bremseeffekt). På grunn av den lave bremsevirkningen mistenkte besetningen bremsesvikt.
- 1.18.1.4 SHT viser til undersøkelsesrapporter etter en alvorlig luftfartshendelse på Harstad/Narvik lufthavn Evenes med B737-500 LN-BRV (Referanse 1), en luftfartshendelse på Kirkenes lufthavn Høybukta moen med DHC-8-103 LN-WIR (Referanse 2), begge 30. januar 2005. I tillegg var det en alvorlig luftfartshendelse på Harstad/Narvik lufthavn Evenes med Airbus A320 G-CRPH, 25. november 2004 (Referanse 3).
- 1.18.1.5 SHT viser ellers til følgende hendelser relatert til glatte rullebaner som er innrapportert i løpet av de siste 5 årene:
- A320 G-CRPH på Harstad/Narvik lufthavn Evenes 25. november 2004
  - A320 (Flight JKK1392) på Harstad/Narvik lufthavn Evenes 18. januar 2005
  - B737 LN-BRV på Harstad/Narvik lufthavn Evenes 30. januar 2005
  - DHC-8 LN-WIR på Kirkenes lufthavn Høybukta moen 30. januar 2005
  - B737 LN-BUF på Svalbard lufthavn Longyearbyen 16. januar 2006
  - DHC-8 LN-WIA på Kirkenes lufthavn Høybukta moen 22. januar 2006
  - A321 OY-VKA på Sandefjord lufthavn Torp 26. mars 2006 (denne hendelsen)
  - B737 PH-BPC på Stavanger lufthavn Sola 21. januar 2007
  - B737 LN-TUL på Bardufoss lufthavn 2. februar 2007
  - B737 LN-BRO på Tromsø lufthavn Langnes 19. desember 2007
  - A321 OY-VKC på Oslo lufthavn Gardermoen 5. januar 2008
  - B737 PH-BXU på Oslo lufthavn Gardermoen 1. februar 2008
  - B737 LN-KKS på Bardufoss lufthavn 13. januar 2010
  - Bombardier 600-CL SE-DUY på Svalbard lufthavn Longyear 25. januar 2010

Av disse hendelsene har G-CRPH, LN-BRV, LN-WIR, OY-VKA vært, og SE-DUY er, gjenstand for individuelle undersøkelser, mens de øvrige inkluderes i den generelle temarapporten.

### 1.18.2 Friksjonsmålinger og usikkerhet

- 1.18.2.1 Havarikommisjonen har kunnet dokumentere at friksjonsmålinger med alle de godkjente friksjonsmålerne er beheftet med en usikkerhet i størrelsesorden  $\pm 0,10$  ved tørre forhold og  $\pm 0,20$  ved våte (fuktige) forhold. Dette er vist i Tabell 1 i Vedlegg G.
- 1.18.2.2 SHTs undersøkelser viser dessuten at det er fuktige forhold med en duggpunktsspredning (differanse mellom lufttemperatur og duggpunkt)  $< 3$  K, ikke minst ved kuldegrader. Dette kan gi stort avvik mellom målt og opplevd friksjon. Ved den aktuelle hendelsen var duggpunktsspredningen 1 K.
- 1.18.2.3 Havarikommisjonen viser ellers til Joint Winter Runway Friction Measurement Program (JWRFMP) som ble utført i Canada i tidsrommet 1995-2004. Figur 1 i Vedlegg G er hentet fra Transport Canada og viser noe av usikkerheten ved friksjonsmålinger på kontaminert rullebaneunderlag.

### 1.18.3 Norske bestemmelser for vintervedlikehold av rullebaner

- 1.18.3.1 Aeronautical Information Publication Norway (AIP Norway<sup>2</sup>), AD 1.2, pkt. 2.4 og 2.5 beskriver norske krav til banepreparering og rapportering. Dette er vist i vedlegg H.
- 1.18.3.2 Norske definisjoner på forskjellige kontaminering er dokumentert i BSL E og er basert på tilsvarende definisjoner i JAR-OPS 1. Se Vedlegg H.
- 1.18.3.3 På hendelsestidspunktet var det en gyldig Aeronautical Information Circular (AIC) utgitt av Luftfartstilsynet (LT), som justerte rapporteringsintervallene til 3 mm for slaps (slush), 6 mm for våt snø, og 8 mm for tørr snø. Med dette mentes at f. eks. 4 mm of slush skulle rapporteres som 6 mm, 9 mm våt snø som 12 mm, og 10 mm med tørr snø skulle rapporteres som 16 mm. Dette var avvik i forhold til ICAO som anbefaler 3 mm for slush, 10 mm for våt snø og 20 mm for tørr snø.
- 1.18.3.4 Før OY-VKA landet ble det rapportert 8 mm med våt snø. Basert på gjeldende AIC skulle det vært rapportert som 12 mm med våt snø. Dersom snøen var definert som tørr derimot, skulle den ha vært rapportert som 8 mm.
- 1.18.3.5 AIP Norway, AD 1.2, pkt. 2.6.3 definerer de aksepterte måleområdene for de godkjente friksjonsmålerne. Skiddometer med høytrykksdekk (SKH) og Surface Friction Tester med høytrykksdekk (SFH) var godkjent for rullebaner dekket med opp til 25 mm med tørr snø og opp til 3 mm med våt snø eller slaps (slush). Utdrag fra AIP Norway, AD 1.2 er vist i Vedlegg H.
- 1.18.3.6 AIP Norway, pkt. 2.7, rubrikk H beskriver den generelle usikkerheten ved bruk av SNOWTAM tabellen. Se Vedlegg H.

### 1.18.4 Sandefjord lufthavn Torp – bestemmelser for vintervedlikehold

Utdrag fra ”Vintervedlikeholdsplan for Sandefjord Lufthavn Torp, Vintersesongen 2005/2006, Plassvedlikehold, Del C Kap. 4.1” er vist i Vedlegg I.

---

<sup>2</sup> Aeronautical Information Publication Norway, revision date 27 October 2005

1.18.5 EASA sertifisering på kontaminerte rullebaner

Utdrag av EASA Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25 Book 2, Acceptable Means of Compliance er vist i Vedlegg J.

1.18.6 Airbus Industries policy

Utdrag fra Airbus Industries dokument "Getting to Grips with Cold Weather Operations", Airbus Industrie, Flight Operations Support, Customer Services Directorate, 1999, er vist i Vedlegg K.

1.18.7 Boeing policy

1.18.7.1 Boeing flyfabrikk bruker fastsatte verdier for Airplane Braking Coefficient (ABC), som tilsvarer Airbus' "effective  $\mu$ ". Boeing aksepterer ikke korrelasjon mellom målt (rapportert) friksjonstall og flyets ABC eller "effektive  $\mu$ ".

1.18.7.2 Boeing standard verdier for ABC, som grunnlag for Airplane Flight Manual landingsdata fremgår av Figur 3 i Vedlegg L.

1.18.8 Federal Aviation Administration (FAA) policy

FAA har sendt ut en Safety Alert for Operators (SAFO) 06012 som beskriver vinteroperasjoner. Utdrag av denne er vist i Vedlegg M.

1.18.9 Korrelasjon mellom målte friksjonsverdier og flyenes effektive bremsekoefisienter

1.18.9.1 I løpet av de siste 50 årene er det gjort mange forsøk på å korrelere målte friksjonstall mot flyenes effektive bremsekoefisienter. Lufthavnsjef O. Kollerud startet de første forsøkene på Oslo lufthavn Fornebu i slutten av 1940-årene. Kollerud (1953) konkluderte med at flyenes "effektive  $\mu$ " ("airplane braking coefficient", ABC) var 50 % av de målte verdier. De siste korrelasjonstestene ble utført i Canada som del av Joint Winter Runway Friction Measurement Program (JWRFMP 2004), et vinterprogram som strakte seg over flere år frem til 2004. Figur 2 i Vedlegg L viser ABC vs CRFI.

1.18.9.2 Figur 1 i Vedlegg L viser forskjellige korrelasjonskurver mellom målt (rapportert) friksjonstall og "airplane effective  $\mu$ " (eller ABC). Vi ser at det er liten forskjell mellom Kolleruds korrelasjonskurve og den canadiske kurven. Grovt sett utgjør den effektive friksjonskoefisient halvparten av den målte og rapporterte. Figuren viser også den ICAO anbefalte korrelasjonskurven (grønn) og den norskgodkjente kurven (svart). Den sist nevnte er den mest konservative, og den som har vist seg mest praktisk over flere år på kontaminerte norske vinterbaner.

1.18.10 Beregnet landingsdistanse

1.18.10.1 Vedlegg C viser landingsberegninger som er utført av MyTravel Airways Scandinavias Operations Engineering basert på Airbus Performance Data.

1.18.10.2 Beregningene er basert på ENTO LDA 2 569 m, maksimum bremsing og bruk av full motorreversering.

1.18.10.3 Beregningene viser at ENTO Landing Distance Available (LDA) var lang nok, både for aktuell landingsberegning (Actual Landing Distance, ALD) og med EASA margin (LDA + 15 %).

## 1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

SHT har ikke benyttet undersøkelsesmetoder som krever spesiell omtale.

## 2. ANALYSE

### 2.1 SHTs undersøkelser

2.1.1 Havarikommisjonen har undersøkt en rekke ulykker og hendelser relatert til vinteroperasjoner i løpet av de senere årene (ref. pkt. 1.18.1). Videre har SHT undersøkt hendelser der det er indikasjoner på at operatørenes prosedyrer kan forbedres (ref. pkt. 1.18.1.4). Siden hendelser av denne kategori gjentar seg med jevne mellomrom, vurderer SHT dette som et tegn på at det fortsatt er behov for fokus på økte sikkerhetsmarginer.

2.1.2 Havarikommisjonen mener at norske vinteroperasjoner pålegger lufthavpersonell /vaktsejfer og flybesetninger, og da spesielt fartøysjefer, et stort ansvar. Denne alvorlige luftfartshendelsen er et godt eksempel på det (ref. pkt. 1.1.5 - 1.1.12). Dermed er det også lett i ettertid, ved hjelp av ”etterpåkløkskap”, å fokusere på hva vaktsejfen eller fartøysjefen ”burde” eller ”ikke burde” ha gjort for å unngå en ulykke eller hendelse. SHT mener derfor at undersøkelsene bør omfatte hele transportsystemet for luftfart. Det bør fokuseres på personellens vurderinger i forkant av en hendelse, basert på tilgjengelig informasjon, bestemmelser, kunnskaper og generelle rammebetingelser på beslutningstidspunktet. Basert på flere undersøkelser omkring tilsvarende hendelser, mener SHT at lufthavnpersonell, flygeledere og flygere, som er forventet å akseptere kontaminerte rullebaner, ikke har den nødvendige beslutningsstøtten i form av realistiske bestemmelser og nødvendig opplæring.

2.1.3 I undersøkelsene og analysene omkring denne aktuelle alvorlige luftfartshendelsen har SHT lagt til grunn teorier om ulykkesundersøkelser som reflektert i arbeider av Reason (1997) og Dekker (2006 og 2007).

*“Organizational accidents have multiple causes involving many people operating at different levels of their respective companies. By contrast, individual accidents are ones in which a specific person or group is often both the agent and the victim of the accident. The consequences to the people concerned may be great, but their spread is limited. Organizational accidents, on the other hand, can have devastating effects on uninvolved populations, assets and the environment.”*  
(Reason 1997).

*“The challenge is to understand why it made sense to people to continue with their original plan. Which cues did they rely on, and why? When cues suggesting that the plan should be changed are weak or ambiguous, it is not difficult to predict where people’s trade-off will go if abandoning the plan is somehow costly... People need a lot of convincing evidence to justify changing their plan in these cases. This evidence may typically not be compelling until you have hindsight...”* (Dekker 2006).

## **2.2 Avgrensning av analysen**

2.2.1 Havarikommisjonen har i flere tidligere rapporter analysert forhold med flysikkerhetsmessige forbedringspotensial relatert til norske vinteroperasjoner. I denne rapporten tar SHT for seg forhold som har vært undersøkt tidligere, og forhold som er spesielle for denne alvorlige luftfartshendelsen.

2.2.2 SHT har i undersøkelsen valgt å analysere følgende temaer:

- Værforhold og mottatt værinformasjon
- Planlegging
- Vurdering av hendelsesforløpet før landing
- Vurdering av hendelsesforløpet etter landing
- Overlevelsesaspekter
- My Travel Airways (DK) prosedyrer for operasjoner på glatte rullebaner
- Besetningens praktisering av MyTravels prosedyrer for vinteroperasjoner
- Sandefjord lufthavns prosedyrer for vinteroperasjoner
- EASA sertifisering på kontaminerte rullebaner
- Beregninger av landingsdata
- Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger
- Menneskelige faktorer

## **2.3 Værforhold og mottatt værinformasjon**

2.3.1 Før avgang fra Tenerife (GCTS) mottok besetningen vær og NOTAM informasjon for ENTO. Værvarslet (TAF) for ENTO var bra, men indikerte at et snøvær var ventet inn mellom kl. 1400 og 1600 lokal tid (ref. pkt. 1.7.2). Utover kvelden ble det varslet 4 km sikt i snø med temporær sikt ned i 1 200 m og vertikalsikt 800 ft. Besetningen vurderte ikke disse værutsiktene som spesielt bekymringsfulle. De forventet at rullebanen ville være preparert til vanlig akseptabel standard under vinterforhold (GOOD eller MEDIUM). Basert på tilgjengelig informasjon og besetningens erfaring, mener havarikommisjonen at besetningens vurdering av værforholdene var forståelig.

2.3.2 Basert på mottatt TAF, forventet besetningen at rullebane 36 var i bruk. Imidlertid mottok de oppdatert vær og NOTAM via ATIS under innflygingen. Det var da byttet til rullebane 18 (ref. pkt. 1.7.4). ATIS rapporterte om tørr bane og god bremseeffekt. Dette til tross for at sikten var 2 500 m i lett snø og bare en grads duggpunktsspredning (indikerer høy luftfuktighet).

2.3.3 Besetningen mottok ENTO ATIS 1720 UTC før start av nedstigning mot ENTO. Besetningen hadde ikke mottatt SNOWTAM. Den første SNOWTAM som var

tilgjengelig ble utgitt 1450 UTC. Dette var ca. 3 timer før forventet landingstidspunkt og derfor av liten verdi.

- 2.3.4 På grunnlag av tilgjengelig værinformasjon og rullebanestatus forventet ikke besetningen problemer med baneforholdene. Først ved overgang til tårnfrekvensen mottok besetningen den første informasjonen om at rullebanen hadde redusert bremseeffekt. Dette var ca. 3 min. før landing. De ble overrasket over at banen var snødekket og ble derfor opptatt av eventuell sidevind i kombinasjon med redusert friksjon og ba om en vindsjekk. LTT formidlet at vinden var fra 050° 5 kt. Det ga ca. 4 kt sidevind og ca. 3 kt medvind, noe som var godt innenfor selskapets begrensninger. Besetningen aksepterte derfor de nye rullebaneforholdene og at MEDIUM bremseeffekt var tilstrekkelig for å stoppe på tilgjengelig rullebane. SHT mener at besetningen bedømte de mottatte vær- og baneforholdene i tråd med selskapets prosedyrer. Prosedyrene var basert på Airbus prosedyrer og godkjent av Statens Luftfartsvesen (SLV).
- 2.3.5 Ved å analysere fuktighets- og temperaturforhold i ettertid, går det frem at rullebanen var fuktig før den ble dekket av snø (ref. pkt. 1.7.7). Lufttemperaturen i 2 m høyde var målt til - 1 °C (Banerapport kl. 1451 UTC). Utover ettermiddagen falt lufttemperaturen i 2 m høyde til - 2 °C. Duggpunktsspredningen var 1 °C. Lufttemperatur og duggpunktstemperatur i rullebaneoverflaten kan være forskjellig fra det som måles i 2 m høyde. Banerapport fra kl. 1741 UTC sa at rullebanen var dekket av 8 mm våt snø, mens banerapport kl 2028 UTC sa at rullebanen var dekket av 13 mm tørr snø. Av dette mener SHT å kunne fastslå at rullebanen startet ut som bar og fuktig, og som gradvis ble tilført mer fuktighet i form av snøfall. Kombinert med et temperaturfall er det sannsynlig at det underste fuktighetslaget frøs til is samtidig som fuktig nysnø ble tilført. Dermed er det sannsynliggjort at da OY-VKA landet var rullebanen dekket av et tynt islag med fersk fuktig nysnø. SHT mener dette illustrer noe av usikkerheten ved å anslå om en rullebane er dekket av våt eller tørr snø. Definisjonene for våt og tørr snø er henholdsvis "om det er mulig å lage en snøball eller ikke". I forhold til evne til å gi friksjon kan disse definisjonene være verdiløse (ref. Figur 3).

## 2.4 Planlegging

SHT vurderer at besetningen planla flygingen i tråd med selskapets prosedyrer og mottatt vær og NOTAM før avgang fra GCTS. Før nedstigning mot ENTO ble innflyging og landing planlagt ut fra mottatt informasjon via ATIS.

## 2.5 Vurdering av hendelsesforløpet før landing

- 2.5.1 Besetningen startet forberedelsene til innflyging og landing da de var ca. 180 NM fra Torp. Besetningen mottok informasjon om aktuelt vær, rullebane 18 i bruk og rullebanestatus via ATIS. Ut fra tidligere mottatt værinformasjon hadde de forventet å lande på bane 36. Imidlertid var de rapporterte landingsforholdene gode, med tørr rullebane og god bremseeffekt. SHT vurderer derfor at det var naturlig at besetningen aksepterte en medvindskomponent på inntil 5 kt.
- 2.5.2 Basert på estimert landingsmasse på ca. 72 tonn ble det planlagt med en  $V_{ref}$  på 137 KIAS. Med den FMGC automatiske justering av  $V_{app}$  med 5 kt ble  $V_{app}$  øket til 142 KIAS. Basert på isingsforholdene økte besetningen  $V_{app}$  med 5 kt til 147 KIAS. I praksis er det normalt å bruke "autothrust" under innflyging, noe som automatisk vil gi en  $V_{app}$  lik  $V_{ref} + 5$  kt (VLS) gjennom FMGC. I ettertid kan det innvendes at 5 kt i tillegg for flyging under isingsforhold var unødvendig høy med tanke på at det kun var lett ising og



snødekket rullebane. Med de informasjonen besetningen hadde om rullebaneforhold og god bremseeffekt (GOOD), mener SHT likevel at besetningens landingsplanlegging var forståelig.

- 2.5.3 Flyet var konfigurert for landing fra en ILS ved passering av 2 000 ft (ref. pkt. 1.1.7). Ved innsjekk til TWR frekvens, ca. 3 min. før landing, fikk besetningen informasjon om at rullebanen var dekket med 8 mm våt snø. Besetningen vurderte at dette kunne aksepteres med tanke på MEDIUM bremseeffekt uten nevneverdig sidevind og med ubetydelig medvind. SHT støtter besetningens vurdering basert på den informasjonen som besetningen hadde på det aktuelle tidspunktet. De brøt ut av skydekket i ca. 700 ft og fartøysjefen satte Auto Brake (AB) til Medium ved passering av ca. 450 ft radio høyde (RH). SHTs undersøkelser av hendelser relatert til glatte rullebaner viser ellers at flygere bør basere seg på AB Medium eller Manual bremsing ved mistanke om glatt ("slippery") rullebane, i tillegg til å begrense hastighetstillegg for landingshastighet (Stoppdistanse  $S = V^2/2\mu g$ , under 50-60 kt). Formelen for stoppdistanse viser at stoppedistansen øker med hastigheten i kvadrat. For OY-VKA resulterte 10 kt økning i landingshastighet i (137 + 10 kt) i en øket stoppdistanse (S) med 8 % (1.077). Med tillegg av 3 kt medvind kan hastighetstillegget for OY-VKA ha bidratt til ca. 10 % (1.1) økning av stoppedistansen. Av den samme formelen kan det utledes at halvering av  $\mu$  ("effective  $\mu$ ", eller "ABC") resulterer i en dobling av stoppedistansen under 50-60 kt. For OY-VKA resulterte en "effective  $\mu$ " på 0.05 (POOR) (en halvering fra rapportert 0.10 forutsatt Boeings definisjon, ref. pkt. 1.18.7.2) i en tilnærmet dobling av planlagt stoppdistanse (S) under 50-60 kt basert på standard prosedyre (ref. pkt. 1.17.3.2). SHT vil understreke at besetningen fulgte selskapets prosedyrer. Det er normalt å bruke "autothrust" som automatisk øker  $V_{app}$  med +5 kt. Besetningens ytterligere økning av  $V_{app}$  med +5 kt for å kompensere for isingsforhold er basert på flygerskjønn og fartøysjefens vurdering. På den andre siden vil SHT advare mot ukritisk økning av  $V_{app}$  under innflyging til kontaminerte rullebaner med usikker bremsevirkning. SHT vil understreke at selskapets prosedyrer var i tråd med Airbus' anbefalte prosedyrer og godkjent av det danske luftfartstilsynet (SLV).
- 2.5.4 Under siste del av innflygingen kom de for høyt på glidebanen. Fartøysjefen påpekte dette til PF. PF rakk ikke å korrigere dette før utflating, og grunnet 10 kt høyere landingshastighet (i forhold til anbefalt  $V_{ref}$  for den aktuelle landingsmasse), "fløt" flyet et stykke inn på rullebanen før setting. OY-VKA landet 357 m "long" inne på rullebanen, 787 m fra terskelen, med 140 KIAS. I ettertid er det lett å si at PF burde ha fløyet en mer nøyaktig glidebane og satt flyet bestemt ned på rullebanen i tråd med anbefalt prosedyre (ref. pkt. 1.17.3.2). SHT mener imidlertid at en hastighetsøkning med 5 kt for (pålegg for ising) i tillegg til det automatiske pålegget for bruk av Auto thrust/Auto throttle (AT) og påfølgende tendens til "flyt", ligger innenfor de normale marginene ved landing.
- 2.5.5 SHT mener at besetningens forberedelser og gjennomføring av innflyging og landing var innenfor selskapets prosedyrer, sett i relasjon til mottatt informasjon på beslutningstidspunktet.

## 2.6 Vurdering av hendelsesforløpet etter landing

- 2.6.1 SHT vurderer at besetningen ikke var forberedt på at rullebanen var spesielt glatt, selv om de hadde mottatt informasjon om våt snø på rullebanen og MEDIUM bremseeffekt. Her kan en i ettertid mene at besetningen burde ha reagert på at det var våt snø på rullebanen. Anbefalt prosedyre for landing på glatt rullebane (eller "limited runway length") var å bremse manuelt før nesehjulet var senket til banen (ref. pkt. 1.17.3.2). SHT vurderer at grunnen til at besetningen ikke hadde forberedt en slik landingsprosedyre, var at de ikke

var innforstått med at det skulle være POOR bremseeffekt når de hadde fått rapportert MEDIUM. Dermed hadde de ikke briefet alternativ bremseprosedyre, men baserte seg på normal bremsing ved hjelp av AB Medium. PF fulgte derfor standard prosedyre ved å senke nesehjulet til rullebanen og bruke maks reversering. SHT mener at besetningens valgte prosedyre var en naturlig fremgangsmåte under de gitte forutsetningene.

- 2.6.2 Besetningen følte ikke noen effekt fra hjulbremsene. Fartøysjefen har forklart for SHT at han trodde at AB systemet ikke virket. Utskriften fra FDR viser at AB MED ON var på, og at det ble satt til OFF-ON to ganger (ref. Vedlegg B). Styrermannen registrerte fartøysjefens forsøk på å resette AB og valgte å gå over til manuell bremsing. MyTravels interne undersøkelsesgruppe mener at det kan være forårsaket av at PF hadde et visst trykk på bremsepedalene ved landing. Denne teorien er støttet av at styrermannen har bekreftet at han hadde for vane å lande med bena hvilende på bremsepedalene under landing og ikke på gulvet. Dette kan ha forårsaket sen "*spin up*" av hjulene slik at AB ikke har koplet inn. SHT mener at en medvirkende årsak også kan ha vært at sen "*spin up*" av hjulene ble forsinket av at det var POOR bremseeffekt i kombinasjon med redusert vekt på hjulene under den myke landingen, og at den nødvendige retardasjonen ikke ble oppnådd. For at det grønne lyset i AB DECEL MED bryteren skulle lyse måtte 80 % (2,4 m/sek<sup>2</sup>) av den valgte retardasjonen (Medium 3 m/s<sup>2</sup>) ha vært oppnådd. Vedlegg B viser at retardasjonen var oppe i maksimalt 0,20 G (1,96 m/s<sup>2</sup>), og at den økte bare med 0,04 G da PF bremsset manuelt. Deretter sank retardasjonen med avtakende luftmotstand. Dette indikerer at den effektive bremsekoefisienten (ABC eller  $\mu_{\text{eff}}$ ) var i størrelsesorden 0,04 (POOR). Dette samsvarer godt med Figur 7. De største bidragene til retardasjonskraft i den første fasen av landingen var aerodynamisk luftmotstand og motorreversering.
- 2.6.3 Besetningen merket heller ikke noen effekt fra hjulbremsene med manuell bremsing. Figur 6 viser Airbus' computerberegning av FDR data og viser den prosentuelle fordelingen av bremsekraft fra aerodynamisk luftmotstand (hovedsakelig flaps og spoilers), reversering og hjulbremseser. Grafen viser nedbremsing fra 112 Knots Ground Speed (KGS, bakkehastighet), og at luftmotstanden varierte fra ca. 50 % like etter landing, til tilnærmet null under 30 kt. Reversering bidro med ca. 20 % av den totale bremsekraften gjennom hele bremseforløpet (en ser bort fra rullefriksjonen som var ubetydelig). Vi ser at bremsefriksjonen varierte mye. Det betyr at det var meget glatt og at anti-skid systemet arbeidet for fullt. Den gjennomsnittlige prosentandelen fra hjulbremseser viser en gradvis økning fra ca. 20 % ved 110 kt til ca. 25 % ved ca. 70 kt der fartøysjefen satte på PB. Dette gjorde han fordi han ikke kjente noen effekt fra hjulbremsene. SHT har erfart at dette er en vanlig opplevelse hos flygere ved forsøk på å bremse på glatt føre (Braking Action POOR).
- 2.6.4 Figur 7 viser Airbus' computerberegning av "airplane braking coefficient" (ABC, eller "*effective  $\mu$* "). Grafen viser videre at den gjennomsnittlige bremsekoefisienten lå på ca. 0.05 fra ca. 110 kt ned til ca. 70 kt. Dette er sammenfallende med hastigheten der fartøysjefen satte på PB fordi han ikke registrerte noen bremsevirkning fra hjulbremsene (ref. Figur 6). Figur 7 viser at ABC falt fra ca. 0.05 til 0.04 da PB ble satt på. Dette er forenlig med friksjonsteorien og en følge av at anti-skid systemet ble koplet ut. Dermed låste hjulene seg og friksjonen overgikk til ren glidefriksjon som er mindre enn slipfriksjon. Figurene 6 og 7 viser videre effekten av at fartøysjefen svingte til venstre ved hjelp av nesehjulsstyring. Dermed dreide flyets nese gradvis til venstre mens flyets hastighetsvektor fortsatte fremover i samme bane langs rullebanen. Friksjonen fra hoved-

og nesehjulene, som da skled mer og mer på tvers av fartsretningen gjennom snøen, økte gradvis til 0.06-0.07, og mot slutten opp mot ca. 0,08.

- 2.6.5 Vedlegg B viser at flyet hadde en myk landing der det gikk flere sekunder mellom hovedhjulenes kontakt med rullebanen og til hovedhjulenes "weight on wheels" brytere ("squat switches") ble operert. SHT vurderer at grunnen til at PF ikke utførte en bestemt ("firm") landing som anbefalt ved landing på glatte rullebaner, var en følge av at det ikke var briefet. Som analysert under pkt. 2.5.2 hadde besetningen planlagt en landing på bar rullebane med god bremseeffekt. Vedlegg B viser at oppbremsingen startet med en gang "squat" bryterne ble operert ("weight on wheels"). Med vekt på hjulene og throttlene til tomgang aktiveres spoilers. Samtidig var PF rask med å sette motorene i revers. Vedlegg B viser at retardasjonen raskt kom opp i ca. 0,16 G og økte til bare ca. 0,20 G da PF brukte manuell bremsing. Utskriften viser videre at selv om det gikk 8 sekunder fra landing til PF engasjerte manuell bremsing, var retardasjonsbidraget fra hjulbremsene ubetydelig. Sammenholdt med Figur 6 viser Vedlegg B at hjulbremsene bare bidro med ca. 20 % bremsevirkning (tilsvarende en ABC på 0,20 G multiplisert med 20 % = 0.04) ned til ca. 70 kt. Derfor var den sene engasjeringen av manuell bremsing uten vesentlig betydning ved de aktuelle baneforholdene. Figur 6 og Vedlegg B viser at med relativt konstant bremsekraft fra motorreversering, hjulbremses og avtagende luftmotstand, avtok den totale bremsekraften. SHT mener derfor at det ikke var urimelig av besetningen, som forventet MEDIUM bremseeffekt, å mistenke bremsesvikt under de aktuelle forholdene. SHT vil allikevel påpeke at den korrekte prosedyren for landing på glatte rullebaner var å fly en stabilisert innflyging på glidebanen med en bestemt ("firm") landing og start av maksimalt bruk av manuell bremsing før nesehjulet tok ned i rullebanen. Operasjoner på kontaminerte rullebaner gir besetningen reduserte marginer og høyere risiko for utforkjøringer enn ved operasjoner på tørre rullebaner. Det er derfor meget viktig at besetninger bruker optimale landings- og bremseprosedyrer i tråd med fabrikantens og selskapets foreskrevne prosedyrer.
- 2.6.6 På det tidspunktet fartøysjefen tok over kontrollene (PF) var flyet halvveis nedover rullebanen. Utskriften fra FDR viser at AB MED DECEL bryteren var på som forutsatt, men at det grønne DECEL lyset ikke lyste, og at oppbremsingen startet først da styrmannen tok i bruk manuell bremsing. FDR data viser at full motorreversering ble bibeholdt helt til flyet stoppet og at 80 % av valgt deselerasjon ikke ble oppnådd. 80 % utgjør 2,4 m/s<sup>2</sup> mens det ble oppnådd maksimalt 1,96 m/s<sup>2</sup>.
- 2.6.7 Fartøysjefen brukte de ressursene han hadde tilgjengelig, med full motorreversering og maks manuell bremsing. Til tross for dette var bremseeffekten dårlig og besetningen innså at de ikke ville klare å stoppe på gjenværende rullebane. Fartøysjefen mistenkte at det var feil med bremsesystemet og følte at han måtte prøve en alternativ bremsemetode. Han satte derfor på parkeringsbremsen (Park Brake, PB). FDR utskrift viser at PB var på fra 73 kt GS til flyet stoppet.
- 2.6.8 Bruk av PB ved mistanke om bremsesvikt er det siste punktet i den foreskrevne prosedyren (ref. pkt. 1.17.3.3). Prosedyren foreskriver at en skal gå gjennom flere punkter før en setter PB på. SHT mener at det ikke var tid til å gå gjennom hele prosedyren og at fartøysjefens handling var forståelig i den aktuelle situasjonen. Ved å bruke den foreskrevne alternative bremseprosedyren skal anti-skid og nesehjulstyring (A/SKID & N/W STRG) slås av. Dette er en prosedyre som er utviklet fra sertifiseringstesting på tørr rullebane og ikke med tanke på bremsing på underlag med POOR bremseeffekt. Ved å bruke PB bibeholdes nesehjulstyring. Dermed oppnådde fartøysjefen å svinge flyets nese

til venstre. Figur 6 viser at bremskraften fra hjulfriksjonen gradvis økte fra ca. 50 % ved 60 kt bakkehastighet til ca. 80 % mot slutten av oppbremsingen. Fra 20 til 0 kt GS besto den totale retardasjonskraften av 20 % motorreversering og 80 % friksjon fra hjulene ("*skidding*"). Denne effekten vises tydelig i Vedlegg B, der vi ser at den laterale retardasjonen øker markert mot slutten av nedbremsingen. Dette startet da fartøysjefen svingte flyets nese til venstre ved ca. 60 kt (se Figur 6 og 7). Dermed skled alle tre hjulparene (hoved og nese) sidelengs med bredsiden i fartsretningen og pløyde seg gjennom snøen. Den totale friksjonsflaten ble da større enn om kun de to hovedhjulene skulle ha sklidet med låste hjul i fartsretningen. Under de siste 5 sek. av oppbremsingen var retardasjonen fra denne tverrstillingen av flyet 1,5 gang så stor som den totale oppbremsingen over 80 kt GS.

- 2.6.9 På dette tidspunktet var det klart for besetningen at de ville ende opp utenfor rullebanen. Styrmannen som nå var PNF så at terrenget på østsiden av terskel 36 var noe flatere enn på vestsiden. Han rådet fartøysjefen til å styre mot venstre (østsiden av rullebanen). Flyet skled på låste hjul og ved å svinge nesehjulet til venstre, startet fartøysjefen en utilsiktet, men etter SHTs vurdering, en gunstig sleng på flyets nese til venstre. Den lave friksjonen resulterte i at flyets nese dreide i retning mot øst, mens flyets hastighetsvektor fortsatte fremover langs rullebanen.
- 2.6.10 Utskriften fra radiokommunikasjonen viser at besetningen kalte TWR med ordene: "*we are going off the runway*" ca. 40 sek. før flyet stoppet i enden av rullebanen. På det tidspunktet var flygelederen opptatt i en samtale med lufthavnvakten samtidig som det kom en telefon fra Farris Approach. Han oppfattet derfor ikke meldingen. Flygelederen ba om gjentakelse av meldingen fra OY-VKA. En bekreftelse om en nødsituasjon ble gjentatt fra OY-VKA, samtidig som det ble føyd til: "*we need rescue*". Havarikommisjonen mener at dette indikerer at besetningen hadde en god situasjonsforståelse og oversikt som bidro til en rask havariutrykning.
- 2.6.11 OY-VKA fortsatte å dreie nesen til venstre mens flyets hastighetsvektor skled videre mot enden av stoppveien i sydenden av rullebanen. I dette området heller banen litt nedover mot sydvest. På grunn av den lave friksjonen og skrånende rullebanen skled flyet gradvis over på den høyre siden av senterlinjen. Medvirkende til dette var bremskraften fra motorene som fortsatt var i maks reversering.
- 2.6.12 SHT vurderer at besetningen håndterte den aktuelle nødssituasjonen, som de plutselig befant seg i, på en tilfredsstillende måte. I ettertid kan det pekes på at de på bakgrunn av TAF og METAR burde ha vært forberedt på at det kunne være redusert bremseeffekt på rullebanen. SHT mener at det er "*etterpåklokskap*" og at en må analysere situasjonen sett fra besetningens kunnskap som de hadde tilgjengelig om rullebanestatus.
- 2.6.13 I ettertid kan besetningen også kritiseres for å ha brukt gal alternativ prosedyre for det de opplevde som bremsesvikt. SHT mener at en må vurdere dette ut fra den situasjonen besetningen befant seg i. Flyet nærmet seg hurtig enden av rullebanen og besetningen fryktet at de ville skli ut av banen. Fartøysjefen hadde bare noen sekunder på seg til å forsøke å begrense skadene ved en utforkjøring. Det var ikke tid til å utføre en fullstendig alternativ bremseprosedyre. Videre mener SHT at den foreskrevne alternative bremseprosedyren var basert på landing på en tørr rullebane og ikke ville ha bedret situasjonen.
- 2.6.14 Fartøysjefen brukte de ressursene han hadde tilgjengelig på en optimal måte. Han beholdt maks motorreversering, satte på PB og svingte flyets nese til venstre etter anvisning fra

styrmannen (CRM). Bruk av PB i den aktuelle situasjonen var etter SHTs vurdering det beste i den aktuelle situasjonen. Ved å bruke PB beholdt han nesehjulsstyring, mens den alternative prosedyren ville ha koplet ut denne. Ved å styre mot venstre for å kjøre flyet ut på venstre side av rullebanen, initierte fartøysjefen en sleng på flyet slik at det skrenset mer og mer på tvers av rullebaneretningen. Vedlegg B viser hvor mye dette økte retardasjonen ved at Lateral G økte mye mer enn Longitudinal G avtok. Dette resulterte i at flyet stoppet helt i enden av betongstripen. Den siste bevegelsen av flyets sideveis bevegelse ble stoppet av at nesehjulet traff betongkanten med 2-5 kt GS.

- 2.6.15 SHTs vurdering er at besetningen befant seg i en nødssituasjon uten noen klar nødprosedyre å forholde seg til. Tiden var knapp og fartøysjefen, i samarbeid med styrmannen, gjorde det han følte han kunne gjøre for å begrense skadeomfanget. SHT mener at besetningen klarte å berge en meget kritisk situasjon på en tilfredsstillende måte. Videre mener SHT at i en stresset nødssituasjon, som det mangler klare prosedyrer for, eller som det ikke er trent på i simulator, reagerer flygere på bakgrunn av sine kunnskaper og trening slik som ved denne hendelsen.

## 2.7 Overlevelsesaspekter

### 2.7.1 Brann og redning

- 2.7.1.1 Opptak av radiokommunikasjon og CVR viser at besetningen sendte radiomelding om nødssituasjon to ganger på tårnfrekvensen før flyet stoppet. Den første meldingen ble ikke oppfattet av flygelederen og besetningen kalte opp på nytt. De meldte at de kom til å kjøre ut av rullebanen og hadde behov for redningsutstyr (*"we need rescue"*). Dermed var flygelederne oppmerksomme på nødssituasjonen før flyet stoppet. På den bakgrunn ble havarialarmen utløst og brann og redningsbilene rykket ut mens flyet ennå var i bevegelse. SHT undersøkelser viser at det gikk 10 sekunder fra flygelederen mottok den andre meldingen om en nødssituasjon til alarmen ble utløst. Denne forsinkelsen hadde ingen betydning for denne hendelsen, men SHT vil likevel understreke hvor viktig det er at havarialarm blir utløst ved første tegn på at en nødssituasjon er under utvikling.
- 2.7.1.2 Vaktstående flygeleder fikk varslet brann- og redningsberedskapen som umiddelbart kjørte ut med havariberedskapen bestående av vaktbil og tre brannbiler. Den første brannbilen var i posisjon ved flyet 109 sekunder etter varsling, og den siste utrykningsbilen var fremme ved flyet 127 sekunder etter varsling. Dette er utenfor BSL E kravene om 90 til 120 sekunders responstid. Under utkjøringen varslet vaktleder om at sjåførene måtte kjøre forsiktig fordi det var meget glatt føre. Ute ved flyet utførte vaktleder en inspeksjon rundt flyet og rapporterte tilbake til TWR om de observerte skadene. Ved denne utrykningen gikk det 19 sekunder mer enn minstekravet til responstid og 7 sekunder mer enn maksimumskravet til å komme i posisjon ved flyet. Av denne forsinkelsen lå 10 sekunder i varslingen fra TWR. Den resterende tidsforsinkelsen kom av at brannbilene måtte kjøre forsiktig på det glatte føret. På den bakgrunn vurderer SHT at brann- og redningsberedskapen fungerte tilfredsstillende under de rådende forholdene.

### 2.7.2 Evakuering

- 2.7.2.1 CVR viser at besetningen ikke fikk advart kabinbesetningen eller passasjerene om den forestående mulige utforkjøringen slik som prosedyrene foreskriver (*"brase for sudden stop"* eller tilsvarende). Besetningen "hadde hendene fulle" med å begrense skadeomfanget ved å prøve å stoppe flyet på fast grunn, samtidig som de kalte TWR to

ganger. SHT mener at dette var en prioritering som besetningen måtte gjøre på sekunder i en meget stresset situasjon, og er enig i besetningens prioritering. Alle i kabinen var fastspent, og flyet hadde så liten bakkehastighet da det til slutt stoppet at kabinbesetning og passasjerer ikke ble utsatt for ekstra store krefter (ref. FDR data Vedlegg B).

- 2.7.2.2 Etter at flyet stoppet konfererte fartøysjefen med kabinsjefen og fikk tilbakemelding om at alt var bra i kabinen. Han besluttet at de skulle vente med å evakuere flyet inntil lufthavnen kunne skaffe busser. Besetningen startet APU og stengte ned motorene. Grunnet snøvær og glatte veier ble bussene forsinket og evakueringen av passasjerene ble først utført 50 min. etter at flyet stoppet. Det ble etter hver kjørt ut en trapp og passasjerene ble evakuert gjennom fremre, venstre kabindør (ref. Figur 3). SHT vurderer at besetningen håndterte evakueringen på en tilfredsstillende måte.

## 2.8 MyTravel Airways Scandinavias prosedyrer for operasjoner på glatte rullebaner

- 2.8.1 MyTravel Airways' prosedyrer er basert på Airbus' anbefalte prosedyrer for vinteroperasjoner. SHT har tidligere undersøkt en hendelse med en Airbus A320 tilhørende My Travel Airways UK på Harstad/Narvik lufthavn Evenes (ENEV) 24. november 2004 (SHT rapport 2007/25, Referanse 3). SHT har på bakgrunn av hendelsene på Evenes og Torp, i tillegg til flere andre undersøkelser av ulykker og hendelser relatert til glatte rullebaner, konkludert med at den metoden som Airbus anbefaler for å bedømme "*effective  $\mu$* " er lite tilfredsstillende.
- 2.8.2 Pkt 1.18.6 og Vedlegg K omhandler Airbus' policy angående friksjon på kontaminerte rullebaner. Som det fremgår av teksten stoler ikke Airbus på friksjonsmålinger. Det er delvis i tråd med FAAs og Boeings syn. Imidlertid baserer Airbus seg på en teori om at hver type kontaminasjon gir en bestemt friksjon. Dette synet er delvis basert på EASAs CS-25 Book 2 (ref. pkt. 1.18.5 og Vedlegg J) som beskriver bruk av "*default values*" for "*effective  $\mu$* ". SHTs funn i undersøkelser indikerer at disse faste friksjonsverdiene ikke er korrekte.
- 2.8.3 Vedlegg D til F viser Airbus/MyTravels prosedyrer for operasjoner på kontaminerte og glatte rullebaner. Vedlegg D-1 viser Airbus's definisjoner for forskjellige typer kontaminasjoner. Av vedlegget fremgår at Airbus opererer med "*fluid contaminated runways*" der spesifiserte mengder med tørr snø, våt snø, "*slush*" (slaps) og vann, settes likeverdig med våt rullebane. SHT har i flere undersøkelser funnet at dette ikke er i overensstemmelse med virkeligheten. Erfaringsdata viser at våt rullebane gir en "*effective  $\mu$* " på ca. halvparten av friksjonen på tørr rullebane. Boeing har utført tester med sine flytyper som viser at ABC (tilsvarer Airbus' "*effective  $\mu$* ") er i størrelsesorden 0,4 på tørr rullebane, mens ABC på våt rullebane er ca. 0,2 og tilsvarende bremseeffekt GOOD (ref. pkt. 1.18.7 og 1.18.9). SHT har i flere undersøkelser funnet at selv små mengder tørr eller våt snø eller "*slush*" på rullebaner har resultert i POOR bremseeffekt.
- 2.8.4 Vedlegg D-2 viser at Airbus likestiller friksjon på spesifiserte dybder av tørr snø og våt snø med spesifiserte dybder av "*slush*" (slaps). Vedlegg D-2 viser at Airbus likestiller 12,7 mm våt snø og 50,8 mm tørr snø med 6,3 mm "*slush*". SHT har ved flere undersøkelser funnet at denne metoden ikke stemmer i virkeligheten. Som eksempel kan vises til den aktuelle hendelsen på Torp. Det var rapportert 8 mm våt snø på rullebanen. Basert på informasjon i Airbus FCOM/MyTravel Performance Manual (ref. Vedlegg D-2) valgte besetningen på OY-VKA å regne konservativt ved å likestille 8 mm våt snø med 6 mm "*slush*". Vedlegg E-1 viser MyTravel Performance Manual data i form av Gross Mass Chart beregnet for ENTO (datert 19. april 2006). Som det fremgår av denne kunne

- 2.8.5 Vedlegg E-2 viser en tabell fra MyTravel Performance Manual som gir beregnet Gross Mass landingsdata for en A321-211 ved landing på ENTO rullebane 18 med en målt friksjon (FC) (datert 19. april 2006). Tabellen viser at OY-VKA skulle kunne ha landet med 5 kt medvind med en målt (rapportert) FC på 0,25 med en landingsmasse på 79 024 kg (aktuell masse var 71 800 kg).
- 2.8.6 Vedlegg F viser en tabell fra Airbus FCOM/MyTravel Performance Manual til bruk under flyging for å beregne aktuell landingsdistanse ved bruk av manuell bremsing (uten bruk av AB). Tabellen viser at ved landing på en rullebane dekket med 6,3 mm "slush" ved 72 000 kg landingsmasse, vil en A321 bruke 1 715 m uten reserve. Landingsdistansene er basert på korrekt verdi for  $V_{ref}$  som beregnet at flyets computer. Tabellen gir korreksjonsverdier for medvind og reversering. Det viser at 10 kt medvind gir et tillegg på 22 % i stoppedistansen, mens bruk av reversering gir et fratrekk på 11 %. Total korreksjon blir et tillegg på 11 %, som gir en landingsdistanse på  $1\,715\text{ m} \times 1,11 = 1\,904\text{ m}$ .
- 2.8.7 De tre Airbus metodene for å beregne landingsdata viser at det ikke var noe til hinder for å lande på Torp på det aktuelle tidspunktet. Metodene diskutert under pkt. 2.8.4 og 2.8.6 er basert på Gross Mass Charts og tilgjengelig rullebane (Landing Distance Available, LDA), som for ENTO RWY 18 er 2 569 m. Metoden forutsetter videre en bestemt friksjon ("*effective  $\mu$* ") som Airbus har fastsatt for en bestemt "*equivalent contamination*". SHT har funnet ved en tidligere undersøkelse at denne metoden ikke er pålitelig i praksis (se Referanse 3).
- 2.8.8 Metoden diskutert under pkt 2.8.5 er basert på målt (rapportert) FC. SHT har i flere undersøkelser (se SHT RAP 2009/7, SHT RAP 2009/6, SHT RAP 2007/25 og SHT RAP 23/2002, Referanser 1-4) påvist at bruk av målte FC verdier ikke er pålitelige ved kontaminering i form av nysnø, våt snø og "slush" (definert som "våt" kontaminering). SHTs undersøkelser viser at bruk av målt FC kun kan brukes på tørr kompakt snø eller tørr sandet is. SHTs undersøkelser viser også at "våt" kontaminering gir POOR bremseeffekt. SHT mener derfor at metoden med å sette friksjonen på visse maksimumsmengder tørr snø, våt snø, og "slush" lik med ("*equivalent to*") friksjonen på vann, samt metoden med å sette friksjonen på definerte mengder tørr snø og våt snø lik med friksjonen på "slush", er upålitelig (ref. pkt. 1.18.7.1 Boeing). For å ta hensyn til den dokumenterte usikkerheten i målingene (ref. pkt. 1.18.2.1, og pkt. 1.18.2.3) mener SHT at den sikreste metoden er å basere seg på målte eller anslåtte verdier for GOOD, MEDIUM eller POOR bremseeffekt på alle typer av kontaminering, og ikke stole på at en viss mengde av snø eller slaps gir en bestemt friksjon eller kan likestilles med bestemte mengder av vann.
- 2.8.9 Havarikommisjonen mener at praktisk bruk av FC bør begrenses til verdiene som vist i Tabell 4 nedenfor. Første kolonne i tabellen beskriver rullebanestatus. SHT mener rullebanestatus bør begrenses til hovedkategoriene tørr, våt og kontaminert bane.

Tabell 4: Havarikommisjonens vurdering av praktisk bruk av FC

RWY status	Jet ABC	Prop ABC	SNOWTAM	ICAO Code	
Dry	0,40	0,40			
Wet	0,20 or TBD	0,20 or TBD			
Cont FC					
0,40	0,20	0,20	Good	5	
0,30	0,10	0,15	Medium	3	
0,20	0,05	0,10	Poor	1	Wet/Moist conditions

- 2.8.10 SHT mener at klassifisering av kontaminert rullebane bør begrenses til tre friksjonskategorier; GOOD, MEDIUM og POOR, som brukes sammen med ICAO SNOWTAM FC-verdier (0,40, 0,30 og 0,20), og som kan settes inn i Cockpit Performance Computer (CPC). Kolonne 2 (jet) og 3 (prop) viser praktisk brukbare ABC ("*effective  $\mu$* ") som kan brukes i beregningsmodellen i CPC.
- 2.8.11 Basert på den forutgående analyse mener SHT at MyTravel Scandinavia bør revurdere bruk av Airbus' anbefalte metode ved å likestille friksjon på forskjellige typer kontaminering. SHT har i flere undersøkelser konstatert at friksjonen på fuktig/våt kontaminering av typen nysnø, våt snø og slaps (slush) er erfart som dårlig (POOR).
- 2.8.12 I høringsprosessen av denne rapporten er det reist tvil om en operatør kan fravike fabrikanterens rådgivende data og operasjonsprosedyrer. SHT er enig på generelt grunnlag, men vil påpeke at landingsdata for forurensede (kontaminerte) og glatte rullebaner er kun rådgivende data. Et flyselskap kan bruke mer konservative data godkjent av lokal luftfartsmyndighet basert på egne risikoanalyser. SHT viser til at jettfly er sertifisert basert på test data fra avgang og landing på tørr rullebane uten bruk av motorreversering og på 60 % av LDA. Derfor var maksimum sertifisert landingsmasse for Airbus 321-211 LN-VKA på tørr rullebane 77 000 kg (ref. pkt. 1.6.4). Likevel tillater EASA A321 operasjoner på kontaminerte og glatte ("*slippery*") rullebaner med landingsmasse opp til 100 000. For SHT er dette en klar indikasjon på at sikkerhetsmarginene ved operasjoner på kontaminerte og glatte rullebaner er mindre enn ved operasjoner på tørre rullebaner. En annen indikasjon er at operasjoner på tørre rullebaner er basert på sertifiserte data, mens operasjoner på kontaminerte og glatte rullebaner er basert på rådgivende data som ikke er verifisert.

## 2.9 Besetningens praktisering av MyTravels prosedyrer for vinteroperasjoner

### 2.9.1 Flyging i isingsforhold

Besetningen forholdt seg til MyTravels prosedyrer for vinteroperasjoner (ref. pkt. 1.17.3.1). Av prosedyren fremgår det at dersom det observeres "*significant ice accretion*" anbefales det å øke  $V_{ref}$  (V-Landing Speed, VLS) med 5 kt ved bruk av full



flaps. Besetningen valgte å gjøre dette selv om det ikke var rapportert sterk ("significant") ising. Dette er en vurdering av fartøysjefen basert på flygerskjønn og prosedyrer. I ettertid kan det diskuteres om ikke den automatiske økningen av landingshastighet med 5 kt ved bruk av Auto Thrust burde ha vært tilstrekkelig. Prosedyren anbefaler videre å øke Landing Distance Required (LDR) med 10 %. Hastighetsøkningen på 5 kt kom i tillegg til de 5 kt som blir lagt til automatisk gjennom FMGC ved bruk av Auto Thrust (AT). 5 kt høyere landingshastighet vil øke landingsdistansen med ca. 7 %. SHT vurderer at den valgte hastigheten var i henhold til selskapets prosedyrer, og SHT mener at det var naturlig for besetningen og ikke legge spesiell vekt på landingshastighet med tanke på en meget glatt rullebane. De hadde planlagt landingen basert på mottatt informasjon om at rullebanen var bar, med god bremseeffekt. Ved mottatt informasjon om MEDIUM bremseeffekt 3 min. før landing gjorde de en vurdering om de kunne lande under de rådende forholdene, noe de fant var akseptabelt. SHT har forståelse for den vurderingen.

## 2.9.2 Landing på kontaminerte rullebaner

- 2.9.2.1 Prosedyren for landing på kontaminerte rullebaner fremgår av pkt. 1.17.3.2. Prosedyren anbefaler bruk av AB MEDIUM. Dette ble også brukt av besetningen. I ettertid er det lett å se at besetningen burde ha brifet og utført en landing på kontaminert rullebane slik som anbefalt. På bakgrunn av den informasjonen som besetningen hadde tilgjengelig, mener SHT at det ikke var klart for besetningen at rullebanen hadde dårlig (POOR) bremseeffekt.
- 2.9.2.2 I dette tilfellet fulgte besetningen gjeldende prosedyrer for bestemmelse av landingshastighet. Imidlertid har SHT i flere undersøkelser registrert at det ofte legges unødvendig stort hastighetstilskudd til den anbefalte landingshastigheten. Det kan synes som at flygere har en unødig bekymring for å få for lav hastighet under landing. Det synes som denne bekymringen overskygger eventuelle bekymringer med hensyn til å få bremset ned på en glatt rullebane. I dette tilfellet hadde besetningen 10 kt høy landingshastighet i forhold til  $V_{ref}$  basert på landingsmasse alene. Av denne hastighetsøkningen var 5 kt automatisk ved bruk av Auto Thrust, og således ikke et valg av besetningen men et resultat av standard prosedyrer. Den andre økningen på 5 kt var valgt av fartøysjefen basert på isingsforhold. Disse hastighetsøkningene, i kombinasjon med høy utflating og myk landing, medførte at flyet landet 357 m lengre inn på banen enn ønskelig (totalt 787 m). Anbefalt landing på glatte rullebaner er en markert ("firm") landing med "positive touchdown" (ref. pkt. 1.17.3.2). I dette tilfellet landet flyet med  $V_{ref} + 10 \text{ kt} + 3 \text{ kt medvind} = 13 \text{ kt}$  høyere landingshastighet enn den  $V_{ref}$  som var anbefalt basert på landingsmasse alene. Dette var 10 % økning i landingshastighet, noe som ga 21 % lengre stoppedistanse. SHT har i flere undersøkelser av hendelser i forbindelse med utforkjøringer etter landing på glatte rullebaner registrert at flybesetninger har en tendens til å legge på hastigheten utover det som er anbefalt. Ved denne hendelsen fulgte besetningen flyselskapets prosedyrer for bruk av Auto Thrust og flyging i isingsforhold. Den resulterende  $V_{app}$  på 147 kt var derfor akseptabel. På den andre siden mener SHT at det er viktig at besetninger er ekstra oppmerksomme ved landing på kontaminerte og glatte rullebaner, med kritisk vurdering av bruk av Auto Thrust og hastighetsøkning for isingsforhold. Utfordringen med å stoppe på en kontaminert og glatt rullebane kan være av større betydning enn faren for å fly med for lav  $V_{app}$ . SHT har i flere undersøkelser av hendelser i forbindelse med utforkjøringer etter landing på glatte rullebaner registrert at flybesetninger har en tendens til å legge på hastigheten utover det som er anbefalt.

Havarikommisjonen vil råde flybesetninger generelt til å revurdere behovet for å øke landingshastigheten ved landing på våte eller kontaminerte rullebaner.

### 2.9.3 Tap av hjulbrems

Prosedyren for tap av brems fremgår av pkt. 1.17.3.3. Besetningen hadde valgt AB Medium. De følte ingen effekt av hjulbremsene etter landing. De registrerte også at velgebryteren for Autobrake ikke lyste som forutsatt. PF valgte da manuell bremsing, uten at besetningen kjente noe øket bremsing fra hjulbremsene. Fartøysjefen mistenkte da bremsesvikt og valgte Park Brake. Som det fremgår av pkt. 1.17.3.3 er den anbefalte prosedyren for bremsesvikt relativt omstendelig tatt i betraktning at flyet er halvveis nedover rullebanen. I tillegg foreskriver prosedyren å kople ut Anti-skid og Nose Wheel Steering. Dersom alt dette svikter, skal PF sette på PB. Fartøysjefen valgte å gå rett på PB. SHT mener at det er forståelig at fartøysjefen mistenkte bremsesvikt. De fleste flygere vil oppfatte dårlig (POOR) bremseeffekt som bremsesvikt dersom de forventer noe bedre (GOOD eller MEDIUM). SHT mener videre at den løsningen fartøysjefen valgte, ved å sette på PB, var det beste tiltaket han kunne ha gjort i den aktuelle og meget kritiske situasjonen. Prosedyren for bremsesvikt er basert på tester utført under sertifisering av flytypen. Slik sertifisering utføres på bar og tørr rullebane med god friksjon. Under slike forhold er det ikke det samme behovet for nesehjulsstyring. Fartøysjefen beholdt dermed kontroll over nesehjulsstyringen, noe han ikke ville hatt dersom han hadde fulgt den anbefalte prosedyren. Dermed kunne fartøysjefen svinge flyet mot et bedre egnet område for en kontrollert utforkjøring. Dette lyktes ikke fordi flyet skled på låste hjul langs den samme hastighetsvektor. Derimot bidro fartøysjefens styring til at flyet fikk sleng på seg og skled sideveis. Dette resulterte i økende sideveis friksjon som gjorde at flyet ble brems ned på gjenværende rullebane og fartøysjefen unngikk dermed en utforkjøring. SHT vil berømme fartøysjefen for hans beslutsomhet og handlekraft i en stresset situasjon som kunne fått langt alvorligere følger.

## 2.10 Sandefjord lufthavns prosedyrer og praktisering av vintervedlikehold

### 2.10.1 Bestemmelser for vintervedlikehold

2.10.1.1 Utdrag av bestemmelser for vintervedlikehold ved Sandefjord lufthavn Torp (ENTO/SLAS) fremgår av pkt. 1.18.4. og Vedlegg I. Det fremgår av disse at lufthavnen har en uttalt "*svart bane filosofi*". Det betyr at selskapet prioriterer trafikk og banepreparering på en slik måte at det i praksis kan tilby en snø- og isfri rullebane. Det fremgår videre at brøyting og fjerning av snø, slaps og is fra rullebanen skulle utføres så hurtig som mulig. Dersom det skulle måles friksjon skulle forholdene være innenfor målernes gyldighetsområde og det skulle måles kontinuerlig i begge baneretninger. Med hensyn til friksjonsmålinger sier prosedyren at det vanskelig kunne rapporteres friksjonstall når det falt våt snø eller slaps, og at det skulle utarbeides ny banerapport som anga snødybde og friksjonsnivå 9 under slike forhold (se Vedlegg H). I et slikt tilfelle tillot ikke prosedyren bruk av friksjonsmåler.

2.10.1.2 SHT mener at Sandefjord lufthavn Torps bestemmelser for vintervedlikehold var tilfredsstillende i den forstand at de reflekterte norske bestemmelser i AIP Norge og BSL E. Basert på erfaringene fra denne hendelsen, som viste at det er vanskelig å følge de spesifiserte prosedyrene i en daglig og hektisk trafikksituasjon, vil SHT råde ENTO/SLAS til å gjennomgå sine treningsprogram for lufthavnpersonellet slik at det er samsvar mellom instruksverk og gjennomføring.

## 2.10.2 Praktisering av vintervedlikehold

- 2.10.2.1 SHT har undersøkt flere ulykker og hendelser relatert til vinterglatte rullebaner i løpet av de siste 10 årene (ref. pkt. 1.18.1). Av disse undersøkelsene har SHT registrert at det er vanskelig for Lufthavntjenestens (LHT) personell å oppfylle alle kravene som stilles til dem. Videre mener SHT at regelverket er omfattende og vanskelig å forholde seg til slik at det i praksis ikke kan fungere etter hensikten. Dette gjelder spesielt når forholdene er i konstant endring som ved vedvarende nedbør og ved våte forhold (ref. pkt. 2.10.2.4). SHT har også registrert at det i ettertid er lett å fokuseres på hva personellet burde ha gjort eller ikke ha gjort i forhold til det kompliserte regelverket. Basert på mange undersøkelser omkring disse forholdene har SHT konkludert med at internasjonale og norske bestemmelser er basert på vage fakta, noe som har resultert i sterkt forenklete fysiske modeller som ikke stemmer godt nok med virkeligheten. SHT mener at det ikke er grunnlag for å kritisere personellet som forsøker å gjøre sitt beste for å følge et komplisert regelverk.
- 2.10.2.2 I det aktuelle tilfellet på ENTO fremgår det av tilgjengelige rapporter at personellet ved Sandefjord lufthavn Torp ble ”liggende etter” i sine forberedelser til brøyting av rullebanen. En sterkt medvirkende årsak til dette var stadige spørsmål fra LTT og en annen operatør og deres handlingsselskap, om mulighet for å bruke rullebanen før det ble satt i gang banepreparering. SHT mener at dette illustrerer noe av problemstillingen. Selv om bestemmelsene er klare med hensyn til ansvarsforhold, er det alltid et visst ”produksjonspress” ved at alle ønsker at trafikken og passasjerer skal bli minst mulig forsinket.
- 2.10.2.3 Ved den aktuelle hendelsen var det planlagt brøyting etter at lufthavnvakten hadde konstatert at det var for mye snø på rullebanen. Grunnet trafikkforholdene ble dette utsatt. I mellomtiden ble det bestemt å utføre en friksjonsmåling med BV-11. På grunn av at OY-VKA var klarert for innflyging og landing, ble det ikke tid til å utføre en kontinuerlig og sammenhengende friksjonsmåling på begge banehalvdelen i begge retninger. Målingene måtte avbrytes og friksjonstallene som ble formidlet til OY-VKA var ufullstendige målinger. Besetningen forholdt seg til de oppleste friksjonstallene og oppfattet friksjonen som MEDIUM. Det var rapportert som 8 mm våt snø. Basert på ønsker fra norske flyselskaper er de norske bestemmelsene for rapportering av kontamineringsdybder endret i forhold til de anbefalte verdiene fra ICAO (ref. Vedlegg H og pkt. 1.18.3.3-1.18.3.4). Årsaken til dette er usikkerheten i målingene og for å gjøre beregningene tilsynelatende mer nøyaktige. De norske måleintervallene er 6 mm for våt snø. Snødybden på Torp (8 mm) skulle derfor ha vært rapportert som 12 mm forutsatt at snøen var våt. SHT mener at de norske grensene for måledybder ikke bidrar noe i retning av større nøyaktighet eller øket sikkerhet. SHT mener at de opprinnelige ICAO intervallene med 3 mm for ”slush”, 10 mm for våt snø og 20 mm for tørr snø, utgjør en større grad av konservatisme. På den annen side er den praktiske betydningen av den ene eller andre rapporteringsmetoden av liten betydning. SHTs undersøkelser indikerer at det er vanskelig selv for meteorologer å fastslå om nysnø er ”våt” eller ”tørr”. SHTs meteorologiekspert<sup>3</sup> mener at all nysnø inneholder relativt mye fuktighet (Mook 2006). Derfor vil nysnø oppå et underlag av eksisterende snø eller is være glatt. Basert på AIP Norge (ref. pkt. 1.18.3.5) var måleområdet for BV-11 begrenset til 3 mm våt snø og 25 mm tørr snø. Den rapporterte snødybden på 8 mm våt snø var per definisjon utenfor BV-11 sitt måleområde. SHTs tidligere undersøkelser (ref. pkt. 2.8.8 og SHT RAP 2009/7,

---

<sup>3</sup> Meteorolog Professor (P) R. Mook, PhD

SHT RAP 2009/6, SHT RAP 2007/25, SHT RAP 23/2002, se Referanser 1-4) indikerer at friksjonsmålinger på fuktig kontaminert underlag er ubrukelige uansett dybde på kontamineringen. Fuktighetsinnholdet avhenger blant annet av luft- og duggpunktstemperaturen. Videre viser SHTs undersøkelser at kontaminering er ekstra glatt ved en liten differanse mellom lufttemperatur og duggpunkt; mindre enn 3 K ("dew point spread"/duggpunktsspredning). SHT mener at feilrapporteringen i dette tilfellet var uten betydning for hendelsesforløpet. Selv om det hadde vært 3 mm våt snø ville det ha vært glatt under de rådende forholdene. Havarikommisjonen vil allikevel påpeke at i dette tilfellet ble friksjonsmåler benyttet utenfor sitt godkjente måleområde og upålitelige friksjonsverdier formidlet til flybesetningen (cf. pkt. 2.10.2.6).

- 2.10.2.4 Norske definisjoner på forskjellig kontaminering fremgår av pkt. 1.18.3.2 og Vedlegg H. Vedlegg D-1 viser Airbus' definisjoner. Ved å sammenligne de norske definisjonene med Airbus' definisjoner, ser vi at de har forskjellige egenvekter. SHT vurderer dette som et eksempel på den usikkerheten som gjelder forhold med kontaminerte rullebaner og at såkalte "eksperter" ikke er enige. SHT mener derfor at det er urimelig å pålegge lufthavnvakter å skille mellom tørr og våt snø, og mellom våt snø og slaps uten vitenskapelige metoder. Konsekvensene av å definere kontaminasjonen som det ene eller andre, kan bli store i form av forskjellige friksjonskoeffisienter (Mook 2006).
- 2.10.2.5 SHT mener at det var tilnærmet uten betydning at det kun var utført en ufullstendig friksjonsmåling. Tallene ville mest sannsynlig ikke ha blitt annerledes om målingene hadde blitt fullført som forutsatt. SHT har i flere undersøkelser påpekt usikkerheten ved friksjonsmålinger (ref. pkt. 1.18.3.6 og Vedlegg G). Videre har SHT påvist at våte forhold og liten duggpunktsspredning gir dårlig bremseeffekt. Situasjonen på Torp den 26. mars 2006 illustrerer dette.
- 2.10.2.6 I den grad en kan trekke lærdom av denne hendelsen med hensyn til praktisering av regelverket, mener SHT at lufthavnpersonell og LTT personell i større grad bør akseptere trafikkforsinkelser og forsøke å være proaktive. Det betyr at når en situasjon med vanskelige vær- og føreforhold er i ferd med å utvikle seg, må det tas upopulære avgjørelser. Det betyr i praksis at lufthavnen må stenges for banepreparering, og lufttrafikk legges i holding eller sendes til alternativ lufthavn, før rullebaneforholdene kommer utenfor akseptable kriterier.
- 2.10.2.7 Under landingen kolliderte OY-VKA med et antennefundament i betong som stakk opp over rullebanenivået helt i enden av rullebane 18. SHT vurderer dette som en hindring av sikkerhetsmessig betydning og har fremmet en sikkerhetstilråding relatert til dette.

## **2.11 EASA sertifisering på kontaminerte rullebaner**

### **2.11.1 Utdrag fra EASA CS-25 Book 2 Large Aeroplanes**

Pkt. 1.18.5 og Vedlegg J viser til utdrag av EASAs sertifiseringsregler for kontaminerte rullebaner.

### **2.11.2 Braking Friction (All Contaminants)**

- 2.11.2.1 EASA tillater bruk av det som de kaller "*minimum conservative "default" values*" som vist i Tabell 2 i Vedlegg J, i tillegg til å basere seg på test data for "*Aeroplane effective  $\mu$* " (eller ABC). Samtidig hevder EASA at "*default friction values*" som vist i Tabell 2 er "konservative" verdier. Basert på undersøkelser av ulykker og hendelser i løpet av de

siste 10 årene, mener SHT at de oppgitte "default" verdier for ABC ("effective braking coefficient") ikke er konservative, men heller optimistiske. EASA setter ABC for våt snø med mindre enn 5 mm dybde lik med ABC for våt snø uansett dybde, og tørr snø under 10 mm dybde lik med tørr snø uansett dybde. SHT mener at dette ikke stemmer med virkeligheten. ABC på 0,17 tilsvarer nesten GOOD (se Vedlegg L). Erfaring i Norge viser at nysnø og våt snø uten sanding gir POOR bremseeffekt. EASA setter ABC for kompakt snø ("compacted snow") til 0,20 og for is til 0,05. Disse verdiene kom frem av Kolleruds tester på Fornebu (Kollerud, 1953). Verdiene er verifisert av flere senere testprogrammer og er de eneste verdiene for ABC som det synes å være internasjonal enighet om. SHT vurderer at erfaring viser at disse verdiene rimer bra under tørre vinterforhold med mange kuldegrader, men gjelder ikke ved våte forhold og ved duggpunktsspredning mindre enn 3 K, eller ved temperaturer nær frysepunktet. Det ble konstatert allerede under de nevnte testene på Fornebu.

- 2.11.2.2 SHT vurderer at EASAs anbefalte ("default values") kan være akseptable for avgangsberegninger på bakgrunn av at sannsynligheten for en avbrutt avgang er meget liten. Til tross for dette vil SHT advare om at en avbrutt avgang med friksjonsverdier som vist i Tabell 2 i Vedlegg J i virkeligheten har små muligheter til å stoppe et fly på gjenværende del av rullebane. SHTs undersøkelser har vist at kontaminering som vist i Tabell 2 i Vedlegg J, som oppgir en ABC på 0,17, men som i virkeligheten kan være halvparten (0,08). Rullebanestatus på ENTO på hendelsestidspunktet var rapportert som 8 mm våt snø. De norske bestemmelsene på det aktuelle tidspunktet tilsa at våt snø skulle rapporteres i intervaller på 6 mm. Derfor skulle 8 mm ha vært rapportert som 12 mm. Som det fremgår av pkt. 1.18.3.1 og Vedlegg H var de tidligere rapporteringsintervallene 20 mm for tørr snø, 10 mm for våt snø og 3 mm for slaps, og at de skulle avrundes oppover. Disse bestemmelsene var basert på ICAOs anbefalinger. Vi ser her at de internasjonale anbefalingene var mer konservative enn de norske. Årsaken til det norske avviket fra internasjonal rapportering var at norske flyselskaper ønsket rapporteringsintervaller som samsvarte med deres prosedyrer. EASAs "default value" i Tabell 2 i Vedlegg J sier at våt snø uavhengig av dybde gir 0,17 i ABC. I det aktuelle tilfellet var den ca. 0,05. Det er under en tredjepart, noe som vil gi en tredobling av stoppedistanse under "reverser cut out" hastighet (50-60 kt). Dette illustrerer alvoret bak slike fysiske forenklinger.
- 2.11.2.3 SHT vurderer at EASAs "default values" utenom for "compacted snow" og is er høyst usikre og bør ikke brukes.
- 2.11.2.4 Vedlegg K er et utdrag av Airbus' policy vedrørende operasjoner på kontaminerte rullebaner. Airbus definerer typer kontamineringer som "hard contaminants" og "fluid contaminants". SHT viser spesielt til uttrykket "fluid contaminants":

**"Fluid contaminants**

*Airbus Industrie provides takeoff and landing performance on a runway contaminated by a fluid contaminant (water, slush and loose snow) as a function of the depth of contaminants on the runway.*

*For instance, takeoff or landing charts are published for «1/4 inch slush», «1/2 inch slush», «1/4 inch water» and «1/2 inch water». For loose snow, a linear variation has been established with slush."*

- 2.11.2.5 Airbus Industries definisjoner er basert på EASA sertifiseringsregler (ref. pkt. 1.18.5 og Tabell 2 i Vedlegg J) som havarikommisjonen stiller seg tvilende til. Det synes som

Airbus forutsetter en linje sammenheng mellom de forskjellige kontaminantenes egenvekt og friksjon, noe SHT mener det ikke er vitenskapelig grunnlag for.

## **2.12 Beregning av landingsdata**

### **2.12.1 MyTravel Airways Scandinavia**

Pkt 1.18.10 og Vedlegg C viser MyTravels landingsberegninger basert på tre (3) forskjellige Airbus godkjente metoder. Alle beregningene viser at OY-VKA skulle ha stoppet på gjenværende rullebane dersom friksjonen hadde vært som forutsatt.

### **2.12.2 SHTs vurdering av beregningene**

2.12.2.1 SHTs vurdering av MyTravels prosedyrer er omtalt under pkt 2.8. MyTravels tall skiller seg ubetydelig fra SHTs tall. Differansen kommer av at MyTravel har brukt Airbus' beregningsprogram. SHT har basert seg på data i Vedlegg D-F, som var representativt for dataunderlag tilgjengelig for flybesetninger i cockpit.

2.12.2.2 SHT mener at denne hendelsen på en overbevisende måte illustrerer hvor usikre landingsberegninger basert på Airbus' "*fluid contaminants*" kan være.

2.12.2.3 Samtidig er hendelsen en bekreftelse på SHTs syn at en ikke må basere seg på friksjonsmålinger (FC) når METAR viser at det er snøfall (nysnø) og duggpunktsspredning mindre enn 3 K. Under slike forhold viser SHTs undersøkelser at bremseeffekten bør rapporteres som POOR eller UNRELIABLE (KAN IKKE ANSLÅS). Videre bør KAN IKKE ANSLÅS (UNRELIABLE) benyttes ved ethvert tilfelle hvor kontamineringen overskrider friksjonsmålerens måleområde.

2.12.2.4 SHT mener også at hendelsen støtter SHTs syn at den sikreste metoden til å bedømme friksjon på kontaminerte rullebaner er en kombinasjon av friksjonsmålinger der FC avrundes ned til 0.40, 0.30 og 0.20, og skjønsmessig bedømming av friksjonen som POOR ved fuktig kontaminering og ved duggpunktsspredning mindre enn 3 K. ICAO SNOWTAM tabell gir rom for å bruke mellomnivåene mellom GOOD, MEDIUM og POOR. Ved å nedjustere måleverdier til nærmeste runde verdi (0.40, 0.30 og 0.20) vil en redusere usikkerheten (ref. pkt. 2.8.9 og Vedlegg G, Tabell 1, Figur 1 og pkt 2.7 i AIP Norway).

## **2.13 Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger**

Undersøkelsene i forbindelse med denne hendelsen understøtter SHTs tidligere funn vedrørende vinteroperasjoner og friksjonsmålinger, noe som indikerer at det ikke er grunnlag for nøyaktige landingsberegninger basert på dagens beregningsgrunnlag.

## **2.14 Menneskelige faktorer**

2.14.1 Denne hendelsen i likhet med tidligere ulykker og hendelser relatert til glatte rullebaner, har bekreftet at det norske vinterkonseptet er komplisert å forholde seg til for involvert personell, inkludert flygere, flygeledere og lufthavnpersonell.

2.14.2 Regelverket for banepreparering er basert på ICAOs anbefalinger som igjen bygger på svakt underbygget vitenskapelige fakta. Slik regelverket er utformet krever det omfattende kunnskaper i fysikk og meteorologi, samt erfaring i å bedømme friksjonsforholdene på kontaminert underlag. SHT mener at det ikke er realistisk å

forvente at involvert personell skal kunne utføre dette på en forsvarlig måte basert på dagens regelverk.

- 2.14.3 Flygernes prosedyrer, som i dette tilfellet gjelder Airbus fly, er basert på EASA og Airbus forutsetninger om at visse typer kontaminasjon gir bestemte friksjonsegenskaper. SHTs mange undersøkelser indikerer at det ikke er så klare fysiske sammenhenger at en kan beregne et flys landingsdistanse nøyaktig ved hjelp av slike ”antatte” friksjonsverdier. SHT mener at regelverket kan sette fartøysjefer i en vanskelig situasjon i forhold til vanlig ”produksjonspress”.
- 2.14.4 Flygelederne gjør sitt beste for å få lufttrafikken til å gå flytende. Det er forståelig at de vurderer trafikkbildet og forsøker å koordinere banepreparering til perioder med ”åpninger” i lufttrafikken.
- 2.14.5 I lufthavnorganisasjonen er det lufthavnens vaksjef som er tillagt ansvaret for å ta beslutning om å stenge rullebanen for preparering. SHT mener at det er et stort og tungt ansvar som er lagt på vaksjefen. Det er naturlig at denne rådfører seg med flygelederne før han iverksetter stenging og preparering av rullebanen. Da kan det bli slik at stenging utsettes i det lengste. Samtidig er vaksjefens beslutningsgrunnlag sammensatt og vanskelig å forholde seg til.
- 2.14.6 SHTs erfaring fra slike undersøkelser er at det i ettertid ofte er mulig å peke på hvor involvert personell kunne ha vurdert annerledes og dermed kunne ha forhindret hendelsen. En hendelse har alltid flere årsaksfaktorer som hver for seg, eller i kombinasjon, kunne ha forhindret hendelsen dersom de hadde vært unngått. Flere av disse årsaksfaktorene kontrolleres av de involverte flygere, flygeledere og lufthavnpersonell. Forutsetningen for at personellet skal fungere optimalt i et samspill i lufttransportsystemet, er at rammeverket er på plass i form av et praktisk anvendbart regelverk. Dernest må flygere, flygeledere og lufthavnpersonell få nødvendig opplæring. SHT mener at denne hendelsen indikerer at det er et tydelig forbedringspotensial når det gjelder å vurdere landingsforhold på kontaminerte rullebaner innen flyselskapene, lufttrafikkjenesten, lufthavnorganisasjonene, og i det nasjonale og internasjonale regelverket.
- 2.14.7 Det er vanlig i forbindelse med undersøkelser etter ulykker og hendelser at det fokuseres på menneskelige feil ("human errors"). Havarikommisjonen mener at det er like viktig å se på hvilke sikkerhetsbarrierer som fungerte og hva som gikk bra. I dette tilfellet mener SHT at besetningen håndterte en nødssituasjon på en tilfredsstillende måte og bidro til å redusere skader på fly og personell. Likeledes håndterte flygeleder og lufthavnens brann- og redningspersonell situasjonen profesjonelt.

## **3. KONKLUSJON**

### **3.1 Undersøkelseresultater**

#### **3.1.1 Flyet**

- a) SHT har ikke funnet noe som tyder på at flyet ikke var luftdyktig før hendelsen.
- b) Flyets masse og balanse var innenfor gjeldende begrensninger.

- c) Flyets drivstofftanker inneholdt ca. 3 400 kg JET A-1 drivstoff på hendelsestidspunktet.

### 3.1.2 Besetningen

- a) Besetningen var sertifisert og kvalifisert for oppdraget.
- b) Besetningen hadde tatt av fra Tenerife. Flygingen var planlagt i henhold til selskapets prosedyrer basert på tilgjengelig værinformasjon før avgang.
- c) Besetningen innhentet oppdatert vær- og rullebanestatus før innflyging til ENTO. Landingen ble planlagt basert på tørr rullebane med god bremseeffekt.
- d) Styrmannen var PF frem til nedbremsing av flyet etter landing, der fartøysjefen tok over kontrollene.
- e) Tre min. før landing fikk besetningen informasjon om at rullebanen var dekket med 8 mm våt snø og med en bremseeffekt på 32-33-31 (MEDIUM). Besetningen gjorde en vurdering med avgjørelse at de kunne lande med MEDIUM bremseeffekt.
- f) Like før landing kom flyet høyt på glidebanen. Dette medførte at landingen ble lang og flyet satte seg ca. 787 m fra terskel rullebane 18.
- g) Flyet landet med 140 KIAS fra en  $V_{app}$  (VLS) av 147 KIAS. Denne hastigheten var basert på korrekt  $V_{ref}$  for den aktuelle landingsmassen, men med tillegg av 5 kt for Auto Thrust og 5 kt for isingsforhold. Dette er i tråd med selskapets standard landingsprosedyrer, men er ikke optimalt ved landing på kontaminerte og glatte rullebaner.
- h) Flyet ble landet "mykt" i stedet for bestemt ("firm") som anbefalt.
- i) Styrmannen følte ingen bremseeffekt. Fartøysjefen mistenkte at Auto Brake ikke virket og prøvde å resette denne. Styrmannen følte fortsatt ingen bremseeffekt og tok i bruk manuell bremsing. Dette ga heller ingen merkbar effekt og fartøysjefen tok over kontrollen (PF).
- j) Fartøysjefen kjente heller ikke noe bremseeffekt og satte derfor på parkeringsbremsen (PB). Samtidig informerte han TWR om at de ville skli ut av rullebanen.
- k) Styrmannen informerte fartøysjefen om at venstre side av rullebanen var best egnet for utforkjøring.
- l) Ved å bruke PB i stedet for å følge Airbus sin prosedyre for bremsesvikt, oppnådde fartøysjefen å beholde neshjulsstyringen samtidig som han fikk alternativ bremseeffekt fra PB.
- m) Ved å ta i bruk PB og gjøre forsøk på å svinge til venstre, oppnådde fartøysjefen å få sleng på flyet slik at det skrenset sideveis. Dermed økte friksjonen og flyet stoppet helt i enden av det faste rullebanedekket og neshjulet kolliderte mot et antennefundament.



- n) Fartøysjefen vurderte at situasjonen var under kontroll og ba passasjerer og besetning om å holde seg i ro. Han ba deretter TWR om assistanse til evakuering av passasjerene ved hjelp av flytrapp og busser. Passasjerene måtte vente i ca. en time før de kom ut av flyet og ble transportert til terminalen.
- o) Kabinbesetningen utførte sine oppgaver som sikkerhetsansvarlige i kabinen på en tilfredsstillende måte.

### 3.1.3 Værforholdene

- a) Det var varslet relativt bra værforhold, med ventet snøfall utover ettermiddagen. Basert på værvarslet forventet ikke besetningen problemer med vær eller rullebane.
- b) Basert på mottatt TAF forventet besetningen innflyging til rullebane 36. Før start av innflyging til ENTO fikk besetningen en oppdatert værinformasjon og melding om at rullebane 18 var i bruk. Samtidig fikk de melding om at rullebanen var tørr med god bremseeffekt.
- c) Besetningen mottok ingen SNOWTAM og forventet en tørr rullebane som indikert i METAR og ATIS.
- d) Ved innsjekk på TWR ca. 3 min før landing mottok besetningen informasjon om snødekket rullebane, MEDIUM bremseeffekt og ca. 3 kt medvind. Selv om dette var første gangen de fikk informasjon om kontaminert rullebane, ga ikke dette besetningen grunn til bekymring om friksjonsforholdene.

### 3.1.4 Overlevelsesaspekter

- a) Fartøysjefen lyktes med å stoppe flyet på siste del av det faste rullebanedekket. Det oppstod bare mindre ytre skader på flyet og fartøysjefen vurderte at det ikke var grunn til å nødevakuere flyet.
- b) Flyet ble evakuert gjennom venstre fremre kabindør på normal måte via en tilkjørt flytrapp, og passasjerene ble transportert til terminalen med busser. Besetningen fulgte med i flyet når dette senere ble tauet inn.
- c) Ingen personer ble skadet.
- d) Brann- og redningstjenesten opererte i henhold til gjeldende planer og prosedyrer.

### 3.1.5 Selskapets prosedyrer

- a) Selskapets prosedyrer for vinteroperasjoner er i tråd med Airbus sine anbefalte prosedyrer.
- b) Airbus opererer med "*fluid contaminated runways*" der spesifiserte mengder med tørr snø, våt snø, "*slush*" (slaps) og vann, settes likt med ("*equivalent to*") våt rullebane. SHT har påvist at Airbus' vinterkonsept er upålitelig.

### 3.1.6 Sandefjord lufthavn

- a) Sandefjord lufthavn var sen med å sette i gang preparering av rullebanen. Medvirkende til dette var forespørsler fra LTT og en annen operatør om mulige avganger og landinger før stenging av rullebanen. På denne måten ble baneprepareringen stadig utsatt inntil det ble for sent i forhold til OY-VKA.
- b) Det ble besluttet å utføre en friksjonsmåling før OY-VKA landet. Grunnet knapp tid lyktes det bare å utføre en halv friksjonsmåling (på ene rullebanesiden).
- c) Det ble rapportert 8 mm våt snø. Rapporteringsintervall for våt snø var 6 mm. 8 mm skulle derfor ha vært rapportert som 12 mm våt snø. Måleområdet for BV-11 var begrenset til 3 mm våt snø. SHT mener det var uvesentlig om det ble rapportert som 8 mm eller 12 mm våt snø, eller om det ble målt på 3 mm eller 8 mm våt snø. Uansett rapportert snødybde eller målt FC på våt snø, viser SHTs undersøkelser at den oppnådde ABC er i størrelsesorden 0,05 (POOR) på fuktig kontaminasjon.
- d) Friksjonsmålingen og rapportert FC hadde ingen betydning i forhold til MyTravels (og Airbus') prosedyrer. Airbus' landingsdata var hovedsakelig basert på "*fluid contaminant*". Vedlegg E viser at Airbus' prosedyrer var basert på oppgitt type kontaminasjon og sekundært baserte seg på rapportert FC.
- e) Undersøkelsene har avdekket at vinterprosedyrene ved Sandefjord Lufthavn Torp var tilfredsstillende, men at personellet hadde utilstrekkelige kunnskaper om tolkning og praktisering av regelverket. SHT mener likevel at dette ikke hadde betydning for hendelsen da det gjennom flere undersøkelser er funnet at det er begrenset samsvar mellom internasjonalt aksepterte prosedyrer og erfaringer fra norske vinteroperasjoner.
- f) OY-VKA kolliderte med et betongfundament som stakk opp over rullebaneflaten. Denne utgjorde en fare for flysikkerheten og burde ikke ha vært tilstede.

### 3.1.7 Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger

- a) Hendelsen bekrefter SHTs tidligere funn om at friksjonsmålinger på fuktig kontaminasjon er meget usikker og bør rapporteres og brukes som KAN IKKE ANSLÅS (UNRELIABLE) eller POOR.
- b) Hendelsen bekrefter at Boeings konsept med ABC på 0.20 for GOOD, 0.10 for MEDIUM og 0.05 for POOR, korrelert med ICAO SNOWTAM verdier på 0.40, 0.30, og 0.20, er den sikreste metoden til å beregne et flys bremsedistanse ved landing på en kontaminert rullebane.
- c) Hendelsen bekrefter SHTs tidligere funn ved at Airbus' konsept med "*fluid contaminant*" ikke ga sikker nok bestemmelse av et kontaminants friksjonsegenskaper ved landing.

## 3.2 **Signifikante undersøkelsesresultater**

- a) Ved landing på ENTO rullebane 18 med rapportert FC 32-33-31 (MEDIUM) opplevde besetningen at det var meget dårlig bremseeffekt (POOR), noe som

resulterte i at besetningen ikke klarte å stoppe flyet på normal måte. Ved hjelp av alternativ bremse- og styreteknikk lyktes det fartøysjefen å stoppe flyet helt i enden av det faste rullebanedekket.

- b) Ved landing på kontaminert rullebane med rapportert 8 mm våt snø og rapportert BA MEDIUM, var flyets effektive bremsekoefisient (ABC) i størrelsesorden 0,05. Dette er i tråd med Boeings definerte ABC for POOR.

## 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer ingen sikkerhetstilrådinger relatert til generelle vinteroperasjoner og friksjonsmålinger ved utgivelse av denne rapporten. SHT viser til de fire tidligere utgitte umiddelbare sikkerhetstilrådingene (SL 06/1350-1, -2, -3, -4, ref. pkt. 1.18.1.1) relatert til den pågående temaundersøkelsen ”*Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger*”.

I denne undersøkelsen fremmer SHT tre sikkerhetstilrådinger til MyTravel Scandinavia (nå Thomas Cook Airlines Scandinavia) og to sikkerhetstilrådinger til Sandefjord lufthavn Torp, relatert til operasjoner på kontaminerte rullebaner.

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger<sup>4</sup>:

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2010/04T**

Ved landing på rullebane dekket av 8 mm nysnø, med en lufttemperatur på -2 °C og duggpunktstemperatur på -3 °C opplevde besetningen meget dårlig bremseeffekt (POOR) mens det var rapportert MEDIUM. SHT tilrår at MyTravel Airways Scandinavia/Thomas Cook Airlines Scandinavia evaluerer om prosedyrene for bruk av Airbus’ konsept for ”*fluid contaminant*” gir tilstrekkelige sikkerhetsmarginer ved beregning av landingsdistanse på kontaminert rullebane.

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2010/05T**

SHTs undersøkelser viser at det er dårlig (POOR) bremseeffekt på rullebaner dekket med fuktig kontaminasjon (løs tørr snø og nysnø, våt snø, ”*slush*”) ved en duggpunkts-spredning mindre enn 3 K. SHT tilrår at MyTravel Airways Scandinavia/Thomas Cook Airlines Scandinavia evaluerer om selskapets praktisering av FC verdi for fuktig kontaminasjon gir tilstrekkelige sikkerhetsmarginer.

### **Sikkerhetstilråding SL nr. 2010/06T**

Under landing på kontaminert/glatt rullebane landet OY-VKA lengre inn på rullebanen som følge av avvik fra optimale prosedyrer for slike landinger. Videre var det indikasjoner på usikkerhet hos besetningen med hensyn til Auto Brake systemets funksjon. SHT tilrår at MyTravel Airways Scandinavia/Thomas Cook Airlines Scandinavia bruker denne hendelsen i opplæring av sine flygere i vinteroperasjoner.

---

<sup>4</sup> Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilrådinger blir forelagt luftfartsmyndigheten og/eller andre berørte departementer til vurdering og oppfølging, jf. Forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, § 17.

**Sikkerhetstilråding SL nr. 2010/07T**

SHT har funnet at Sandefjord lufthavn Torp hadde godt dokumenterte vinter vedlikeholdsprosedyrer, men at det hersket usikkerhet omkring praktisering av prosedyrene. SHT tilrår at Sandefjord lufthavn Torp bruker denne hendelsen i opplæringen av sitt personell i vintervedlikehold.

**Sikkerhetstilråding SL nr. 2010/08T**

Under landing på glatt rullebane kolliderte OY-VKA med Localizer Monitoring antennefundament som stakk opp over rullebaneoverflaten. SHT tilrår at Sandefjord lufthavn Torp utfører en risikovurdering av sikkerhetsområdene rundt rullebanen.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 9. mars 2010

## REFERANSER

1. SHT RAP 2009/07, LN-BRV.  
<http://www.aibn.no/luftfart/rapporter/2009-07>
2. SHT RAP 2009/06, LN-WIR.  
<http://www.aibn.no/luftfart/rapporter/2009-06>
3. SHT RAP 2007/25, G-CRPH.  
<http://www.aibn.no/luftfart/rapporter/2007-25>
4. SHT RAP 2002/23, LN-WIL  
<http://www.aibn.no/luftfart/rapporter/2002-23>
5. James Reason. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate 1997.
6. Sidney Dekker. The Field Guide to Understanding Human Error. Ashgate 2006.
7. Sidney Dekker. Just Culture, Balancing Safety and Accountability. Ashgate 2007.

## VEDLEGG

Vedlegg A. Forkortelser

Vedlegg B. FDR data

Vedlegg C. My Travel Landing Distance Calculations for A321 at TRF

Vedlegg D. Airbus Fluid Contaminated Runways

Vedlegg E. Gross Mass Chart for TRF/ENTO/18

Vedlegg F. Inflight Performance - Landing Distance without Autobrake

Vedlegg G. Friksjonsmålinger og usikkerhet

Vedlegg H. Utdrag av norske bestemmelser for vintervedlikehold

Vedlegg I. Utdrag av vintervedlikeholdsplan for Sandefjord Lufthavn Torp

Vedlegg J. Utdrag av EASAs regler for sertifisering på kontaminerte rullebaner

Vedlegg K. Utdrag av Airbus' policy for operasjoner på kontaminerte rullebaner

Vedlegg L. Korrelasjon mellom målte friksjonskoeffisienter og bremsekoeffisienter

Vedlegg M. Utdrag av FAA Safety Alert For Operators (SAFO) 06012

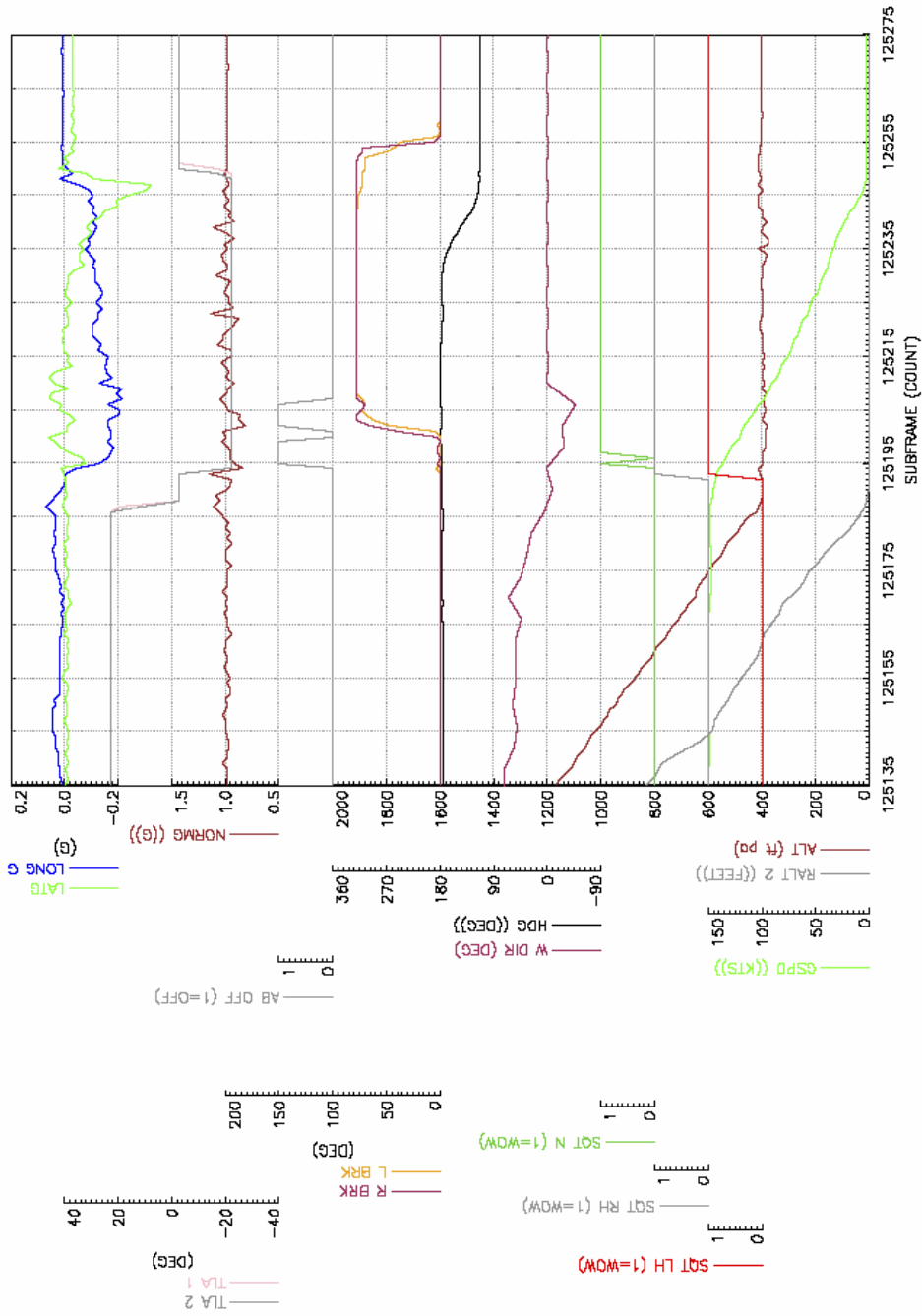
**VEDLEGG A****FORKORTELSER**

AB	Autobrake
ABC	Airplane Braking Coefficient (Effective $\mu$ )
AIBN	Accident Investigation Board Norway
APU	Auxiliary Power Unit
AT	Auto Trottle
ATIS	Air Traffic Information Services
ATPL	Air Transport Pilot Licence
BA	Braking Action
CAP	Civil Aviation Procedures (UK)
CPC	Cockpit Performance Computer
CPL	Commercial Pilot Licence
CRFI	Canadian Runway Friction Index
EASA	European Aviation Safety Agency
ENTO	Sandefjord lufthavn Torp
FAA	Federal Aviation Administration
FC	Friction Coefficient
FCOM	Flight Crew Operations Manual
FMGC	Flight Management and Guidance Computer
GCTS	Tenerife lufthavn
GMC	Gross Mass Chart
GS	Ground Speed
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ILS	Instrument Landing System
JAR-FCL	Joint Aviation Regulation – Flight Crew Licence
IAS	Knots Indicated Air Speed

LDA	Landing Distance Available
LDR	Landing Distance Required
LFV	Luftfartsvæsen
LTT	Lufttrafikkjenesten
METAR	Meteorological Aerodrome Report
NDB	Non Directional Beacon
NM	Nautical Miles
NOTAM	Notice To Airmen
NPH	Nominal Post Holder
OPC	Operational Proficiency Check
PF	Pilot Flying
PM	Performance Manual
PNF	Pilot Not Flying
QRH	Quick Reference Handbook
RH	Radio Høyde
SAFO	Safety Alert for Operators
SHT	Statens Havarikommisjon for Transport
SKH	Skiddometer med høytrykksdekk
SFH	Surface Friction Tester med høytrykksdekk
SMS	Safety Management System
SNOWTAM	SNOWnotice To Airmen
TAF	Terminal Aerodrome Forecast
TWR	Kontrolltårn
UTC	Universal Time Coordinated
VLS	Landing Speed
VOR	VHF Omnidirectional Ranging

# VEDLEGG B

## FDR DATA





## VEDLEGG C

**SUBJECT: Landing Distance Calculation for A321 at TRF**

This memo will address the issue of RWY Conditions and Landing Distance Calculations related to the A321 Incident at ENTO 26/3 2006. A Landing Mass of 72 t has been used in these calculations.

### **RWY Conditions.**

According to the initial reporting, the RWY was covered by 8 mm Wet Snow, and the Barking Action was measured to between 30 and 35 all along the Runway.

According to the Airbus FCOM and the MyTravel Performance Manual the Landing Distance Calculations for these conditions should be made for ¼ inch (6.3 mm) of Slush.

**Note!** 8 mm Wet Snow is equivalent to 4 mm of Slush, which is more than what is considered equivalent to Wet.

### **Landing Distance.**

The basic calculations made available from Airbus are assuming that the approach is flown with a Vref of 1.23 x Vs1g, and the use of Maximum Braking at Touch Down. The calculations can be made with or without the use of reversers.

**Note!** The use of Autobrake in Medium will on a slippery runway have the same effect as Max Braking, except for the small delay on activation after Touch Down.

According to the initial reporting, the landing was performed in a slight Tailwind, and with additional speed on top of Vref. The speed had been increased due to Auto-Thrust active (+5 kt) and suspected Icing on unheated surfaces (+5 kt).

Corrections for these conditions are available, so that the Actual Landing Distance for all of the above conditions can be made.

### **Calculation Summery.**

The Landing Distance Available (LDA) at ENTO (both RWY's) is 2569 meters.

The calculations are made assuming Maximum Braking and the use of Full Reverse.

The below calculations indicates that the LDA at ENTO was sufficient to cover both the Actual Landing Distance and the Required LDA (+15%).

<b>Actual Landing Distance</b>			
<b>Speed/Wind</b>	<b>0</b>	<b>TW 5</b>	<b>TW 10</b>
<b>Vref</b>	< 1600 m	< 1800 m	< 1900 m
<b>Vref + 10</b>	< 1800 m	< 2000 m	< 2200 m

<b>Required LDA (+15%)</b>			
<b>Speed/Wind</b>	<b>0</b>	<b>TW 5</b>	<b>TW 10</b>
<b>Vref</b>	< 1800 m	< 2000 m	< 2200 m
<b>Vref + 10</b>	< 2100 m	< 2300 m	< 2500 m

**Note!** The above figures are approximate.

### **Detailed Calculations.**

The Calculations have been made parallel, using the 3 different methods available:

- Pre-calculated Gross Mass Charts from the Performance Manual.
- FCOM Calculations (Also published in Performance Manual)
- Airbus PEP (Performance Engineering Programs) – not available to the pilots.

All methods showed consistency, giving almost the same results.

#### **Gross Mass Chart:**

The Gross Mass Chart indicates that for the given conditions, the Maximum Landing Mass was 96,228 kg for 5 kt. TW and 88,615 kg for 10 kt. TW. These masses however, are assuming an approach speed of Vref, and not the slightly higher speed actually flown.

These data are correct when checked by the PEP program.

With a 10 kt increase in Approach Speed, the Maximum Landing Mass will decrease by approximately 8–10,000 kg. (Calculated by PEP)

#### **FCOM Calculations:**

The calculations made from the Landing Distance Table on FCOM 2.03.10 page 3 gives an Actual Landing distance on 6.3 mm slush of **1550 m**. (with full reverse)

Corrected for 5 kt of Tailwind and 10 kt of additional speed this gives approx **1995 m**.

This means a required LDA of **2295m.** (+15%)

***PEP Calculations:***

The PEP Calculations are confirming the other types of calculations available to the pilots.

**Note!** The PEP Calculations are the certified data, and if desired detailed calculations with any combination of wind, speed and reversers are available from this source.

Operations Engineering  
MyTravel Airways A/S

# VEDLEGG D-1

<b>A319/A320/A321</b>  <small>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</small>	<b>SPECIAL OPERATIONS</b>  FLUID CONTAMINATED RUNWAY	2.04.10	P 1
		SEQ 001	REV 32

## GENERAL

This section presents the recommendations of Airbus Industrie for operations from wet runways or from runways which are covered with contaminants such as standing water, slush or snow.

**CAUTION**

Take off from an icy runway is not recommended.

## DEFINITIONS

- DAMP** : A runway is damp when the surface is not dry, but when the water on it does not give it a shiny appearance.
- WET** : A runway is considered as wet when the surface has a shiny appearance due to a thin layer of water. When this layer does not exceed 3 mm depth, there is no substantial risk of hydroplaning.
- STANDING WATER** : is caused by heavy rainfall and /or insufficient runway drainage with a depth of more than 3 mm.
- SLUSH** : is water saturated with snow which spatters when stepping firmly on it. It is encountered at temperatures around 5° C and its density is approximately 0.85 kg/liter (7.1 lb/US GAL).
- WET SNOW** : is a condition where, if compacted by hand, snow will stick together and tend to form a snowball. Its density is approximately 0.4 kg/liter (3.35 lb/US GAL).
- DRY SNOW** : is a condition where snow can be blown if loose, or if compacted by hand, will fall apart again upon release. Its density is approximately 0.2 kg/liter (1.7 lb/US GAL).
- COMPACTED SNOW** : is a condition where snow has been compressed (a typical friction coefficient is 0.2).
- ICY** : is a condition where the friction coefficient is 0.05 or below.

The performance given in this chapter has been divided into two categories which are determined by the depth of the contaminant. For each of these categories an equivalent depth of contaminant has been defined for which the performance deterioration is the same.

### 1. WET RUNWAY and EQUIVALENT

Equivalent of a wet runway is a runway covered with or less than :

- 2 mm (0.08 inch) slush
- 3 mm (0.12 inch) water
- 4 mm (0.16 inch) wet snow
- 15 mm (0.59 inch) dry snow

## VEDLEGG D-2

<b>A319/A320/A321</b>  <small>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</small>	<b>SPECIAL OPERATIONS</b>  FLUID CONTAMINATED RUNWAY	2.04.10	P 2
		SEQ 001	REV 37

### 2. CONTAMINATED RUNWAY

- R An equivalence between depth of slush and snow has been defined :
- 12.7 mm (1/2 inch) wet snow is equivalent to 6.3 mm (1/4 inch) slush
  - R - 25.4 mm (1 inch) wet snow is equivalent to 12.7 mm (1/2 inch) slush
  - 50.8 mm (2 inches) dry snow is equivalent to 6.3 mm (1/4 inch) slush
  - R - 101.6 mm (4 inches) dry snow is equivalent to 12.7 mm (1/2 inch) slush

*Note : 1. On a damp runway no performance degradation should be considered.  
 2. It is not recommended to take off from a runway covered with more than 4 inches of dry snow or 1 inch of wet snow.*

### OPERATIONAL CONDITIONS

**Performance penalties for takeoff as published in this section are computed with the following assumptions :**

- The contaminant is in a layer of uniform depth and density over the entire length of the runway.
- Antiskid and spoilers are operative.
- The friction coefficient is based on studies and checked by actual tests.
- The screen height at the end of takeoff segment is 15 feet, not 35 feet.

**In addition, for contaminated runways only :**

- There is drag due to rolling resistance of the wheels.
- There is drag due to spray on the airframe and gears.
- Reverse thrust is used for the deceleration phase.
- Maximum thrust is used for takeoff.

*Note : The net flight path clears obstacles by 15 feet instead of 35 feet.*

# VEDLEGG E-1

<b>MyTravel</b> A321-211/CFM56-5B3	<b>TRF/ENTO/18</b> SANDEFJORD /TORP	<b>CONF 2 CONT</b> QNH 1013 hPa Packs: OFF Anti Ice: OFF Thrust Reverser: Operational
AD Elev 286 ft TORA 2839 m	Slope -0,29% TODA 2989 m	RWY-width 45 m ASDA 2839 m LDA 2569 m

### Takeoff - Standing Water 6mm

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
0° C	87812 (68) O [C2] 131/148/150	90492 (66) O [C2] 137/150/152	92320 (68) O [C2] 142/152/153	93802 (65) O [C2] 146/154/156
10° C	86655 (68) O [C2] 129/147/149	89340 (68) O [C2] 135/149/151	91162 (69) O [C2] 139/151/153	92875 (68) O [C2] 143/152/154
20° C	85395 (64) O [C2] 127/145/148	88111 (66) O [C2] 133/148/150	89876 (69) O [C2] 136/150/152	91705 (71) O [C2] 141/151/153
30° C	83888 (88) O [C2] 125/144/147	86668 (90) O [C2] 130/147/149	88444 (90) O [C2] 134/149/151	90229 (88) O [C2] 138/150/152

### Takeoff - Standing Water 12mm

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
0° C	85964 (51) O [C2] 134/147/149	88812 (68) O [C2] 139/149/151	90744 (72) O [C2] 143/151/152	92703 (73) O [C2] 147/153/154
10° C	84618 (67) O [C2] 131/145/148	87626 (69) O [C2] 137/148/150	89457 (71) O [C2] 141/150/151	91435 (73) O [C2] 145/152/153
20° C	83294 (65) O [C2] 129/144/146	86260 (65) O [C2] 135/147/149	88135 (68) O [C2] 139/149/150	90021 (69) O [C2] 142/151/152
30° C	81810 (87) O [C2] 127/143/145	84782 (88) O [C2] 133/146/148	86627 (91) O [C2] 137/148/149	88492 (95) O [C2] 140/149/151
Corrections:	6mm		12mm	
FLAPS	C2		C2	
PACKS ON	-1780		-1708	
Eng A/I ON	-277		-255	
Eng + Wing A/I ON	-913		-843	

### Takeoff - Slush 6mm

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-5° C	88497 (67) O [C2] 133/148/151	91243 (68) O [C2] 140/151/153	92931 (84) C [C2] 144/152/154	94324 (66) O [C2] 148/156/157
0° C	87916 (66) O [C2] 132/148/150	90648 (72) O [C2] 138/150/152	92390 (75) O [C2] 143/152/153	93866 (65) O [C2] 147/155/156
5° C	87336 (66) O [C2] 131/147/150	90061 (67) O [C2] 137/150/152	91830 (68) O [C2] 141/151/153	93405 (65) O [C2] 145/154/155
10° C	86741 (66) O [C2] 130/147/149	89470 (71) O [C2] 136/149/152	91278 (71) O [C2] 140/151/153	92936 (68) O [C2] 144/153/154
15° C	86096 (67) O [C2] 129/146/149	88842 (66) O [C2] 135/149/151	90644 (73) O [C2] 139/150/152	92371 (75) O [C2] 143/152/153

### Takeoff - Slush 12mm

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-5° C	86401 (69) O [C2] 136/147/149	89330 (72) O [C2] 142/150/151	91318 (71) O [C2] 145/152/153	93190 (66) O [C2] 149/154/154
0° C	85730 (67) O [C2] 135/147/148	88698 (65) O [C2] 140/150/151	90683 (72) O [C2] 144/151/152	92634 (73) O [C2] 148/153/154
5° C	85069 (64) O [C2] 134/146/148	88077 (65) O [C2] 139/149/150	90031 (71) O [C2] 143/151/152	91988 (77) O [C2] 147/153/153
10° C	84426 (64) O [C2] 133/146/147	87443 (68) O [C2] 138/149/150	89371 (75) O [C2] 142/150/151	91328 (74) O [C2] 146/152/153
15° C	83758 (67) O [C2] 132/145/147	86773 (68) O [C2] 137/148/149	88684 (70) O [C2] 141/150/151	90638 (72) O [C2] 144/152/152
Corrections:	6mm		12mm	
FLAPS	C2		C2	
PACKS ON	-1760		-1730	
Eng A/I ON	-277		-267	
Eng + Wing A/I ON	-913		-893	

Limit code: B=Brake, C=Climb, F=Field, O=Obstacle, P=T/O Thrust, R=V2 restriction, S=Structural, T=Tire and V=Vmc  
 Max acceleration height: 1940 ft  
 Min acceleration height: 800 ft

Obstacles included in calculation (from end of RWY)

Obst distance (m) 170  
 Obst height (ft) 43

Eng Fail: Climb on 179°. At 1800 turn left to TOR HP. D113.85 TOR HP:Inbound 360°, right turn.

15%MARGIN (LDA = 1.15 * LDR)		Landing - Standing Water 6mm (Conf FULL)		ADVISORY INFORMATION	
TW 10	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20	HW 30
79782	86968	94450	99102	100000	100000

15%MARGIN (LDA = 1.15 * LDR)		Landing - Standing Water 12mm (Conf FULL)		ADVISORY INFORMATION	
TW 10	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20	HW 30
84108	90990	98231	100000	100000	100000

15%MARGIN (LDA = 1.15 * LDR)		Landing - Slush 6mm (Conf FULL)		ADVISORY INFORMATION	
TW 10	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20	HW 30
88637	96253	100000	100000	100000	100000

15%MARGIN (LDA = 1.15 * LDR)		Landing - Slush 12mm (Conf FULL)		ADVISORY INFORMATION	
TW 10	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20	HW 30
92564	100000	100000	100000	100000	100000

DATE: April 19, 2006

EAG ToDc A321-211 Version 1.3.2 / ObstData 060419 / Dataset AC211B05 JAR / OCTOPUS 23.1.1

# VEDLEGG E-2

<b>MyTravel</b> A321-211/CFM56-5B3	<b>TRF/ENTO/18</b> SANDEFJORD /TORP	<b>CONF 2 SLIP</b> QNH 1013 hPa Packs: OFF Anti Ice: OFF Thrust Reverser: Operational
AD Elev 286 ft TORA 2839 m	Slope -0,29% TODA 2989 m	RWY-width 45 m ASDA 2839 m LDA 2569 m

### Takeoff - Slippery FC = 40 (Good)

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-20° C	93242 (59) O [C2] 145/152/155	95141 (62) O [C2] 150/157/159	96298 (63) O [C2] 154/160/162	97420 (63) O [C2] 158/164/165
-15° C	92844 (63) O [C2] 144/151/154	94806 (62) O [C2] 149/156/158	95991 (63) O [C2] 153/159/161	97117 (63) O [C2] 155/163/164
-10° C	92410 (63) O [C2] 144/151/153	94434 (62) O [C2] 149/155/157	95621 (62) O [C2] 152/158/160	96738 (64) O [C2] 154/162/163
-5° C	91987 (63) O [C2] 142/150/153	94028 (62) O [C2] 148/154/156	95261 (62) O [C2] 151/157/159	96402 (64) O [C2] 153/161/163
0° C	91583 (61) O [C2] 141/150/153	93612 (62) O [C2] 147/153/156	94887 (62) O [C2] 150/157/159	96044 (63) O [C2] 152/160/162
5° C	91173 (62) O [C2] 140/150/153	93197 (64) O [C2] 146/152/155	94480 (62) O [C2] 149/156/158	95675 (63) O [C2] 151/159/161

### Takeoff - Slippery FC = 34 (Med - Good)

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-20° C	92419 (67) O [C2] 140/151/154	94546 (66) O [C2] 146/156/158	95984 (65) O [C2] 151/159/161	97186 (66) O [C2] 155/163/165
-15° C	91994 (68) O [C2] 139/150/153	94205 (65) O [C2] 145/155/157	95607 (66) C [C2] 149/158/160	96829 (66) O [C2] 153/162/164
-10° C	91504 (72) O [C2] 137/150/153	93755 (70) O [C2] 144/154/156	95156 (57) O [C2] 148/157/159	96430 (61) O [C2] 152/161/162
-5° C	91023 (62) O [C2] 136/150/153	93302 (65) O [C2] 142/153/155	94727 (66) O [C2] 146/156/158	96020 (53) O [C2] 151/160/161
0° C	90533 (67) O [C2] 135/149/152	92839 (69) O [C2] 141/151/154	94269 (66) O [C2] 145/155/157	95610 (66) O [C2] 149/159/160
5° C	90029 (67) O [C2] 134/149/152	92381 (69) O [C2] 140/151/153	93816 (65) O [C2] 144/154/156	95197 (66) O [C2] 148/158/159

<b>Corrections:</b>	<b>FC = 40</b>	<b>FC = 34</b>
FLAPS	C2	C2
PACKS ON	-2096	-1862
Eng A/I ON	-343	-277
Eng + Wing A/I ON	-1160	-926

### Takeoff - Slippery FC = 26 (Medium)

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-20° C	90194 (66) O [C2] 126/149/152	92614 (67) O [C2] 133/151/154	94142 (65) O [C2] 138/155/157	95607 (65) O [C2] 143/158/160
-15° C	89689 (67) O [C2] 125/148/152	92196 (68) O [C2] 132/150/153	93722 (64) O [C2] 137/154/156	95188 (66) O [C2] 141/157/159
-10° C	88696 (91) F [C2] 124/148/151	91702 (68) O [C2] 131/150/153	93255 (64) O [C2] 135/152/155	94729 (66) O [C2] 140/156/158
-5° C	87485 (88) F [C2] 123/147/150	91212 (69) O [C2] 129/150/153	92740 (80) O [C2] 134/151/154	94274 (66) O [C2] 139/155/157
0° C	86310 (79) F [C2] 122/145/149	90700 (67) O [C2] 128/149/152	92328 (69) O [C2] 133/151/153	93819 (68) O [C2] 137/154/156
5° C	85176 (80) F [C2] 121/144/148	90180 (73) O [C2] 127/149/152	91826 (75) O [C2] 132/150/153	93348 (65) O [C2] 136/153/155

### Takeoff - Slippery FC = 16 (Poor)

OAT	TW 5	0 (Calm)	HW 10	HW 20
-20° C	59012 (76) F [C2] 113/120/129	77065 (78) F [C2] 114/136/141	82613 (93) F [C2] 118/142/146	87937 (85) F [C2] 123/147/150
-15° C	56601 (72) F [C2] 113/120/129	75793 (79) F [C2] 113/135/140	81296 (81) F [C2] 117/140/145	86600 (71) F [C2] 122/146/149
-10° C	54340 (58) F [C2] 113/120/129	74213 (117) F [C2] 112/133/139	80006 (77) F [C2] 116/139/144	85315 (76) F [C2] 121/144/148
-5° C	52253 (49) F [C2] 113/120/129	70758 (106) F [C2] 112/130/136	78762 (79) F [C2] 115/138/143	84066 (79) F [C2] 120/143/147
0° C	50297 (58) F [C2] 114/120/129	67782 (90) F [C2] 112/127/133	77530 (76) F [C2] 115/137/142	82836 (92) F [C2] 119/142/146
5° C	48451 (61) F [C2] 114/120/130	65048 (86) F [C2] 112/124/131	76317 (75) F [C2] 114/136/141	81577 (91) F [C2] 118/141/145

<b>Corrections:</b>	<b>FC = 26</b>	<b>FC = 16</b>
FLAPS	C2	C2
PACKS ON	-1840	-427
Eng A/I ON	-275	-158
Eng + Wing A/I ON	-939	-210

Limit code: B=Brake, C=Climb, F=Field, O=Obstacle, P=T/O Thrust, R=V2 restriction, S=Structural, T=Tire and V=Vinc Max acceleration height: 1890 ft  
Min acceleration height: 800 ft

Obstacles included in calculation (from end of RWY)

Obst distance (m) 170  
Obst height (ft) 43

Eng Fail: Climb on 179°. At 1800 turn left to TOR HP. D113.85 TOR HP:Inbound 360°, right turn.

15%MARGIN (LDA = 1.15 \* LDR)

### Landing - Slippery

ADVISORY INFORMATION

Landing (Reported FC):		40	35	30	25	20
CONF FULL	5kt TW	100000	100000	92118	79024	66779
CONF FULL	Calm	100000	100000	100000	87077	74814
CONF FULL	5kt HW	100000	100000	100000	89912	77549
CONF 3	1 REV INOP 5kt TW	100000	89568	76251	63740	51987
CONF 3	1 REV INOP Calm	100000	97895	84345	71071	59313
CONF 3	1 REV INOP 5kt HW	100000	100000	86871	73807	61830

DATE: April 19, 2006

EAG ToDc A321-211 Version 1.3.2 / ObstData 060419 / Dataset AC211B05 JAR / OCTOPUS 23.1.1

## VEDLEGG F

<b>A319/A320/A321</b> 	<b>IN FLIGHT PERFORMANCE</b>	REV 36	<b>4.03</b>
		SEQ 280	

### LANDING DISTANCE WITHOUT AUTOBRAKE

The actual landing distance is the distance to come to a complete stop from a point 50 ft above the landing surface. No margin is included in this distance.

#### CONFIGURATION FULL

ACTUAL LANDING DISTANCE (METERS)												
WEIGHT (1000 KG)		58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	
<b>RUNWAY CONDITION</b>	DRY	820	850	890	920	960	1010	1080	1280	1370	1460	
	WET	1040	1100	1170	1230	1300	1360	1430	1540	1630	1710	
	<b>COVERED WITH</b>	6.3 MM (1/4INCH) WATER	1460	1560	1660	1760	1860	1970	2060	2170	2270	2370
		12.7 MM (1/2INCH) WATER	1400	1500	1590	1690	1780	1870	1960	2050	2150	2240
		6.3 MM (1/4INCH) SLUSH	1420	1500	1580	1670	1760	1850	1940	2030	2130	2210
		12.7 MM (1/2INCH) SLUSH	1370	1450	1530	1610	1690	1780	1860	1950	2050	2130
		COMPACTED SNOW	1330	1400	1460	1530	1590	1640	1700	1760	1820	1870
		ICE	2790	2910	3030	3160	3280	3390	3510	3630	3750	3860

#### CORRECTIONS

	CORRECTION ON ACTUAL LANDING DISTANCE							
	dry runway	wet runway	runway covered with					
			1/4 inch water	1/2 inch water	1/4 inch slush	1/2 inch slush	compacted snow	ice
per 1000 ft above SL	+ 3 %	+ 4 %	+ 4 %	+ 4 %	+ 5 %	+ 4 %	+ 3 %	+ 4 %
per 10 kt headwind	No correction for headwind due to wind correction on approach speed							
per 10 kt tailwind	+ 17 %	+ 22 %	+ 24 %	+ 22 %	+ 22 %	+ 20 %	+ 16 %	+ 27 %
2 reversers operative	-4 %	-7 %	-11 %	-10 %	-11 %	-10 %	-8 %	-21 %
Per 5 kt speed increment (and no failure) add 8% (all runways)								

**NOTE :** – THE ABOVE DISTANCES ARE GIVEN FOR USE IN FLIGHT  
 – BEFORE DEPARTURE REFER TO FCOM



## VEDLEGG G

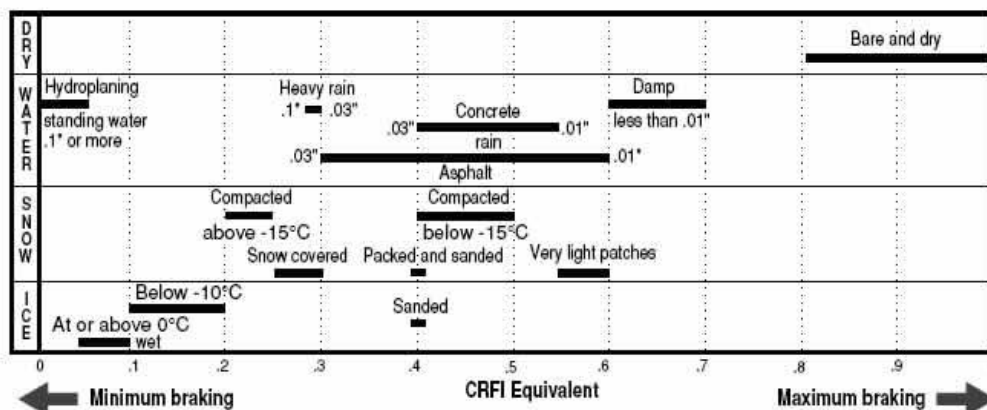
### Friksjonsmålinger og usikkerhet

Havarikommisjonen har kunnet dokumentere at friksjonsmålinger med alle de godkjente friksjonsmålerne er beheftet med en usikkerhet i størrelsesorden  $\pm 0,10$  ved tørre forhold og  $\pm 0,20$  ved våte (fuktige) forhold. Dette er vist i Tabell 1.

YEAR	Organisation	Uncertainty	Remark
1962	ICAO	$\pm 0.01$	Reported by a State
1974	ICAO	$\pm 0.15 - 0.20$	Wet surfaces
1974	ICAO	$\pm 0.10 - 0.15$	Compacted snow and ice surfaces
1990	NASA	$\pm 0.10$	Aircraft/FC contaminated
2005	ASTM	$\pm 0.05 - 0.20$	Use of ASTM standard 2100-04

Tabell 1. Usikkerhet ved friksjonsmålinger på kontaminert underlag (Norheim, Avinor 2005).

SHTs undersøkelser viser dessuten at det er fuktige forhold med en duggpunktsspredning (differanse mellom lufttemperatur og duggpunkt)  $< 3$  K, selv ved kuldegrader. Dette illustreres av Figur 1 som viser stor forskjell i friksjon på kompakt snø ved temperaturer over og under minus  $15^{\circ}\text{C}$ . Figur 1 er hentet fra Transport Canada og viser noe av usikkerheten ved friksjonsmålinger på kontaminert underlag.



Figur 1. Usikkerhet ved friksjonsmålinger på kontaminert underlag (Transport Canada 2004)

## VEDLEGG H

### Utdrag av norske bestemmelser for vintervedlikehold

Aeronautical Information Publication Norway (AIP Norway<sup>5</sup>), AIP Norway, AD 1.2, pkt. 2.4 og 2.5 beskriver norske krav til banepreparering og rapportering.

#### Preparering og rapportering

##### *”2.4 Preparering*

*Overflaten på ferdelsområdet skal prepareres for å oppnå best mulig friksjon, og spesiell oppmerksomhet skal vies rullebanene. For å bedre friksjonen brukes mekanisk behandling, sand og/eller kjemikalier. Det forutsettes nært samarbeid mellom flyplassoperatøren og flyoperatørene for å unngå kjemikalier som kan skade luftfartøy.*

##### *2.5 Rapportering*

*2.5.1 Det internasjonale ICAO SNOWTAM-formatet blir benyttet for rapportering av forholdene på ferdelsområdet. Formatet er beskrevet i ICAO Annex 15, Appendix 2.*

*2.5.2 Forholdene på ferdelsområdet skal meddeles lufttrafikkjentesten i form av en banerapport som danner grunnlaget for lufttrafikkjentestens utstedelse av SNOWTAM.*

*Følgende må spesielt iakttas:*

##### *G – Gjennomsnittlig dybde*

*Gjennomsnittlig dybde på det dekke av løs snø og slaps som rapporteres i rubrikk F, rapporteres for hver tredjedel av rullebanen sett fra terskel med lavest banenummer. Dybden rapporteres i millimeter med nøyaktighet 20 mm for tørr snø, 10 mm for våt snø og 3 mm for slaps, og avrundes oppover, dvs. at våt snø mellom 10 og 20 mm rapporteres som 20 mm. Dersom dybden av snø eller slaps vurderes å være uten flyoperativ betydning, kan bokstavkoden XX brukes. Dette krever at flyoperatørene har gitt flyplassoperatøren nødvendig grunnlag for å benytte XX.*

##### *H – Friksjonsnivå*

*Friksjonsnivå på rullebanen kan rapporteres som målt eller anslått. Dersom flyplassoperatøren ikke kan innestå for friksjonsnivået eller forholdene er utenfor gyldighetsområdet til friksjonsmåleren, skal tallet 9 rapporteres. Målt friksjonsnivå kan bare rapporteres når forholdene er innenfor gyldighetsområdet til friksjonsmåleren. Målt friksjonsnivå rapporteres for hver tredjedel av rullebanen sett fra terskel med lavest banenummer og rapporteres med 2 siffer (0 og desimalkomma utelates) etterfulgt av forkortelsen for friksjonsmåleren.*

*Se pkt. 2.6 og 2.7 nedenfor for mer informasjon. Friksjonsnivået kan anslås av kvalifisert personell. Anslått friksjonsnivå rapporteres for hver tredjedel av*

---

<sup>5</sup>AIP Norway rev 27. okt 2005

*rullebanen sett fra terskel med lavest banenummer, og angis med 1 siffer etter følgende tabell:*

*5 God Tilsvareer friksjonsnivå 0,40 og høyere*

*4 Middels god Tilsvareer friksjonsnivå 0,36 – 0,39*

*3 Middels Tilsvareer friksjonsnivå 0,30 – 0,35*

*2 Middels dårlig Tilsvareer friksjonsnivå 0,26 – 0,29*

*1 Dårlig Tilsvareer friksjonsnivå 0,25 og lavere*

*9 Kan ikke anslås*

### Norske definisjoner på snøtyper (BSL E 4-2 § 3. Definisjoner)

*”j) Snø (på bakken) (snow (on the ground)):*

- 1. Tørr snø (dry snow): Snø som kan blåses bort når den er løs eller som løses opp etter å ha vært sammenpresset i hånden; egenvekt under 0,35.*
- 2. Våt snø (wet snow): Snø som når den presses sammen i hånden, blir hengende sammen og tar form av - eller er på grensen til å ta form av – en snøball; egenvekt 0,35 eller mer, men under 0,5.*
- 3. Kompakt snø (compacted snow): Snø som er presset sammen til en solid masse og som motstår videre sammenpressing og holder seg sammen eller deler seg i klumper når den tas opp; egenvekt 0,5 og høyere”.*

### Gyldighetsområder for friksjonsmålere (AIP Norway, AD 1.2, pkt. 2.6)

#### *2.6 Friksjonsmålere og gyldighetsområder*

*2.6.1 Følgende friksjonsmålere (tribometer) er akseptert for bruk på norske flyplasser:*

- GRT Grip Tester*
- SFH Surface Friction Tester, High pressure tyre*
- SKH Skiddometer BV 11, High pressure tyre*
- RUN Runar*
- VIN Vertec Inspector*
- TAP Tapleymeter*

*2.6.2 Generelt gjelder stor usikkerhet ved målinger på kontaminert bane og spesielt under våte forhold – ”nullføre”. Snøen og isen er da ved sitt smeltepunkt.*

*TAP tillates for eksempel ikke brukt under våte forhold. Se pkt. 2.7 nedenfor for mer informasjon.*

*2.6.3 Et målt friksjonsnivå hører sammen med den friksjonsmåler det er målt med, og kan ikke brukes som en frittstående verdi. Gyldighetsområdet til de forskjellige friksjonsmålerne er:*

*SKH/SFH:*

- Tørr snø inntil 25 mm.*
- Tørr kompakt snø uansett tykkelse*
- Tørr is uansett tykkelse*
- Slaps inntil 3 mm.*
- Våt snø inntil 3 mm.*
- Våt is.*

*GRT/RUN/VIN:*

- Tørr snø inntil 25 mm.*
- Tørr kompakt snø uansett tykkelse*
- Tørr is uansett tykkelse*
- Slaps inntil 3 mm.*
- Våt snø inntil 3 mm.*

*TAP:*

- Tørr snø inntil 5 mm.*
- Tørr kompakt snø uansett tykkelse*
- Tørr is uansett tykkelse.*

### Generell usikkerhet ved bruk av målte friksjonsverdier (AIP Norway, AD 1.2, pkt. 2.7)

#### *2.7 SNOWTAM-formatet punkt H*

*Tabellen i punkt H, med tilhørende beskrivende tekst, ble utviklet tidlig på 50-tallet på bakgrunn av data innsamlet kun på kompakt snø og is. Friksjonsnivåene kan ikke betraktes som absolutte verdier og er generelt ikke gyldige for andre overflater enn kompakt snø eller is. Det er imidlertid akseptert at friksjonsnivå kan rapporteres ved forhold med inntil 3 mm våt snø eller slaps dersom det brukes en kontinuerlig friksjonsmåler. Det kan ikke fremskaffes et numerisk uttrykk for kvaliteten av de friksjonsnivåer som rapporteres i SNOWTAM. Tester viser at den nøyaktighet som tabellen indikerer ikke kan fremskaffes med dagens friksjonsmåleutstyr. Mens tabellen opererer med verdier i hundredeler, viser tester at kun verdier angitt i tideler kan være av operativ verdi. Det må derfor utvises den største forsiktighet ved bruk av rapporterte friksjonsnivåer, og bruk av tabellen må baseres på flyoperatørens egen erfaring.*

## VEDLEGG I

### Utdrag av bestemmelser for vintervedlikehold for Sandefjord lufthavn Torp

Utdrag av "Vintervedlikehold for Sandefjord lufthavn Torp, vintersesongen 2005/2006, plassvedlikehold, Del C, Kap. 4.1".

#### 1. GENERELT

*Flyging under vinterforhold stiller store krav til operatørene. Vinterstid er både vær- og siktforhold vanskeligere enn om sommeren, og kravene til utforming og vedlikehold av ferdels- og sikkerhetsområdene er minst de samme som om sommeren.*

*Sandefjord Lufthavn Torp (SLT) har en uttalt "Svart bane filosofi", hvilket betyr at det skal prioriteres slik at vi i størst mulig utstrekning kan tilby selskapene en snø- og isfri rullebane. Denne målsettingen gjelder også for taksebaner og oppstillingsplass syd.*

*Sikkerhet ved lufthavnen har høyeste prioritet, alle vurderinger skal gjøres m.h.p. sikkerhet og at sikkerheten alltid er ivaretatt. Skulle forholdene være av en slik karakter at det er tvil om at sikkerheten ved lufthavnen kan ivaretas skal flyplassjef/driftssjef kontaktes og banen/berørte områder skal stenges for trafikk.*

*Ved bremseeffekt under 0,30 (middels) skal flyplassjef kontaktes, ved en ytterligere forverring skal flyplassjef løpende holdes orientert om utviklingen. Ved bremseeffekt under 0,20 (dårlig) skal de berørte områder stenges for trafikk inntil tilfredsstillende bremseeffekt igjen er oppnådd.*

---

#### 1.3 Vintervedlikehold omfatter

*Inspeksjoner, BSL E 4-2 §6*

*Brøyting, BSL E 4-2 §§8, 10, 12, 13*

*Preparering, BSL E 4-2 §8*

*Rapportering, BSL E 4-2 §7*

#### 1.4 Omfang

*Vintervedlikeholdet skal utføres på en måte og i et slikt omfang at lufttrafikken kan avvikles trygt og sikkert, jf. BSL E 4-2 §8. Dessuten bør det være en målsetning at lufttrafikken opprettholdes i størst mulig grad.*

---

## 2. ANSVARLIG FOR SNØRYDDING

*Vaktsjef Sandefjord Lufthavn AS (SLAS) er ansvarlig for at vintervedlikeholdet blir utført i henhold til gjeldene regler og forskrifter.*

*Vaktsjef SLAS skal rapportere til LTT Torp når det er om lag 10 minutter igjen før brøytingen er ferdig. Evt. forsinkelse skal umiddelbart meldes til LTT Torp og til Widerøe slik at nødvendige trafikkmessige prioriteringer kan gjøres.*

*Det er vaktstjefens ikke bare ansvar men også plikt å stenge rullebanen såfremt kravene i BSL E 4-2 ikke nås når det gjelder:*

*- Kritiske snøkanter*

*- Hvor en utsettelse av banepreparering vil resultere i en dårligere situasjon og skape store merarbeider (for eksempel lengre tids stengning).*

*- Stenging av LZZ og GP for brøyting gjøres etter avtale mellom vaktstjef og flygeleder eller når ingeniør flynavigasjon er til stede og melder behov.*

*Vaktstjef SLAS er ansvarlig for å inspisere områdene og at brøyting blir initiert etter samråd med FNT før snødybder overstiger kritiske verdier. Ref. lokal instruks nr. 1-2001 m/vedlegg.*

---

### *3. STENGING*

*Flyplassjefen skal i samråd med vaktstjef, eller på eget initiativ, stenge hele eller deler av ferdselsområde under forhold som kan medføre risiko for luftfarten.*

*Rulle- og taksebaner hvor brøyting og preparering pågår kan ikke brukes av luftfartøyer, og områdene kan ikke gjenåpnes for trafikk før de tilfredsstiller de krav som er fastsatt for vintervedlikeholdet.*

#### *3.1 Stenging av området føre terskel*

*Dersom det vurderes at forholdene for deler av området før terskel er for dårlige skal hele området stenges. TORA/ASDA er kunngjort for Reduced Take-Off Position, ref AIP Norge, ENTO AD 2.13.*

#### *3.2 Ved stengning av rullebanen*

*Midlertidig stenging av rullebanen for å utføre vintervedlikehold er vaktstjef SLAS sitt ansvar.*

*Vaktstjef SLAS skal omgående varsle vakthavende flygeleder og skiftleder Widerøe om tidspunktet for stenging og varighet.*

*Vaktstjef koordinerer tidspunkt for stenging av rullebane, taksebane med vakthavende flygeleder og skiftleder Widerøe så tidlig som mulig. Hensynet til trafikken skal vektlegges, men ikke slik at kravene i BSL E 4-2 ikke tilfredstilles.*

*Brøyting av rullebanen søkes utført før trafikktopper. Er det små eller få fly skal disse vike for større grupper.*

*Ambulansefly o.l. gis prioritet.*

### *4. BRØYTING*

*Snø, slaps og is skal fjernes fra rullebanen så hurtig som mulig.*

---

### *8. BREMSEEFFEKT*

*Det er, på Sandefjord Lufthavn Torp, gjort avtale med brukerne at laveste bremsetall er 35. Ved lavere bremseeffekt enn 35, skal nødvendige tiltak iverksettes for å bedre denne.*

#### *8.1 Bremsmåling*

*Bremsemåling utføres enten med BV11, Vertec Inspector eller med Taplymeter og utføres av vaktsjef eller hans stedfortreder.*

*Måling av bremseeffekt skal utføres minst 2 gang pr. dag, og alltid når det er eller kan antas endring av forholdene, unntatt når friksjonskoeffisienten med sikkerhet kan bedømmes å ha en verdi på 0.60, (Breaking action – good) eller bedre.*

*Banerapport skal oversendes LTT minst før første flygning finner sted, og ved vaktbytte.*

### *8.2 Forutsetninger for bremsemålinger*

*Når banerapporten skal inneholde målt friksjonsnivå, må følgende forutsetninger være tilstede:*

*Rullebanen må være brøytet til forholdene er innenfor gyldighetsområdet til friksjonsmåleren.*

*Dersom det snør, må hele rullebanen være innenfor gyldighetsområdet før den gjenåpnes, og det må ikke snø så mye at friksjonsnivået har endret seg vesentlig.*

*Målt friksjon kan vanskelig rapporteres når det faller våt snø eller slaps. Dersom rullebanen tillates brukt når forholdene er utenfor gyldighetsområdet til friksjonsmåleren, skal ny banerapport som angir snødybder og friksjonsnivå 9 straks utarbeides.*

*Første måling skal foretas om morgenen slik at resultatet kan forelegges LTT/TWR senest 20 minutter før flyplassens åpningstid, i tillegg så snart forandring av bremsevirkningen merkes eller antas å ha funnet sted og/eller på anmodning fra TWR.*

### *8.3 Sanding*

*Strøbil står i varm garasje og bemannes av lufthavnvakten. Den skal alltid være oppfylt og skal sjekkes hver dag i vinterhalvåret. Preparering av banen gjelder også for clearway/stopway.*

*Ved bruk av sand på rullebanen skal den benyttes slik at det ikke påfører luftfartøyet skade.*

**VEDLEGG J****EASA sertifisering på kontaminerte rullebaner**

Utdrag av EASA Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25 Book 2, Acceptable Means of Compliance:

*“7.3 Braking Friction (All Contaminants)*

*On most contaminant surfaces the braking action of the aeroplane will be impaired. Performance data showing these effects can be based on either the minimum conservative ‘default’ values, given in Table 2 or test evidence and assumed values (see paragraph 7.3.2). In addition the applicant may optionally provide performance data as a function of aeroplane braking coefficient or wheel braking coefficient.*

*7.3.1 Default Values*

*To enable aeroplane performance to be calculated conservatively in the absence of any direct test evidence, default friction values as defined in Table 2 may be used. These friction values represent the effective braking coefficient of an anti-skid controlled braked wheel/tyre.*

<b>Contaminant</b>	<b>Default Friction Value <math>\mu</math></b>
Standing Water and Slush	$= -0.0632\left(\frac{V}{100}\right)^3 + 0.2683\left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0.4321\left(\frac{V}{100}\right) + 0.3485$ where V is groundspeed in knots Note: For V greater than the aquaplaning speed, use $\mu = 0.05$ constant
Wet Snow below 5mm depth	0.17
Wet Snow	0.17
Dry Snow below 10mm depth	0.17
Dry Snow	0.17
Compacted Snow	0.20
Ice	0.05

Note: Braking Force = load on braked wheel x Default Friction Value  $\mu$

Table 2

Note: For a specially prepared winter runway surface no default friction value can be given due to the diversity of conditions that will apply.

*7.3.2 Other Than Default Values*

*In developing aeroplane braking performance using either test evidence or assumed friction values other than the default values provided in Table 2, a number of other brake related aspects should be considered. Brake efficiency*



*should be assumed to be appropriate to the brake and anti-skid system behaviour on the contaminant under consideration or a conservative assumption can be used. It can be assumed that wheel brake torque capability and brake energy characteristics are unaffected. Where the tyre wear state significantly affects the braking performance on the contaminated surface, it should be assumed that there is 20% of the permitted wear range remaining. Where limited test evidence is available for a model predecessor or derivative this may be used given appropriate conservative assumptions.*

### 7.3.3 Use of Ground Friction Measurement Devices

*Ideally it would be preferable to relate aeroplane braking performance to a friction index measured by a ground friction device that would be reported as part of a Surface Condition Report. However, there is not, at present, a common friction index for all ground friction measuring devices. Hence it is not practicable at the present time to determine aeroplane performance on the basis of an internationally accepted friction index measured by ground friction devices. Notwithstanding this lack of a common index, the applicant may optionally choose to present take-off and landing performance data as a function of an aeroplane braking coefficient or wheel braking coefficient constant with ground speed for runways contaminated with wet snow, dry snow, compacted snow or ice. The responsibility for relating this data to a friction index measured by a ground friction device will fall on the operator and the operating authority.”*

## VEDLEGG K

### **Airbus Industrie's policy for operasjoner på kontaminerte rullebaner**

Fra Airbus Industrie's dokument "Getting to Grips with Cold Weather Operations", Airbus Industrie, Flight Operations Support, Customer Services Directorate, 1999, er sitert:

-----  
*"C3.4.2 Difficulties in assessing the effective  $\mu$*

*The two major problems introduced by the airport authorities' evaluation of the runway characteristics are:*

*-The correlation between test devices, even though some correlation charts have been established.*

*-The correlation between measurements made with test devices or friction measuring vehicles and aircraft performance.*

*-These measurements are made with a great variety of measuring vehicles, such as: Skiddometer, Saab Friction Tester (SFT), MU-Meter, James Brake Decelerometer (JDB), Tapley meter, Diagonal Braked Vehicle (DBV).*

*Refer to ICAO, Airport Services Manual, Part 2 for further information on these measuring vehicles.*

*The main difficulty in assessing the braking action on a contaminated runway is that it does not depend solely on runway surface adherence characteristics.*

*What must be found is the resulting loss of friction due to the interaction tire/runway.*

*Moreover, the resulting friction forces depend on the load, i.e. the aircraft weight, tire wear, tire pressure and anti-skid system efficiency.*

*In other words, to get a good assessment of the braking action of an A340 landing at 150,000 kg, 140 kt with tire pressure 240 PSI, the airport should use a similar spare A340... Quite difficult and pretty costly!*

*The only way out is to use some smaller vehicles. These vehicles operate at much lower speeds and weights than an aircraft. Then comes the problem of correlating the figures obtained from these measuring vehicles and the actual braking performance of an aircraft. The adopted method was to conduct some tests with real aircraft and to compare the results with those obtained from measuring vehicles.*

*Results demonstrated poor correlation. For instance, when a Tapley meter reads 0.36, a MU-meter reads 0.4, a SFT reads 0.43, a JBD 12...*

*To date, scientists have been unsuccessful in providing the industry with reliable and universal values. Tests and studies are still in progress.*

*As it is quite difficult to correlate the measured  $\mu$  with the actual  $\mu$ , termed as effective  $\mu$ , the measured  $\mu$  is termed as «reported  $\mu$ ».*

*In other words, one should not get confused between:*

*1/ Effective  $\mu$ : The actual friction coefficient induced from the tire/runway surface*

*interaction between a given aircraft and a given runway, for the conditions of the day.*

*2/ Reported  $\mu$ : Friction coefficient measured by the measuring vehicle.*

*Particularities of fluid contaminants*

*Moreover, the aircraft braking performance on a runway covered by a fluid contaminant (water, slush and loose snow) does not depend only on the friction coefficient  $\mu$ .*

*As presented in chapters C2.2 and C2.3, the model of the aircraft braking performance (takeoff and landing) on a contaminated runway takes into account not only the reduction of a friction coefficient but also:*

- The displacement drag*
- The impingement drag*

*These two additional drags (required to be taken into account by regulations) require knowing the type and depth of the contaminant.*

*In other words, even assuming the advent of a new measuring friction device providing a reported  $\mu$  equal to the effective  $\mu$ , it would be impossible to provide takeoff and landing performance only as a function of the reported  $\mu$ . Airbus Industrie would still require information regarding the depth of fluid contaminants.*

*C3.4.3 Data provided by Airbus Industrie*

*Please refer to § C6 for further details on contaminated runway performance provided by Airbus Industrie.*

***Hard contaminants***

*For hard contaminants, namely compacted snow and ice, Airbus Industrie provides the aircraft performance independently of the amount of contaminants on the runway. Behind these terms are some effective  $\mu$ . These two sets of data are certified.*

***Fluid contaminants***

*Airbus Industrie provides takeoff and landing performance on a runway contaminated by a fluid contaminant (water, slush and loose snow) as a function of the depth of contaminants on the runway.*

*For instance, takeoff or landing charts are published for «1/4 inch slush», «1/2 inch slush», «1/4 inch water» and «1/2 inch water». For loose snow, a linear variation has been established with slush.*

***In other words, pilots cannot get the performance from reported  $\mu$  or Braking Action. Pilots need the type and depth of contaminant on the runway.***

***CORRELATION BETWEEN REPORTED  $\mu$  AND BRAKING PERFORMANCE***

***Please, bear in mind:***

*Airports release a friction coefficient derived from a measuring vehicle. This friction coefficient is termed as «reported  $\mu$ ».*

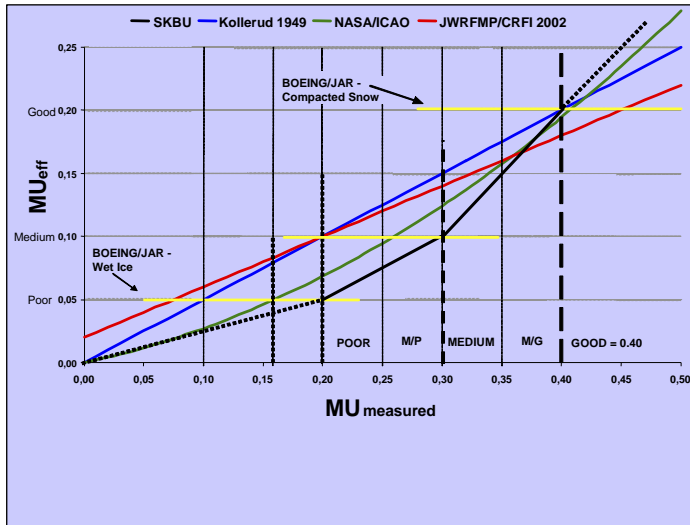
*The actual friction coefficient, termed as «effective  $\mu$ » is the result of the interaction tire/runway and depends on the tire pressure, tire wear, aircraft speed, aircraft weight and anti-skid system efficiency.*

*To date, **there is no way to establish a clear correlation between the «reported  $\mu$ » and the «effective  $\mu$ ».** There is even a poor correlation between the «reported  $\mu$ » of the different measuring vehicles.*

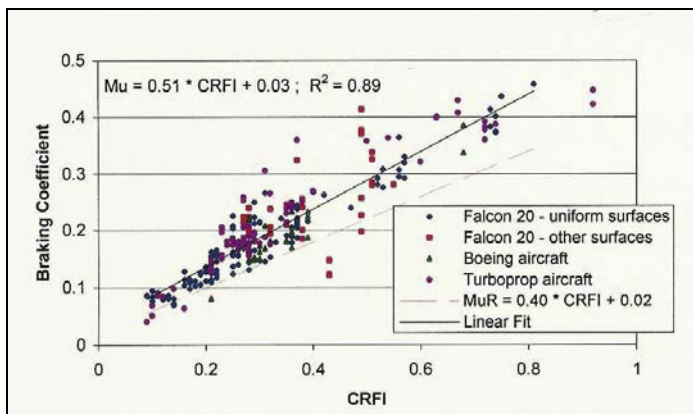
*It is then very difficult to link the published performance on a contaminated runway to a «reported  $\mu$ » only. The presence of **fluid contaminants** (water, slush and loose snow) on the runway surface **reduces the friction coefficient**, may lead to **aquaplaning** (also called hydroplaning) and creates an **additional drag**. This additional drag is due to the precipitation of the contaminant onto the landing gear and the airframe, and to the displacement of the fluid from the path of the tire. Consequently, braking and accelerating performance are affected. The impact on the accelerating performance leads to a limitation in the depth of the contaminant for takeoff. **Hard contaminants** (compacted snow and ice) only affect the braking performance of the aircraft by a reduction of the **friction coefficient**. Airbus Industrie publishes the takeoff and landing performance according to the **type of contaminant**, and to the **depth** of fluid contaminants.”*

# VEDLEGG L

## Korrelasjon mellom målte friksjonskoeffisienter og bremsekoefisienter



Figur 1. Korrelasjon mellom målt  $\mu$  og effektiv  $\mu$ . (Norheim, Avinor 2006).



Figur 2. Airplane Braking Coefficient vs canadien Runway Friction Index (CRFI, TC 2004).

**Slippery Runway**

- Boeing does not correlate "friction vehicle reported runway friction" to airplane braking coefficient.
- Pilot reported runway braking condition advisory information only

	Good	Medium	Poor
Assumed			
Airplane	0.20	0.10	0.05
Braking coefficient			

Figur 3. Boeing standard ABC (Boeing).

**VEDLEGG M****Utdrag av FAA Safety Alert For Operators (SAFO) 06012.**

---

*“e. Runway surface conditions may be reported using several types of descriptive terms including: type and depth of contamination, a reading from a runway friction measuring device, an airplane braking action report, or an airport vehicle braking condition report. Unfortunately, joint industry and multi-national government tests have not established a reliable correlation between runway friction under varying conditions, type of runway contaminants, braking action reports, and airplane braking capability. Extensive testing has been conducted in an effort to find a direct correlation between runway friction measurement device readings and airplane braking friction capability. However, these tests have not produced conclusive results that indicate a repeatable correlation exists through the full spectrum of runway contaminant conditions.*

*Therefore, operators and flight crews cannot base the calculation of landing distance solely on runway friction meter readings. Likewise, because pilot braking action reports are subjective, flight crews must use sound judgment in using them to predict the stopping capability of their airplane. For example, the pilots of two identical aircraft landing in the same conditions, on the same runway could give different braking action reports. These differing reports could be the result of differences between the specific aircraft, aircraft weight, pilot technique, pilot experience in similar conditions, pilot total experience, and pilot expectations. Also, runway surface conditions can degrade or improve significantly in very short periods of time dependent Approved by AFS-1 Page 7 on precipitation, temperature, usage, and runway treatment and could be significantly different than indicated by the last report. Flight crews must consider all available information, including runway surface condition reports, braking action reports, and friction measurements.*

*(1) Operators and pilots should use the most adverse reliable braking action report, if available, or the most adverse expected conditions for the runway, or portion of the runway, that will be used for landing when assessing the required landing distance prior to landing. Operators and pilots should consider the following factors in determining the actual landing distance: the age of the report, meteorological conditions present since the report was issued, type of airplane or device used to obtain the report, whether the runway surface was treated since the report, and the methods used for that treatment. Operators and pilots are expected to use sound judgment in determining the applicability of this information to their airplane’s landing performance.*

*(2) Table 1 provides an example of a correlation between braking action reports and runway surface conditions:*

<i>Braking Action</i>	<i>Dry (not reported)</i>	<i>Good</i>	<i>Fair/Medium</i>	<i>Poor</i>	<i>Nil</i>
<i>Contaminant</i>	<i>Dry</i>	<i>Wet Dry Snow (&lt; 20mm)</i>	<i>Packed or Compacted Snow</i>	<i>Wet Snow Slush Standing Water Ice</i>	<i>Wet ice</i>

*Table 1. Relationship between braking action reports and runway surface condition (contaminant type)*

*NOTE: Under extremely cold temperatures, these relationships may be less reliable and braking capabilities may be better than represented. This table does not include any information pertaining to a runway that has been chemically treated or where a runway friction enhancing substance has been applied.”*