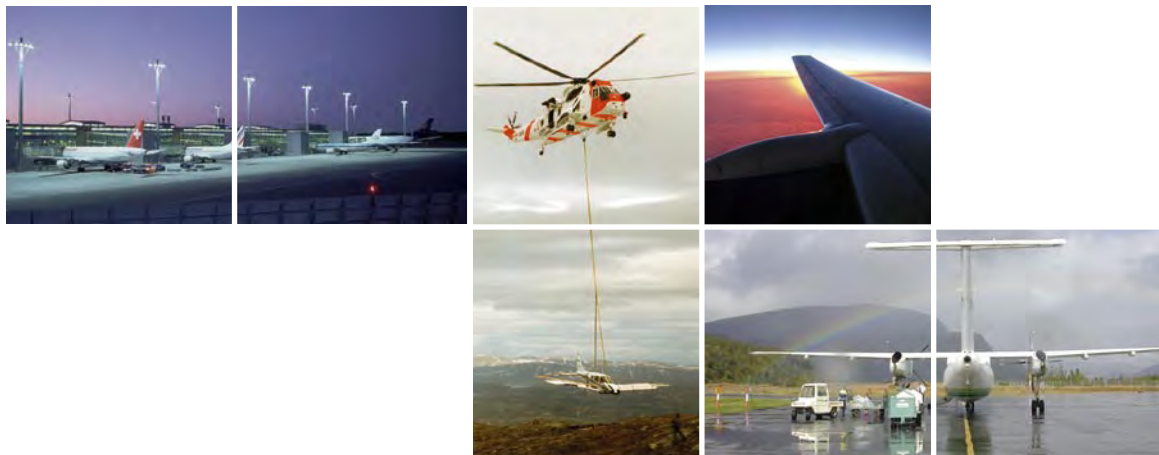


RAPPORT

SL 2009/07



RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE
VED HARSTAD/NARVIK LUFTHAVN EVENES
30. JANUAR 2005 MED SAS BRAATHENS BOEING
B737-500, LN-BRV

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.

RAPPORT

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

Avgitt dato: 11.05.2009

SL Rapport: 2009/07

Denne undersøkelsen har hatt et begrenset omfang. Av den grunn har SHT valgt å benytte et forenklet rapportformat. Rapportformat i henhold til retningslinjene gitt i ICAO Annex 13 benyttes bare når undersøkelsens omfang gjør dette påkrevd.

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

Luftfartøy:

- Type og reg.: Boeing B737-500 LN-BRV
- Produksjonsår: 1992
- Motor(er): 2 stk CFM56-3C-1

Operatør:

SAS Braathens¹

Radiokallesignal:

CNO4406

Dato og tidspunkt:

Søndag 30. januar 2005, kl.1459

Hendelsessted:

Harstad/Narvik lufthavn Evenes (ENEV)

ATS luftrom:

ENEV CTR, klasse D

Type hendelse:

Alvorlig luftfartshendelse, tap av kontroll på glatt bane

Type flyging:

Ervervsmessig, ruteflyging

Værforhold:

Vind: 210° 26G42 kt. Sikt: mer enn 10 km. Vær: sluddbyger.

Skyer: spredte skyer i 1 500 ft, brutte skyer i 2 500 ft. Temp: 2 °C, duggpunkt -1 °C. QNH: 965 hPa. Vind i 1 400 ft: 230° 50G64 kt

Baneforhold:

Rullebane 17 var 100 % dekket med kompakt snø og is, med et lag med 3 mm slaps (slush) oppå. Det var sandet oppå slapset.

Friksjonsnivå 24-25-26 var målt med friksjonsmåler av typen BV-11 SKH. Prepareringen var utført i 30-35 m bredde langs senterlinjen

Lysforhold:

Dagslys

Flygeforhold:

VMC

Reiseplan:

IFR

Antall om bord:

2 flygere, 3 kabinansatte, 106 passasjerer

Personskader:

Ingen

Skader på luftfartøy:

Ingen

Andre skader:

Ingen

Fartøysjef:

- Kjønn og alder: Mann, 59 år
- Sertifikat: ATPL (A)

¹ SAS Braathens endret navn til SAS Norge mvf 1. juni 2007

- Flygererfaring: Total flytid 18 974 timer, totalt på type 13 176 timer, timer siste 90 dager: 88, siste 30 dager: 16, siste 3 dager: 10, siste 24 timer: 5, landinger siste 90 dager: 36.

Styrmann:

- Kjønn og alder: Mann, 39 år
- Sertifikat: ATPL (A)
- Flygererfaring: Total flytid 5 120 timer, totalt på type 4 010 timer, timer siste 90 dager: 56, siste 30 dager: 17, siste 3 dager: 14, siste 24 timer: 7, landinger siste 90 dager: 14.

Informasjonskilder:

Rapport om luftfartsulykke/-hendelse fra fartøysjef (NF-0382B), rapport fra sjefflygeleder ENEV, rapport fra driftsjef ENEV og havarikommisjonens egne undersøkelser.

FAKTISKE OPPLYSNINGER

Varsling

Havarikommisjonen for Sivil Luftfart og Jernbane (HSLB)² ble varslet om hendelsen i form av en "Foreløpig melding om luftfartshendelse" fra Avinor på faks kl. 1700 den 30. januar 2005.

Havarikommisjonen rykket ut med to havariinspektører dagen etter hendelsen.

Hendelsesforløp

CNO4406 fløy rute fra Oslo lufthavn Gardermoen (ENGM) til Harstad/Narvik lufthavn Evenes (ENEV) søndag 30. januar 2005. LN-BRV tok av fra Gardermoen kl. 1245 med planlagt landing på Evenes kl. 1430. Flyet hadde en besetning på 2 flygere og 3 kabinansatte. Det var 106 passasjerer om bord. Styrmannen var Pilot Flying (PF) og fartøysjefen var Pilot Not Flying (PNF).

Kl. 1420 kontaktet besetningen på CNO4406 Evenes TWR og mottok informasjon om værforhold og banestatus. Det ble opplyst at rullebanen var under preparering og at nye friksjonstall ville bli klare om 4-6 min.

Kl. 1425 ble baneforhold for bane 17 meddelt; våt sandet is med friksjonstall 22/21/22 målt med Skiddometer SKH³. Besetningen svarte at forholdene var utenfor deres begrensninger og besetningen entret en holding for å vente på bedre friksjonstall. Lufthavnen strødde mer sand på rullebanen og utførte nye friksjonsmålinger.

Kl. 1446 ble CNO4406 klarert for en ILS innflyging til ENEV, bane 17 via Evenes DVOR/DME (EVD) og Fjellstad radiofyr (FS). Kl. 1449 var ny banestatus klar; våt bane med friksjonstall 24/25/26, som ble formidlet til CNO4406 sammen med oppgitt vind 210° 20 kt, med vindkast 32 kt. Videre ble det oppgitt at det var våt og sandet is på banen, og at prepareringen kun gjaldt i en bredde av 30-35 meter rundt senterlinjen av banen. Mottatte meldinger ble bekreftet av CNO4406. Beregninger med Operations Performance Computer (OPC) viste at forholdene tillot landing. Besetningen kontrollerte landingsdata og besluttet at forholdene kunne aksepteres til et forsøk, men at de ville overvåke vindforholdene og eventuelt beslutte å avbryte innflygingen fra en lav overflyging (low approach).

² HSLB endret navn til Statens Havarikommisjon for Transport (SHT) 1. september 2005

³ Skiddometer er en kontinuerlig friksjonsmåler av typen BV-11 med høytrykksdekk på målehjulet

Kl. 1455 ble CNO4406 klarert til å lande. Vinden ved terskel 17 ble oppgitt til å være 210° 17 kt, noe som ga en sidevindskomponent på 11 kt. De ble videre klarert til å takse inn via TWY D. Basert på Braathens Operations Manual Part B - Boeing 737 series, Normal Procedures - Checklists, chapter 2, section 2.14, dated 1.10.2004 (Vedlegg D), kunne de oppgitte friksjonsverdiene aksepteres med en sidevind på 12 kt ned til 0,24 i friksjonskoeffisient. På bakgrunn av dette ble de oppgitte friksjonsverdiene akseptert. Fartøysjefen besluttet at de var innenfor selskapets begrensninger og styrmannen landet flyet som normalt. Utflating og landing ble utført korrekt og på senterlinjen, og utrullingene gikk som normalt. Etter landing viste det seg at det blåste mer enn de oppgitte verdiene skulle tilsi, men nedbremsing og styring forløp normalt. Etter avsluttet bruk av motorreversering, overtok fartøysjefen kontrollen og fortsatte nedbremsingen med hjulbrems. Den sterke sidevinden fra høyre gjorde at han måtte bruke asymmetrisk bremsing i tillegg til neshjulstyring. Besetningen klarte å holde flyet innenfor det 30 m brede preparerte området på banen til tross for dårlig friksjon og sterk sidevind.

Da flyet nærmet seg avkjøringen ved TWY D hadde det en bakkehastighet på 13 kt. Fartøysjefen startet svingen til venstre inn mot TWY D. Styrefriksjonen var imidlertid for liten til å hindre neshjulet fra å skli, og vinden dreide flyet mot høyre (værhaneeffekt). Vinden blåste fra ca. 200° med en styrke som var atskillig sterkere enn den var i nord ved terskel 17. Vinden var sterk nok til å dreie flyet helt rundt mot ca. 200°. SHT har ikke kunnet verifisere nøyaktig vindstyrke, men METAR indikerte vind fra 210° 26 kt med vindkast 42 kt. Fartøysjefen forsøkte ved hjelp av neshjulstyring, brems og asymmetrisk motorkraft å fortsette høyresvingen rundt, og fikk dreid flyet til 333° før dreiemomentet fra vindens værhaneeffekt overskred styremomentet. Flyet skled på stive hjul inn i vinden igjen, samtidig som det startet å skli baklengs mot kanten av rullebanen. Fartøysjefen klarte til slutt å stoppe flyet ved hjelp av motorkraft på en kurs av 247°. Han lyktes i å holde flyet stille i denne posisjonen, og besetningen stoppet motorene og ba om å få assistanse til å taue inn flyet (Vedlegg C).



Figur 1: Stoppesisjon for LN-BRV ved avkjøring til TWY D (Flightscape Insight View).

Kl. 1505 ble det sendt ut NOTAM N0004 med "Aerodrome closed" fra 1405 UTC til 1705 UTC. Kl. 1520 startet tauing av flyet til gate hvor det ankom kl. 1525. Lufthavnen ble holdt stengt inntil rullebane og værforhold igjen tillot normal trafikkavvikling.

Vær- og baneforhold

TAF ENEV 301100UTC 301221 12008KT 9999 FEW010 BKN020 BECMG 1214 20015KT
TEMPO1221 22025G35KT 2000 RASN VV010=

METAR ENEV 301350UTC 21026G42KT 9999 VCSH SCT015 BKN025 02/M01 QNH0965 hPa
WIND 1400 FT 23050G64KT=

SNOWTAM 0298 A) ENEV B) 01300845
C) 17 F) 57/57/67 G) 06/06/03 H) 27/26/29/SKH N) 57 R) 57 T) RWY SANDED

Banerapport ENEV 2005-01.30-1205UTC

c) 17 F) 67/67/67 G) 3/3/3 H) 32/28/28 N) 67 R) 67 T3) Sanded T5) Banetemperatur -0.8 °C Y)
Nord 20 mm våt snø på is. Friksjon middels dårlig (2). Apron A sandet, friksjon middels dårlig (2).
Det ble ikke sendt ut ny SNOWTAM basert på denne banerapporten.

Det var ikke gitt ut ny SNOWTAM etter 0845UTC og dermed var det denne SNOWTAM som var gyldig på hendelsestidspunktet. Det var planlagt å sende ut SNOWTAM kl. 1450, men det ble ikke gjort. Ny banestatus med friksjonstall var tilgjengelig på ATIS.

Værforholdene varierte fra kraftig snøfall lørdag 29. og natt til 30. januar, og omslag til regn søndag morgen ca. kl. 0630. Utover dagen varierte det med våt snø/slaps, og regn igjen en periode rundt hendelsen, kombinert med kastevind i økende styrke. Utover ettermiddagen spaknet vinden, med omslag til slaps og våt snø og avtakende nedbør utover kvelden.

Rullebanen ble kostet kl. 1400. Et fly fra Widerøe valgte å fortsette til alternativ flyplass på grunn av Widerøes restriksjoner i forhold til vind. Det ble utført mer eller mindre kontinuerlig brøyting, sweeping, strøing og hyppige inspeksjoner og bremseprøver fra morgenen og hele formiddagen før hendelsen. Prioriterte områder var rullebane, taksebane D og aktuell flyoppstillingsplass som var i bruk, samt utrykningsvei fra brannstasjonen. Målinger etter kosting kl. 1420 viste for dårlig friksjon i forhold til SAS Braathens restriksjoner. Rullebanen ble strødd med sand kun i en bredde av 30-35 meter langs banens senterlinje like før CNO4406 landet. Rullebanen var dermed preparert i en bredde som var smalere enn de 45 m som Boeing baserer sertifiseringen på.

Havarikommisjonens undersøkelser viser at lufthavnen ikke hadde nok utstyr til å håndtere de værforholdene som hersket på hendelsestidspunktet. Blant annet manglet lufthavnen isskrape. Urea er ikke lengre tillatt brukt av miljøhensyn. Dette stoffet ble mye brukt tidligere til å fjerne is og hardpakket snø ved plussgrader, og ble betraktet som et effektivt middel ved de rådende forholdene. Noen god erstatning for Urea er så langt ikke tatt i bruk ved norske lufthavner. Lufthavnpersonellet mente i ettertid at lufthavnen burde anskaffe bedre utstyr for banepreparering, som isskjær, bedre sandstrøer og et granulat (kjemikalier) som kan fjerne is. En fullstendig banepreparering ville i dette tilfellet medført en stenging i ca. en time.

Lufthavnpersonellet

Lufthavnpersonellet var bekymret for at fly skulle lande under de rådende forholdene og hadde opplyst til tårnet at de ikke kunne innstå for de målte tallene da det var glatte partier innimellom. Dette var basert på deres vurdering av forholdene, mens målingene og rapporteringen fulgte gjeldende bestemmelser og prosedyrer.

Lufthavnpersonellet betraktet forholdene på hendelsestidspunktet som marginale. Derfor besluttet de på eget initiativ å øke brann- og havariberedskapen til ”øket beredskap”. Utrykningsmannskapet satt i brann- og havaribilene på plattformen utenfor garasjen. De var derfor vitner til fartøysjefens kontrollproblemer ved avkjøringen til TWY D. De rykket ut samtidig som vakthavnede flygeleder slo alarm. Utrykningslederen rådet fartøysjefen via tårnet, om å stenge ned motorene.

Besetningen og SAS Braathens prosedyrer

Braathens, SAS Braathens og SAS Norge sine prosedyrer er basert på ICAO, JAR OPS og norske bestemmelser, med unntak av bruk av redusert banebredde. Boeing anbefaler 45 meter som minste banebredde av hensyn til motorbortfall i sidevind.

Besetningen fulgte prosedyrene i Braathens OM Part B⁴ (Vedlegg D). Med 20 kt 40° fra baneretningen ville de ha en sidevindkomponent på 13 kt og kunne akseptere en friksjonskoeffisient på 0,26. Ca. 5 min før landing fikk besetningen oppgitt vind 200° 18 kt, og ca. 3 min før landing fikk de oppgitt 210° 17 kt. Begge disse vindinformasjonene bekreftet for besetningen at forholdene var akseptable for landing. 12 kt sidevind tillot en friksjonskoeffisient ned til 0,24.

Selskapets OM Part B aksepterte bruk av friksjonskoeffisienter oppgitt i hundredeler, til tross for advarsel i AIP Norge, AD 1.2 som sier at kun friksjonstall oppgitt i tideler er av operativ verdi. Denne advarselen støttes av oppgitte testdata fra rapporter både fra ICAO og fra NASA (Vedlegg E).

Preparerte rullebaner med redusert bredde

Punkt 1.12.1 i Braathens OM Part B viser at selskapet aksepterte operasjoner på rullebaner som er preparert i en bredde begrenset til 30 meter.

Fra Boeing Flight Technical Services, *Guidelines for Narrow Runway Operations*⁵ er sakset følgende:

“Boeing’s Recommended Crosswind Guidelines are intended to address crosswind and engine failure... but they are based on a 45 m wide runway.”

Sanding og friksjonsmålinger på våt snø på is

Ved denne hendelsen var det våt is og det ble sandet i 30-35 meters bredde rundt banens senterlinje. Havarikommisjonen har tidligere påvist at sanding på vått underlag, eller på løs masse, gir feilaktige friksjonstall. Ref. HSL RAP 23/2002: http://www.aibn.no/items/122/144/3399965679/LN_WIL.pdf

Friksjonsmålerne kan indikere fra dårlig (POOR) til god (GOOD), mens flyenes reelle friksjon (Airplane Braking Coefficient, ABC) kan være varierende grader av dårlig (POOR).

⁴ SAS Braathens opererte i henhold til Braathens OM B frem til 1. april 2005. På de aktuelle punktene har SAS Braathens og senere SAS Norge videreført tilsvarende ordlyd i sine respektive OM B

⁵ Root R. Guidelines for Narrow Runway Operations. Flight Technical Services, Boeing Commercial Airplanes. The Boeing Company W037

Tidligere hendelser

Denne hendelsen føyer seg inn i en rekke av lignende hendelser i form av utforkjøring fra glatte rullebaner i Norge under 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 Evenes er viet spesiell oppmerksomhet for å belyse de sikkerhetsområdene som SAS Norge har et spesielt ansvar for. SHT anser at disse bør belyses før temarapporten foreligger.

I forbindelse med temaundersøkelsen utga 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 CNO4406, men er inkludert for helhetens skyld).

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 myndighetsgodkjent⁶. 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.”

Luftfartstilsynets arbeid med vinteroperasjoner og friksjonsmålinger

På bakgrunn av flere hendelser og havarikommisjonens umiddelbare tilrådinger ga Luftfartstilsynet (LT) ut en Aeronautical Information Circular (AIC) om friksjon på kontaminerte rullebaner (AIC I 07/06 20 NOV). I denne foreskriver LT å bruke en tredelt SNOWTAM tabell. Videre startet LT et arbeid med en revisjon av norske bestemmelser som omhandler måling og rapportering av friksjon på norske rullebaner (AIP N og BSL E).

SHT er informert om at LT har valgt å utsette den endelige avgjørelsen omkring disse forholdene. En ny AIC I 03/08 03 JUL viser at LT går tilbake til en femdelt SNOWTAM tabell som er gjort gjeldende for vintersesongen 2008/2009. Videre er SHT informert om at LT har utsatt revisjon av AIP N.

Ekspertuttalelse fra meteorologisk sakkyndig

I arbeidet med SHTs temaundersøkelse omkring vinteroperasjoner og friksjonsmålinger har havarikommisjonen innehentet meteorologiske vurderinger fra meteorolog R. Mook som er ekspert innen mikrometeorologi. Hans vurdering av de meteorologiske forholdene ved denne hendelsen fremgår av Vedlegg B.

Hovedfunnene i R. Mooks vurdering er:

- Ved smelting av is i kontakt med vann var overflateteksturen av is blitt glatt og oppmyket med redusert gripeevne som resultat
- Den smeltende isen var dekket med et lag av 3 mm slaps. Kombinasjonen av smeltende is og slaps gjorde rullebanen meget glatt
- Flyet ble påvirket av økende vind. Ved start av sving var styrefriksjonen og bremsefriksjonen for liten til å motvirke de laterale kreftene. Dermed kunne vinden dreie flyet som en vindfløy ved kun å overvinne glidefriksjonen

⁶ Sidevindbegrensninger på glatte rullebaner er ikke gjenstand for sertifisering. Fabrikantene gir ut ”Advisory data” som ikke er juridisk bindende for fabrikantene, og operatørene må omarbeide disse til operative begrensninger i sine håndbøker. Disse håndbøkene godkjennes av nasjonal luftfartsmyndighet.

Tilsvarende hendelser i SAS Braathens og SAS Norge i 2006-2007Hendelse 1. Svalbard lufthavn (ENSB) 16. januar 2006 kl. 0345Z med B737-400 LN-BUF (SAS Braathens)

Under taksing vestover på rullebane 28 til avgangsposisjon på rullebane 10 skled flyet ukontrollert. Fartøysjefen gjenvant kontrollen over flyet ved hjelp av motorreversering og fikk stoppet flyet i en posisjon på sydsiden av banen ca. ¼ rullebaneavstand fra vestenden. Besetningen stengte ned motorene og fikk tauet flyet tilbake til oppstillingsplattformen. De fikk evakuert passasjerene tilbake til terminalen med busser.

TAF ENSB 160309 120/15KT 9999 –RA FEW010 BKN0230 PROB40 TEMPO 0309 16025G40 3000 RASN VV014

METAR ENSB 160250Z VRB03KT 9999 –RA FEW015 SCT030 BKN070 07/01 Q0999 RMK WIND 1200FT 18031G45KT

METAR ENSB 160350Z 19009KT 150V230 9999 FEW012 SCT030 BKN050 06/00 Q0999 TEMPO 12015KT RMK WIND RWY28 11013KT RMK WIND 1200 FT 19030G43KT

De generelle værforholdene inkluderte regnbyger og kastevind fra sydlig retning. Rapportert vind ved terskel 10 fra TWR var 100° 12 kt maks 21 kt.

Rullebanen var 100 % dekket av våt is med kaldsand oppå. Rullebanen ble periodevis kostet og sandet mellom kl. 0100 og 0400. Friksjonsmåling ble utført kl. 0435 med BV-11 som ga friksjonstall 32-33-39 på bane 10.

Friksjonstallene indikerte MEDIUM bremseeffekt mens besetningen opplevde den som POOR.

Denne hendelsen er ikke gjenstand for videre undersøkelser i SHT, men er inkludert i oversikten over alle hendelser relatert til glatte rullebaner i SHTs Temarapport.

Hendelse 2. Bardufoss lufthavn (ENDU) 2. februar 2007 kl. 1308Z med B737-700 LN-TUL (SAS Braathens)

Under innflyging til Tromsø lufthavn (ENTC) ble besetningen informert om at rullebanen på ENTC ville være stengt i 1,5 time grunnet snørydding og banepreparering. Besetningen besluttet å lande på Bardufoss lufthavn (ENDU). Flyet landet på rullebane 28 kl. 1408. Setningspunktet var mellom TWY D og TWY Y. Ved hjelp av spoilers, maks autobrake og maks motorreversering, klarte besetningen å stoppe flyet helt i enden av overrun (STOPWAY).

TAF ENDU 021221 22008KT 9999 –SHSNRA FEW020 BKN035 TEMPO 1221 24015G25KT 1500 RASN VV008=

METAR ENDU 021250Z 20008 130V250 7000 –SHRASN FEW015 BKN030 02/00 Q0981 TEMPO 3000 –SHSNRA VV014=

De generelle værforholdene inkluderte sluddbyger og kastevind fra sydlig retning. Rapportert vind fra TWR like før landing var 190° 12 kt.

Rullebanen var 100 % dekket med våt is med sand på. Friksjonsmåling ble utført like før landing med BV-11 som ga friksjonstall 28-28-25 på bane 28.

Friksjonsmålingene indikerte bremseeffekt MEDIUM to POOR mens besetningen opplevde den som POOR.

SHT avsluttet videre undersøkelser etter en forundersøkelse. Hendelsen er registrert i SHTs oversikt over alle hendelser relatert til glatte rullebaner i SHTs Temarapport.

SHT konkluderte med at det var glattere rullebane enn det friksjonsmålingene skulle tilsi. Videre mente havarikommisjonen at de rapporterte forholdene indikerte dårlige bremseforhold.

I sin tilbakemelding til SAS Braathens skrev SHT blant annet:

”Ved den aktuelle hendelsen viste ENDU METAR 1150Z, sluddbyger med temperatur og duggpunkt henholdsvis 2 °C og 0 °C. Rullebane 28 var sandet på våt is og friksjonsforholdene burde derfor ha vært rapportert og vurdert som POOR.

Forundersøkelsen viser at havarikommisjonen ikke kan tilføre flysikkerheten noe utover det som allerede er fremmet i sikkerhetstilrådingene som anført foran.”

Hendelse 3. Tromsø lufthavn (ENTC) 19. desember 2007 kl. 1547Z med B737 LN-BRO (SAS Norge)

LN-BRO landet på Tromsø lufthavn (ENTC) rullebane 19 kl. 1647 i sterk sydvest kastevind. Ved hjelp av spoilers, autobrake setting 3 og maks motorreversering startet fartøysjefen nedbremsing. Like etter landing startet flyet å dreie inn i vinden. Flyet skled delvis sideveis, men parallelt med rullebanen, og litt på østsiden (venstre side) av senterlinjen, i hele banens lengde. Fartøysjefen fryktet at flyet ville gå ut av banen og beordret kabinbesetningen i havariberedskap. Fartøysjefen presset inn bremsepedalene til maks manuell bremsing uten merkbar effekt (friksjonsbegrenset). Flyet dreide ytterligere til høyre inn i vinden, samtidig som det driftet litt til høyre for senterlinjen. Flyet stoppet med nesen på skrå mot sydvest, helt i det sydvestre hjørnet av asfaltstripen ute på overrun. Avstanden til rullebanens kantlys i enden av rullebanen var 2-3 m fra cockpitens venstre side. Avstanden til banens kantlys på vestsiden av rullebanen var ca. 2 m. Besetningen måtte ha assistanse av en tauetraktor til å snu flyet, for deretter å takse inn til terminalen på normal måte.

METAR ENTC 191520Z 28032G49KT 8000 –SHSNRAGR FEW013CB BKN025 02/M01 Q1003 TEMPO 27040G55KT 2500 SHSNRAGR BKN012CB=

METAR ENTC 191550Z 28028G38KT 8000 –SHSNGR FEW008 FEW013CB BKN023 02/M02 Q1004 TEMPO 27040G55KT 2500 SHSNRAGR BKN012CB=

De generelle værforholdene inkluderte kraftig kastevind fra vest, med sludd og haglbyger. Rapportert vind like før landing var 280° 10 kt maks 28 kt.

Rullebanen var 100 % dekket med 3 mm slush. Bremseeffekten var anslått til 5 (GOOD) mens besetningen opplevde den som POOR.

Hendelsen er ikke gjenstand for videre undersøkelser fra SHT. I tilbakemeldingen til SAS Norge skrev SHT blant annet:

”Ved den aktuelle hendelsen viste ENTC METAR 1520Z og 1550Z, temporært sterk sidevind fra 280°, styrke 28-32 kt med kast (gust) 38-49 kt, snø, regn (sludd) og haglbyger, med temperatur 2 °C og duggpunkt -1 til -2 °C.

SNOWTAM 1434Z viste at rullebanen var dekket med 3 mm slush. BA (Braking action) rapportert for RWY 01 Good-Good-Medium.

ATIS 1520Z (Information Victor) indikerte 6 mm våt snø, BA RWY 19 GOOD.

ATIS 1550Z (Information Whisky) indikerte 6 mm våt snø, BA RWY 19 GOOD

SHT mener at forholdene som indikert i METAR, SNOWTAM og ATIS, indikerte fuktig kontaminasjon. Friksjonsforholdene burde derfor ha vært rapportert og vurdert/benyttet operativt som POOR.

Forundersøkelsen viser at havarikommisjonen ikke kan tilføre flysikkerheten noe utover det som allerede er fremmet i sikkerhetstilrådingene som anført foran, og i individuelle rapporter.”

HAVARIKOMMISJONENS VURDERINGER

Generelt

Havarikommisjonen vurderer at denne og flere andre hendelser relatert til kontaminerte og glatte rullebaner kan tilskrives bestemmelser og praksis som er basert på usikkert grunnlag.

Ulike typer av godkjente friksjonsmålere gir tendensielle måleavvik dem imellom, i tillegg til at det er store individuelle avvik mellom målere av samme type. Både ICAO's retningslinjer og norske bestemmelser inneholder uklare og til dels motstridende informasjon. AIP Norge inneholder en advarsel om at friksjonsmålinger må brukes med varsomhet og at bare verdier oppgitt i tiendedeler er av operativ verdi.

Havarikommisjonen ønsker å understreke at slike hendelser i hovedsak ikke er et resultat av feilhandlinger eller feilvurderinger av involvert personell, men at gjeldende prosedyrer og bestemmelser er utilstrekkelige, uklare og derfor vanskelige å forholde seg til. Videre mener SHT at opplæringen av flygere og lufthavnpersonell om disse kompliserte forholdene er utilstrekkelige. Gjeldende praksis er mer basert på individuelle erfaringer enn fysikk og vitenskap.

SAS Norge har påpekt at det har gått lang tid siden denne hendelsen, og at hendelsen må refereres til selskapet Braathens. SHT vil hevde at selskapet på hendelsestidspunktet var SAS Braathens (rutenr. CNO4406) som opererte i henhold til Braathens AOC. SAS Braathens/SAS Norge har i mellomtiden hatt tre lignende hendelser, der de samme problemstillingene fremkommer. Havarikommisjonens undersøkelser viser at Braathens prosedyrer som var gjeldende på hendelsestidspunktet, er videreført i SAS Braathens og SAS Norge. Det understreker behovet for at SAS Norge bør revurdere sine prosedyrer.

I undersøkelsene omkring denne hendelsen har SHT støttet seg blant annet til James Reasons teorier for Managing the Risks of Organizational Accidents⁷:

”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

⁷ Reason, James. Managing the risks of organizational accidents. Ashgate 1997

devastating effects on uninvolved populations, assets and the environment. Whereas the nature (though not necessarily the frequency) of individual accidents are a product of recent times or, more specifically, a product of technological innovations which have radically altered the relationship between systems and their human element.” James Reason 1997.

Havarikommisjonen har valgt å avgrense undersøkelsene omkring denne hendelsen til områdene:

- Aktuelle vær- og baneforhold
- Temperatur og fuktighet
- Tilsvarende hendelser i SAS Braathens og SAS Norge i 2006-2007
- Flyselskapets prosedyrer
- Avinors prosedyrer
- Havarikommisjonens temaundersøkelser omkring vinteroperasjoner og friksjonsmålinger

Aktuelle vær- og baneforhold

I dette tilfellet var det sandet på en løs masse av våt snø og slaps på et lag av kompakt og våt is. Havarikommisjonens undersøkelser av flere slike hendelser viser at sand i slaps, våt eller tørr snø, samt sand på våt is eller våt kompakt snø, ikke gir tilstrekkelig feste og friksjon for flyhjulene.

Dette er forhold som gir spesielt store avvik mellom målte friksjonsverdier og flyenes reelle friksjon. Friksjonen målt med friksjonsmålere under slike forhold kan vise høyere friksjonsverdier for friksjonsmålerne enn det som gjelder for flyhjulene (Ref. AIP Norge, EN AD 1.2, pkt. 2.6 for liste med godkjente friksjonsmålere). Trykket fra flyhjulene forårsaker at sandkornene som flyter i vannet, eller i den løse massen oppå det kompakte underlaget, skyves ut og til side. En tilsvarende effekt oppnås med sand i løs masse på kompakt is og snø ved plussgrader. En viktig faktor i denne forbindelse er at flyhjulene har et langt større marktrykk enn det friksjonsmålerne har. Det vises her til ekspertuttalelse fra R. Mook (Vedlegg D) og SHTs egne observasjoner i forbindelse med undersøkelser etter ulykker og hendelser relatert til glatte rullebaner.

Flygerne i de fleste flyselskaper bruker i dag en Operations Performance Computer (OPC) til å beregne landingsdistanse (eller maks landingsvekt på tilgjengelig bane). Flyselskapene har detaljerte prosedyrer for hvordan flygerne skal beregne aktuell maksimum landingsmasse og bestemme begrensninger med hensyn til rullebanefriksjon og sidevind. Ref. Vedlegg D. Vi ser av grafen i 1.9.3 "Recommended cross wind limits" at flygerne kan gå inn i grafen og bestemme maks sidevindkomponent for den aktuelle friksjonskoeffisient bestemt med en hundredels nøyaktighet. I det aktuelle tilfellet fikk besetningen den siste vindinformasjonen ca. 3 min. før landing. Denne hadde en sidevindskomponent på 11 kt som tillot en friksjonskoeffisient på 0,24. Dermed fikk besetningen en bekreftelse på at de var innenfor de oppgitte friksjonsverdiene 0,24-0,26.

Ved denne hendelsen indikerte TAF, METAR, SNOWTAM, samt banerapport, at det var våt nedbør på is og plussgrader. Det bør være kjent at slike forhold gir POOR/DÅRLIG bremseeffekt. For bremseeffekt POOR bruker Boeing en fast Airplane Braking Coefficient (ABC) på 0,05.

Ved å bruke SAS Braathens korrelasjonskurve tilsvarer dette en målt friksjonskoeffisient på 0,20 (Vedlegg D, Figur 1). Ved bruk av en friksjonskoeffisient på 0,20 og en sidevindskomponent på 11 kt i OPC, ville ikke flyet ha kunnet lande under de rådende forholdene.

Landingsberegninger skal gjøres i god tid før selve landingen (innenfor 30 min.), og deretter skal landingen briefes. Havarikommisjonen mener at den utstrakte praksisen med å basere landingsberegninger på øyeblikksvind opplest fra TWR i stedet for på siste aktuelle METAR/ATIS,

er uheldig. 2 min. vind gir en pekepinn om mulige endringer i forhold til METAR (10 min. vind). Disse verdiene bør imidlertid ikke benyttes til landingsberegninger. Det bør være klart at dersom en slik beregning baseres på en 2 min. vindforhold opplest fra TWR 10-20 min. før aktuell landing, og disse er bedre enn siste METAR, kan vindforholdene være mindre gunstige enn METAR når landingen finner sted.

Temperatur og fuktighet

Denne hendelsen føyer seg inn i en rekke hendelser relatert til glatte rullebaner som havarikommisjonen har undersøkt over flere år. SHT har påvist at en felles faktor i slike hendelser er at "duggpunkts/frostpunktsspredning" er lik eller mindre enn 3K (se METAR side 4). Det var også tilfelle ved denne hendelsen. Denne informasjonen finnes på aktuell METAR. Disse temperaturene er målt i 2 m høyde over rullebanens nivå, og verdiene kan dermed avvike fra verdiene umiddelbart over rullebanen. En mer nøyaktig måling kan være en fremtidig måling av temperatur og DP/FP like over det kontaminerte laget på rullebanen. Det vil gi en enda sikrere indikator på "glatthet". SHT mener allikevel at erfaring viser at METAR verdier kan nyttes som en "glatthetsindikator" inntil bedre målemetoder er utviklet.

Andre indikatorer er varslet (TAF) og observert vær (METAR). Ved denne hendelsen indikerte begge rapporter (se side 4) at det var regn- og sluddbyger i området. Det er allment kjent at våt snø eller slaps (slush) på is gir dårlig friksjon (se SNOWTAM og banerapport på side 4).

Tilsvarende hendelser i SAS Braathens og SAS Norge i 2006-2007

Som det fremgår av samme overskrift under faktiske opplysninger, har SAS Braathens/SAS Norge rapportert flere lignende hendelser relatert til glatte rullebaner til SHT i 2006-2007. SHT vil understreke at Braathens, SAS Braathens og SAS Norge sine prosedyrer var/er helt i tråd med internasjonale og nasjonale bestemmelser. Havarikommisjonens undersøkelser har imidlertid avdekket at underlaget for disse vinterprosedyrene er svakt fundert og SAS Norge bør ta hensyn til dette.

Havarikommisjonens undersøkelser viser at det ikke er fremkommet nye eller ukjente opplysninger om vær eller baneforhold. SHT har i flere rapporter, foredrag og orienteringer til operatører, Avinor og LT informert om svakheter med den norske praktiseringen av vinteroperasjoner.

Felles faktorer i de fire hendelsene som er omtalt i denne rapporten inkluderer:

- Rullebanen var 100 % dekket av våt sandet is eller slush
- DP/FP "spread" var lik eller mindre enn 3K (ref. METAR)
- Friksjonen var målt med BV-11, eller anslått til, mellom MEDIUM - POOR til GOOD, mens den reelle friksjonen var POOR
- De aktuelle vær- og vindforhold var i tråd med varslede forhold
- Det var våt kontaminering på rullebanen, noe som gir dårlig reell friksjon for flyene, uavhengig av hva som er målt eller anslått

- De gjeldende METAR vindforhold ble ikke lagt til grunn for beregning av landingsdata, men lavere (bedre) øyeblikksverdier fra TWR ble brukt
- Dersom de senere års erfaringsdata legges til grunn for landingsberegninger for de fire hendelsene i ettertid, vil beregningene vise at landing ikke er tilrådelig (Ref. sider 5-7 foran).

Flere rapporterte hendelser viser at det er utstrakt praksis blant flybesetninger å basere landingsberegninger på lavere øyeblikksverdier av vind enn det som er rapportert i den offisielle METAR. Havarikommisjonen mener at denne praksis kan innebære en stor risiko, noe som SHT har dokumentert også i andre undersøkelser (LN-WIL Rap. 23/2002, LN-WIR Rap. SL 2009/06, LN-WIK Rap. under utarbeidelse). Det vises også til JAR OPS 1.400, IEM OPS 1.400, JAR-OPS 1.515 og 1.520 (Vedlegg F), der det blant annet vises til *“the weather at the aerodrome and the condition of the runway...”*, *“the latest available report”*, og *“the appropriate weather reports or forecasts, or a combination thereof, ...”*.

Flyselskapets prosedyrer

Tabell 1.9.2 i Vedlegg D, *“Recommended maximum crosswind (including gusts)”*, gir et annet bilde og er mer i tråd med det som Boeing anbefaler. Disse verdiene reflekterer det som er grunnlaget for landingsberegninger i Airplane Flight Manual (AFM). Her er forholdene delt inn i 5: Dry runway, Wet runway, BA Good (>0,40), BA Medium (0,30), BA Poor (0,20). Dersom flygerne hadde brukt denne tabellen i stedet for grafen i 1.9.3, som har en nøyaktig inndeling som det ikke er grunnlag for, hadde de ikke kunnet lande på Evenes på det aktuelle tidspunktet.

Punkt 1.12.1 i Braathens OM Part B viser at selskapet aksepterte operasjoner på rullebaner som er preparert i en bredde begrenset til 30 meter. Oppdatert dokumentasjon fra SAS Norge OM Part B viser at samme forhold aksepteres i dag. SHT viser her til Boeings forutsetning for akseptabel banebredde (se side 5).

Dette forholdet var ikke en faktor ved den aktuelle hendelsen, men SHT vurderer dette forholdet som en risikofaktor ved norske vinteroperasjoner som bør elimineres. Dersom et fly lander i sidevind og flyet sklir ut på upreparert side av rullebanen, reduseres bremsevirkningen på det ene hjulet og besetningen kan miste retningskontrollen. Havarikommisjonen stiller spørsmål ved at Luftfartstilsynet har godkjent en praksis som tillater mindre marginer under vinterforhold enn under sommerforhold, og de kriterier som ligger til grunn for rullebanens konstruksjon og flyfabrikantens anbefaling. Havarikommisjonen mener at flyselskapet og Avinor bør revurderer prosedyrene med hensyn til å akseptere redusert rullebanebredde under vinteroperasjoner.

Braathens og SAS Norges OM Part B aksepterte/aksepterer bruk av friksjonskoeffisienter (FC) oppgitt i hundredeler, til tross for advarsel i AIP Norge AD 1.2, som sier at kun friksjonstill oppgitt i tiendedeler er av operativ verdi. SHTs undersøkelser av hendelser relatert til glatte rullebaner, har avdekket at det ikke er grunnlag for en slik nøyaktighet. I flere av hendelsene har friksjonsmålinger vært utført med FC i områdene 0.30-0.40 og 0.40-0.50, mens den reelle Airplane Braking Coefficient var POOR.

Havarikommisjonens undersøkelser viser også at fuktige baneforhold indikeres av *“duggpunkt/frostpunktspreding”*. Ved en differanse mellom DP/FP lik eller mindre enn 3K er det påvist større sprik enn normalt mellom målt FC og flyenes reelle ABC (ref. METAR side 4). Våte forhold bør i slike tilfeller bedømmes som POOR (FC = 0,20) uavhengig av målte FC. Det samme

bør forhold med vindpolert is eller kompakt snø ved sterk vind (for eksempel ved vind over 25 kt) ved lave temperaturer og tett lag av drivende snø- og iskrystaller.

Havarikommisjonen viser for øvrig til JAR OPS 1 Subpart G Section 2 IEM OPS 1.490(c)(3), pkt 2, (Vedlegg F) som adresserer ekstra tiltak ved rutineoperasjoner på kontaminerte rullebaner for å oppnå "*an equivalent level of safety*".

Avinors prosedyrer

Denne hendelsen påkaller oppmerksomhet på flere uheldige forhold ved Avinors prosedyrer, som helt eller delvis er basert på ICAO's Doc. 9137 AN/898 Airport Services Manual og godkjent av Luftfartstilsynet:

- Preparering av rullebane i kun 30 meter bredde (reduisert banebredde)
- Sanding på våt kompakt snø eller is
- Sanding på løs masse av slaps, våt snø eller tørr snø
- Friksjonsmålinger på våt kompakt snø eller is
- Friksjonsmålinger på kompakt snø eller is dekket av løs masse som slaps, våt eller tørr snø
- Rapportering av friksjonskoeffisienter med en nøyaktighet i hundredeler, i konflikt med AIP Norge AD 1.2, som sier at kun friksjonstall oppgitt med tideler er av operativ verdi.

Den sterke motvindskomponenten medvirket til at besetningen på LN-BRV, ved hjelp av motorreversering, sideror, nesehjulsstyring og asymmetrisk bremsing, klarte både å bremse ned hastigheten og beholde retningskontrollen under utrulling. Ved TWY D var hastigheten 13 kt, som var under "*anti-skid cut out speed*". Da fartøysjefen prøvde å svinge til venstre, var styrefriksjonen for liten og flyet skled på stive hjul. Værhaneeffekten fra den sterke vinden overskred bremse- og styrefriksjonen og flyet ble dreid ukontrollert rundt på den våte isen. Havarikommisjonen estimerer friksjonen til å ha vært POOR, tilsvarende en Boeing definert Airplane Braking Coefficient (ABC) på 0.05 for våt is (Figur 1 i Vedlegg E). Sammenlignet med SAS Braathens korrelasjonskurve tilsvarer dette en målt friksjonskoeffisient (FC) på 0,20 (Figur 3 i Vedlegg E).

Det har lenge vært kjent i luftfartsmiljøer at våt is og våt snø gir dårlig bremseeffekt og stor usikkerhet i korrelasjon mellom målte verdier og flyenes reelle friksjon (ABC, bremseeffekt). Til tross for disse kunnskapene videreføres praksisen med å stole på de målte friksjonstallene også under våte/fuktige forhold.

Havarikommisjonens temaundersøkelser omkring vinteroperasjoner og friksjonsmålinger

Havarikommisjonen har i flere rapporter etter ulykker og alvorlige luftfartshendelser som følge av utforkjøringer på vinterglatte rullebaner, fremmet tilrådinger om forbedringer i regler, prosedyrer og rutiner. Imidlertid erkjenner SHT at dette er et komplisert område, som både Avinor og Luftfartstilsynet arbeider med, der det er relativt begrenset internasjonal ekspertise å støtte seg til.

SHT vil avvente resultatene av Luftfartstilsynets og Avinors arbeid med SHTs umiddelbare sikkerhetstilrådinge (se side 6 og 7) før eventuelle nye tilrådinge vedrørende endringer i AIP Norge og BSL D fremmes. Imidlertid mener havarikommisjonen at det enkelte selskap som trafikkerer norske lufthavne på vinterstid, kan iverksette egne tiltak som er strengere enn det gjeldende generelle norske regelverket (se side 6 og 7)..

Vider vil havarikommisjonen slutføre temarapporten som belyser sikkerhetsområder av generell karakter som ligger utenfor flyoperatørenes ansvarsområder.

Havarikommisjonens vurdering av undersøkelsesresultatene så langt, indikerer at norsk praktisering av vinteroperasjoner og friksjonsmålinger bør revurderes. Det festes ubegrunnet tillit til de målte friksjonskoeffisienter til tross for den generelle advarselen som står i AIP EN AD 1.2 pkt. 2.7.

De store avvikene mellom målt og erfart friksjon har fått større betydning under de siste 10 årene, ved at flyselskapene har tatt i bruk Operational Performance Computer (OPC). Flygerne bruker FC som en variabel for å beregne optimal avgangs- og landingsvekt på den tilgjengelige rullebanen. Når vi vet at en FC på 0,30 i virkeligheten kan være 0,20 eller lavere, kan den nødvendige stoppedistansen fra 50-60 kt hastighet (med avstengt motorreversering) bli opptil 50 % lengre ($S = V^2/2g\mu$, der S = stoppedistanse, V = landingshastighet, g = tyngdeakselerasjon og μ = målt FC). Ved hastigheter under 50 kt er luftmotstandens bidrag til den totale bremskraften neglisjerbar og effekten av motorreversering avtar med hastigheten.

SHTs undersøkelser viser at flygere er meget lojale mot selskapenes prosedyrer, bruk av dagens SNOWTAM tabell, og bruk av OPC ved beregning av landingsdata. Dette setter store krav til at prosedyrene er godt fundert. SHTs undersøkelser viser at det ikke er grunnlag for slik tiltro til tabellen med verdier i hundredeler og etterlyser en grovere skalering. I beste fall bør derfor tabellen begrenses til tallene 20-30-40. Det viser seg ofte at det skal mye til for at flygere "overprøver" landingsdata beregnet ved hjelp av OPC. Bruk av målte friksjonstall og OPC gir flygerne en følelse av at de bruker vitenskapelige data, noe SHT mener det ikke er grunnlag for. SHT har i flere undersøkelser av ulykker og hendelser påvist den store usikkerheten som ligger i måleutstyr, målemetoder og korrelering med flyenes reelle friksjonsverdier.

KONKLUSJONER

Undersøkelsesresultater

- a) Flyet var luftdyktig på hendelsestidspunktet.
- b) Besetningen var sertifisert og kvalifisert for oppdraget.
- c) Vær og vindforhold var innenfor selskapets begrensninger slik det ble vurdert av besetningen.
 - Målt friksjon var 0,24-0,26
 - Oppgitt vind ga 11 kt sidevindskomponent
- d) Rullebanen var glattere enn målt friksjon skulle tilsi.
- e) Sidevindskomponenten var større enn det besetningen hadde basert sin landingsberegning på (11 kt, ref. side 3 og 11).

Signifikante undersøkelsesresultater

- a) Rullebanen var preparert i ca. 30 m bredde, noe som gir for små sikkerhetsmarginer under vinterforhold. (Dette forholdet var ikke en faktor ved denne hendelsen, men vurderes av SHT som en risikofaktor ved norske vinteroperasjoner).
- b) Braathens OM Part B (og senere SAS Norge OM-B) aksepterte bruk av friksjonstall målt på våte vinterglatte rullebaner med en nøyaktighet i hundredeler, til tross for advarsel i AIP EN AD 1.2 pkt. 2.7.

SIKKERHETSTILRÅDINGER⁸

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. side 9-10) relatert til den pågående temaundersøkelsen ”*Vinteroperasjoner og friksjonsmålinger*”.

I tillegg til temaundersøkelsen arbeider havarikommisjonen med flere individuelle undersøkelser av alvorlige hendelser med utforkjøringer eller tap av kontroll på glatte rullebaner – slik som denne. I de individuelle undersøkelsene fokuserer SHT hovedsakelig på selskapenes prosedyrer og fremmer tilrådinger relatert til disse. I denne undersøkelsen fremmer SHT to sikkerhetstilrådinger relatert til SAS Norges operasjoner på kontaminerte rullebaner.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/14T

Havarikommisjonens undersøkelser av flere hendelser viser at det var/er praksis i Braathens/SAS Braathens/SAS Norge å akseptere friksjonstall/oppgett bremseeffekt for våt eller fuktig snø- eller isbelagt rullebane. SHT tilrår at SAS Norge (tidligere SAS Braathens) revurderer denne praksisen og i stedet vurderer rullebaner som glatte uavhengig av høyere anslått eller rapportert friksjon på våt eller fuktig snø- eller islagt rullebane.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/15T

Braathens OM Part B/SAS Norge OM-B, aksepterte/aksepterer operasjoner på vinterpreparerte rullebaner med redusert bredde på 30 meter. Dette forholdet var ikke en utløsende faktor ved denne hendelsen, men SHT vurderer det som en risikofaktor. SHT tilrår at SAS Norge (tidligere SAS Braathens) revurderer sin praksis med å akseptere redusert rullebanebredde utover Boeings anbefaling.

⁸ 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

VEDLEGG

| | |
|-----------|-------------------------------------------------|
| Vedlegg A | Forkortelser |
| Vedlegg B | Rapport fra meteorolog/ tidl. professor R. Mook |
| Vedlegg C | LN-BRVs stopposisjon |
| Vedlegg D | Utdrag av Braathens Operations Manual Part B |
| Vedlegg E | Bruk av friksjonsdata |
| Vedlegg F | Relevante JAR OPS bestemmelser |

VEDLEGG A**FORKORTELSER**

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------|
| ABC | Airplane Braking Coefficient |
| AD | Aerodromes |
| AFM | Airplane Flight Manual |
| AIC | Aeronautical Information Circular |
| AIP | Aeronautical Information Publication |
| OAK | Air Operator Certificate |
| AITIS | Aerodrome Traffic Information System |
| ATPL(A) | Airline Transport Pilot Licence (Aeroplanes) |
| BA | Braking Action |
| BC | Braking Coefficient |
| BSL | Bestemmelser for Sivil Luftfart |
| CRFI | Canadian Runway Friction Index |
| CTR | Control Zone |
| DVOR/DME | Digital VHF Omnidirectional Ranging/Distance Measuring Equipment |
| DP | Duggpunkt |
| EASA | European Aviation Safety Agency |
| ENEV | Harstad/Narvik lufthavn Evenes |
| ENGM | Oslo lufthavn Gardermoen |
| FC | Friction Coefficient |
| FP | Frostpunkt |
| HSL | Havarikommisjonen for Sivil Luftfart (frem til 1. juli 2002) |
| HSLB | Havarikommisjonen for Sivil Luftfart og Jernbane (fra 1. juli 2002) |
| ICAO | International Civil Aviation Organisation |
| IFR | Instrument Flight Rules |
| JWRFMP | Joint Winter Runway Friction Measurement Program |
| LHT | Lufthavntjenesten |
| LT | Luftfartstilsynet |
| LTT | Lufttrafikkjenesten |
| METAR | Meteorological Aerodrome Report |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| OM | Operations Manual |
| OPC | Operations Performance Computer |
| QNH | Høydemålerinnstilling |
| PF | Pilot Flying |
| PNF | Pilot Not Flying |
| RAP | Rapport |
| SAS | Scandinavian Airline System |
| SHT | Statens Havarikommisjon for Transport (fra 1. september 2005) |
| SKH | Skiddometer med høytrykksdekk |
| SNOWTAM | Snow Notice To Airmen |
| TAF | Terminal Aerodrome Forecast |
| TWY | Taxiway |
| UTC | Universal Time Coordinated |
| VMC | Visual Meteorological Conditions |

VEDLEGG B**RAPPORT FRA METEOROLOG/ TIDL. PROFESSOR R. MOOK*****Tilfellet Evenes den 30. januar 2005 med Braathen's B 737-500 LN-BRV******Værsituasjonen***

Et lavtrykk, kjerne 970 hPa i havets nivå, posisjon kl. 06 UTC på 72 N 02 E, lå kl. 12 på 69 N 15 E dypet til 962 hPa. Ved episoden lå kjernen trolig nord for Andenes og vest for Hekkingen fyr. Kl. 18 hadde kjernen nådd posisjonen 70 N 20 E, trykk 963 hPa.

På ENEV hadde QNH minket til verdien 966 hPa kl. 11.50. Kl. 12.50 ble observert 965 hPa. QNH holdt seg nær konstant til kl. 17.50 når verdien var 967 hPa. Også tidsforløpet av lufttemperatur og bildet av skydekket og nedbør viser at ENEV i ca. 5 timer befant seg innen varmsektoren av en syklon. Høydedivergensen nær tropopausen, forårsaket av vorticity-adveksjon (tilført virvelbevegelse), vedlikeholdt og førte lavtrykket slik at ENEV ble liggende i det nevnte tidsrom på omtrent 965 hPa-isobaren bakketrykk.

Ut fra den synoptiske situasjon var å forvente stor netto fluks av bevegelsesenergi inn i det planetariske grensesjiktet og således mot bakken. I samspill med topografien inntraff kraftig turbulens. Det var utstedt SIGMET "LOC SEV TURB" for området nedenfor FL 080. Været kjennetegnes også av ICE MESSAGE "LOC MOD ICE BLW FL 130".

METAR kl. 11.50 var 00/M01, SHRASN. – Kl. 12.50 04/01, SHRA. På Kvanntokollen (1400 ft) ble på dette tidspunkt registrert G 75 kt. Kl. 13.50, like før episoden, var temperaturene 02/M01, VCSH, vind 210/26 G 42 kt, i 1400 ft 230/50 G 64 kt. – Fra kl. 15.50 til 20.50 var temperaturene stadig 00/M01, deretter kaldere. Vinden minket i dette tidsrom til minimum kl. 17.50 260/07, for så å påfriske igjen.

TAF for perioden kl. 12 til 21 varslet SHRASN, 200/15, TEMPO 220/25 G 45 kt. Ved landingsklarering til flyet oppgitte 17 kt. var i samsvar med den ved TAF varslete primære vindhastigheten 15 kt.

Banetilstand

Kl. 04.26 var banetemperatur M2,0, på banen 3 millimeter våt snø på is. På bane 17 ble målt med SKH (BV11) B/A 42/44/45, på bane 35 B/A 45/45/45. Etter denne måling ble løs våt snø fjernet og isen sandet. Ny måling kl. 05.39 på sandet våt is viste lavere (!) B/A enn før preparering, bane 17 26/26/25, bane 35 28/28/25. Banetemperaturen hadde steget til M1,5.

Kl. 08.37 var baneavsnitt A og B kontaminert på nytt med 6 millimeter våt snø på våt is, sandet, avsnitt C 3 millimeter SLUSH på våt is, sandet. Banetemperaturen hadde ytterligere steget til M1,1. B/A på bane 17 28/25/28, bane 35 25/27/29.

Kl. 12.05 ble rapportert 3 millimeter SLUSH på sandet våt is, banetemperaturen var nå kommet opp i M0,8. B/A bane 17 31/27/28, bane 35 32/29/28.

Kl. 13.16 var banen blitt rensed fra løst belegg og sand lagt ut på våt is. Banetemperatur på dette tidspunkt ukjent. B/A bane 17 19/18/21, bane 35 24/23/22. Bak disse middelveidier skjulte seg store variasjoner, for eksempel bane 17 avsnitt B minimum B/A 04, bane 35 minimum avsnitt A og B hver 09. Middelveidene for B/A var igjen lavere etter fjernet slaps enn når det ennå lå slaps.

Ytterligere sand lagt ut på våt is kl. 13.40. B/A bane 17 24/24/37, bane 35 23/26/25. Den nominelle forbedringen av B/A siden målingen kl. 13.16 var således ubetydelig. Vaktlaget betvilte å kunne øke B/A med ytterligere sand og rapporterte til TWR om flekker på banen med B/A ned i 15, for øvrig "ekstremt glatt i flekkene" inn til terminalen. De observerte B/A kunne "garanteres" bare på en stripe i totalt 30 til 35 m bredde, symmetrisk om senterlinjen. Piloten var gjort kjent med disse forhold. - Episoden inntraff kl. 13.59.

Analyse

Lufttemperatur (i 2 m) var knapt over frysepunktet, duggpunktet nær banetemperatur. Vinden skulle ha medført kraftig vertikal utveksling av luft. Det lå til rette for at følbare varme ble tilført isen og banelegemet, og isens overflate nådde smeltetemperatur. Målt banetemperatur (i banelegemet under isen) lå under frysepunktet, anslått til $M0,5$ ved episoden. Overflaten av isen var våt etter regn og holdt følgelig temperaturen null C. Foruten smelting kan duggfall sporadisk ha forekommet (kl. 12.50 temperaturer 04/01).

Vesentlig for føret har vært det flytende vannet etter gjentatt nedbør i form av våt snø hhv. regn; deler av banen hadde tidvis vært dekket av slaps. Det løse belegget var blitt fjernet og flyet møtte fast is dekket av en variabel mektig film av flytende vann på isen. Den påbegynte smelting i overflaten skulle ha ført til at kanter i isens mikrotekstur var blitt svekket eller tint bort. Den flekkete fordeling av friksjon vist av skiddogrammet kan tilskrives fra sted til sted variabel dybde av flytende vann og av smelting betinget glatting av isens mikrotekstur over ulik lang tid.

Alt etter vanndybde og forringet hardhet av isen ble sandens friksjonsfremmende virkning begrenset. Vann og sand har trolig vært bevegelige. Etter første forgjeves forsøk på å kjøre av RWY ved TWY D skal sand og vann på et felt av motorene være blåst av. Annet forsøk på å kjøre av kan ha skjedd på våt is uten sand.

Episoden inntraff i det flyet skulle svinge og således overføre laterale skjærkrefter til fast underlag. Til disse krefter har med stor sannsynlighet bidratt byget vind fra deltaen av en vindkanal dannet av terrenget vest for avkjørsel til TWY D. Denne kanalen medfører forholdsvis sterk og byget vind fra sektoren 180 til 240 grad. Baneavsnittet ved avkjørselen til D ansees av lufthavnvakta for det mht. vind mest kritiske langs hele banen; her skal det ha inntruffet "episoder" tidlige. En vindindikator på dette stedet ansees for å høyne sikkerheten fordi indikatorer i endene nord og sør av banen ikke er representative for avsnittet omkring krysset til TWY D.

Bevegelsesmengden av vind påført flyet ved begge forsøk på å kjøre av banen på det glatte føret har dreiet maskinen inn mot vinden. Bevegelsesmengden er lik produktet av densitet av luft (ved 1 grad C lik $1,27 \text{ kg/m}^3$) og hastighet. Ved vindhastighet 8 m/s gir dette bevegelsesmengde $10,2 \text{ kg/m}^2 \times \text{s}$. Akselererer vinden med 4 m/s^2 , så endres luftens bevegelsesmengde med $5,1 \text{ kg/m}^2 \times \text{s}^2$.

Konklusjon

Flyet forfeilet på våt is avkjørsel til TWY D to ganger. Den umiddelbare årsak sees i samspillet mellom tre forhold:

1. Ved smelting i kontakt med flytende vann var overflateteksturen av is blitt glattet, gripeevnen forringet. Banen var i bunnen dekket av is i kontakt med smeltevann. Overflateteksturen av isen kan derfor antas å ha vært glattet, trolig også oppmyket, og gripeevnen derfor forringet.

Det smeltende dekket av is var dekket av nominelt 3 millimeter slaps som innebærer en blanding av minst 30 volumprosent flytende vann med smeltende avrundete fragmenter av krystaller av is, fritt bevegelige i vannet. Ut fra værforholdene kan antas at andelen vann har vært betydelig. Tilførsel av salt fra Vestfjorden kan, som en hypotese, forklare på ENEV erfaringsmessig uvanlig glatt fersk snø. I det konkrete tilfellet kan en salt løsning ha begünstiget glatte forhold.

Det kan konkluderes med ventelig meget glatte forhold forårsaket av kombinasjonen av smeltende is og påliggende slaps.

2. Bane og TWY D var like før landing blitt sandet for å oppnå den for landing krevde B/A. Sandkorn på slaps har som følge av sin oppdrift i vann mindre vekt enn i luft. Avhengig av konsentrasjonen av partikler av is vil sandkorn ikke nødvendigvis synke til bunns. Uansett vil kornene av sand være forholdsvis lett bevegelige med slaps. Kornene vil sammen med slaps presses til side av frontbølgen til et hjul som skjærer gjennom massen. Korn av sand som måtte komme til å ligge under hjuldekket vil skjules i den sammenpressete massen korn av is (av slaps), samtidig som utpresset flytende vann danner filmer eller lag av flytende vann grensende mot hjuldekk og nedre fast underlag, her smeltende is (banedekket).

Konklusjonen er derfor at sand utlagt på slaps eller også oppmyket smeltende is ikke kunne forventes å bedre friksjonsforholdene for fly, selv ikke om BV 11 med andre kjøredynamiske egenskaper måtte registrere beskjedne bedring.

3. Vinden ved terskelen bane 17 har like før landingen vært svakere enn ved avkjørselen til TWY D. Dette skyldes dels at vinden tiltok under utrulling, dels at avkjørselen til D er utsatt for en renne i topografien som kanaliserer vind fra sørvest. Ved avkjørselen med lav hastighet var flyets longitudinale bevegelsesmengde (produktet av masse og hastighet) relativt liten, samtidig som den innledete endring i bevegelsesretning og hastighet (avkjørselen) medførte horisontale krefter (forårsaket av tangensial baneakselerasjon og radial sentripetalakselerasjon) som sannsynligvis førte til tap av styringskontroll. Samtidig også ble flyet truffet av en trolig hurtig økning av sidevind som påførte flyet et dreiemoment motsatt rettet den innledete sving. Forsøk på å videreføre den av vinden utløste dreining (i klokkeviserens retning) slik at flyet etter en ca. 360 graders rotasjon om en vertikal akse kunne ha takset inn i D mislyktes. Flyet ble dreiet tilbake (mot klokkeviseren) inn i vinden og ble delvis presset tilbake mot østre banekant.

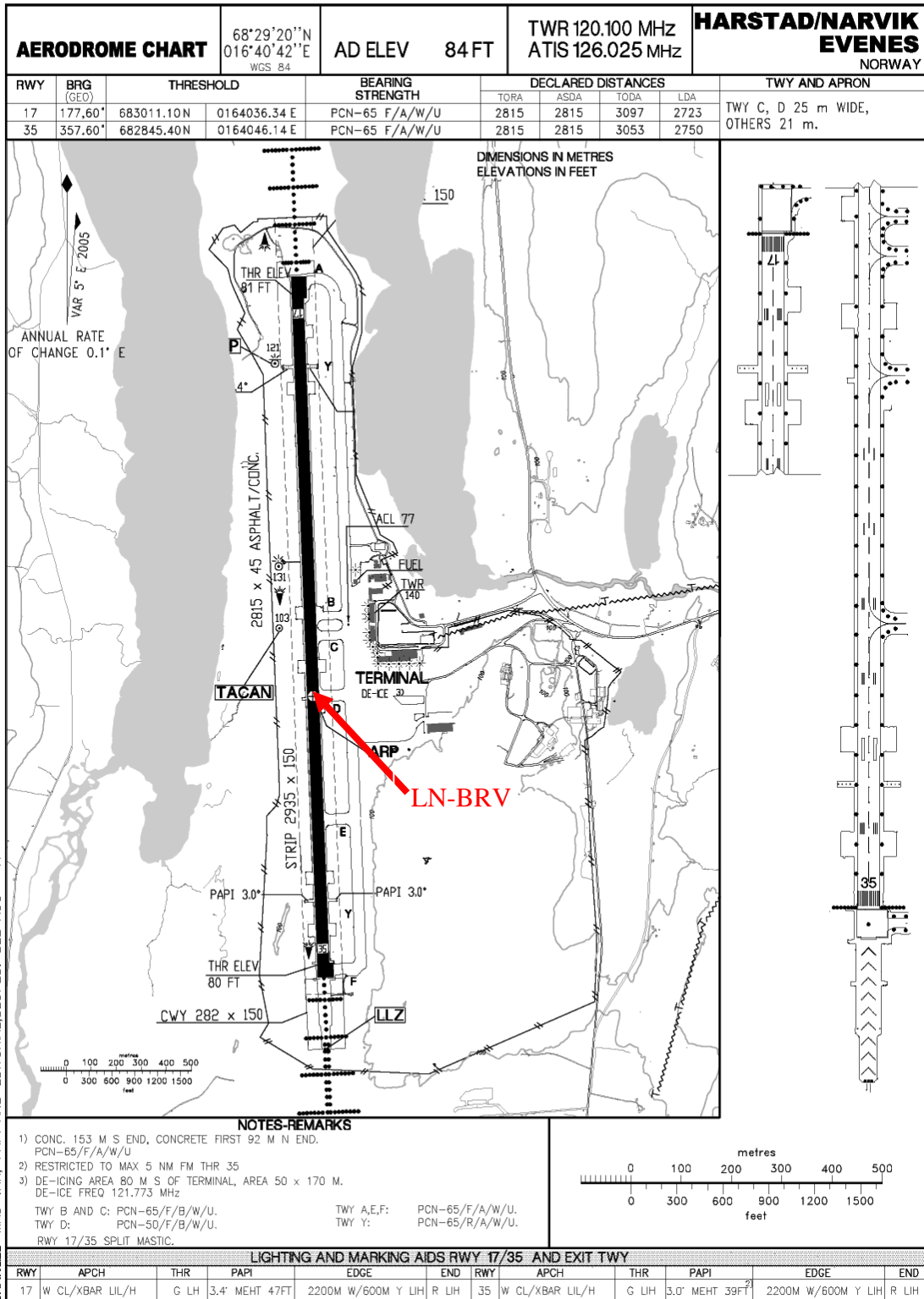
Vinden kunne dreie flyet som en vindfløy ved kun å overvinne glidefriksjonen. Den kan antas å ha vært liten: Gummi på sammenpresset slaps, dvs. i rekkefølgen ovenfra nedover gummi på en film av flytende vann, sammenpressete løse fragmenter av krystaller omgitt av flytende vann og trolig en film av flytende vann på den underliggende smeltende og derved glattete mot banedekket festete isen.

Det kan konkluderes at flyets ukontrollerte bevegelse antagelig ble innledet ved sin krummete bane med hastighet under endring på komplekst sammensatt glatt føre. I denne fase av glidning inntraff uventet kraftig sidevind. De laterale krefter overskred de mekanisk overførbare mellom hjuldekk og fast underlag.

VEDLEGG C

AIP NORGE/NORWAY

AD 2 ENEV 2 - 1



CHANGES: MAG VAR, PAPI AND EDITORIAL SLOPES: SEE AOC - A

BRAATHENS

OPERATIONS MANUAL PART B - BOEING 737 SERIES

LIMITATIONS
SPEED LIMITATIONS

CHAPTER 1
SECTION 1.7

1.7 SPEED LIMITATIONS

Company policy states that maximum speed below 10000 feet is 250 KIAS, unless otherwise is specified in the State concerned or airport regulations or requested by ATC.

1.8 FLIGHT ENVELOPE(S)

According to the Boeing Operations Manual, Limitations.

1.9 WIND LIMITATIONS

1.9.1 Maximum Wind (including gusts)

| CONDITIONS | WIND LIMIT |
|--------------------------------------------------|------------|
| Maximum wind for ground operations | 60 kts |
| Maximum tailwind | 10 kts |
| Maximum headwind for autoland (CL) | 35 kts |
| Maximum headwind for autoland (NG) | 25 kts |
| Maximum crosswind for autoland | 20 kts |
| Maximum crosswind for CAT II manual landing (CL) | 10 kts |

1.9.2 Recommended Maximum Crosswind (including gusts)

| CONDITIONS | RECOMMENDED LIMITS |
|--------------------------------------|--------------------|
| DRY RUNWAY | 35 KTS |
| WET RUNWAY | 30 KTS |
| CONTAMINATED RUNWAY, BA GOOD / > .40 | 30 KTS |
| CONTAMINATED RUNWAY, BA MEDIUM / .30 | 17,5 KTS |
| CONTAMINATED RUNWAY, BA POOR / .20 | 5 KTS |

Commanders are strongly advised to limit the crosswind component accepted for takeoff and landing to values in table above and crosswind vs. BA graph.

Normally ask for and use braking action in terms of friction coefficient, if obtainable. Use linear interpolation between contaminated values. Interpolation between 0.80 μ and 0.40 μ is not allowed.

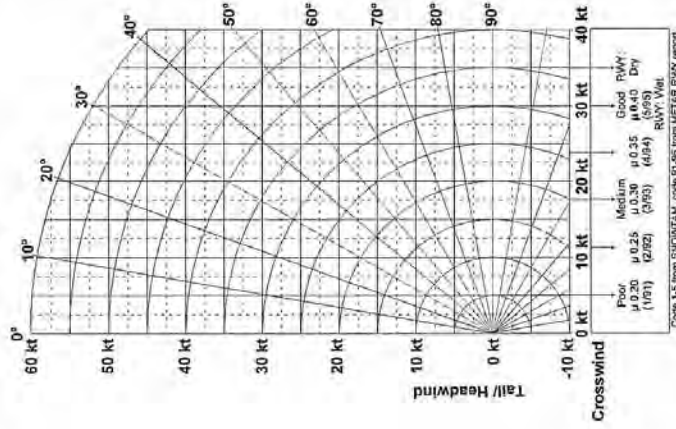
BRAATHENS

OPERATIONS MANUAL PART B - BOEING 737 SERIES

LIMITATIONS
WIND LIMITATIONS

CHAPTER 1
SECTION 1.9

1.9.3 Recommended Crosswind Limit



How to use:

- Wind at 50° off RWY at 30kt.
- a) Read along outer edge to 50°, follow line towards center to intersection with 30kt line. Use this point to,
- b) Follow guideline down to find crosswind component (23kt). Follow guideline left to find tail/headwind component (19kt);
- c) Read down to find the minimum required braking action (μ 0,3+).

BRAATHENS

OPERATIONS MANUAL PART B - BOEING 737 SERIES

LIMITATIONS
PERFORMANCE FOR APPLICABLE CONFIGURATIONS **CHAPTER 1**
SECTION 1.10

1.10 PERFORMANCE FOR APPLICABLE CONFIGURATIONS

| | QRH (CL/NG) |
|------------------------------------------|----------------------------------|
| a) General | |
| 1) Takeoff % N1 | |
| 2) Max Climb % N1 | |
| 3) Go-around % N1 | |
| b) Engine Inoperative | |
| 1) Initial Max Continuous % N1 | |
| 2) Max Continuous % N1 | |
| 3) Driftdown Speed/Level of Altitude | |
| c) Gear Down | |
| 1) Long Range Cruise Altitude Capability | |
| 2) 220 KIAS Cruise Altitude Capability | |
| d) Gear Down, Engine Inoperative | |
| 1) Driftdown Speed/ Level Off Altitude | |
| 2) Long Range Cruise Altitude Capability | |
| | See Performance Inflight Chapter |

1.11 RUNWAY SLOPE

+/- 2%,

1.12 CONTAMINATED RUNWAY

The use of assumed temperature reduced thrust is only allowed on dry, damp and wet runways.

A grooved wet runway shall be considered wet.

Takeoff in standing water/slush or equivalent, depth greater than 1/2 inch (13 mm) is not recommended.

Minimum BA for operation is 0.20 μ , except for emergency landing at Commanders decision.

When friction coefficient is reported below 0.30 μ , request sweeping and/or sanding whenever practical.

BRAATHENS

OPERATIONS MANUAL PART B - BOEING 737 SERIES

LIMITATIONS
CONTAMINATED RUNWAY **CHAPTER 1**
SECTION 1.12

When different braking action is reported along a runway, the reported values should be applied as follows:

- a) For takeoff and landing performances calculations; Use the average value for the for two thirds.
- b) For determination of maximum recommended crosswind: Use the lowest value for the whole runway.

If aircraft weight permits takeoff/landing on the first two thirds according to performance calculations, the last third of available runway may be regarded as non-existing (shorten runway with one third at the liftoff/stop end).

When airport temperature is close to zero and there is standing water, slush, wet snow or wet ice on the runway, consider braking action to be poor.

Note In some cases when the depth of contamination exceeds the friction measuring equipment's area of validity, no friction coefficient will be reported. In these cases the runway friction coefficient shall be considered poor.

1.12.1 Minimum Cleared Runway Width

As a rule the entire width of the runway shall be cleared. When this is not achievable within a reasonable time, minimum 30m cleared surface is acceptable, provided that;

- a) the usable part of the runway is clearly visible;
- b) the usable part of runway is evenly located on each side of the centerline;
- c) the maximum depth of the uncleared surface is 30cm;
- d) the uncleared surface consists of no frozen deposits, only dry/wet snow and slush is permitted;
- e) the runway edge lights are visible; and
- f) a limit of maximum 10 kts crosswind is used (braking action may dictate a lower value).

VEDLEGG E**BRUK AV FRIKSJONSDATA**Generelt

SHTs undersøkelser har bekreftet at friksjonsmålinger på kompakt tørr snø og is har en usikkerhet på i beste fall $\mu \pm 0,10$ (Tabell 1 og AIP EN AD pkt 2.7), mens usikkerheten er opp til $\mu \pm 0,20$ på fuktig underlag. Til tross for dette er flere friksjonsmålere tillatt brukt både på slaps, våt og tørr snø, og på våt kompakt snø og is, samt at SNOWTAM-tabellen er oppgitt i hundrededeler.

Et annet forhold er manglende standardisering av korrelasjon mellom målt friksjon og flyenes reelle friksjonskoeffisient (ABC). I dag eksisterer det flere korrelasjonskurver som er basert på forskjellige empiriske data. Norske tester på Fornebu på slutten av 1940-tallet (Kollerud, 1954) konkluderte med at flyenes reelle friksjon var halvparten av den målte friksjonen. Senere tester i Canada har bekreftet at de norske målingene samsvarer forholdsvis bra med de canadiske. Havarikommisjonen mener at det er uheldig at de forskjellige flyselskapene benytter forskjellige korrelasjonskurver og mener at Luftfartstilsynet bør godkjenne en korrelasjonstabell som kunngjøres i AIP Norge slik at den kan brukes av alle flyselskap som opererer på norske flyplasser. Det er også uheldig at ingen sertifiserende myndigheter (FAA eller EASA) har godkjent en slik direkte korrelasjon mellom målt friksjon og flyenes reelle friksjon, selv om EASA tillater operativ bruk av slike korrelasjonskurver dersom de er godkjent av lokal luftfartsmyndighet (Vedlegg F, IEM OPS 1.485(b)). Braathens (nå SAS Norge) sin korrelasjonskurve er i tråd med EASAs krav og godkjent av Luftfartstilsynet. Det er SHTs mening at "Braathenskurven" (basert på Boeings data) er den mest realistiske korrelasjonskurve dersom SNOWTAM tabellen i sin nåværende form benyttes. SHT mener imidlertid at SNOWTAM tabellen er urealistisk og bør revideres. Erfaring viser at korrelasjonskurver bør erstattes av en korrelasjonstabell (Tabell 3).

Usikkerhet

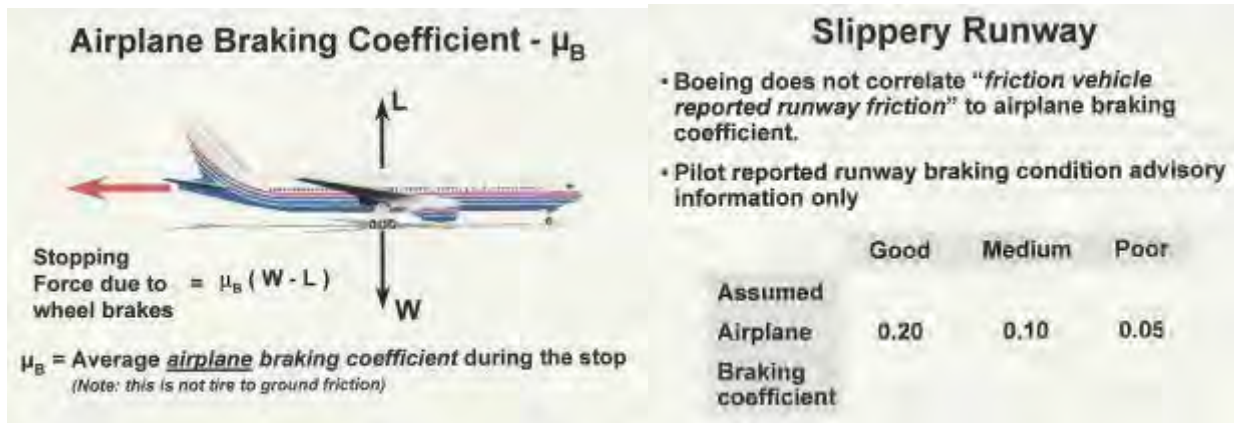
Tabell 1 viser dokumentert usikkerhet påvist av ICAO og NASA for friksjonsmålere under forskjellige forhold. Det har lenge vært kjent at SNOWTAM tabellen er basert på tørr kompakt snø og tørr kompakt is. Til tross for dette tillates friksjonsmålere brukt på våt snø og is. Tabell 1 viser at usikkerheten på kompakt snø og is (tørr) i beste fall er i størrelsesorden $\mu \pm 0,10$, mens den under våte forhold kan være i størrelsesorden $\mu \pm 0,20$.

Tabell 1: Forskjellige dokumenterte usikkerheter ved friksjonsmålinger (Armann Norheim, Avinor 2005).

| YEAR | Organisation | Uncertainty | Remark |
|------|--------------|-------------------|---------------------------------|
| 1962 | ICAO | ± 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 | ± 0.10 | Aircraft/FC contaminated |
| 2005 | ASTM | $\pm 0.05 - 0.20$ | Use of ASTM standard E2100-04 |

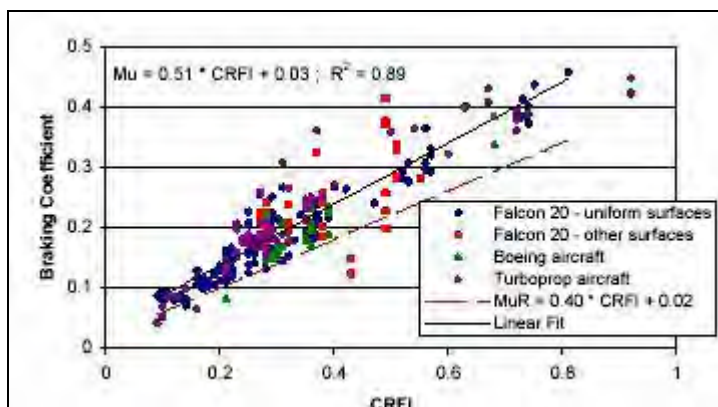
Korrelasjon mellom målt friksjon og flyenes reelle friksjon

Boeing korrelerer ikke mellom målte friksjonskoeffisienter og Airplane Braking Coefficient (ABC) som definert i Figur 1. Videre baserer Boeing seg på faste "default" verdier for ABC for GOOD, MEDIUM og POOR. Boeing interpolerer ikke mellom de tre nivåene. Det er disse friksjonsverdiene som ligger til grunn for landingsdata i Airplane Flight Manual (AFM).



Figur 1: Boeing Slippery Runway Airplane Braking Coefficient.

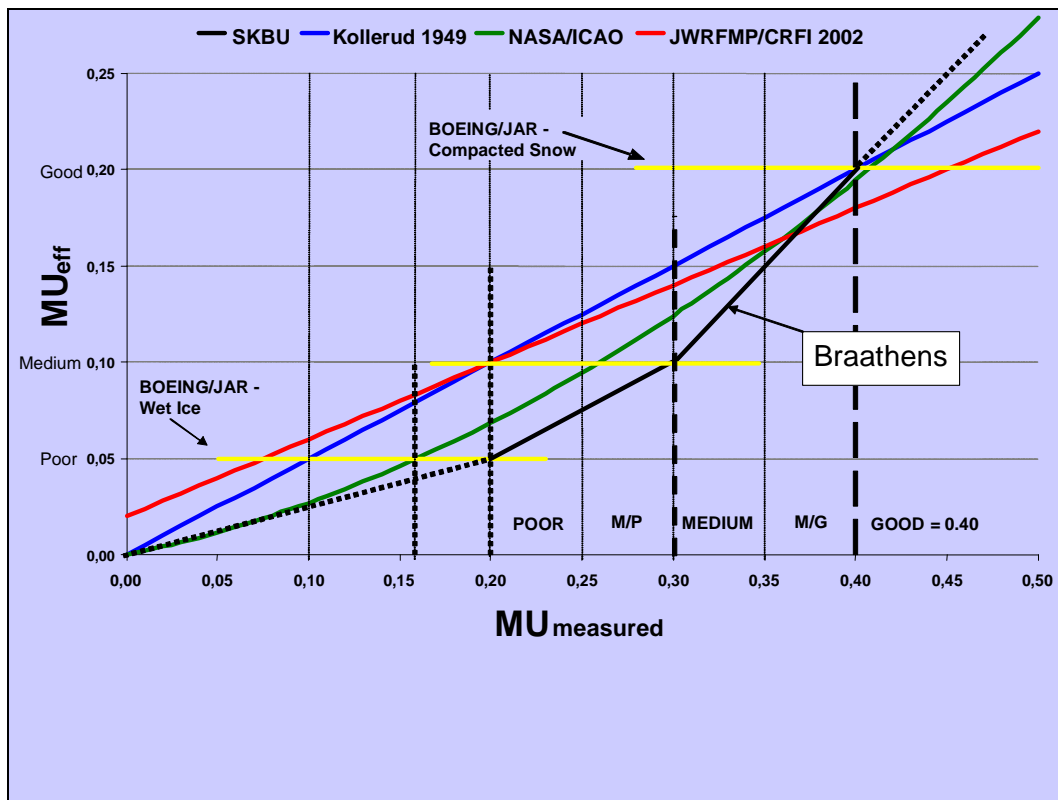
Resultatene fra testprogrammet i USA og Canada; Joint Winter Runway Friction Measurement Program (JWRFMP), indikerer hvor stor spredning det er i målte friksjonsdata med mange typer friksjonsmålere og mange forskjellige flytyper. Figur 2 viser korrelasjonen mellom målt friksjonskoeffisient, Canadian Runway Friction Index (CRFI)⁹ og Airplane Braking Coefficient (ABC). Spredningen i data indikerer hvor stor usikkerheten er. Den nederste røde linjen i grafen indikerer linjen som dekker 95% av plottene og er godkjent av Transport Canada til bruk for alle flytyper. Grafen indikerer hvor stor spredning det er i måledata.



Figur 2: Test data fra JWRFMP (2004).

Boeing definerer Airplane Braking Coefficient som vist i Figur 1. Braathens fikk i sin tid godkjent av Luftfartstilsynet en egendefinert korrelasjonskurve basert på en kombinasjon av SNOWTAM-tabellen og Boeings ABC for GOOD, MEDIUM og POOR. Denne kurven er vist i Figur 3 sammen med ICAOs anbefalt kurve og andre typiske korrelasjonskurver.

⁹ CRFI er friksjonskoeffisient målt med Electronic Recording Decelerometer (ERD)



Figur 3: Braathens LT-godkjente korrelasjonskurve (Armann Norheim, Avinor 2006).

AIP Norge inneholder en advarsel vedrørende bruk av målte friksjonskoeffisienter med en hundredels nøyaktighet. Fra AIP¹⁰ EN AD 1.2 pkt. 2.7, siteres:

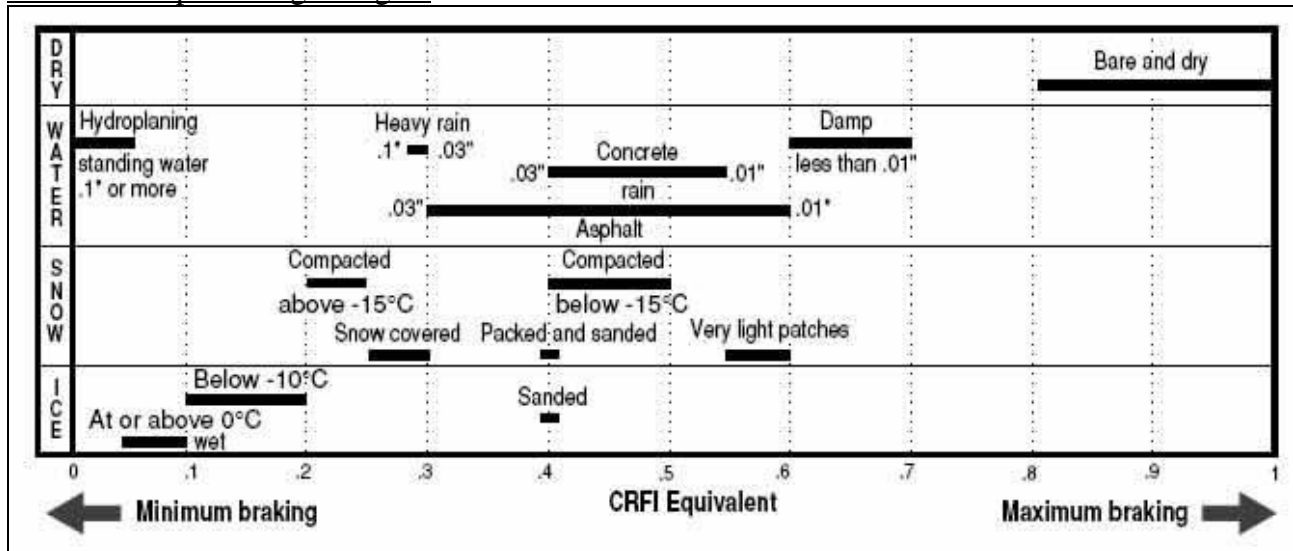
”2.7 SNOWTAM-formatet punkt H

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 kontinuerligfriksjonsmåler. 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.”

¹⁰ Aeronautical Information Publication (AIP) Norge, revisjonsdato 23. januar 2003

Overflatetemperatur og fuktighet



Figur 4: Usikkerhet ved friksjonsmålinger på kontaminert underlag (Transport Canada 2004).

Som det fremgår av Tabell 1 og Figur 4 kan et lag med flytende eller frosset vann gi stor spredning i friksjon. Lavere temperaturer gir bedre friksjon på kontaminert underlag. Dette er også allment kjent blant flygere som har opplevd god friksjon på frosset underlag. I Figur 4 ser vi at tørr is med overflatetemperatur lavere enn minus 10 °C kan gi en FC mellom 0,10 og 0,20, mens våt is ved temp større enn 0 °C gir en FC under 0,10. Det er derfor et behov for å måle overflatetemperaturen på kontaminert underlag. Dette kan for eksempel måles med en infrarød termometer.

SHTs undersøkelser omkring flere hendelser relatert til glatte rullebaner over flere år, viser at luftfuktighet spiller en større rolle på glatte rullebaner enn det som er lagt til grunn i internasjonale og nasjonale bestemmelser. Dette gjør seg gjeldene også ved lave temperaturer godt under frysepunktet. Undersøkelsene viser at i de fleste tilfeller var fuktige forhold indikert med en ”duggpunkts/frostpunktsspredning” på 3 K¹¹ eller mindre. Temperatur og duggpunktstemperatur som vist i METAR måles i henhold til internasjonal standard 2 meter over rullebanenivå. Ved minusgrader kan frostpunktet like over kontaminasjonen ligge over duggpunktstemperaturen.

Praktisk bruk av friksjonstall

De store avvikene knyttet til målt friksjon har fått større betydning under de siste 10 årene, ved at flyselskapene har tatt i bruk Operational Performance Computer (OPC). Flygerne bruker FC som en variabel for å beregne optimal avgangs- og landingsvekt på den tilgjengelige rullebanen. Når vi vet at en FC på 0,30 i virkeligheten kan være 0,20 eller lavere, kan den nødvendige stoppedistansen fra 50-60 kt hastighet (med avstengt motorreversering) bli opptil 50 % lengre ($S = V^2/2g\mu$, der S = stoppedistans, V = landingshastighet, g = tyngdeakselerasjon og μ = målt FC). Ved hastigheter under 50 kt er luftmotstandens bidrag til bremskraften ubetydelig.

En friksjonskoeffisient (FC) i størrelsesorden 0,20 tilsvarer en Airplane Braking Coefficient (ABC) på 0,05 som definert av Boeing (Figur 1). Basert på dette mener havarikommisjonens at en praktisk bruk av SNOWTAM tabellen kan være som vist i Tabell 2.

¹¹ Kelvin, absolutt temperaturskala med nullpunkt -273°C

Tabell 2: SHTs vurdering av realistisk bruk av SNOWTAM tabellen.

| | | |
|-----------------------------|--------|---|
| 0.40 (max usable) | Good | 5 |
| 0.30 and above | Medium | 3 |
| 0.20 (min usable) and above | Poor | 1 |
| Ref. AIP EN AD 1.2 pkt. 2.7 | | |

Tabell 3. 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 |

Havarikommisjonen mener at praktisk bruk av FC bør begrenses til verdiene som vist i Tabell 3. Første kolonne i tabellen beskriver banestatus. SHT mener rullebanestatus bør begrenses til kategoriene tørr, våt og kontaminert bane. Kontaminert bane 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 OPC. Kolonne 2 (jet) og 3 (prop) viser Airplane Braking Coefficients (ABC) som kan brukes i beregningsmodellen i OPC.

VEDLEGG F**Relevante JAR OPS bestemmelser**JAR-OPS 1.400 Approach and landing conditions

”Before commencing an approach to land, the commander must satisfy himself that, according to the information available to him, the weather at the aerodrome and the condition of the runway intended to be used should not prevent a safe approach, landing or missed approach, having regard to the performance information contained in the Operations manual.”

IEM OPS 1.400 Approach and landing conditions

“The in-flight determination of the landing distance should be based on the latest available report, preferably not more than 30 minutes before the expected landing time.”

IEM OPS 1.485(b) General – Wet and contaminated runway data

“If the performance data has been determined on the basis of measured runway friction coefficient, the operator should use a procedure correlating the measured runway friction coefficient and the effective braking coefficient of friction of the aeroplane type over the required speed range for the existing runway conditions.”

IEM OPS 1.490(c)(3) Take-off – Runway surface condition

“1 Operation on runways contaminated with water, slush, snow or ice implies uncertainties with regard to runway friction and contaminated drag and therefore to the achievable performance and control of the aeroplane during take-off, since the actual conditions may not completely match the assumptions on which the performance information is based. In the case of a contaminated runway, the first option for the commander is to wait until the runway is cleared. If this is impracticable, he may consider a take-off, provided that he has applied the applicable performance adjustments, and any further safety measures he considers justified under the prevailing conditions.

2 An adequate overall level of safety will only be maintained if operations in accordance with JAR-25 AMJ 25X1591¹² are limited to rare occasions. Where the frequency of such operations on contaminated runways is not limited to rare occasions, operators should provide additional measures ensuring an equivalent level of safety. Such measures could include special crew training, additional distance factoring and more restrictive wind limitations.”

JAR-OPS 1.515 Landing – Dry runways

”(b) ...an operator must take account of the following:

(2) Not more than 50% of the headwind component or not less than 150% of the tailwind component;

(c) ...it must be assured that:

¹² JAR-25AMJ 25X1591 er erstattet av EASA CS-25 Book 2 AMC 25.1591

(2) The aeroplane will land on the runway most likely to be assigned considering the probable wind speed and direction and the ground handling characteristics of the aeroplane, and considering other conditions such as landing aids and terrain.”

JAR-OPS 1.520 Landing – Wet and contaminated runways

”(b) An operator shall ensure that when the appropriate weather reports or forecasts, or a combination thereof, indicate that the runway at the estimated time of arrival may be contaminated, the landing distance available must be at least the landing distance determined in accordance with subparagraph (a) above, or at least 115% of the landing distance determined in accordance with approved contaminated landing distance determined in accordance with approved contaminated landing distance data or equivalent, accepted by the Authority, whichever is greater.”