

RAPPORT

SL 2016/06



RAPPORT OM LUFTFARTSHENDELSE, OSLO LUFTHAVN, GARDERMOEN 25. MAI 2015 MED BOEING 737-800, LN-RCZ, OPERERT AV SCANDINAVIAN AIRLINES SYSTEM DK-NO-SE

 English summary included

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 skal unngås.

ISSN 1894-583X (trykt utg.)
ISSN 1894-5902 (online)

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

Foto: SHT og Trond Isaksen/OSL

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HENDELSEN	4
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	5
1.1 Hendelsesforløp	5
1.1.1 Forberedelser til flyging.....	5
1.1.2 Første del av flygingen.....	6
1.1.3 Innflyging til Oslo lufthavn	6
1.1.4 Landingen	8
1.1.5 Minuttene etter hendelsen	10
1.1.6 Hendelsesforløp - Gardermoen kontrolltårn og Oslo Approach.....	10
1.2 Personskader	11
1.3 Skader på luftfartøy.....	11
1.4 Andre skader	11
1.5 Personellinformasjon	12
1.5.1 Flygebesetningen på SAS4425	12
1.5.2 Bemanningen i Gardermoen kontrolltårn	12
1.5.3 Bemanningen i Oslo Approach	12
1.6 Luftfartøy	12
1.6.1 Generelt.....	12
1.6.2 Autobrake System.....	13
1.6.3 Motorreversering - Thrust reverser	13
1.7 Været.....	13
1.7.1 METAR.....	13
1.7.2 ATIS.....	14
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	14
1.9 Samband.....	15
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	15
1.10.1 Flyplassinformasjon fra AIP Norge, AD ENGM	15
1.10.2 Publisering av NOTAM om glatt betong.....	16
1.10.3 Friksjonsmålinger	17
1.11 Flyregistratorer.....	19
1.12 Havaristedet	19
1.13 Medisinske og patologiske forhold	19
1.14 Brann.....	19
1.15 Overlevelsesaspekter.....	19
1.16 Spesielle undersøkelser	19
1.17 Organisasjon og ledelse	19
1.17.1 Scandinavian Airlines System DK-NO-SE	19
1.17.2 Intern NOTAM i SAS – bruk av 01L om våt rullebane	19
1.17.3 Krav til landingskalkulasjon	20
1.17.4 Verktøy for landingskalkulasjon.....	20
1.17.5 Landingskalkulasjon gjennomført ifm. aktuell flyging	21
1.17.6 Bruk av thrust reversers samt flapssetting – utdrag fra SAS OM-B.....	22
1.17.7 Approach briefing – utdrag fra SAS OM-A	22
1.17.8 Threat and Error Management (TEM) – utdrag fra SAS OM-A	23

1.17.9	Avinor AS og Oslo Lufthavn AS	23
1.17.10	Reasfaltering av rullebane 01L/19R	23
1.17.11	Risikovurderinger for reasfalteringsprosjektet – Oslo lufthavn AS	24
1.17.12	Risikovurderinger for reasfalteringsprosjektet - Avinor Flysikring AS	25
1.17.13	Avinor Flysikring AS.....	25
1.17.14	Rullebanemodus – fordeling av landinger og avganger	25
1.17.15	Single Arrival Runway Operations (SaRO).....	26
1.17.16	Valg av rullebaneretning - sørfra eller nordfra (01 eller 19)	26
1.17.17	Visuell step-over til parallell rullebane	28
1.17.18	Samspill mellom kontrolltårn, innflygings- og områdekontroll	28
1.18	Andre opplysninger	29
1.18.1	Fire fly som landet og ett som avbrøt innflygingen i tiden før SAS4425 landet	29
1.18.2	Tidligere registrerte hendelser – glatte rullebaner sommerstid.....	30
1.18.3	Tiltak gjennomført i SAS i etterkant av hendelsen	30
1.18.4	Tiltak gjennomført på Oslo lufthavn i etterkant av hendelsen.....	31
1.18.5	Utdrag fra Boeing artikkel «Reducing runway landing overruns».....	35
1.18.6	Programmer for forebyggelse av «Runway Excursion».....	35
1.18.7	SHTs temarapport - friksjon	35
1.19	Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	36
2.	ANALYSE.....	37
2.1	Innledning	37
2.2	Flybesetningens disposisjoner	37
2.2.4	Faktorer som medvirket til valg av ikke-optimal landingskonfigurasjon.....	38
2.2.5	Faktorer som medvirket til sen bruk av «thrust reversers».....	39
2.2.6	Andre faktorer som kan ha medvirket	39
2.2.7	Generell betraktning om språklig utforming av intern NOTAM i SAS	40
2.3	Rullebaneforhold.....	40
2.3.1	Oppbremsingen på rullebanen	40
2.3.2	Flere landinger erfarte at betongen var svært glatt	41
2.4	Oslo lufthavn - Risikovurderinger	42
2.4.2	Risikovurderinger i forkant av reasfalteringsprosjektet.....	42
2.4.3	Avdekking av problem og publisering av NOTAM	43
2.5	Avinor Flysikring - Landing i medvind med forkortet våt rullebane	44
2.5.1	Banebytte	44
2.5.2	Alternativ til å bytte rullebaneretning	44
2.5.3	Ekstra informasjon om medvind og glatte forhold	45
3.	KONKLUSJON	46
3.1	Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten	46
3.2	Undersøkelsesresultater	46
3.2.1	Generelt.....	46
3.2.2	Flyselskap og flybesetning.....	46
3.2.3	Lufthavn og lufttrafikkjeneste	47
4.	SIKKERHETSTILRÅDINGER	48
	REFERANSER	49
	VEDLEGG	49

RAPPORT OM LUFTFARTSHENDELSE

Luftfartøy:	Boeing 737-800 (883)
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-RCZ
Eier:	TC Aviation Capital Ireland Limited
Bruker:	Scandinavian Airlines System DK-NO-SE
Besetning:	To flygere, fire kabinbesetningsmedlemmer, ingen skadet
Passasjerer:	178 passasjerer, ingen skadet
Hendelsessted:	Oslo lufthavn, Gardermoen (ENGM)
Hendelsestidspunkt:	Mandag 25. mai 2015 kl. 1859

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

MELDING OM HENDELSEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) fikk melding om luftfartshendelsen fra både Oslo Lufthavn, Avinor Flysikring og Scandinavian Airlines Systems (SAS) den 26. mai 2015. Hendelsen ble klassifisert som en luftfartshendelse, som vanligvis ikke blir gjenstand for videre undersøkelse fra Havarikommisjonens side. Fordi SHT antok at en undersøkelse hadde et vesentlig sikkerhetsmessig læringspotensial, ble det allikevel iverksatt undersøkelse.

SAMMENDRAG

Den 25. mai 2015 landet LN-RCZ (SAS4425) på rullebane 01L, Oslo lufthavn, Gardermoen, i medvind og regn. Rullebanen var forkortet fra 3 600 m til 1 928 m pga. reasfaltering. De siste 300 m av rullebanen hadde betongdekke. Denne overflaten var publisert med NOTAM som sa at den var glatt når den var våt (slippery when wet). SAS4425 landet etter at innflyging hadde vært stabil i både 1000 ft og 500 ft. Flybesetningen klarte ikke å retardere flyet tilstrekkelig etter landing og det fortsatte ut av rullebanen i nordenden (Runway Excursion-Overrun). Flyet stanset ca. 50 m innenfor sikkerhetsområdet (RESA). Det fikk mindre skader etter sammenstøt med rullebanelysarmatur. Ingen personer kom til skade.

Flybesetningen hadde valgt å lande med en landingskonfigurasjon som ikke var hensiktsmessig under rådende vær- og rullebaneforhold. Landingskalkulasjon med Onboard Performance Tool (OPT) ville ha utgjort en barriere, men ble ikke benyttet av besetningen. Da de etter landing oppdaget at flyet bremsset mindre enn forventet ble full bruk av «thrust reversers» iverksatt sent. «Thrust reversers» ble dermed ikke benyttet i den fase der den ville hatt størst virkning.

Lufthavnen og luftrafikkjenesten hadde ikke i forkant av reasfalteringsprosjektet i stor nok grad vurdert risiko knyttet til kombinasjonen av forkortet rullebane, dårlige friksjonsforhold på siste del av våt rullebane og medvind på landingsbane. Den valgte løsningen ga reduserte sikkerhetsmarginer. Etter at flere flyginger hadde rapportert om svært glatte forhold på betongflaten ble det publisert NOTAM med teksten «slippery when wet». En tekst som kun gir begrenset beslutningsstøtte. Betongen ble rensset, uten at friksjonsforholdene ble bedre. Det ble ikke innført risikoreducerende tiltak som begrenset bruk av den forkortede rullebanen under våte forhold.

Basert på de tiltak som flyselskapet og flyplassoperatøren har iverksatt i etterkant av hendelsen avstår SHT fra å fremme sikkerhetstilrådinger.

ENGLISH SUMMARY

On 25 May 2015 LN-RCZ (SAS4425) landed on runway 01L, Oslo airport, Gardermoen (ENGM) in tailwind conditions and rain. The runway was shortened from 3 600 m to 1 928 m due to asphalt resurfacing. The last 300 m of the runway surface consisted of concrete. A published NOTAM informed that the concrete surface was «slippery when wet». The aircraft landed after being stabilized at 1 000 ft and 500 ft. The flight crew on LN-RCZ was unable to achieve sufficient deceleration after landing and the aircraft departed the runway (Runway Excursion-Overrun). The aircraft came to rest approx. 50 m into the Runway End Safety Area (RESA). After colliding with runway light fixtures, the aircraft sustained minor damage. There were no injuries.

It is the AIBN's view that multiple factors contributed to the fact that SAS4425 was unable to stop before the runway end. The flight crew decided to land with a landing configuration not suitable for the actual weather and runway conditions, in addition to late engagement of full «thrust reversers» after landing.

Several crew on previous flights had reported very slippery conditions on the last part of the runway. A landing ahead of the investigated landing also experienced trouble with achieving sufficient deceleration. This landing was performed with optimum landing configuration and technic.

The airport operator had not, to a sufficient extent, assessed the risk of the combination of shortened runway and poor friction during precipitation. In this case, these factors in addition to tailwind condition resulted in reduced safety margins.

Based on the measures implemented after the incident for both the airline and the airport operator the AIBN does not issues any safety recommendations.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 Forberedelser til flyging

1.1.1.1 En Boeing 737-800 fra Scandinavian Airlines System med registreringsmerke LN-RCZ fløy rute SAS4425 fra Tromsø lufthavn Langnes (ENTC) til Oslo lufthavn, Gardermoen (ENGM). Om bord i flyet var to flygere, en kabinbesetning på fire og 178 passasjerer.

1.1.1.2 Den aktuelle dagen skulle de fly fire strekninger med samme fly, Oslo – Tromsø – Svalbard – Tromsø – Oslo. For fartøysjefen var dagens flyginger rutine. Det var imidlertid styrmannens første tur til Svalbard. Flygerne byttet på hvem som var Pilot Flying (PF). Styrmannen fløy første strekning fra Oslo til Tromsø. Fartøysjefen fløy neste strekning til Svalbard. Returen til Tromsø ble fløyet av styrmannen. Flygingene hadde gått greit og uten forsinkelser. Været underveis hadde ikke bydd på spesielle utfordringer. Fartøysjefen tok over som PF på siste strekningen tilbake til Oslo.

- 1.1.1.3 I Tromsø sjekket flygerne været før dagens fjerde og siste flytur. De sjekket også landingsforholdene på Gardermoen. Vindinformasjonen indikerte våt bane og variabel vind, se kapittel 1.7.1. De forventet ikke problemer knyttet til hverken vind eller nedbør på Gardermoen, og regnet med nordlig vind som favoriserer landing sørfra.
- 1.1.1.4 Siden det var en innenlandsflyging regnet de med landing på den vestre rullebanen. Fartøysjefen forhåndsprogrammerte Flight Management Computer (FMC) for landing på rullebane 01L, som del av drivstoffberegningene, og valgte rutinemessig innflygingsprosedyre «ILS 01L».
- 1.1.1.5 Både fartøysjef og styrmann var kjent med at rullebane 01L var forkortet fra 3 600 m til 1 928 m og at landing fra sør medførte innskutt terskel og bruk av midlertidig innflygingsprosedyre «RNAV X 01L». De var videre klar over at Oslo lufthavn, Gardermoen hadde publisert en NOTAM som fortalte at «*RWY 01L last 300 m with concrete slippery when wet*».
- 1.1.2 Første del av flygingen
- 1.1.2.1 SAS4425 tok av fra Tromsø iht. rutetabell kl. 1710. Estimert ankomsttid på Oslo lufthavn var kl. 1900. Flyturen sørover forløp normalt.
- 1.1.2.2 Styrmannen har fortalt at han følte seg søvnnig omtrent da de passerte Værnes. Han vurderte om han skulle be fartøysjefen om å ta over radioen en stund slik at han kunne ta en «powernap». Han slo det imidlertid fra seg, fordi han tenkte det ville gå greit siden det gjensto mindre enn en times flyging tilbake til hjemmebasen.
- 1.1.3 Innflyging til Oslo lufthavn
- 1.1.3.1 30-40 minutter før landing hentet flygerne ATIS-informasjon fra Gardermoen via ACARS. I intervju med Havarikommisjonen kunne de ikke erindre hvilken ATIS melding de hadde, ref. 1.7.2.
- 1.1.3.2 Avspilling av Cockpit Voice Recorder (CVR) og radiokommunikasjon viste at styrmannen oppga «ATIS information I», da SAS4425 kontaktet sektor Approach (APP) W på frekvens 120,450 MHz.
- 1.1.3.3 Approach flygeleder svarte tilbake «4425, hello, expect RNAV X 01L and ATIS information K». Meldingen ble bekreftet «Kilo, it is 01L, 4425».
- 1.1.3.4 Flybesetningen tok imidlertid ikke ut oppdatert «ATIS information K», som var publisert kl. 1829. Den ville gitt informasjon om «*Runway surface condition 01 left wet*» og «*Tailwind on final*».
- 1.1.3.5 Ca. kl. 1854 skiftet SAS4425 radiofrekvens til Oslo TMA Final 128,900 MHz. Avspilling av CVR viste at et annet fly på frekvensen oppga at de på grunn av medvind hadde vanskeligheter med å redusere hastigheten, slik flygeleder TMA Final ba om. SAS4425 befant seg da i 5 000 ft, 14 NM fra finalen. Fartøysjefen kommenterte til styrmannen at det var «*tailwind*», noe han svarte bekræftende på.
- 1.1.3.6 Rett etter at fartøysjefen kommenterte «*tailwind*» sa styrmannen:
- «*RNAV 01L ligger ikke inne. Det er ILS 01L som ligger der.*»

- 1.1.3.7 Styrmannen har forklart at de fikk en advarsel på FMC displayet om at innflygingsprosedyren ikke samsvarte med det som var registrert i FMC. Klokken var da ca. 1855 og SAS4425 befant seg i 4 700 ft, 13 NM fra opprinnelig terskel 01L.
- 1.1.3.8 Da fartøysjefen tidligere hadde briefet innflygingen hadde de benyttet hver sin Ipad. De sjekket ikke hvorvidt innflygingsprosedyren «RNAV X 01L» var lagt inn i FMC. Der lå fremdeles «ILS 01L», som var lagt inn før avgang i Tromsø.
- 1.1.3.9 Fartøysjefen ba styrmannen taste inn riktig innflyging i FMC. Styrmannen fortalte i intervju med Havarikommisjonen at han fant det riktige valget i FMC og satte første navigasjonspunktet for innflygingsprosedyren som aktiv, slik at flyet ville kobles til det og fly «RNAV X 01L» videre. Fartøysjefen koblet i denne sammenhengen ut flyets autopilot, for så å koble den inn igjen. Avspilling av CVR viste at styrmannen i løpet av dette minuttet også svarte på oppkall fra Oslo sektor TMA final 128,900 MHz om at de måtte redusere hastigheten til 160 kt og kontakte tårnflygeleder på frekvens 118,300 MHz.
- 1.1.3.10 Flygerne uttrykte tilfredshet med at de hadde rukket å sette inn riktig innflygingsprosedyre. Det hadde tatt litt over et minutt. Straks etter kalte styrmannen opp tårnflygeleder vestre rullebane, TWR W:
- «Tower Scandinavian 4425 RNAV X 01L at 7 miles»*
«SAS4425 hello continue approach the wind right now is 160 at 6 kts»
«Scandinavian 4425»
- 1.1.3.11 Besetningen fortsatte å klargjøre flyet for landing. Vindinformasjonen de mottok fra tårnflygeleder ble ikke kommentert. Begge flygerne har i intervju med Havarikommisjonen fortalt at de forventet å lande i motvind. De husket ikke hvilken vind som ble oppgitt fra flygekontrolltjenesten eller om de leste av vinden på flyets instrumenter. Begge har fortalt at de først i etterkant av hendelsen forsto at de hadde hatt medvind under landing. Medvind hadde ikke vært et tema under flyturen, utover fartøysjefens ene kommentar, se 1.1.3.5.
- 1.1.3.12 Understellet ble satt ut og flaps satt til 15. Fartøysjefen kommenterte samtidig at «Jeg var sikker på at jeg satte inn den der», med referanse til FMC og «RNAV X 01L». Ja, sier styrmannen og kommenterer videre at «her var det bløtt». De fløy gjennom en kraftig regnbyge. Fartøysjefen kalte ut «Contact» da flyet var i 2 700 ft, på 6,2 NM finale med hastighet 190 kt.
- 1.1.3.13 Rett før de fikk landingsklarering hørte de at SAS284, flyet som landet før dem, fikk følgende beskjed fra tårnflygeleder: «Concrete is slippery, contact Ground 121,6». Fartøysjefen kommenterte til styrmannen at det gjaldt de siste 300 meterne. Styrmannen svarte bekreftende og sa videre at det så blankt ut der ute. SAS4425 fikk landingsklarering kl. 1857:
- «SAS4425 wind is 160 at 6 displaced threshold 01L cleared to land ».* Styrmannen svarte «01L cleared to land Scandinavian 4425»
- 1.1.3.14 På dette tidspunktet kommenterte de heller ikke vindinformasjonen de mottok fra tårnflygeleder. Fartøysjefen observerte at det så ut som det lå en byge rett over plassen,

noe styrmannen bekreftet. Samtidig kalte fartøysjefen ut «Flaps 30». «Ja, det blir bra», svarte styrmannen.

- 1.1.3.15 Flygingen var stabilisert både i 1 000 ft og i 500 ft høyde. Rett før flyet nådde 1 000 ft høyde¹ gikk de gjennom «Landing Checklist». Fartøysjefen kommenterte deretter at det ikke hadde vært særlig fallvind under bygen de hadde passert. Autopilot ble koblet fra. Begge flygerne har forklart at de følte at alt var normalt.

1.1.4 Landingen

- 1.1.4.1 SAS4425 landet kl. 1858 med flapssetting 30 og «autobrake 3», en konfigurasjon som fartøysjefen hadde vurdert som riktig, og som styrmannen ikke hadde hatt noen motforestillinger mot da landingskonfigurasjonen ble briefet tidligere under flygingen.
- 1.1.4.2 Avlesing av Flight Data Recorder (FDR) viste at SAS4425 hadde en bakkefart (groundspeed, GS) på 159 kt da de landet. Setningspunktet var 396 m fra terskel. Vist på rullebanen er dette rett nord av avkjøring A6, se vedlegg B. Landingen var myk.
- 1.1.4.3 FDR data viser at spoilerne kom opp som de skulle i det flyet landet. Fartøysjefen aktiverte «thrust reversers» i «idle»² posisjon. «Idle-reverse» var gjeldende fram til 22 sekunder etter landing
- 1.1.4.4 Fartøysjefen har beskrevet at han fikk en bisarr følelse av at flyet ikke lystret rett etter landing. Hans opplevelse var at rullebanen var svært glatt og våt, og at flyet nærmest seilte nedover rullebanen uten at den forventede retardasjonsraten som er lagt inn i «autobrake 3» ble oppnådd.
- 1.1.4.5 Data fra FDR viste at autobrake-systemet ble aktivert ett sekund etter touchdown. Autobrake var virksom i 9 sekunder fram til fartøysjefen startet manuell oppbremsing, noe som medfører at autobrake automatisk kobles ut. Flyet befant seg da rett nord for avkjøring A7. Data fra FDR viser at flyet da hadde en groundspeed på 123 kt.
- 1.1.4.6 Fartøysjefen har forklart at han måtte beslutte hvorvidt det ville være heldig eller uheldig å gå over til manuell oppbremsing. Han tenkte det kunne være uheldig fordi systemene som kalkulerer retardasjonen da måtte starte kalkulasjonen på nytt og at retardasjonen ble redusert i en kort periode.
- 1.1.4.7 Styrmannen har fortalt at han i likhet med fartøysjefen opplevde at oppbremsingen ikke ble som forventet. Han følte også at det tok lang tid før fartøysjefen gikk over til manuelle bremsere og økte reversering av motorene. Han hadde i call outs oppfordret fartøysjefen til å bremse, men hadde ikke nevnt aktiv bruk av «thrust reversers».
- 1.1.4.8 Bremsetrykket³ steg etter at manuelle bremsere ble tatt i bruk, og retardasjonen økte. Da flyet nærmet seg betongflaten 300 m før baneenden, var groundspeed 73 kt.
- 1.1.4.9 Maksimalt bremsetrykk ble registrert rett etter at flyet kom over på betongflaten. Samtidig viste avlesing av FDR at retardasjonen ble vesentlig redusert der rullebanedekket skiftet fra asfalt til betong.

¹ I følge varsel fra radiohøydemåler (Radio altimeter call out «one thousand»).

² Idle-reverse: Thrust reversers i detent 1, laveste effekt fra motorene til hjelp under oppbremsing.

³ Bremsetrykk registreres på FDR.

- 1.1.4.10 «Thrust reversers» ble endret fra detent 1 posisjon (ca. 35 % N1) til detent 2 posisjon (ca. 75 % N1) 22 sekunder etter touchdown. Flyet befant seg da godt inn på betongflaten med en groundspeed på 60 kt.
- 1.1.4.11 Besetningen så banelysene komme mot seg. Innflygingslysene for 19R har ettergivende armatur og er installert umiddelbart etter betongdekket. Fartøysjefen styrte flyet til høyre for å komme på siden av lysene.
- 1.1.4.12 Besetningen opplevde at flyet fikk bedre tak i underlaget da de kom ut på asfalten på sikkerhetsområdet (RESA⁴). Flyet stoppet ca. 50 m inn på sikkerhetsområdet. Ca. 47 sekunder etter at flyet landet, sto det helt i ro.



Figur 1: Utrulling for SAS4425. Bildet er tatt fra videooptak, tidspunkt kl. 18:59:12. Video: Oslo Lufthavn AS

⁴ RESA: Runway End Safety Area: «An area symmetrical about the extended runway centre line and adjacent to the end of the strip primarily intended to reduce the risk of damage to an aeroplane undershooting or overrunning the runway» [ICAO Annex 14].

1.1.5 Minuttene etter hendelsen

1.1.5.1 Motorene ble satt i tomgang og parkeringsbremsen satt på. På radiofrekvensen kunne de høre at flyet som skulle lande etter dem fikk instruksjon fra tårnflygeleder om å avbryte innflygingen. Deretter fikk de beskjed om at Brann- og redningstjenesten var på vei til dem. Fartøysjefen kalte opp kabinbesetningen og sa «*cabin crew at your stations*».

1.1.5.2 Fartøysjefen informerte passasjerene om at det var svært glatt på rullebanen og at de derfor hadde kommet for langt. To minutter etter at rullebane-avkjøringen var et faktum ankom utrykningskjøretøy fra Brann- og redningstjenesten. De gjennomførte en visuell kontroll av flyets understell og målte varmgang i bremsene. Flyet ble funnet i orden og kunne takse til terminalen, der det parkerte 13 minutter etter estimert ankomsttid.

1.1.6 Hendelsesforløp - Gardermoen kontrolltårn og Oslo Approach

1.1.6.1 Hele dagen hadde vært preget av bygeaktivitet og enkelte tordenskyer. Det var regn, skiftende vindretninger og varierende vindstyrke. Supervisor i Gardermoen kontrolltårn har forklart at det var nordavind og bane 01 i bruk da han startet sitt skift kl. 1400. Nær klokken 17 hadde vinden snudd fra nordlig til sørlig retning. Supervisor avtalte derfor banebytte fra 01 til 19 med Oslo Approach. Banebytte fra retning 01 til 19 ble opplyst på «ATIS information D», kl. 1706.

1.1.6.2 Etter det første banebytte, kl. 1706 tok Supervisor pause og ble avløst av en kollega. Etter 38 minutter ble det gjennomført banebytte igjen, fordi vinden på ny hadde dreid til direkte nordavind, altså medvind for bane 19. Dette andre banebyttet, fra bane 19 til 01, ble opplyst på «ATIS information G» kl. 1744.

1.1.6.3 Da den første supervisoren kom tilbake fra sin pause rett før kl. 1830, var rullebaneretningen byttet tilbake fra 19 til 01. Det var fremdeles bygevirksomhet i området, og enkelte perioder med regn. Han sjekket vinden, som fortsatt var svært variabel, se kapittel 1.7.1.

1.1.6.4 Kl. 1820 viste METAR ENGM variabel vind 2 kt. «ATIS information I» fra samme tidspunkt viste «runway 01L wind calm», mens den østre rullebanen 01R viste sørlig vind fra 160 grader med 4 kt styrke, se kapittel 1.7.2.

1.1.6.5 Nordavinden som hadde favorisert bane 01 operasjoner dreide sørlig og ga etter hvert en varierende medvindskomponent med bane 01 i bruk. Supervisor har fortalt at han besluttet å avvente initiering av banebytte fra bane 01 til 19, fordi vinden snudde så fort etter forrige banebytte kl. 1706.

1.1.6.6 ATIS ble oppdatert fra supervisorposisjonen i kontrolltårnet med «Runway surface condition 01 left wet» og «Tailwind on final». At det var medvind på «final approach» hadde lufttrafikkjentesten fått informasjon om ved forespørsel til flybesetninger under innflyging.

1.1.6.7 Supervisor fortsatte å følge med på vinden. Rett før kl. 1850 registrerte han, fra vindmåleren plassert ved opprinnelig terskel for rullebane 01L, en kortvarig topp i vindstyrke på 12 kt med vindretning 240-250 grader. Fordi de da hadde hatt medvind gjennom en periode på 20 minutter med varierende styrke fra 2-3 kt (calm) og med enkelte topper på 7-9 kt samt denne siste toppen på 12 kt, besluttet han å initiere banebytte.

- 1.1.6.8 Supervisor i Gardermoen tårn ringte derfor til Approach Planner, Oslo Approach kl. 1851. Da han innledet samtalen var vinden sørlig med 5 kt styrke. Han har forklart at han håpet at vinddreiningen var forbigående, slik den hadde vært tidligere på ettermiddagen.
- 1.1.6.9 Han sa som innledende replikk til Approach Planner at det ikke så ut som at bygene med sønnvind ga seg. Han spurte om Approach var midt i «inbound rush», noe han fikk bekreftet. Supervisor spurte så om på hvilket tidspunkt et bytte kunne gjennomføres. Approach Planner svarte at det egentlig ikke passet før om en halv time. Supervisor svarte da at dersom de ikke var klare for bytte før etter en halv time, kunne de likegodt avvente. Approach Planner fikk ikke inntrykk av at det hastet. Et snarlig banebytte kunne ha blitt iverksatt raskt, om de hadde fått beskjed om det. 5 kt medvind ble ikke oppfattet som problematisk og forståelsen var derfor at det var i orden at de fant tid for banebytte innen de neste 30 minuttene.
- 1.1.6.10 På samme tid som Gardermoen Supervisor snakket med Approach Planner i telefon, sjekket SAS284, en Boeing 737-600, inn hos flygeleder tårn vest. SAS284 fikk følgende klarering fra tårnflygeleder:
- «SAS284 god kveld continue approach, displaced threshold and tailwind on final, on the ground you will have 5 kts tailwind in the touchdown zone, in the end of the runway it's up to 10 kts tailwind»*
- 1.1.6.11 Denne klareringen kunne ikke besetningen på SAS4425 høre, fordi de fremdeles var i radiokontakt med Oslo Approach. De hørte imidlertid senere, da de hadde sjekket inn på tårnfrekvensen, at SAS284 fikk informasjonen: *«SAS284 concrete is slippery, contact Ground 121,6»* (kl. 1856).⁵
- 1.1.6.12 Supervisor i tårnet og tårnflygeleder har begge forklart at de så at SAS4425 holdt høy fart under utrulling. De så flyet fortsatte forbi avkjøringen i A9 og at flyet ble stående rett nord av denne, utenfor rullebanen. «Crash alarm» ble aktivert med en gang de så at flyet ikke klarte å stoppe før rullebaneenden. Supervisor ga beskjed på PA anlegg om *«full uttrykning til terskel 19 right»*.
- 1.1.6.13 All trafikk til begge rullebaner ble holdt i noen minutter inntil situasjonen var avklart. Vestre rullebane var stengt i 40 min etter hendelsen. Da de åpnet rullebanen igjen ble bane 19 benyttet. Etter ca. 1 time måtte kontrolltårnet igjen bytte fra 19 til 01 operasjoner fordi vinden snudde.

1.2 Personskader

Ingen.

1.3 Skader på luftfartøy

Skade på et motordeksel på høyre motor, samt mindre skader på et av hovedhjulene.

1.4 Andre skader

Et rullebaneendelys og et innflygningslys ble ødelagt i treffet med hovedhjulene.

⁵ SAS284 rapporterte senere til Ground om svært glatte forhold på betongflaten på enden av rullebane 01L, se pkt. 1.18.1.3

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Flygebesetningen på SAS4425

- 1.5.1.1 Både fartøysjefen (47 år) og styrmannen (50 år) har oppgitt at de følte seg uthvilt da de sjekket inn på Oslo lufthavn kl. 0905. Hvile før tjeneste var 251 timer for fartøysjef og 72 timer for styrmann. Stopp i Tromsø var 35 minutter før avgang til Svalbard kl. 1220. Stopp på Svalbard på 50 minutter før retur til Tromsø kl. 1445. Nye 50 minutter stopp i Tromsø, inklusiv sikkerhetskontroll, før retur til Oslo kl. 1710. De fire avgangene var iht. rutetabell og hendelsen skjedde under landing på den siste strekningen, kl. 1859, ca. 10 timer etter innsjekk. Flygerne hadde spist ett måltid underveis på den aktuelle flyturen.

Tabell 1: Flygetid fartøysjef SAS4425

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	7	7
Siste 3 dager	7	7
Siste 30 dager	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
Siste 90 dager	195	195
Totalt	14 000	9 200

Tabell 2: Flygetid styrmann SAS4425

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	7	7
Siste 3 dager	7	7
Siste 30 dager	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
Siste 90 dager	176	176
Totalt	5 210	772

- 1.5.1.2 Fartøysjef og styrmann hadde flydd sammen en gang tidligere. Begge har Oslo lufthavn, Gardermoen som sin hjemmebase.

1.5.2 Bemanningen i Gardermoen kontrolltårn

- 1.5.2.1 I følge skiftrapport fra 25. mai ettermiddag/kveld var det sju flygeledere på vakt pluss to supervisors. Følgende tårnposisjoner var i bruk: TWR W og E, GND W og E og supervisorposisjon. En ekstra ground-posisjon var tidvis bemannet. Bemanningen ble vurdert som tilstrekkelig.

1.5.3 Bemanningen i Oslo Approach

- 1.5.3.1 Fem sektorer var bemannet i Norway ACC TMA, Oslo Approach: APP W og E, DIR, FINAL og Planner. Bemanningen ble vurdert som tilstrekkelig.

1.6 Luftfartøy

1.6.1 Generelt

- 1.6.1.1 LN-RCZ, en Boeing 737-883 med serienummer 30197 og motortype CFMI CFM56-7B26, ble bygget i 2001 og var benyttet av SAS siden 2002. Luftfartøyet har vingespenn på 34,3 meter og er 39,5 m langt. Maksimal avgangsvekt er 79 tonn. Da LN-RCZ landet

på Gardermoen den aktuelle kvelden veide flyet 63 538 kg. Det var ikke rapportert om tekniske uregelmessigheter med luftfartøyet.

1.6.2 Autobrake System

1.6.2.1 Ekstrakt fra Boeing 737 Flight Crew Operational Manual kap. 14.20.4:

The autobrake system uses hydraulic system B pressure to provide maximum deceleration for rejected takeoff and automatic braking at preselected deceleration rates immediately after touchdown. The system operates only when the normal brake system is functioning. Antiskid system protection is provided during autobrake operation. [...]

To maintain the selected landing deceleration rate, autobrake pressure is reduced as other controls, such as thrust reversers and spoilers, contribute to total deceleration. The deceleration level can be changed (without disarming the system) by rotating the selector. The autobrake system brings the airplane to a complete stop unless the braking is terminated by the pilot.

1.6.2.2 Ekstrakt fra Boeing 737-600/700/800/900 Aircraft Maintenance Manual 32-42-00:

The autobrake system controls autobrake pressure to stop the airplane at the selected deceleration rate. [...] These are the deceleration rates and brake pressures for each position of the autobrake selector switch:

AUTO BRAKE Select Switch	Deceleration Rate (ft/sec/sec)	Pressure (psi)
1	4	1 285
2	5	1 500
3	7,2	2 000
MAX	14 (> 80 knots) 12 (< 80 knots)	3 000

1.6.2.3 SAS undersøkte flyet i etterkant av hendelsen. Det ble ikke påvist tekniske feil med flyets bremsesystem.

1.6.3 Motorreversering - Thrust reverser

1.6.3.1 «Flaps» og «thrust reversers» benytter aerodynamikk for å redusere hastigheten, i motsetning til hjulbremsene som er avhengig av friksjon mellom hjul og rullebane for å oppnå retardasjon. «Thrust reversers» som bremsehjelp kan bidra til om lag 20 % av retardasjonen. Den har best effekt rett etter landing, når hastigheten er høyest. Effekten avtar med synkende hastighet og har liten effekt under 60 kt.

1.7 Været

1.7.1 METAR

METAR fra Gardermoen kl. 1150 UTC var inkludert i briefing-pakken som besetningen på SAS4425 mottok. Den indikerer vind fra sørvest.

1150UTC ENGM 251150Z 24006KT 210V290 9999 FEW020 TCU BKN089
13/00 Q1005\r\r\n TEMPO SHRA=

1420UTC ENGM 251420Z 09005KT 020V140 9999 VCSH FEW045 BKN073
11/05 Q1005\r\r\n TEMPO SHRA=

1450UTC ENGM 251450Z VRB04KT CAVOK 12/03 Q1005 TEMPO SHRA=

1520UTC ENGM 251520Z 01005KT 320V100 9999 SCT047 BKN061 11/04
Q1006 TEMPO\r\r\n SHRA=

1550UTC ENGM 251550Z 36006KT 330V030 9999 VCSH FEW037 BKN047
11/02 Q1006\r\r\n TEMPO SHRA=

1620UTC ENGM 251620Z VRB02KT 9999 -SHRA FEW037 BKN044 11/02
Q1006 NOSIG=

1650UTC ENGM 251650Z 22009KT 170V250 9999 -SHRA FEW018
FEW025CB BKN030\r\r\n 08/05 Q1006 TEMPO SHRA=

1.7.2 ATIS

ENGM ARR **ATIS I** 1620Z
D-ATIS
EXP_RNAV X_APCH_RWY01L
EXP_ILS_APCH_RWY01R
TRL_FL085 DISPLACED THR RWY 01L LANDING DISTANCE AVAIL 1928 MS
RWY01L WIND CALM
RWY01R WIND 160/4KTS
VIS ABV_10KM
-SHRA
CLD BKN 4000FT
T11 DP2
QNH_1006HPA
NOSIG
CONFIRM ATIS I

ENGM ARR **ATIS K** 1629Z (Relevante endringer siden ATIS I)

RSCD_RWY01L_WET (runway surface condition 01 left wet)
RSCD_RWY01R_WET
TAILWIND ON FINAL
RWY01L WIND CALM
RWY01R WIND 160/4KTS

ENGM ARR **ATIS M** 1650Z (Relevante endringer siden ATIS K)

RWY 01L LAST 300 MS WITH CONCRETE SLIPPERY
RWY01L WIND 190/7KTS VRB_BTN_180_AND_240
RWY01R WIND 220/6KTS VRB_BTN_190_AND_280
CB ACTIVITY IN AREA

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ingen rapporterte uregelmessigheter.

1.9 Samband

Ingen rapporterte uregelmessigheter og samband av normal god lesbarhet.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

1.10.1 Flyplassinformasjon fra AIP Norge, AD ENGM

1.10.1.1 Oslo lufthavn, Gardermoen (ENGM) har to rullebaner (01L/19R og 01R/19L). Kunngjort rullebanelengde (TORA/ASDA/TODA/LDA) for østre rullebane (01R/19L) er 2 950 m. Rullebanebredde er 45 m. Tilsvarende er vestre rullebane (01L/19R) vanligvis 3 600 m lang og 45 m bred. Det pågikk imidlertid reasfalteringsarbeid på vestre rullebane, slik at rullebanelengden var forkortet til 1 928 m.

1.10.1.2 Karakteristikk for vestre rullebane 01L og 19R, ref. AIP Norge ENGM AD 2.13:

*Strip: 3 720 m * 300 m. RWY CONC 300 M inside THR. PCN 75/R/B/W/T. Surface type E, texture depth 1,2 mm, grooved.*

1.10.1.3 Asfalten var altså rillet, med krav til makrostruktur på 1,2 mm. Betongen var ikke rillet.

1.10.1.4 Vestre rullebane skulle reasfalteres, se kapittel 1.17.10. Fase 1 av reasfalteringsprosjektet pågikk i tidsrommet 12. april – 29. mai 2015. Endringer i fase 1 (kalt X-ray) var forklart i AIP SUP 05/15 og medførte bl.a.:

- Innskutt terskel 01L
- Forkortet rullebane fra 3 600 m til 1 928 m (TORA/TODA/ASDA/LDA 1 928M)
- Forkortet rullebane 19R
- Vindinformasjon for bane 01L ble gitt fra vindmåler plassert 1 340 m sør for innskutt terskel⁶. AIP SUP 05/15 oppfordret flygerne til å be om vind fra terskel 19R om de var i tvil, og benytte den minst fordelaktige.
- Midlertidige innflygingsprosedyrer var i drift, bl.a. «RNAV X 01L»

1.10.1.5 Sikkerhetsområde (RESA) for rullebane 01L var uendret (240 x 45 m) under reasfalteringsprosjektet. Se figur 2.

⁶ Det var en vindmåler i hver rullebaneende (standard rullebaneende 01L og 19R), samt en på tårntaket.



Figur 2: Rullebaneende 01L, vestre rullebane i nord, samt RESA (Runway End Safety Area). Det er tydelig å se hvor betongen begynner. Det svarte feltet er avsetning av gummi fra landinger nordfra (19R). Kilde: Ortofoto fra Oslo lufthavn AS

1.10.2 Publisering av NOTAM om glatt betong

- 1.10.2.1 Det hadde vært lite nedbør i perioden etter at arbeidet på rullebanen startet den 12. april. På kvelden den 17. mai fikk Plasttjenesten ved Oslo lufthavn vite at flygere hadde meldt fra til kontrolltårnet om at betongflaten i nord på vestre rullebane var svært glatt etter regnvær. Følgende NOTAM (ENGM 0087/15) ble senere publisert:

RWY 01L LAST 300M WITH CONCRETE SLIPPERY WHEN WET

Teksten i NOTAM om glatt betong ble drøftet mellom OSL/Avinor og større flyselskap som har hjemmebase på Gardermoen. Det var enighet om at teksten var dekkende.

- 1.10.2.2 Den 31. mai var reasfalteringsprosjektets fase X fullført og arbeidet fortsatte i den andre enden av rullebanen, fase Z. Det viste seg at flygere rapporterte glatte forhold på betongflaten i sør også. Tilsvarende NOTAM (ENGM-0116/15) ble derfor publisert, gjeldende for betongflaten i sør ved landing nordfra.
- 1.10.3 Friksjonsmålinger
 - 1.10.3.1 Plasstjenesten iverksatte sweeping natt til 18. mai for om mulig å bedre makroteksturen og på den måten forbedre våtfriksjon på betongen. Neste natt, den 19. mai ble det gjennomført våtfriksjonsmåling som resulterte i «*medium-poor*» for den første delen av betongflaten i nord, ca. 6 m fra senterlinjen. Våtfriksjonsmåling ble gjentatt den 21. mai. Målingene viste friksjonsverdi «*good*» for asfaltflaten, mens måletallene droppet signifikant da bilen beveget seg fra asfalten og inn på betongen. Friksjonsverdiene for betongflaten var fremdeles «*medium-poor*».
 - 1.10.3.2 Den aktuelle hendelsen skjedde om kvelden 25. mai. Plasstjenesten tok bilder av området rett etter hendelsen, se figur 3 og figur 4. Plasstjenesten har fortalt at gummimengden etter deres mening var som forventet etter normalt periodisk vedlikehold. Etter dyprens av betongflaten viste vårfriksjonsmåling fremdeles «*medium-poor*».
 - 1.10.3.3 Plasstjenesten gjennomfører baneinspeksjon tre ganger daglig. I sommerhalvåret inneholder ikke banerapporteringen friksjonsmålinger (dvs. *Good-medium-poor*). Rullebanen er å betrakte som enten tørr eller våt.
 - 1.10.3.4 Plasstjenesten kjører våtfriksjonsmålinger en gang i måneden som et tillegg til visuell baneinspeksjon for å vurdere hvorvidt det er behov for å fjerne gummiavsetninger etter landinger. Gummi fjernes ved mekanisk børsting (sweeping) med stålbørster og påfølgende høytrykksspyling. Plasstjenesten har fortalt at de erfaringsmessig oppnådde kun marginale bedringer i friksjonsverdier etter behandling av betongflaten i nord på vestre rullebane. Helt siden åpningen av Oslo lufthavn Gardermoen i 1998, har denne betongflaten hatt lavere friksjonstall enn de tre andre.



*Figur 3: RESA. Asfaltert område utenfor rullebaneenden. Bildet er tatt kort tid etter hendelsen. Hjulspor etter SAS4425 er synlig på bakken. En knekt lysarmatur er også synlig.
Foto: Plasttjenesten Oslo Lufthavn AS*



*Figur 4: Et annet bilde som viser hjulspor etter SAS4425, terskel i nord på vestre rullebane.
Foto: Plasttjenesten, Oslo Lufthavn AS*

1.11 Flyregistratorer

LN-RCZ var utstyrt med ferdsskriver (Flight Data Recorder - FDR) og taleregistrator (Cockpit Voice Recorder - CVR). Data fra enhetene ble lastet ned og var nyttig for Havarikommisjonens undersøkelser.

1.12 Havaristedet

Ikke relevant.

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Både fartøysjefen og styrmannen avga rutinemessig utåndingsprøve, som begge var negative.

1.14 Brann

Ingen.

1.15 Overlevelsesaspekter

Innsatstiden for Brann- og redningstjeneste på en stor flyplass, til første utrykningskjøretøy er i posisjon, skal ikke overstige to minutter. Avspilling av bakkeradardata for den aktuelle hendelsen viste at Brann- og redningstjenesten på Oslo Lufthavn tilfredstilte kravet om innsatstid.

1.16 Spesielle undersøkelser

Ingen.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Scandinavian Airlines System DK-NO-SE

Flyselskapet er en av de to største aktørene i norsk luftfart, både på innenlands- og utenlandsflyginger. SAS har sin hovedbase i Norge på Oslo lufthavn, Gardermoen. Sommeren 2015 hadde SAS 84 Boeing 737 hvorav 29 var den aktuelle typen B737-800.

1.17.2 Intern NOTAM i SAS – bruk av 01L om våt rullebane

1.17.2.1 Som følge av NOTAM ENGM 0087/15 publisert av Oslo Lufthavn, se pkt. 1.10.2, publiserte SAS følgende tekst til sine flygere:

*ENGM RWY 01L LAST 300 M WITH CONCRETE SLIPPERY WHEN WET.
FOR PERFORMANCE CALCULATIONS, USE RWY SHORTENING 300 M
DEPARTURE END. IF PERFORMANCE LIMITED, REQUEST RWY 01R.
(STOFF/JFL 20MAY15)*

1.17.3 Krav til landingskalkulasjon

1.17.3.1 *EASA OPS forordning 965/2012*

Flyselskapenes operasjonelle håndbøker skal tilfredsstillere kravene nedfelt i det felles europeiske regelverket for luftfartsoperasjoner, EASA OPS. EU vedtok i 2012 forordningen EASA OPS Air Operations Regulation (EU) 965/2012. Den var gjennomført i norsk rett med ikrafttredelse 28. oktober 2014 jf. forskrift 7. august 2013 nr. 956 om luftfartsoperasjoner. Følgende avsnitt siteres fra forordningen:

CAT.POL.A.225 *Landing — destination and alternate aerodromes*

The landing mass of the aeroplane determined in accordance with CAT.POL.A.105(a) shall not exceed the maximum landing mass specified for the altitude and the ambient temperature expected for the estimated time of landing at the destination aerodrome and alternate aerodrome. [...]

CAT.OP.MPA.300 *Approach and landing conditions*

*Before commencing an approach to land, the commander shall be satisfied that, according to the information available to him/her, the **weather** at the aerodrome and the **condition of the runway** or FATO 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.*

1.17.3.2 *SAS sine håndbøker*

Havarikommisjonen har sett på relevante utklipp fra SAS sine håndbøker, og konstatert at de inneholdt krav om at flygerne skal gjennomføre landingskalkulasjoner både før avgang og underveis før landing:

- Før avgang skal fartøysjefen bl.a. forsikre seg om at flyets vekt ikke er høyere enn at de kan lande på planlagt destinasjon, jfr. CAT.POL.A.225, se pkt. 1.17.3.1. Det er imidlertid ikke spesifisert når «før avgang» er.
- Underveis skal fartøysjefen gjennomføre ytterligere vurderinger om landingsforholdene, jfr. CAT.OP.MPA.300. Han/hun skal bruke tilgjengelig, oppdatert informasjon for å forsikre seg om at været på flyplassen og forholdene på rullebanen ikke er til hinder for å gjennomføre en sikker landing.

1.17.4 Verktøy for landingskalkulasjon

1.17.4.1 I likhet med sammenlignbare flyselskaper, har flygere i SAS en applikasjon for å foreta landingskalkulasjoner, Onboard Performance Tool (OPT). Applikasjonen er levert av flyprodusenten Boeing og er installert på flygerens Electronic Flight Bag (EFB) eller egen Ipad. Det er anbefalt å bruke verktøyet for å finne riktig landingskonfigurasjon med utgangspunkt i aktuelle forhold som vekt, temperatur, vind, rullebanelengde etc.

1.17.4.2 SAS har demonstrert bruk av landingskalkuleringsverktøyet OPT, og vist hva verktøyet ville ha oppgitt som operasjonell landingsdistanse for den aktuelle flygingen med følgende verdier: våt rullebane 01L, vind 160/6 kt, vekt 63 tonn, og med forskjellige valg for flaps og bremsesetting. Et eksempel er vist i figur 5.

PERFORMANCE - LANDING - ENROUTE

AIRPORT INFO NOTAM MEL CDL SEND OUTPUT

LN-RCZ 800

ARPT: ENGM 40 FLAP LANDING WT: 63000 KG

RWY: 01L/FT1 AUTO A/C VREF ADD: 0

COND: WET ENG ANTRICE A/I CALC

WIND: 160/06 KT (5 TW/3 XW) KT BRKS

OAT: 10 °C (50 °F) MANUAL Ldg

QNH: 1010.0 HPa (29.82 IN HG) NONE NNC

MISAP: 2.50% MIN. OVERSIGHT

737-800/CFM56-7B26-2

Enroute Landing Data for 63000 KG: Vref40: 138 KT
Operational Landing Distance: 1346 M
Landing Distance Available: 1700 M

TAKEOFF LANDING-DISPATCH LANDING-ENROUTE WEIGHT & BALANCE

Figur 5: Eksempel på landingskalkulering for LN-RCZ den aktuelle kvelden ved bruk av OPT. Her er det bl.a lagt inn våt rullebane 01L, vind 160/6 kt, vekt 63 tonn, flaps 40 og bremses «max manual» «Landing Distance Shortening (m): 300» er også lagt inn i «NOTAM» vinduet⁷. Kilde: SAS

- 1.17.4.3 SAS flygere skulle i henhold til intern NOTAM i flyselskapet trekke i fra 300 m fra rullebanens fulle lengde på 1 928 m, fordi betongen her var annonsert som «slippery when wet». ref. 1.17.2.1. «Landing distance available» denne var følgelig **1 628 m**. Med det som utgangspunkt viser landingskalkulering med OPT at:
- en konfigurasjon med «Flaps 40/Max manual brakes» ville gitt den aktuelle flygingen en operasjonell landingsdistanse på **1 346 m**.
 - «Flaps 40/Autobrake 3» ville gitt «Operational Landing Distance» på **1 733 m**. «Flaps 30/Autobrake 3», som var landingskonfigurasjonen som SAS4425 benyttet, ville gitt «Operational Landing Distance» på **1 887 m**. Begge disse konfigurasjonene krevde altså mer enn 1 628 m.
- 1.17.4.4 Med en operasjonell landingsdistanse på 1 346 m («Flaps 40/max manual brakes») kunne flyet ha stoppet/kommet ned i lav taksehastighet på asfalten, før det glatte betongfeltet begynte ved 1 628 m lengde. Forutsatt at flyet ble satt ned på optimalt setningspunkt.
- 1.17.5 Landingskalkulasjon gjennomført ifm. aktuell flyging
- 1.17.5.1 Fartøysjefen på SAS4425 har forklart at han hadde vurdert landingskonfigurasjon på grunnlag av 1 928 m våt rullebane. Han var også klar over at 300 m skulle trekkes i fra i

⁷ Det står «Landing Distanse Available» 1700 m på dette skjermbildet fordi beregningene ble gjennomført i juni 2015, da reasfalteringsarbeidet foregikk i den andre enden av rullebanen. I juni 2015 var «Landing Distanse Available» for 01L 2000 m.

vurderingen. Hans vurdering var at «flaps 30» og «autobrake 3» var tilstrekkelig. Han hadde planlagt å starte med «autobrake 3», for en behagelig retardasjon, for så å øke på med bremsetrykk etter hvert om nødvendig.

- 1.17.5.2 Besetningen gjennomførte ikke landingskalkulering med OPT på den aktuelle flyturen til Gardermoen. Fartøysjefen har forklart at det er obligatorisk å gjøre en landingskalkulasjon før landing. Kalkulasjonen kan gjøres med OPT, men det er ikke et krav. De fleste rullebanene de benytter er så lange at de stopper lenge før baneende. Styrmannen har forklart at det er sjelden de gjør landingskalkulasjon med OPT om sommeren.
- 1.17.5.3 Den aktuelle dagen var det kun under flygingen til Svalbard at landingskalkulasjon med OPT ble benyttet. Før innflygingen til Svalbard briefet fartøysjefen styrmannen om at Svalbard kunne være en utfordrende plass å lande fordi rullebanen var ujevn, noe som medførte en litt gyngende utrulling der bremseeffekten var varierende på grunn av ujevnt trykk mot underlaget. I denne sammenheng gjennomførte de en landingskalkulering med OPT, og valgte bl.a. «flaps 40», for å komme ned i hastighet.

1.17.6 Bruk av thrust reversers samt flapssetting – utdrag fra SAS OM-B

- 1.17.6.1 Onboard Performance Tool (OPT) tar ikke med eventuell retardasjonseffekt fra bruk av «thrust reversers». SAS manual OM-B, Flight Crew Operational Manual, Landing Roll Procedure sier «Apply reverse thrust as needed».
- 1.17.6.2 I SAS Operational Manual, OM-B kapittel 2.3.7 Approach and landing beskrives bruk av flaps i relasjon til «Fuel/Cost saving procedures»:

Use lowest flaps setting practical for landing, and utilize idle reverse during landing roll, conditions permitting.

- 1.17.6.3 Et sammenlignbart flyselskap hadde i sin OM-B en anbefaling om å bruke «flaps 40» ved landing på rullebaner kortere enn 2 300 m.

1.17.7 Approach briefing – utdrag fra SAS OM-A

Ekstrakt fra «SAS Flight Operational Manual» OM-A pkt. 8.4.5.1.2 og 8.4.5.3.1.

Approach Briefing

The PF shall clearly state his intentions and ensure that PM is fully aware of the type of approach to be performed, use of FMC and navigation aids, the intended level of automation, landing configuration, use of autobrakes, checks required during the approach and the procedure to be followed in case of a go-around. [...]

It is left to the CDR to decide whether or not an approach shall be commenced.

The decision shall be based on the operational minima and procedures in OM-C SAI and on the CDR's judgment as to the probability of a successful approach, taking into account the weather conditions. An approach shall not be commenced if the weather situation, as deemed by the CDR, makes a go-around likely.

The CDR shall obtain the latest available weather observations before he decides to commence an approach. [...]

It is important to ensure that the runway surface conditions water, slush, snow, ice, etc., and the braking action are fully considered.

1.17.8 Threat and Error Management (TEM) – utdrag fra SAS OM-A

Ekstrakt fra «SAS Flight Operational Manual» OM-A pkt. 8.1.14.2.1.

*TEM is a tool on the Operational level to assist the crew to be one step ahead during all phases of flight to achieve increased shared situational awareness. In addition to the regular briefing, TEM recommends that you identify specific **threats** for the actual departure and arrival and even more important, prepare your team by discussing possible countermeasures.*

Examples of Threats:

Human factors: Complacency, Stress, Fatigue.

Environmental: Weather, ATC, Airport facilities, Terrain.

Organizational: Operational pressure (Delays, late arrivals, equipment changes, fuel saving, time pressure, de-icing).

Aircraft: (Aircraft malfunction, MEL/ CDL).

IMPORTANT; After the crew has identified possible threats they should find countermeasures to deal with them. [...]

Errors

It is accepted that human errors are part of everyday operations. It is important, therefore, that appropriate error management skills and procedures are developed so the Team can detect and act on errors. Error detection is based upon technical knowledge and CRM. [...]

1.17.9 Avinor AS og Oslo Lufthavn AS

1.17.9.1 Avinor er et heleid statlig aksjeselskap som har ansvar for 46 statlige flyplasser. 12 av flyplassene drives i samarbeid med Forsvaret. I tillegg til flyplassene driver Avinor kontrolltårn, kontrollsentraler og annen teknisk infrastruktur tilknyttet flynavigasjon. Avinor Flysikring AS og Oslo Lufthavn AS (OSL) var organisert i egne selskap heleid av Avinor.⁸ Flyplassen er den største i Norge og hadde nær 25 millioner reisende i 2015.

1.17.10 Reasfaltering av rullebane 01L/19R

1.17.10.1 Vestre rullebane på Oslo lufthavn, Gardermoen hadde på grunn av alder og tilstand behov for reasfaltering. Arbeidet skulle gjennomføres i tre faser, hvor to faser medførte at en del av banen var stengt og resterende del åpen for flytrafikk på dagtid (med innskutt terskel/forkortet bane). Den tredje fasen, asfaltering av midtseksjonen, medførte stengt rullebane. Oslo Lufthavn hadde tidligere benyttet tilsvarende fremgangsmåte for arbeider på østre rullebane sommeren 2014. Framgangsmåten medførte at store deler av arbeidet kunne gjøres på dagtid, kvaliteten ble vurdert som bedre og den totale gjennomføringsperioden ble redusert.

⁸ Oslo Lufthavn AS ble med virkning fra 1. januar 2016 fusjonert med Avinor AS. OSL som datterselskap ble oppløst, og virksomheten fortsatte uendret under Avinor AS.

1.17.11 Risikovurderinger for reasfalteringsprosjektet – Oslo lufthavn AS

- 1.17.11.1 For å få best mulig oversikt og kontroll over mulig flyoperativ risiko i sammenheng med de ulike anleggsetappene med innskutte terskler og reduserte avgangslengder, ba OSL Avinor om å gjennomføre en risikovurdering av de flyoperative forholdene under anleggsarbeidene.
- 1.17.11.2 Som del av risikovurderingen ble det i januar 2015 avholdt et eget fareidentifiseringsmøte med deltagelse fra de nasjonale flyoperatørene og ulike involverte parter fra OSL og Avinor. I arbeidet ble det tatt med erfaringer fra flere tidligere store anleggsprosjekter ved lufthavnen.
- 1.17.11.3 I rapporten «*Risikovurderinger av flyoperative forhold ifm. reasfaltering av vestre rullebane*» fra februar 2015 står det bl.a. følgende:

Rullebanen vil være godkjent for alle flytyper, men det er pilotenes ansvar å vurdere om de kunngjorte banelengdene kan benyttes. Det vil være standard strip (60 m) + RESA på 240 m før terskel og etter baneende. Rullebanen vil kun være tilgjengelig på dagtid. Som følge av at arbeidene skal foregå på vårparten, er det forutsatt at problemstillinger med glatte baner ikke vil være veldig relevante i anleggsperioden, men det tas høyde for at også kortvarige vinterforhold kan inntreffe i april og mai.

Ett av flere scenarioene som ble behandlet i fareidentifiseringsprosessen var:

Runway excursion under landing 19R (scenario 5.3.3)⁹ : Luftfartøy får ikke bremsset opp og kjører inn i RESA/anleggsområdet og det inntreffer en RWY excursion.

Årsak:

- Dårlig bremseevne på rullebanedekke (gummiavsetninger) eller pga. nytt dekke*
- Det gjøres feilaktig landingskalkulasjon*

- 1.17.11.4 Følgende tre risikoreduserende tiltak skulle medvirke til å forhindre runway excursion under landing:

Tiltak nr. 1. Varsling gjennom AIP SUP, NOTAM, ATIS. [...]

Tiltak nr. 6. Informasjon på crew rom [...]

Tiltak nr. 20. Friksjonsmålinger på nytt banedekke/inspeksjon/gummifjerning. Operatørene er opptatt av at det rapporteres mest mulig presise data mht våtfriksjon og avrenning på nylagt asfalt. OSL skal kjøre våtfriksjonsmålinger på nytt banedekke og måle under første regnvær etter reasfaltering i begge etapper. Banen skal inspiseres og gummi fjernes hvis det er behov for dette, dvs. hvis det er redusert avrenning og økt risiko for vannplaning.

⁹ Scenarioet var ikke behandlet for landing på 01L, trolig fordi det ikke var anleggsarbeider i enden av rullebane 01L i den første fasen (X-ray), og ingen fysiske endringer hverken for betongflate eller sikkerhetsområdet, RESA.

1.17.12 Risikovurderinger for reasfalteringsprosjektet - Avinor Flysikring AS

- 1.17.12.1 I tillegg til risikovurderingene i OSL gjennomførte Avinor Flysikring AS tillegg en egen risikovurdering for endret arbeidsmetodikk og trafikkmønster for flygelederne under anleggsperioden. En av farene som ble identifisert var «Tordenskyer/CB aktivitet» (F_05)¹⁰, med risikoreduserende tiltak:

Søke å finne beste RWY modus for avvikling av trafikk med CB aktivitet i CTR/TMA, herunder trafikkreduksjon, økt spacing på finalen og reduksjon av antall oppstarter/oppstarts-kø. I tillegg ta hensyn til avhengighet mellom parallelle rullebanene mellom avgang-avgang og avgang-avbrutt innflygning.

- 1.17.12.2 I gjennomgang av tiltak besluttet Gardermoen kontrolltårn og Oslo TMA at dette måtte løses på taktisk basis av Supervisor i kontrolltårnet.
- 1.17.12.3 Lufttrafikktenestens risikovurderinger var fordelt mellom reasfalteringsprosjektets fase 1 og fase 2. For fase 2 ble det identifisert en fare ved at nylagt asfalt kunne gi lavere friksjon på rullebanen, og at det derfor var økt behov for friksjonsmåling og rullebaneinspeksjon på vestre rullebane. En følgeeffekt for glatt asfalt var at flyene ville redusere hastigheten og bruke lengre tid på rullebanen, som igjen ville bety behov for økt avstand mellom landinger, og mulig økt trafikk på østre rullebane. Den eksisterende betongen var imidlertid ikke nevnt som en fare.
- 1.17.12.4 En annen identifisert fare var operasjoner i opptil 10 kt tailwind,¹¹ i kombinasjon med nylagt våt asfalt på forkortet rullebane. Risikoreduserende tiltak var at «LTT må opplyse om tailwind på ATIS evt. på RTF».

1.17.13 Avinor Flysikring AS

- 1.17.13.1 Avinor Flysikring AS har delt sin operative virksomhet inn i tre forretningsområder: Underveistjenester, tårntjenester og systemdrift. Tårntjenesten (TWR) er ansvarlig for å håndtere flytrafikken rundt og på kontrollerte flyplasser. Underveistjenester består av innflygingskontroll (Approach, APP) og områdekontroll (ACC)¹². Innflygingskontrollen for Gardermoen kontrolltårn ivaretas av Norway ACC TMA/Oslo Approach, som er lokalisert i Oslo kontrollsentral i Røyken.

1.17.14 Rullebanemodus – fordeling av landinger og avganger

- 1.17.14.1 Oslo Lufthavn har to rullebaner. Fordeling av landinger og avganger må tilpasses etter gjeldende forhold. Iht. samarbeidsavtalen mellom Norway ACC TMA og Gardermoen TWR - Letter of agreement (LoA) appendix D 2.3 skulle valg av rullebanemodus gjøres i samarbeid mellom tårn og approach:

Supervisor Gardermoen TWR decides RWY mode in cooperation with Supervisor Norway ACC TMA. Transition between Runway Modes is subject to coordination between Supervisor Gardermoen TWR and Supervisor Norway ACC TMA. It shall be

¹⁰ Faren var relatert til avganger, ikke ankomster. Havarikommisjonen oppfatter imidlertid at det risikoreduserende tiltaket var gjeldende for CB aktivitet generelt.

¹¹ Medvinden det her er snakk om er bakkevind. Informasjon om vind i høyden kan lufttrafikktenesten innhente fra fly under innflygning.

¹² Det er tre kontrollsentraler i Norge; Norway ACC (Area Control Centre) - Bodø, Oslo og Stavanger.

clearly stated which operational runway mode is in effect. Rapid changes in RWY modes should be avoided.

Følgende tre rullebanemodus var listet i LoA Annex A:

Mixed Parallel Operations (MPO) – Simultaneous approaches and departures on parallel instrument runways where radar separation is prescribed.

Segregated Parallel Operations (SPO) - Simultaneous operations on parallel instrument runways in which one runway is used exclusively for arrivals/landing aircraft and the other runway is used exclusively for departures.

Single Runway Operations (SRO) – Mixed operations when only one runway is in use.

- 1.17.14.2 For å minske taksetid var landingsrullebane (østre eller vestre rullebane) bestemt av hvilken parkering flygingen var tildelt, ref. iht. LoA punkt D 2.3.1.1. Typisk ville innenlandsflyginger få tildelt vestre bane, mens utenlandsflyginger ville få østre bane.¹³
- 1.17.14.3 I forbindelse med reasfalteringsprosjektet på vestre rullebane var det ønskelig med en jevn fordeling av trafikk til østre og vestre rullebane, men med fokus på at østre rullebane skulle utnyttes i størst mulig grad. Alle store fly (Kodebokstav D/E/F) måtte benytte østre rullebane, inkludert fly som på grunn av avgangsvekt ikke kunne ta av på den forkortede vestre rullebane. Flyselskapene hadde for øvrig opplyst at flyginger med flytid inntil en time, inkludert destinasjon Bodø lufthavn, normalt sett ville kunne benytte den vestre forkortede banen.
- 1.17.14.4 På grunn av redusert rullebanelengde for 01L/19R, og for å lette «trykket» på vestre rullebane, ble det laget tre nye rullebanemodus for 01 operasjoner: Domestic Optimized Mixed Parallell Operations (DOMPO), International Mixed Parallell Operations (IMPO) og Single Arrival Runway Operations (SaRO).¹⁴
- 1.17.15 Single Arrival Runway Operations (SaRO)
- 1.17.15.1 Alle ankomster skulle legges til 01R. Alle avganger som kunne benytte 01L med forkortet lengde skulle tildeles denne. Alle andre avganger skulle benytte 01R.
- 1.17.15.2 Intensjonen med SaRO var å benytte vestre rullebane for avgang ved lavsikt. Den operative meldingen inneholdt teksten «*Skal benyttes når 01L er utilgjengelig for ankomster [...]*». Havarikommisjonen har fått opplyst av Oslo Approach at alle rullebanemodus kunne benyttes når det måtte passe. I en SaRO situasjon ville kapasiteten gå ned, men ikke like mye som ved bruk av bare en rullebane (SRO).
- 1.17.16 Valg av rullebaneretning - sørfra eller nordfra (01 eller 19)
- 1.17.16.1 ICAO DOC 4444 Air Traffic Management - 7.2 Selection of runway in use, punkt 7.2.2 sier følgende om valg av rullebaneretning:

¹³ I det aktuelle tilfelle ble altså SAS4425, en innenlandsflyging, tildelt vestre rullebane.

¹⁴ DOMPO og IMPO kunne benyttes i «peak-timer» hvor trafikkbildet var preget av henholdsvis innlandstrafikk og utenlandstrafikk. I begge modus var 01R hovedlandingsbane, mens 01L var sekundærlandingsbane.

Normally, an aircraft will land and take off into wind unless safety, the runway configuration, meteorological conditions and available instrument approach procedures or air traffic conditions determine that a different direction is preferable.

In selecting the runway-in-use, however, the unit providing aerodrome control service shall take into consideration, besides surface wind speed and direction, other relevant factors such as the aerodrome traffic circuits, the length of runways, and the approach and landing aids available.

1.17.16.2 Samarbeidsavtalen mellom Norway ACC TMA (Oslo Approach) og Gardermoen tårn - Letter of agreement (LoA) punkt D 1.5 sa følgende om rullebaneretning:

Gardermoen TWR shall, based on Doc 4444 chapter 7. point 2, decide runway direction. However, unless sudden conditions demand an immediate change of runway in use, the decision should be made at least 30 minutes before effected.

When tailwind continuously indicates more than 5 knots throughout a period of 20 minutes, and other conditions do not make it unpractical, Supervisor Gardermoen TWR shall, in coordination with Supervisor Norway ACC TMA initiate a change of runway in use.

1.17.16.3 Samme kveld, etter den aktuelle hendelsen ble følgende presisering gitt fra operativt ledelse i Gardermoen kontrolltårn:

Grensen for endring av rullebane skal vurderes ved medvind på mer enn 5 kt gjennom en periode på 20 minutter. Siden betongen på de siste 300 m på 01L erfares å være glatt under våte/fuktige forhold, skal man ikke benytte 01L for landinger når medvind er mer enn 5 kt. LoA beskriver at man skal endre rullebane ved plutselige endringer av forholdene. For 01L er medvind over 5 kt å anse for en plutselig endring.

1.17.16.4 Det ble ikke vurdert redusert bruk av den forkortede vestre rullebanen under våte forhold, utover det som er beskrevet i punkt 1.17.14.3 og 1.17.14.4.

1.17.16.5 Det er altså Supervisor Gardermoen kontrolltårn og Oslo Approach Planner¹⁵ som sammen avgjør baneretning. Det praktiske drøftes, men kontrolltårnet legger premissene og har det siste ordet. Supervisor Gardermoen tårn har forklart at det er vanskelig å vurdere riktig baneretning ved tordenbygeaktivitet og når byger endrer retning og styrke på relativt kort varsel.

1.17.16.6 Det lokale regelverket angir en tidshorisont på inntil 30 minutter, slik at Approach får mulighet til å finne det riktige tidspunktet å bytte, der det har minst påvirkning på flytrafikken. Oslo Approach har fortalt at de av sikkerhetsmessige årsaker ønsker planlagt bytte fram i tid, med mindre de får beskjed om at banebytte må iverksettes umiddelbart.

1.17.16.7 Et rullebanebytte er en relativt stor operasjon for lufttrafikkjenesten og involverer flygeledere i tårnet, innflygings- og områdekontroll. Rullebanebytte er enten planlagt

¹⁵ Regelverket sier Supervisor Oslo Approach, men beslutningsmyndighet for rullebanemodus og baneretning er delegert til Oslo TMA Approach Planner.

(f.eks. ved solgangsbris) eller umiddelbart (f.eks. dersom en kraftig byge ligger over plassen og vinden snur plutselig slik at flyene får problematisk medvind på bakken).

- 1.17.16.8 I forbindelse med rullebanebytte skiftes innflygings- og utflygingsruter. I mellomfasen kommer ikke flytrafikken standardisert og de konfliktpunktene som den enkelte Approach-flygeleder vanligvis har fokus på flyttes til andre steder innen TMA. Dersom trafikk tettheten er stor når banebytte gjennomføres kompliseres altså konfliktsøk. Et annet aspekt er at en kontinuerlig landingsflyt må brytes, noe som kan medføre at det hopper seg opp med ankomster i ACC sektorene.
- 1.17.16.9 Å bytte rullebane umiddelbart er også en ekstrabelastning for flyene som allerede befinner seg i TMA, siden flygerne må omprogrammere FMC og briefe ny innflyging. Havarikommisjonen har tidligere omtalt at sene rullebanebytter kan være uheldig og at Eurocontrol har anbefalt at bytte av rullebane for landing ideelt sett ikke bør aksepteres under FL100 se [SL RAP 2013/17](#).
- 1.17.17 Visuell step-over til parallell rullebane
- 1.17.17.1 Dersom en flyger vurderer forholdene slik at de ikke ønsker å lande på 01L, så kunne han/hun be Approach om å få bytte rullebane fra 01L til 01R. Denne muligheten var nevnt i SAS intern NOTAM om glatt betong, se kapittel 1.17.2. Forespørselen fra flyger kan også under visuelle forhold komme på et senere tidspunkt, til tårnflygeleder. Klarering for en «visuell step-over» kan gis dersom det er tilstrekkelig avstand til andre flyginger.
- 1.17.18 Samspill mellom kontrolltårn, innflygings- og områdekontroll
- 1.17.18.1 Tårnet skal sørge for rullebaneseparasjon og tilstrekkelig avstand mellom flyene i tilfelle en go-around situasjon. Dette kan de imidlertid ikke gjøre uten samarbeid med innflygingskontrollen (Approach) som regulerer ankomstene i TMA. I Oslo TMA benyttes et sekvensieringsverktøy, Arrival Manager (AMAN), der Approach Planner bl.a. legger inn rullebanemodus og avtalt avstand mellom landingene. AMAN gir Approach Planner et godt bilde av ankomsttrafikken minst 20 minutter fram i tid, inklusiv fordeling av trafikk på rullebanene.
- 1.17.18.2 Supervisor på Gardermoen og Approach Planner, Oslo kontrollsentral vurderer kontinuerlig om avstanden mellom ankomstene er riktig. Avstanden mellom ankomstene må økes dersom andre forhold gjør at flyene bruker lengre tid på rullebanen enn normalt, f.eks. glatt rullebane.
- 1.17.18.3 Jo lengre avstand som må benyttes mellom ankomstene, jo færre fly kan tas inn i Oslo TMA fra ACC sektorene utenfor. Dette får en umiddelbar effekt for alle flyginger til Gardermoen som ikke har startet på en standardisert innflyging (STAR). Disse flygingene vil få et antall minutter utsettelse hvor de må holdes i ACC sektoren.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Fire fly som landet og ett som avbrøt innflygingen i tiden før SAS4425 landet

1.18.1.1 *Boeing 737-800 sammenlignbare landinger*

To Boeing 737-800 fra et annet flyselskap landet henholdsvis kl. 1836 og 1839, under sammenlignbare vind og værforhold. Havarikommisjonen har hatt mulighet til å se FDR-data for disse landingene, og sammenligne med SAS4425. SAS4425 hadde høyest landingsvekt av de tre, ca. 63 tonn, kontra henholdsvis ca. 61 og 58 tonn. SAS4425 hadde høyere groundspeed ved touchdown, 159 kt, kontra 150 kt og 147 kt. Avstanden til rullebaneende ved touchdown var 1 528 m for SAS4425. De to andre hadde igjen 1 488 m og 1 632 m. Hastigheten var redusert til 60 kt da de befant seg henholdsvis 382 m og 545 m fra rullebaneende, altså før betongflaten som starter 300 m før rullebaneende. SAS4425 hadde redusert hastigheten til 60 kt først da de befant seg på betongflaten og det var igjen 229 m til rullebaneenden.

De to sammenlignbare landingene hadde begge landingskonfigurasjonen «flaps 40» og «autobrake 3». I motsetning til SAS4425 ble «thrust reversers» tatt aktivt i bruk straks etter landing.

FDR-data viste at det letteste av de to andre Boeing 737-800 maskinene hadde tilnærmet taksehastighet ved overgang fra asfaltdekke til betongflaten (24 kt). Denne flygingen analyseres følgelig ikke videre.

Det tyngste av de to flyene hadde imidlertid i likhet med SAS4425 også utfordringer med glatt overflate, men klarte avkjøring i A9. Forskjellene mellom SAS4425 og den andre Boeing 737-800 maskinen er angitt nedenfor:

- SAS4425 og den sammenlignbare landingen gikk over fra autobrake til manual brakes på omtrent samme sted på rullebanen, men SAS4425 hadde da 20 kt mer i hastighet og 3 tonn mer i vekt.
- Den sammenlignbare landingen brukte «thrust reversers» aktivt fra 3 sekunder etter landing, i motsetning til SAS4425 som benyttet «idle reverse» fram til 22 sekunder etter landing. Den andre flygingen hadde også landet med flaps 40, i motsetning til SAS4425 som hadde flaps 30.
- SAS4425 hadde en hastighet på 73 kt ved overgang til betongflaten. Det andre flyet hadde 50 kt. Begge flyene benyttet full bruk av bremses på betongflaten.
- Det sammenlignbare flyet takset av i A9 med en hastighet på 14 kt. SAS4425 kjørte ut over rullebaneende.

1.18.1.2 *Boeing 737-800 – avbrutt innflyging kl. 1849 etter visuell step-over til 01R*

SAS4117, en annen Boeing 737-800 fra SAS valgte å avbryte innflygingen etter først å ha bedt om en visuell step over fra rullebane 01L til 01R. Fartøysjefen har forklart til flyselskapet at de hadde gjort forberedelser for landing på rullebane 01L, inkludert landingskalkulasjoner med aktuell vekt (62 tonn) og våt rullebane.

Da de sjekket inn på tårnfrekvensen og fikk følgende beskjed «SAS4117 hallo continue approach 01L tailwind reported on final, on the ground you will have 7 kts tail», ønsket de ikke å lande på den forkortede rullebanen 01L. Medvirkende årsaker var medvind, flyets vekt, en potensiell risiko for å lande lengre inn på rullebanen enn planlagt samt den våte overflaten. SAS4117 fikk klarering for «step over» til 01R, men de opplevde å være for nær og valgte derfor å avbryte innflygingen.

1.18.1.3 *Boeing 737-600 – landet kl. 1856*

SAS284, en Boeing 737-600 fikk landingsklarering ca. kl 1654. Vinden ble oppgitt til 150 grader 5 kt. Da de hadde landet fikk de denne beskjeden fra tårnflygeleder: «SAS284 concrete is slippery, contact Ground 1216». SAS284 rapporterte til Ground, da de hadde takset av rullebanen i avkjøring A9 at «det nesten var som å kjøre på is i betongenden der».

Fartøysjefen på SAS284 har i etterkant forklart at de hadde gjort sine landingskalkulasjoner og kommet ut med god margin for våt rullebane på 01L med «autobrake 3». De følte ikke noe unormalt under nedbremsingen. Da de var kommet ned i en passe hastighet, gikk han over til manual braking og lot maskinen rulle mot avkjøring A9 for å svinge av banen. Da de var kommet over på betongen i enden av banen begynte han å sette press på bremsen for å komme ned i «turnoff speed» (ca. 12 kt). De opplevde at maskinen begynte å akselerere over betongen og at de i noen sekunder seilte bortover uten bremseeffekt. Bremsene begynte å ta tak ca. 5-10 m før rullebaneenden. Siden de hadde en lett Boeing 737-600 antok fartøysjefen at de fikk en «ok deceleration» på selve rullebanen, men at siste del, som var betong, var skremmende dårlig.

1.18.2 Tidligere registrerte hendelser – glatte rullebaner sommerstid

1.18.2.1 Driftssentralen ved Oslo lufthavn har på oppfordring fra Havarikommisjonen sjekket registreringer i lufthavnens hendelsessystem tilbake til 2012. De kunne ikke finne noen innmeldte hendelser vedrørende glatte rullebaner sommerstid, foruten den aktuelle hendelsen.

1.18.2.2 Likeledes har Luftfartstilsynet også sjekket registreringer i sin hendelsesdatabase vedrørende våte/glatte baner utenom vintersesongen. To av totalt fire registreringer omhandler landing på våte gressbaner. De to andre landingene var med Boeing 737, på en lufthavn på Vestlandet i juli og august 2012. I begge tilfellene ble rullebanen opplevd som glatt etter regn.

1.18.3 Tiltak gjennomført i SAS i etterkant av hendelsen

1.18.3.1 SAS gjennomførte en intern undersøkelse av den aktuelle hendelsen. Som følge av undersøkelsen har flyselskapet besluttet å iverksette en rekke risikoreduserende tiltak. Anbefalingene fra intern undersøkelsen i SAS og hvordan flyselskapet ivaretar disse gjengis nedenfor:

1. *It is recommended to evaluate and improve the process of publishing Company NOTAMs in order to secure that the context is clear and fully understood by the pilots.*

Action: SAS Operations has strengthened the internal NOTAM process and it does now require a second opinion from a function with operational experience before publishing.

2. *It is recommended to enforce the requirement to perform a landing performance calculation before initiating an approach. Evaluate if the requirement should contain specific rules when operating on reduced runway length (e.g. <2000 m) and/or contaminated runways.*

It is recommended to evaluate if the stabilized approach concept can be developed in order to specifically address a tailwind condition. It should preferably include a standard call-out to be used by PM.

It is recommended to further develop CRM activities, including the TEM concept, to address the risk of complacency. It should e.g. be considered to describe situations more vulnerable to complacency and how it can be counteracted. Also the use of suitable tools should be evaluated. E.g. a TEM checklist which could be consulted and used as a trigger.

Action: All three recommendations addressed by a common activity. SAS Operations has initiated a work to further enhance CRM training and the use of the TEM, Threat and Error Management concept. Output of the work will address operational documentation, procedures and training.

3. *It is recommended to increase the overall awareness and knowledge about the "Significant 7"¹⁶ with the aim to reach a management decision whether the concept should be adapted in SAS or not. SPIs related to the significant events should be further developed aiming for a design which is more proactive and transparent.*

Action: SAS Operations has initiated a project with the scope to develop and implement an enhanced SMS tool/system for process, analysis and display of proactive performance indicators. The Significant 7 will be part of the system. Pre-studies are finalized and the formal project starts in January 2016.

1.18.4 Tiltak gjennomført på Oslo lufthavn i etterkant av hendelsen

- 1.18.4.1 OSL gjennomførte en intern undersøkelse i etterkant av hendelsen, med særlig fokus på rullebaneinfrastruktur og gjennomføringen av reasfalteringsprosjektet. OSL besluttet videre å iverksette tiltak for å øke egen kompetanse om rullebanefriksjon ytterligere, særlig i forhold til kombinasjon av ulike bandedekker. Friksjonsproblematikk og ulike tiltak har likeledes blitt diskutert i OSL Flytryggingsskomite og i «Local Runway Safety Team».

- 1.18.4.2 I august 2015 benyttet Oslo Lufthavn et eksternt firma til å gjennomføre tilstandsmålinger av den nylagte asfalten på vestre rullebane. Beregnet makrotekstur varierte mellom 0,5 og 1,2 mm over hele banen, med en middelvei på 0,9 mm. Verdiene tilfredstilte ikke lufthavnens krav til makrostruktur, og OSL besluttet derfor at den nylagde asfalten skulle rilles.

¹⁶ Basert på statistikk over ulykker og alvorlige hendelser der større luftfartøy har vært involvert har luftfartstilsynet i England (UK-CAA) kommet fram til at det er sju ulykketyper som peker seg ut: 'Significant Seven': *Loss of Control, Runway Excursion, Controlled Flight into Terrain, Runway Incursion, Airborne Conflict, Ground Handling and Fire.*

- 1.18.4.3 For å øke våtfriksjon og forbedre avrenning i kraftig regnvær ble derfor alle fire betongdefeltene på OSL frest (grinded) i august 2015. Asfalten på vestre rullebane (01L/19R) ble rillet (grooved) i samme måned. Se figur 6, figur 7 og figur 8.



*Figur 6: Før sweeping av gummi 26. mai 2015. Bildet viser hvordan asfalten er rillet (grooved).
Foto: Plasstjenesten, Oslo Lufthavn AS*



Figur 7: Før sweeping av gummi 26. mai 2015. Overgang mellom asfalt og betong. Foto: Plasstjenesten, Oslo Lufthavn AS



Figur 8: De fire betongflatene på Oslo lufthavn ble frest i etterkant av hendelsen (august 2015). Bildet viser forskjellen mellom frest og ikke frest betong. Foto: Plasstjenesten, Oslo Lufthavn AS

- 1.18.4.4 Havarikommisjonen ba om en våtfriksjonsmåling tilsvarende den som ble gjennomført den 19. mai, med hensikt å sammenligne friksjonsverdier før og etter asfaltering/rilling av asfalt og fresing av betong. Våtfriksjonsmålingen som ble gjennomført i september 2015

viste en markant forbedring, og ingen felt hadde dårligere friksjonsverdier enn «good». Se figur 9 og figur 10.

BANE 19 R														Lokal tid	M.fra s.linje
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
C3															21
															18
							66	67	70	66	69	52	60		15
															12
							70	73	72	69	68	55	70		9
															6
			55	55	57	55	61	60	59	56	53	33	53		3
			66	70	71	70	72	73	73	70	68	48	67		3
															6
							73	70	73	71	71	49	67		9
															12
							69	68	66	65	66	43	62		15
															18
															21
A7							A9								

Figur 9: Friksjonsverdier fra våtfriksjonsmåling den 19. mai 2015. Svart strek i midten angir rullebane-senterlinje. Gul farge: maling. Rød farge: gummi. Grå farge: betong. Hver rute representerer 100 m lengde og 3 m bredde. Kilde: Plassstjenesten, Oslo Lufthavn AS

BANE 19 R														Lokal tid	M.fra s.linje
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
C3															21
															18
															15
															12
		80	76	68	71	78	78	82	83	82	80	84	12:11	9	
		87	87	94	88	88	92	94	89	87	83	85	12:13	6	
		84	78	78	78	81	86	90	88	79	87	93	12:30	3	
		78	77	89	88	82	89	91	85	80	82	81	12:30	3	
		86	84	77	79	78	78	85	86	77	88	89	12:43	6	
		88	91	92	97	95	88	81	73	70	68	74	12:45	9	
														12	
														15	
														18	
														21	
A7							A9								

Figur 10: Friksjonsverdier fra våtfriksjonsmåling den 21. september 2015 (nyrullet asfalt, frest betong). Der friksjonsverdien var «33» den 19. mai er verdien nå «87». Kilde: Plassstjenesten, Oslo Lufthavn AS

1.18.5 Utdrag fra Boeing artikkel «Reducing runway landing overruns»¹⁷

Event data, analyzed collectively from 2003 to 2010, shows the factors contributing to landing overruns occur at these frequencies:

- *68 percent occurred after stable approaches.*
- *55 percent touched down within the touchdown zone.*
- *90 percent landed on an other-than-dry runway.*
- *42 percent landed with a tailwind of 5 knots or greater.*

This event analysis was the key driver for developing Boeing's runway safety strategy. Solving the excursion problem also requires acknowledgment that:

- *Excursions are caused by multiple factors.*
- *Mitigating any one factor will not fix the bigger runway overrun excursion problem.*
- *More than one type of solution is necessary.*

[...]

Boeing recommends that airlines consider modifying their approach and landing procedures to incorporate runway safety recommendations. Augmenting existing landing procedures is a currently available solution that can mitigate runway overrun excursions in the near term without waiting for future technological flight deck enhancements.

- *Calculate required runway length. As the flight crew prepares its approach briefing, it should use real-time information to analyze how much runway is required relative to runway available. Performing a landing distance calculation using the real-time airplane and actual runway data (e.g., contamination, wet, grooved, or ungrooved surface) can mitigate runway overrun excursions caused by inadequate runway length.*

1.18.6 Programmer for forebyggelse av «Runway Excursion»

1.18.6.1 Organisasjoner som Flight Safety Foundation og Eurocontrol har gjennomført detaljerte studier av «runway excursion»¹⁸ hendelser. Studiene viser at medvirkende faktorer og risikoreduserende tiltak er å finne hos både flyselskapene, flysikringstjeneste og lufthavnene, flyprodusentene og luftfartsmyndighetene. Se [Reducing the Risk of Runway Excursions](#) fra Flight Safety Foundation og [The European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions \(EAPPRE\)](#) fra Eurocontrol.

1.18.7 SHTs temarapport - friksjon

Rullebanefriksjon som tema er hovedsakelig forbundet med vintersesongen. I denne forbindelse ønsker vi å minne om at Havarikommisjonen har utgitt en temarapport: [Winter Operations, Friction Measurements and Conditions for Friction Predictions \(SL RAP 2011/11\)](#).

¹⁷ http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q3/3/

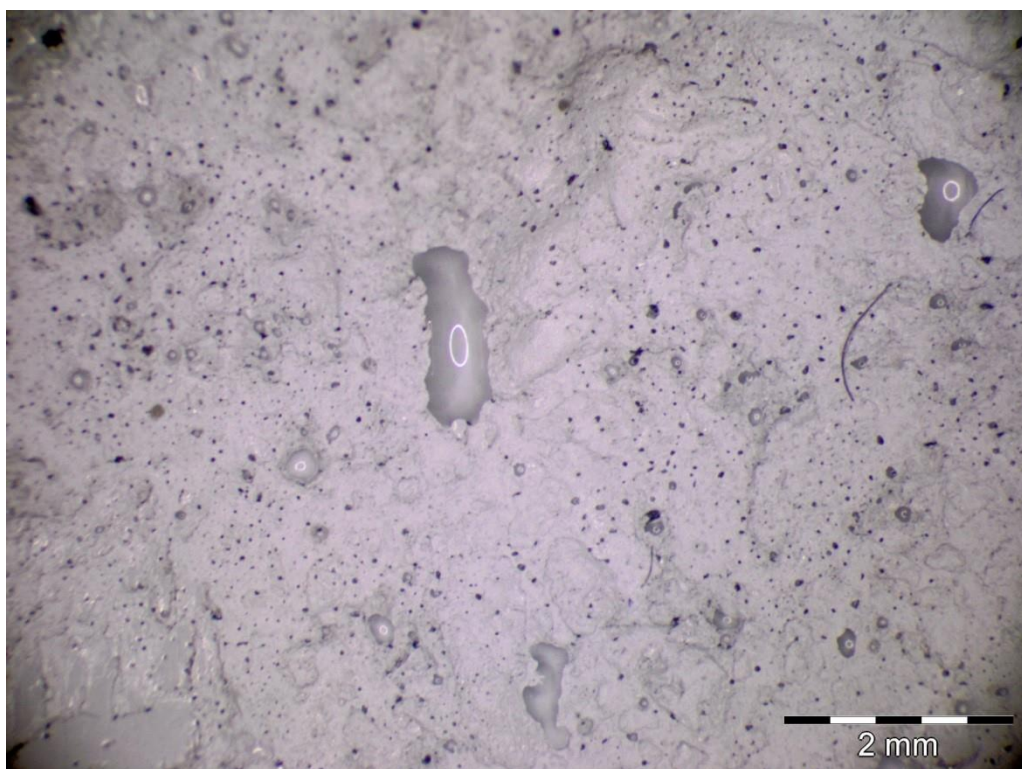
¹⁸ ICAO def. for «Runway excursion»: «the event in which an aircraft veers off or overruns the runway surface during either takeoff or landing».

- 1.18.7.1 Mye i denne rapporten er allmenngyldig og kan også benyttes i de øvrige årstidene. Rapportens volume III inneholder mange vedlegg der SHT i denne sammenheng ønsker å trekke fram Appendix I, en artikkel skrevet av Paul Giesman, Boeing: «*Landing on slippery runways*». Artikkelen gir på en god måte et bilde av de faktorene som bidrar til at et fly kan stoppe på en rullebane.

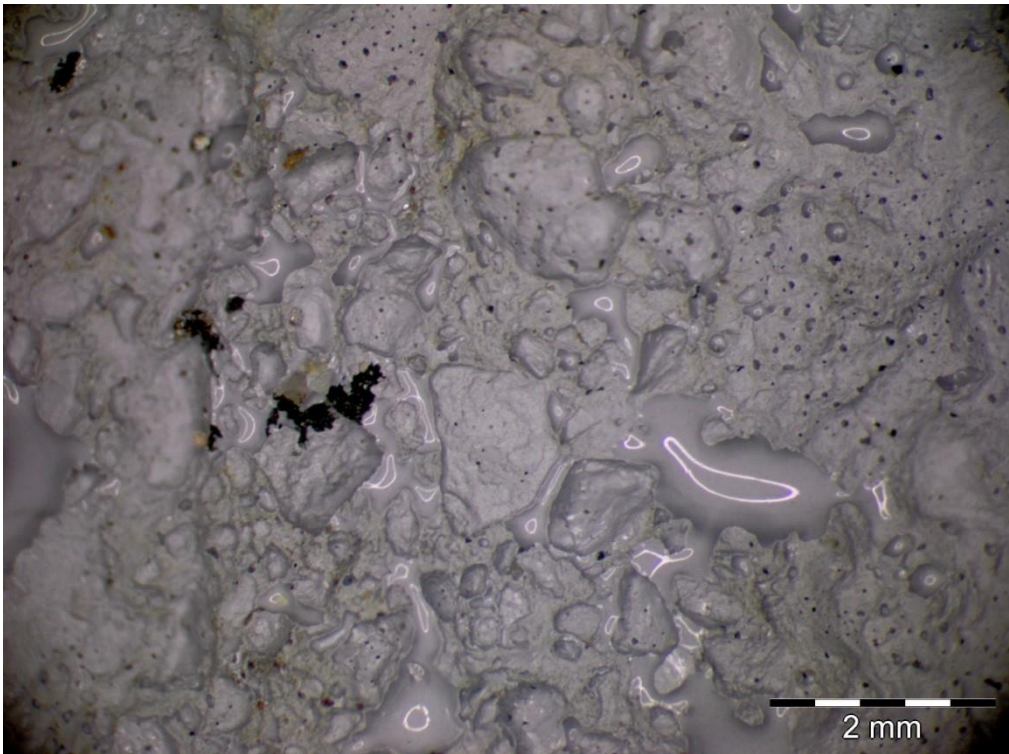
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

- 1.19.1 For å dokumentere betongoverflaten foretok Havarikommisjonen avstøpninger på flere steder hvorav to representative prøver fra nordre baneende er gjengitt i rapporten. Avstøpningen ble utført med Struers RepliSet-GF1. Dette er en hurtigherdende to komponent silikongummi som er høyoppløselige avstøpninger av 3D strukturer.

Figur 11 viser tydelig at overflaten hadde liten makrotekstur og dermed begrenset evne til både å drenere bort fuktighet og til å tilby gode friksjonsforhold når våt, og begrenset friksjon også i tørr tilstand. Avstøpningen vist i figur 12 er tatt helt ut mot siden av rullebanen. Teksturen her er vesentlig bedre og vil gi tilsvarende bedre friksjonsforhold samt være i bedre stand til å drenere bort vann.



Figur 11: Avstøpning av betongoverflaten i nordre baneende, segment 34-3 (ref figur 9), 40 m inn fra asfaltkant og 3 m vest for senterlinjen. De litt større glatte mørkegrå områdene representerer støpefeil/luftbobler. Avstøpningen viser en glatt overflate uten vesentlig tekstur. Foto: SHT



Figur 12: Avstøpning av betongoverflaten i segment 34-21, 19 m rett ut fra avstøpning vist i figur 11. Avstøpningen er gjort helt ut mot kantlinjen. De litt større glatte mørkegrå områdene representerer støpefeil/luftbobler og de sorte feltene representerer partikler som har festet seg til støpemassen. Avstøpningen viser en relativt grov tekstur. Foto: SHT

2. ANALYSE

2.1 Innledning

2.1.1 Som beskrevet i kapittel 1.18.5 viser Boeings analyser at 90 % av «Runway Excursion overrun» hendelser skjer ved landing på rullebane som ikke er tørr. Utforkjøring skjer imidlertid fordi andre faktorer også er tilstede.

I kapittel 2.2 drøftes flybesetningens disposisjoner og de faktorer som bidro til at SAS4425 ikke klarte å stoppe før rullebaneenden. I kapittel 2.3 drøftes forholdene på rullebanen gjennom data fra det aktuelle flyets oppbremsing på rullebanen og de andre landingene som SHT har innhentet opplysninger om.

Videre, i kapittel 2.4 drøftes Oslo lufthavns risikovurderinger, herunder både de vurderinger som ble foretatt i forkant av reasfalteringen og avdekking av betongdekket som problem med påfølgende tiltak underveis i prosjektet.

Til sist, i kapittel 2.5 drøftes Avinor Flysikring og de disposisjoner som ble foretatt hendelsesdagen i relasjon til landing i medvind med forkortet rullebane.

2.2 Flybesetningens disposisjoner

2.2.1 Havarikommisjonen mener flybesetningen valgte å lande uten at de i tilstrekkelig grad hadde forsikret seg om at været og forholdene på rullebanen ikke var til hinder for å kunne gjennomføre en sikker landing.

- 2.2.2 Landingskonfigurasjonen de benyttet var ikke optimal, gitt summen av følgende faktorer:
- Flyet, en Boeing 737-800, var i overkant av 63 tonn og dermed relativt tungt.
 - Innskutt terskel medførte at tilgjengelig lengde for rullebane 01L var forkortet fra 3 600 m til 1 928 m.
 - De siste 300 meterne av rullebanen var betong, med stedvis dårlig tekstur og som var glatt når den var våt. Ved våt rullebane skulle SAS flygere gjøre landingsberegninger med 1 628 m som utgangspunkt.
 - Bygeaktivitet medførte at rullebanen var våt.
 - Det var noe gummiavsetninger på siste del av asfalten før betongflaten startet, som blir glatte i regn.
 - Flyet landet med en medvindskomponent på 5 kt.
- 2.2.3 Havarikommisjonen har i kapittel 2.2 lagt vekt på å forklare hvorfor besetningen benyttet en konfigurasjon av flyet som ikke var optimal, og hvorfor aktiv bruk av «thrust reversers» først ble iverksatt mot slutten av utrulling.
- 2.2.4 Faktorer som medvirket til valg av ikke-optimal landingskonfigurasjon
- 2.2.4.1 Flygerne hadde tilgjengelig informasjon om at det trolig ville være medvindsforhold under landing sørfra, og at rullebanen var våt. De var også klar over at rullebanen var forkortet til 1 928 m og at de siste 300 m var glatte ved regn. Til tross for disse begrensningene valgte besetningen å gjennomføre en landingskalkulasjon basert på erfaring - uten bruk av verktøyet OPT, jf. kap. 1.17.5.
- 2.2.4.2 Med aktuell konfigurasjon og vær- og banestatus ville OPT beregnet en landingsdistanse på 1 887 m. OPT ville i tillegg vist at dette var lengre enn de tilgjengelige 1 628 m, jf. pkt. 1.17.4.3.
- 2.2.4.3 Havarikommisjonen mener derfor at bruk av landingskalkulasjon med OPT ville ha utgjort en barriere mot å gjennomføre landingen med «flaps 30» og «autobrake 3».
- 2.2.4.4 Havarikommisjonen mener at det å ikke innhente oppdatert ATIS er uheldig, da besetningen kan gå glipp av verdifull informasjon om flyplassen og landingsforholdene.
- 2.2.4.5 Det ble kommentert «*tailwind*» i cockpit en gang, jf. pkt. 1.1.3.5. Fartøysjefen har forklart at de hørte at et annet fly slet med å få ned hastigheten. Han sjekket derfor «spotwind» på instrumentene og kommenterte «*tailwind*» for å indikere at de måtte konfigurere tidlig. Rett etterpå oppdaget besetningen at de ikke hadde lagt inn riktige opplysninger om innflygingsprosedyre i FMC, og deres oppmerksomhet ble da rettet mot å korrigere feilen raskt.
- 2.2.4.6 Havarikommisjonens vurdering er at de ble distraheret ved at fokus ble rettet mot feilen og korrigeringen av denne. Begge flygerne har forklart at de først etterpå ble oppmerksomme på at de hadde hatt medvind også da de landet. Besetningen må være forberedt på at vindretning og styrke kan endre seg i lavere høyde før landing. Medvind under «final approach» betyr ikke nødvendigvis medvind på bakken, men kan være det.

- 2.2.4.7 Da styrmannen kalte opp tårnflygeleder første gang fikk de vindinformasjon lest opp iht. gjeldende regelverk, dvs. vindretning og styrke («...wind right now is 160 at 6kts»), se pkt. 1.1.3.10. Besetningen reagerte ikke på vindinformasjonen de fikk. De reagerte heller ikke da tårnflygelederen gjentok vindinformasjonen ifm. landingsklareringen («...wind is 160 at 6»), se pkt. 1.1.3.11.
- 2.2.4.8 Besetningen hadde hatt flere muligheter til å fange opp informasjonen om medvind på finalen. Fordi dette ikke skjedde, var ikke medvindskomponenten tatt med i vurderingen av hvilken konfigurasjon flyet skulle ha ved landing.
- 2.2.4.9 Selv om en medvindskomponent på 5 kt ikke kan sies å være høy, var den av betydning i kombinasjonen med de andre faktorene: Høy landingsvekt og relativt kort, våt rullebane.
- 2.2.4.10 Havarikommisjonen mener at flyets vekt i kombinasjon med de rådende vær- og rullebaneforhold til sammen utgjorde «*performance limited*», iht. flyselskapets interne NOTAM jf. pkt. 1.17.2.1. Ved slike forhold skulle besetningen be lufttrafikkjentesten om å få benytte den andre rullebanen, 01R. Bruk av østre rullebane ble imidlertid ikke vurdert fordi besetningen ikke hadde snakket sammen om valg av landingskonfigurasjon, jf. kap. 1.17.7 eller om eventuelle farer, slik flyselskapets prosedyrer om Threat and Error Management (TEM) tilsier, jf. kap.1.17.8.
- 2.2.5 Faktorer som medvirket til sen bruk av «thrust reversers»
- 2.2.5.1 Ettersom fartøysjefen var meget godt kjent med både flytypen og Oslo lufthavn, Gardermoen, baserte han flyets landingskonfigurasjon på erfaring.
- 2.2.5.2 Fartøysjefen har fortalt at de aller fleste oppbremsinger han foretar på rullebaner rundt 2 000 meter gjøres med «autobrake 3» og så manuell bremsing ved behov. Han har videre fortalt at «thrust reversers» i utgangspunktet er en reservebremsekraft. SHT er positive til at «thrust reversers» ikke medregnes i beregning av landingsdistanser. Bruk av «thrust reversers» som bremsehjelp kan imidlertid bidra til om lag 20 % av retardasjonen, ref. pkt. 1.6.3.1.
- 2.2.5.3 Rullebanens utforming er en annen grunn til at fartøysjefen ikke valgte å benytte «thrust reverser» tidlig. Flyet måtte uansett helt til rullebaneenden for å kunne takse av, og da mente han det var unødvendig med maksimal retardasjon ved kraftig bruk av «thrust reversers» tidlig i utrulling.
- 2.2.5.4 Havarikommisjonen mener at forkortet rullebane og glatt rullebane de siste 300 meterne på grunn av regn burde tilsagt aktiv bruk av «thrust reversers» tidlig under utrulling. Det ble da også gjort av andre besetninger på samme rullebane i forkant av hendelsen, jf. kap. 1.18.1.
- 2.2.6 Andre faktorer som kan ha medvirket
- 2.2.6.1 Fartøysjefen valgte landingskonfigurasjon basert på erfaring. Bruk av OPT-verktøyet var ikke obligatorisk, kun anbefalt, og flygeren hadde gjennomført svært mange landinger på denne rullebanen tidligere. Imidlertid mener Havarikommisjonen at kombinasjonen av relativt kort rullebane og vått underlag tilsa at en mer nøyaktig landingskalkulasjon ved bruk av OPT skulle ha vært benyttet. Fartøysjefen har forklart at landing på Gardermoen var en rutineoppgave for ham. Siden dette var siste flyturen den dagen kan det hende at

han ikke var fullt så skjerpet som han burde ha vært. De samme faktorene kan også sies å ha vært gjeldende for styrmannen.

Til sammen er disse forholdene forenlig med et visst nivå av tilfredshet med situasjonen der flygerne ikke ga potensielle trusler tilstrekkelig oppmerksomhet (complacency). Flygerne hadde etter Havarikommisjonens vurdering ikke en tilstrekkelig situasjonsforståelse på den siste delen av flygningen.

- 2.2.6.2 Besetningen har forklart til SHT at de var uthvilte når de begynte arbeidsdagen. Havarikommisjonen har ikke opplysninger som indikerer at trøtthet eller slitenhet har medvirket til uheldig valg av landingskonfigurasjon eller sen bruk av «thrust reversers».

2.2.7 Generell betraktning om språklig utforming av intern NOTAM i SAS

- 2.2.7.1 SAS hadde publisert en internt NOTAM for sine flygere som ga advarsel om at de siste 300 m med betong var glatt når den var våt, samt informasjon til flygerne om hvordan de skulle forholde seg under slike forhold se pkt. 1.17.2.1.
- 2.2.7.2 Havarikommisjonen mener at deler av denne teksten var utformet slik at den kunne misforstås. «*DEPARTURE END*» kunne forstås slik at «*RWY SHORTENING 300 M*» bare gjaldt ved avgang, og ikke ved landing.
- 2.2.7.3 SAS har i etterkant av hendelsen endret sine rutiner slik at en intern NOTAM først publiseres etter at teksten er gjennomgått av personell med operativ bakgrunn, se kap. 1.18.3. Havarikommisjonen mener dette er et godt tiltak.

2.3 Rullebaneforhold

Rullebanefriksjon var en vesentlig faktor som bidro til hendelsen. I kapittel 2.3 drøftes forholdene på rullebanen gjennom data fra det aktuelle flyets oppbremsing på rullebanen og de andre landingene som SHT har innhentet opplysninger om.

2.3.1 Oppbremsingen på rullebanen

- 2.3.1.1 Flyet reagerte ikke slik flybesetningen hadde forventet under utrulling på rullebanen. Havarikommisjonen mener at deres forventninger ikke var tilpasset rådende vær- og rullebaneforholdene. Fartøysjefen hadde valgt å sette flyet mykt på rullebanen, med landingskonfigurasjonen «flaps 30» og «autobrake 3» og med bruk av «thrust reversers» i «idle-posisjon» rett etter landing. Som forklart i kap. 1.17.4, ville denne landingskonfigurasjonen gi en «Operational Landing Distance» på 1 887 m. Flyet ville følgelig ha igjen betydelig hastighet da det kom ut på den glatte betongflaten etter 1 628 m.
- 2.3.1.2 Det hadde akkurat regnet kraftig, og rullebanen var svært våt. Havarikommisjonen finner det sannsynlig at flyet kan ha vært utsatt for vannplaning¹⁹ og at aktivering av anti-skid systemet medførte at bremsetrykket ble modulert for å unngå blokkering av hjulene.

¹⁹ *Viscous hydroplaning, acting as thin water film lubrication, may occur on a very smooth surface when wet or even damp. While the texture of most runways is coarse enough to prevent viscous hydroplaning, it may occur in local spots, e.g. touchdown zones where the runway is coated by rubber. Once begun, it can persist down to very low speeds. (Jfr. SAS OM-A 8.1.13.8.2)*

- 2.3.1.3 «Thrust reversers» ble endret fra detent 1 posisjon (ca. 35 % N1) til detent 2 posisjon (ca. 75 % N1), 22 sekunder etter touchdown. Flyet befant seg da godt inn på betongflaten i en hastighet på 60 kt. «Thrust reversers» som bremsehjelp har best effekt ved høy hastighet, over 80 kt, og liten effekt under 60 kt. Sen bruk av «thrust reversers» under utrulling bidro følgelig som en medvirkende faktor til at flyet ikke klarte å redusert hastigheten tilstrekkelig på den våte rullebanen.
- 2.3.1.4 Ved manuell bremsing er det kun anti-skid systemet som modulerer bremsetrykket. Fartøysjefens hadde en oppfatning om at overgang fra autobrake til manuelle bremsere ville påvirke bremsenes effekt negativt fordi systemet måtte rekalkulere retardasjonen på nytt, ref. pkt. 1.1.4.6. Dette kan ha medført at det tok tid før han valgte å kansellere autobrake ved å trykke inn bremsepedalene.
- 2.3.1.5 Umiddelbar bruk av «flaps 40», «maks manual braking» og full bruk av «thrust reversers» etter landing, ville ha gitt best retardasjon og dermed økt sikkerhetsmargin.
- 2.3.1.6 SAS4425 hadde en bakkefart på 159 kt da de landet. Rett før betongflaten (de siste 300 m) var flyets bakkefart redusert til 73 kt. Flyet kom altså over på den glatte betongflaten med en hastighet langt over taksehastighet (ca. 20 kt). Den glatte overflaten reduserte muligheten for å retardere vha. hjulbremsere.
- 2.3.1.7 Maksimalt bremsetrykk ble registrert rett etter flyet hadde kommet over på betongflaten. Samtidig viser avlesing av FDR at retardasjonen falt dramatisk der rullebanedekket skiftet fra asfalt til betong. Dette er med på å bekrefte at friksjonen var svært lav.
- 2.3.1.8 Besetningen opplevde at flyet først fikk et godt tak i underlaget da de kom ut på asfalten på sikkerhetsområdet. Flyet stoppet ca. 50 m inn på sikkerhetsområdet (RESA). Sikkerhetsområdet fungerte følgelig som en konsekvensreduserende fysisk barriere som medvirket til at flyet stoppet på sikker grunn. Å ha et sikkert og trygt sikkerhetsområde rundt rullebanen er en viktig barriere, og RESA fungerte her etter sin hensikt. Ikke alle lufthavner har et slikt trygt sikkerhetsområde, ref. [SL RAP 2012/04](#).²⁰
- 2.3.2 Flere landinger erfarte at betongen var svært glatt
- 2.3.2.1 Havarikommisjonen har i kapittel 1.18.1 referert til andre flyginger den samme kvelden som også opplevde at det var utfordrende å lande på den forkortede vestre rullebanen. Av fire flyginger valgte en å gå rundt, mens tre fly landet. De tre som landet opplevde at det var svært glatt på betongflaten. Havarikommisjonens undersøkelser viser at marginene var små, og at det tyngste av de andre flyene så vidt klarte å kjøre av rullebanen i avkjøring A9.
- 2.3.2.2 En annen SAS flyging, også en Boeing 737-800, som veide 62 tonn, valgte å avbryte innflygingen, se pkt. 1.18.1.2. Flybesetningen fulgte instruksjonene fra selskapet gitt i intern NOTAM, se kapittel 1.17.2. De hadde gjennomført landingskalkulasjoner, revurdert beslutningen om å lande på vestre bane da de fikk vite om medvind på finalen,

²⁰ Luftfartsulykken på Stord lufthavn, Sørstokken der et passasjerfly, OY-CRG, fra Atlantic Airways kjørte ut av rullebaneenden og ned en skrent den 10 oktober 2006. Større skader oppstod i utforkjøringen og en brann forplantet seg utenifra og inn i kabinen. Fire personer omkom og seks ble alvorlig skadet.

bedt om østre rullebane, for så å velge å avbryte innflygingen. Havarikommisjonen mener denne flybesetningen foretok en god beslutning.

- 2.3.2.3 En tredje sammenlignbar flyging landet på rullebane 01L, og hadde i likhet med SAS4425 utfordringer med friksjonen på rullebanen, se pkt. 1.18.1.1. Avspilling av FDR data viser at de gikk over fra autobrake til bruk av manuelle bremses på omtrent samme sted på rullebanen som SAS4425, men at de på dette tidspunktet hadde 20 kt lavere hastighet. Flyet holdt en hastighet på 50 kt da de kom inn på betongfeltet, i motsetning til SAS4425 som holdt 73 kt.
- 2.3.2.4 Flyet veide 60 tonn kontra SAS4425 som veide 63 tonn. Forskjellene mellom SAS4425 og den andre flygingen var ellers «flaps 40» kontra «flaps 30» og at den andre landingen hadde hatt «thrust reversers» aktivt fra 3 sekunder etter landing, i motsetning til SAS4425 som benyttet «idle reversers» fram til 22 sekunder etter landing.
- 2.3.2.5 Selv om det andre flyet hadde benyttet «flaps 40», «autobrake 3» og «thrust reversers» under hele utrulling, oppnådde heller ikke de forventet hastighetsreduksjon før betongflaten. Dette kan være en bekreftelse på at forholdene lå til rette for vannplaning, se pkt. 2.3.1.2.

2.4 Oslo lufthavn - Risikovurderinger

- 2.4.1 Vestre rullebane på Gardermoen er normalt den lengste rullebanen i Norge med sine 3 600 m. Erfaringsmessig svinger fly som lander sørfra på 01L av i avkjøring A5 eller A6, etter å ha benyttet en rullebanelengde på henholdsvis 1 672 m eller 2 052 m. Havarikommisjonen mener at en rullebanelengde på 1 928 m ikke er å betrakte som en kort rullebane etter norske forhold. Rullebanene på Tromsø og Svalbard, der SAS4425 hadde landet tidligere på dagen er henholdsvis 2 447 m og 2 260 m lange. I den aktuelle hendelsen ble imidlertid tilgjengelig rullebanelengde en vesentlig faktor i kombinasjon med rullebanedekke (asfalt og betong), samt vær - og vindforhold. I kapittel 2.4 drøftes risikovurderinger foretatt i forkant av reasfalteringsprosjektet og tiltak som ble iverksatt etter avdekking av betongdekket som problem.
- 2.4.2 Risikovurderinger i forkant av reasfalteringsprosjektet
- 2.4.2.1 Det var gjennomført risikovurderinger av flyoperative forhold for de ulike fasene av reasfalteringsprosjektet. Havarikommisjonen har gjennomgått rapportene, og mener at arbeidet som var nedlagt for å kartlegge relevante farer og for å finne risikoreducerende tiltak var grundig. Det er positivt at så mange relevante aktører bidro i prosessen med å identifisere farer, se kap. 1.17.11 og 1.17.12. Inn- og utflygingsprosedyrene som var i bruk under reasfalteringsprosjektet var godt gjennomarbeidet i samarbeid med flyselskapene i god tid før iverksettelse av prosjektet.
- 2.4.2.2 Risikovurderingen slo fast at *«Rullebanen vil være godkjent for alle flytyper, men det er pilotenes ansvar å vurdere om de kunngjorte banelengdene kan benyttes»*, se pkt. 1.17.11.3. SHT ser at teksten i kursiv hovedsakelig legger ansvar for vurdering av rullebaneforholdene på flybesetningen. Det er flyselskapene som vurderer hvordan de ønsker å benytte lufthavnens tilgjengelige infrastruktur. Det er videre fartøysjefen som tar beslutningen om det er trygt å lande, gitt de opplysningene han har fått om landingsforholdene. Det forutsetter imidlertid at relevant informasjon om rullebanens beskaffenhet er tilgjengelig og at flygeren kan gjøre seg nytte av den, se pkt. 2.4.3.3.

- 2.4.2.3 Det var kjent i OSL at betongflaten i nord på vestre bane hadde lavt friksjonstall i forhold til resten av rullebanen, se kapittel 1.10.3. Kombinasjonen av generell nedsatt friksjon og våt bane var ikke tatt inn i risikoberegningen. Betongflatene hadde ikke pekt seg ut som et spesielt flyoperativt problem tidligere, all den tid vestre rullebane var så lang, slik at fly normalt ikke holdt høy hastighet i rullebaneendene. Dekket på betongflatene skulle ikke endres i reasfalteringsprosjektet og var følgelig ikke vurdert. Disse momentene kan bidra til å forklare hvorfor risikovurderinger med hensyn på glatt overflate ikke var tilstrekkelig.
- 2.4.2.4 All den tid friksjonsproblematikk også kan forekomme på våt rullebane om sommeren, mener SHT at problemstillingen med glatt overflate ifm. regn med fordel kunne ha blitt behandlet i risikovurderingene. En slik gjennomgang kunne ha trigget en bevissthet om at betongdekket hadde andre friksjonsegenskaper enn asfalten.
- 2.4.3 Avdekking av problem og publisering av NOTAM
- 2.4.3.1 Da det ble klart at betongflaten på rullebanen kunne bli svært glatt ved regn, iverksatte lufthavnen sweeping for om mulig å bedre makroteksturen og på denne måten forbedre våtfriksjonen på betongen, se kap. 1.10.3. Havarikommisjonen mener det i den sammenheng var riktig å publisere NOTAM med en gang problemet ble kjent.
- 2.4.3.2 Målinger viste at friksjonsverdiene for betongflaten ikke hadde blitt bedre etter dyprens. Lufthavnen drøftet innholdet i NOTAM med de største flyselskapene. Det var enighet om at teksten i NOTAM var dekkende.
- 2.4.3.3 Betongflaten var svært glatt. «Medium-poor» på deler av flaten tilsvarer dårlig vinterføre og SHT anser at «*slippery when wet*» ikke er dekkende for slike forhold. Uttrykket er vanskelig å ta beslutninger ut fra, da «*slippery runway*» betyr rullebane som ikke gir like gode forhold som en tørr bane.²¹ Flere flyselskap, bl.a. SAS, ba sine flygere om å ikke ta med de siste 300 m i sine beregninger for rullebanelengde ved våte forhold. Dette resulterte i at rullebanens 3 600 m, som var forkortet til 1 928 m, ble ytterligere forkortet til 1 628 m når den var våt. Tatt i betraktning at ikke alle landinger setter seg på det mest optimale setningspunktet kunne rullebanelengden bli marginal for tunge fly.
- 2.4.3.4 Lufthavnen og kontrolltårnet innførte ikke redusert bruk av den forkortede rullebanen pga. betongdekkets friksjonsegenskaper, hverken i forkant av prosjektet eller da problemet kom til syne. Dersom dette hadde blitt identifisert som en fare i forbindelse med risikoanalysene i forkant av prosjektet, se kapittel 1.17.11 og 1.17.12, hadde begrensninger i bruk av rullebanen kanskje blitt et resultat.
- 2.4.3.5 I dagene etter publiseringen av NOTAM kunne det ha vært vurdert om denne advarselen var tilfredsstillende som risikoreduserende tiltak, eller om det i tillegg burde ha blitt etablert restriksjoner for bruk av vestre rullebane ved kraftig regnvær under reasfalteringsprosjektet. Slike restriksjoner kunne f.eks. ha vært å skifte til annen rullebanemodus, se kap. 2.5.2.
- 2.4.3.6 Havarikommisjonen mener at Oslo lufthavn i ettertid har tatt gode grep for å hindre at glatt betongdekke kan bidra til «*runway excursion overrun*». Det er økt fokus på rullebanefriksjon, uansett årstid. Forhold ved ulike overflatedekker blir vurdert og tatt

²¹ Definisjon på «*Slippery runway*» - «*a runway that is not equivalent to dry*». Definisjonen er hentet fra artikkelen «*Landing on slippery runways*», nevnt i denne rapportens pkt. 1.18.7.

med i risikovurderinger i relevante fremtidige prosjekter. Videre er betongfeltene på alle fire rullebaneendene rillet, slik at friksjonsevnen nå er mye bedre, se pkt. 1.18.4.3 og figur 8.

- 2.4.3.7 Havarikommisjonen mener god rullebanefriksjon, uansett årstid, er relevant som fokusområde for alle Avinors lufthavner. Dette innebærer bl.a. overvåking av rullebaneasfalt - og betong, for å sikre at kravene til tekstur er tilfredsstillt.

2.5 Avinor Flysikring - Landing i medvind med forkortet våt rullebane

I kapittel 2.5 behandles de disposisjoner som ble foretatt av lufttrafikkjentesten i relasjon til landing i medvind og regn med forkortet rullebane.

2.5.1 Banebytte

- 2.5.1.1 Det hadde vært nødvendig med bytte av rullebaneretning flere ganger den aktuelle dagen for å forhindre at fly landet i medvind. Siste banebytte hadde vart bare 38 minutter før lufttrafikkjentesten snudde til baneretning 01 igjen.
- 2.5.1.2 Vinden dreide på ny, i sørlig retning og ga en varierende medvindskomponent ca. 2-5 kt. Fordi vinden hadde snudd så raskt etter siste bytte av rullebaneretning mener derfor Havarikommisjonen at det er forståelig at Supervisor i kontrolltårnet avventet litt før han på ny kontaktet Oslo Approach for initiere banebytte tilbake til bane 19.
- 2.5.1.3 Samarbeidsavtalen mellom Norway ACC TMA og Gardermoen kontrolltårn forutsatte taktiske vurderinger fra Supervisors side, som kan være vanskelige å ta under skiftende vær og vindforhold. Det hadde vært medvind i 20 minutter, men i underkant av 5 kt. Havarikommisjonen mener at tidspunktet for initiering av banebytte var i henhold til det som sto i samarbeidsavtalen, ref. kapittel 1.17.16.
- 2.5.1.4 Supervisor ga imidlertid ikke et klart uttrykk for om det hastet med et banebytte eller ikke. Hadde Supervisor sagt at de måtte ha et snarlig banebytte ville Approach Planner ha sørget for det, se pkt. 1.1.6.9. Vindforholdene var variable, i underkant av 5 kt. Siden det var like sannsynlig at vinden ville snu som at den ville vedvare, mener Havarikommisjonen at det var like riktig å avvente banebytte som å avtale litt fram i tid.
- 2.5.1.5 At medvind over 5 kt var å anse som en «plutselig endring», ref. pkt. 1.17.16.3 var ikke kommunisert til hverken Supervisor i kontrolltårnet eller Approach Planner tidligere. Havarikommisjonen anser derfor at det var naturlig at flygelederne forholdt seg til samarbeidsavtalen som anga en 20 minutters tidshorison med kontinuerlig medvind over 5 kt. Hadde Supervisor hatt den nye forståelse av «plutselig endring» ville han ha kontaktet Approach Planner tidligere vedrørende bytte av rullebaneretning.
- ### 2.5.2 Alternativ til å bytte rullebaneretning
- 2.5.2.1 Som beskrevet i kap. 1.17.16 kan bytte av rullebaneretning være en relativt stor operasjon for lufttrafikkjentesten. Dersom trafikk tettheten er stor når banebytte gjennomføres kompliseres konfliktsøk, særlig for approach-flygelederne. Brudd i en kontinuerlig landingsflyt kan også medføre at det hoper seg opp med ankomster i ACC sektorene. Banebytte er i tillegg en merbelastning for flygingene som allerede befinner seg i TMA, siden flygerne må omprogrammere FMC, samt briefe ny innflyging. Det er derfor viktig, for både flysikkerhet og regularitet at lufttrafikkjentesten finner det riktige tidspunktet for

å bytte rullebaneretning. I den aktuelle situasjonen var det flere hensyn å ta, noe som gjorde at det ble vanskelig å bytte baneretning på kort varsel.

- 2.5.2.2 For å unngå landing i medvind måtte rullebaneretningen snus fra 01 til 19. Et slik bytte passet ikke med trafikkbildet sett fra Oslo TMA sin side, og lufttrafikkjenesten besluttet å avvente og håpe på at vindretningen snudde. Havarikommisjonen mener at bytte av rullebaneretning ikke var det eneste taktiske alternativet i den aktuelle situasjonen. Å tilby flygingene den lengste rullebanen, 01R, istedenfor den forkortede 01L ville også ha vært et alternativ.
- 2.5.2.3 I normal situasjoner benyttes Mixed Parallell Operations (MPO), se kapittel 1.17.14, – det vil si at både vestre og østre rullebane ble benyttet for både avganger og landinger. Havarikommisjonen er enig i presiseringene som ble gjort i etterkant av hendelsen; at den forkortede rullebanen 01L ikke skulle brukes for landinger når medvind var mer enn 5 kt og rullebanen var våt.
- 2.5.2.4 Som alternativ kunne Supervisor ha vurdert å bytte rullebanemodus fra MPO til Single Runway Operations (SRO) eller Single Arrival Runway Operations (SaRO), fram til medvindsituasjonen opphørte eller det lot seg gjøre å skifte rullebaneretning. Det var bare fem planlagte landinger på rullebane 01L i tidsrommet kl. 1836 til kl. 1858, se kapittel 1.18.1. Havarikommisjonen mener at det ville ha vært et alternativ å flytte disse landingene over til østre rullebane.
- 2.5.2.5 Valg av rullebanemodus var også nevnt som tiltak i risikovurderingene gjennomført for avganger i tordenvær, men tiltaket kan være aktuelt for landinger også, se pkt. 1.17.12.1.
- Søke å finne beste RWY modus for avvikling av trafikk med CB aktivitet i CTR/TMA, herunder trafikkreduksjon [...]*
- 2.5.2.6 Rullebanemodus SRO ville medført at bare østre bane var i bruk for landinger og avganger. Ved bruk av rullebanemodus SaRO ville alle landinger og de fleste avganger ha vært på østre bane, mens enkelte lettere luftfartøy kunne ta av på vestre rullebane, se kapittel 1.17.15.
- 2.5.2.7 Bytte av rullebanemodus ville ha medført negative konsekvenser i form av redusert kapasitet og forsinkelser. Flere avganger måtte ha ventet på bakken og flere ankomster måtte ha blitt holdt i ACC sektorene pga. mindre kapasitet i TMA. På den positive siden ville imidlertid flygingene få lengre rullebane til rådighet, som ville ha økt flysikkerheten.
- 2.5.2.8 Å bytte rullebane fra 01L til 01R medfører at flyger må omprogrammere FMC og briefe på nytt, men de praktiske endringene er mindre omfattende enn ved bytte av rullebaneretning.
- 2.5.3 Ekstra informasjon om medvind og glatte forhold
- 2.5.3.1 Enkelte av flygingene fikk ekstra informasjon fra tårnflygeleder om medvind. SAS4117, flyet som valgte å avbryte innflyging ti minutter før SAS4425 landet, fikk «tail(wind)» presentert to ganger. SAS284 som landet fem minutter før fikk ordet «tailwind» presentert tre ganger, se pkt. 1.1.6.10.

- 2.5.3.2 SAS4425 var fremdeles i radiokontakt med Oslo Approach og flybesetningen hørte ikke klareringene gitt til de andre flygingene. SAS4425 fikk ikke ekstra informasjon i form av ordet «*tailwind*» i sine klareringer fra tårnflygeleder, se pkt. 2.2.4.7.
- 2.5.3.3 Flere besetninger hadde denne ettermiddagen rapportert om svært glatte forhold på siste del av den forkortede rullebanen. I kombinasjon med medvind kan landingsforholdene sies å ha vært ekstraordinære. Under slike forhold mener Havarikommisjonen at det kan være en god praksis å legge til ordet «*tailwind*» i klareringen, f.eks «...*cleared to land, wind 160/6 tailwind*». Dette fordi det kan bidra til å forbedre flygerens situasjonsbilde.

3. KONKLUSJON

3.1 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten

- a) Flybesetningen hadde valgt å lande med en landingskonfigurasjon som ikke var hensiktsmessig under rådende vær- og rullebaneforhold. Landingskalkulasjon med Onboard Performance Tool (OPT) ville ha utgjort en barriere, men ble ikke benyttet av besetningen. Da de etter landing oppdaget at flyet bremses mindre enn forventet ble full bruk av «thrust reversers» iverksatt sent. «Thrust reversers» ble dermed ikke benyttet i den fase der den ville hatt størst virkning.
- b) Lufthavnen og lufttrafikkjenesten hadde ikke i forkant av reasfalteringsprosjektet i stor nok grad vurdert risiko knyttet til kombinasjonen av forkortet rullebane, dårlige friksjonsforhold på siste del av våt rullebane og medvind på landingsbane. Den valgte løsningen ga reduserte sikkerhetsmarginer. Etter at flere flyginger hadde rapportert om svært glatte forhold på betongflaten ble det publisert NOTAM med teksten «slippery when wet». En tekst som kun gir begrenset beslutningsstøtte. Betongen ble renset, uten at friksjonsforholdene ble bedre. Det ble ikke innført risikoreduserende tiltak som begrenset bruk av den forkortede rullebanen under våte forhold.

3.2 Undersøkelsesresultater

3.2.1 Generelt

- a) Luftfartøyet var forskriftsmessig registrert og ingen uregelmessigheter var rapportert. Det er ikke påvist tekniske feil med flyets bremsesystemer.
- b) Det er ikke avdekket noen feil ved tekniske luft- eller bakkesystemer.
- c) Involverte flygere og flygeledere hadde gyldige sertifikater og tjenestetiden lå innenfor gjeldende bestemmelser. Alle hadde lang erfaring.
- d) Været den aktuelle dagen var preget av regn og tordenbyger. Rullebanen var våt.

3.2.2 Flyselskap og flybesetning

- e) Flygerne var godt kjent på Oslo lufthavn, Gardermoen. Lufthavnen var deres hjemmebase.
- f) SAS hadde i intern NOTAM til sine flygere tatt med at de siste 300 m av den forkortede vestre rullebanen skulle utelates i landingskalkulasjon dersom rullebanen

var våt. Det var også presisert at besetningen kunne be om å få bruke rullebane 01R istedenfor 01L.

- g) Fartøysjefen valgte landingskonfigurasjon «flaps 30» og «autobrake 3» ut fra tidligere erfaringer. Styrmannen hadde ikke motforestillinger til valgt konfigurasjon.
- h) Landingskalkulasjon med OPT ville ha vist at den valgte konfigurasjonen («flaps 30» og «autobrake 3») ga en operasjonell landingsdistanse på 1 887 m (> «Landing distance available» på 1 628 m).
- i) Bruk av «flaps 40» og «maks manual brakes» ville iht. OPT gitt en operasjonell landingsdistanse på 1 346 m. (< «Landing distance available» på 1 628 m).
- j) Flybesetningen tok ikke ut oppdatert ATIS, som ga informasjon om «Runway surface condition 01 left/right wet» og «Tailwind on final».
- k) Innflygingen var stabilisert i både 1 000 ft og i 500 ft.
- l) SAS4425 fikk informasjon om vindretning 160 grader og styrke 6 kt av tårnflygeleder to ganger. Flybesetningen reagerte ikke på denne informasjonen.
- m) Flyet landet mykt på rullebanen, innenfor normalt setningspunkt. Flygerne opplevde deretter at flyet ikke oppnådde den retardasjonen de hadde forventet, og at flyet skled nedover rullebanen.
- n) Det tok 22 sekunder før fartøysjef valgte full bruk av «thrust reversers». Full bruk av «thrust reversers» så snart som mulig etter landing ville ha gitt bedre margin for trygg oppbremsing.
- o) Flyet ble påført skader på et motordeksel på høyre motor, samt mindre skader på et av hovedhjulene.

3.2.3 Lufthavn og lufttrafikkjeneste

- p) Vestre rullebane (01L/19R) var forkortet fra 3 600 m til 1 928 m pga. reasfaltering. Østre rullebane (01R/19L) var ikke berørt (2 950 m).
- q) Betongedekket de siste 300 m av rullebanen hadde dårligere friksjonsegenskaper enn asfalten. Da problemer oppsto ble det publisert NOTAM som informerte om «RWY 01L last 300 m with concrete slippery when wet».
- r) Vekslende vindforhold hadde medført flere bytter av rullebaneretning denne dagen. Rullebane i bruk var 01. Det hadde vært medvindsforhold i underkant av 5 kt i over 20 minutter da hendelsen skjedde.
- s) Fordi vinden hadde snudd så raskt etter forrige bytte av rullebaneretning og fordi trafikksituasjonen var slik at det ikke passet med et snarlig bytte, ble Supervisor Gardermoen kontrolltårn og Approach Planner enige om å avvente banebytte fra 01 til 19.
- t) Det ble ikke vurdert å endre rullebanemodus som alternativ til rullebanebytte.

- u) I samarbeidsavtalen mellom Norway ACC TMA og Gardermoen var ikke medvind over 5 kt å anse som en «plutselig endring» for den forkortede rullebanen 01L med hensyn på iverksetting av banebytte.
- v) Det ble i etterkant av hendelsen presisert i lufttrafikkjentesten at den forkortede rullebanen 01L ikke skulle benyttes for landinger når rullebanen var våt og medvind var over 5 kt, uavhengig av hvor lenge medvinden hadde vart.
- w) Det var spor av gummiavsetninger på betongen og på asfalten rett før betongflaten. Havarikommisjonen finner det sannsynlig at flyet ble utsatt for vannplaning på den våte rullebanen. Avstøpning av betongdekket viser liten struktur og dermed redusert potensiale for å tilby en forventet friksjon og vanddrenering.
- x) I etterkant av hendelsen ble overflaten på betongfeltene på alle fire rullebaneendene rillet, for å øke friksjonsevnen.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Basert på de tiltak som flyselskapet og flyplassoperatøren har iverksatt i etterkant av hendelsen avstår SHT fra å fremme sikkerhetstilrådinger.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 12. april 2016

REFERANSER

Ingen spesielle referanser

VEDLEGG

Vedlegg A: Aktuelle forkortelser

Vedlegg B: Innflygingskart RNAV X 01L og kart over Oslo lufthavn, Gardermoen (ENGM), reasfalteringsprosjekt fase X

Vedlegg A Aktuelle forkortelser

AIBN	Accident Investigation Board Norway
ACARS	Airborne Collision Avoidance System
ACC	Area Control Centre
AIC	Aeronautical Information Circular
AIP	Aeronautical Information Publication
APP	Approach, Innflygingskontroll
ASDA	Accelerate-Stop Distance Available
ATIS	Automatic Terminal Information Service
BSL	Bestemmelser for Sivil Luftfart
CMD	Commander, fartøysjef, kaptein
CPL (A)	Commercial Pilot License (Aircraft)
CRM	Crew Resource Management
CVR	Cockpit Voice Recorder
DK-NO-SE	Danmark – Norge – Sverige
EAPPRE	The European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions
EASA	European Aviation Safety Agency
EASA OPS	Det felles europeiske regelverket for luftfartsoperasjoner
EFB	Electronic Flight Bag
Eurocontrol	European Organisation for the Safety of Air Navigation
FAA	Federal Aviation Administration (Den amerikanske luftfartsmyndigheten)
FDR	Flight Data Recorder
FMC	Flight Management Computer
GND	Ground
GS	Ground speed, bakkefart
ICAO	International Civil Aviation Organization
ILS	Instrument Landing System

LoA	Letter of Agreement, samarbeidsavtale
METAR	Rutinemessig værobservasjon for luftfarten
NOTAM	Notice to airmen
MPO	Mixed Parallel Operations
OM-A/OM-B	Operation Manual – part A / part B
OPT	Onboard Performance Tool
OSL	Oslo lufthavn, Gardermoen
PA-anlegg	Personal announcement
PF	Pilot Flying
PNF/PM	Pilot not Flying, også kalt PM (Pilot Monitoring)
RTF	Radio kommunikasjon (Radio Telephone)
SAS	Scandinavian Airlines System
SaRO	Single Arrival Runway Operations
SID	Standard Instrument Departure
SRO	Single Runway Operations
SPI	Safety Performance Indicators
STAR	Standard Terminal Arrival Route
SHT	Statens havarikommisjon for transport (AIBN på engelsk)
SL RAP	Sivil Luftfart Rapport
SOP	Standard Operation Procedures
TEM	Threat Error Management
THR	Threshold. Terskel - Begynnelsen av den del av rullebanen som er brukbar for landing.
TMA	Terminal Manoeuvring Area
TODA	Takeoff Distance Available
TORA	Takeoff Runway Available
TWR	Tower
UTC	Coordinated Universal Time

Vedlegg B

Innflygingskart RNAV X 01L Kilde: SAS

21-MAY-2015/UFN

21-MAY-2015

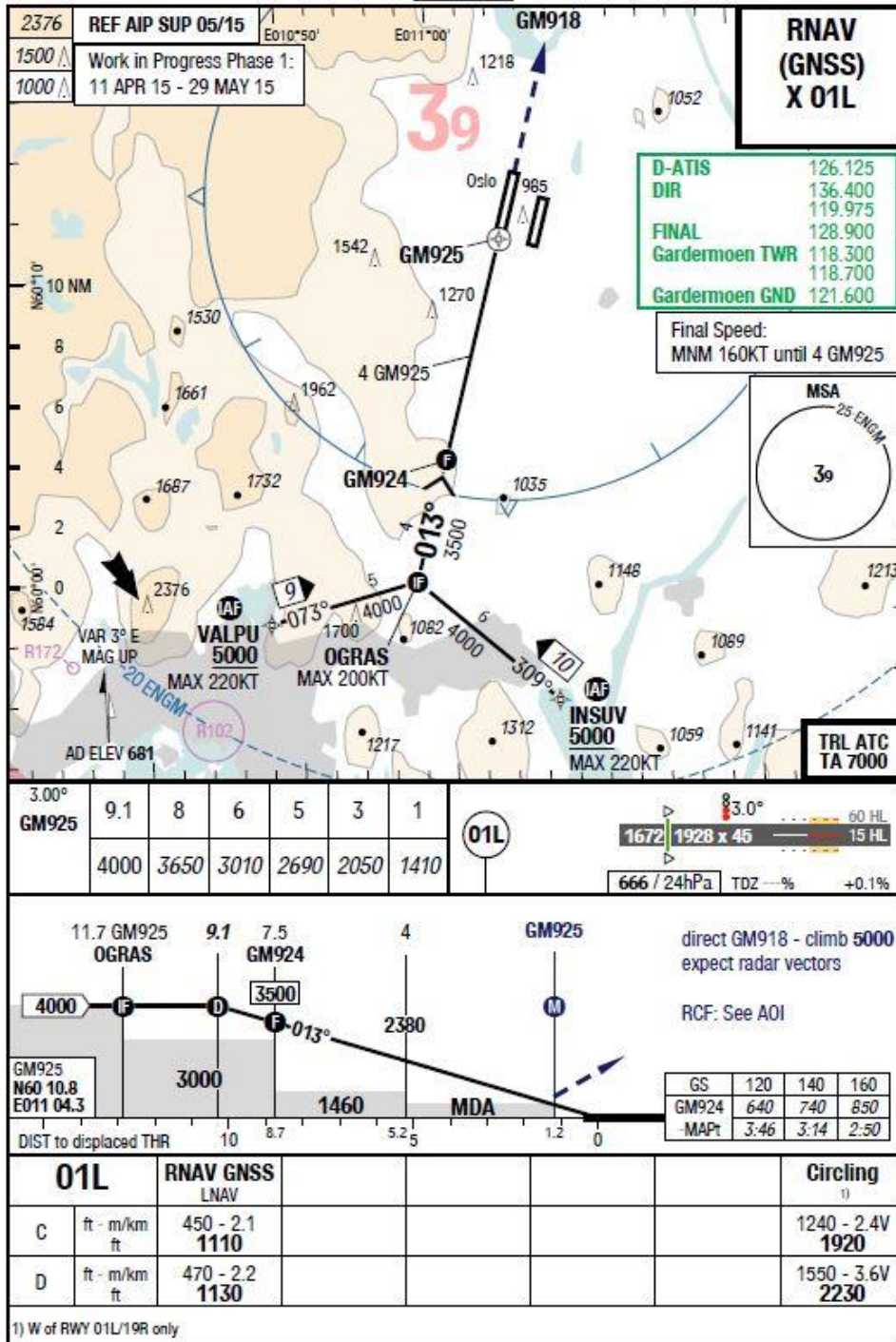
OSL-ENGM

Norway Oslo Gardermoen

7-46

Tempo RNAV (GNSS) X 01L

IAC



Changes: Page Number

✓ SAS Scandinavian Airlines (sas)

© Lido 2015

Kart over Oslo lufthavn, Gardermoen (ENGM), Resfalteringsprosjekt fase X

Kilde: SAS

