



sht

Statens
Havarikommisjon
for Transport

Avgitt november 2016

RAPPORT

SL 2016/11



RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE VED SVOLVÆR LUFTHAVN HELLE 2. DESEMBER 2010 MED BOMBARDIER DHC-8-103, LN-WIU, OPERERT AV WIDERØE'S FLYVESELSKAP AS

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	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Personskader	13
1.3 Skader på luftfartøy.....	13
1.4 Andre skader	13
1.5 Personellinformasjon	13
1.6 Luftfartøy	14
1.7 Været.....	17
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	21
1.9 Samband.....	21
1.10 Flyplass og hjelpemidler	22
1.11 Flygeregistratorer	26
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	32
1.13 Medisinske og patologiske forhold	32
1.14 Brann.....	32
1.15 Overlevelsesaspekter.....	32
1.16 Spesielle undersøkelser	33
1.17 Organisasjon og ledelse	37
1.18 Andre opplysninger.....	40
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	44
2. ANALYSE.....	44
2.1 Innledning	44
2.2 Sprikende forklaringer	45
2.3 Sannsynlig scenario	47
2.4 Vindskjær som utløsende faktor	47
2.5 Den kritiske fasen av hendelsesforløpet	48
2.6 Sanseillusjon	50
2.7 Overtakelse av flygekontrollene	51
2.8 Betydningen av at fartøysjefen var sliten.....	53
2.9 Vurdering av operative forhold.....	53
2.10 Sårbarhet ved sirkling i mørke	55
2.11 Vurdering av tiltak og sikkerhetsmarginer	56
2.12 Hvorfor gikk det bra?.....	56
3. KONKLUSJON	57
3.1 Undersøkelsesresultater	58
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	61
VEDLEGG.....	62

RAPPORT OM ALVORLIG LUFFTARTSHENDELSE

Luftfartøy:	Bombardier Inc. DHC-8-103
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-WIU
Eier:	Widerøe's Flyveselskap AS, Bodø
Bruker:	Samme som eier
Antall om bord:	38 (fartøysjef, styrmann, kabinansatt og 35 passasjerer)
Personskader:	Ingen
Materielle skader:	Ingen
Hendelsessted:	Ca. 1,5 km nord-nordøst for terskelen til rullebane 19 på Svolvevær lufthavn Helle (ENSH) (ca. 68°15'24"N 14°41'11"Ø)
Hendelsestidspunkt:	Torsdag 2. desember 2010 kl. 1818

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

MELDING OM HENDELSEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble gjort oppmerksom på hendelsen først i desember 2012, to år etter at den inntraff. SHT vurderte foreliggende opplysninger, og innhentet ytterligere informasjon. Etter en vurdering konkluderte SHT i juni 2013 med at det inntrufne var å regne som en luftfartshendelse. Det ble ikke åpnet undersøkelse.

I februar 2015 var det stor oppmerksomhet om saken, og SHT vurderte at hendelsen kunne inneholde større læringspotensial enn først antatt. Beslutningen om ikke å foreta undersøkelse ble omgjort. SHT åpnet undersøkelse medio mars 2015. Etter innledende undersøkelser omklassifiserte Havarikommisjonen saken til alvorlig luftfartshendelse.

I henhold til ICAO Annex 13, *Aircraft Accident and Incident Investigation* underrettet SHT blant annet undersøkelsesmyndigheten i produsentlandet Canada (Transportation Safety Board, TSB) om hendelsen og kunngjorde at det var åpnet undersøkelse. TSB utnevnte en akkreditert representant som bistod ved undersøkelsen, med støtte av rådgivere fra Bombardier.

SAMMENDRAG

Widerøes rute WIF814 fra Bodø nærmet seg Svolvevær med tre besetningsmedlemmer og 35 passasjerer om bord. Det var mørkt, med bygeskyer, regn- og haglbyger i området. På Svolvevær lufthavn blåste det stiv kuling med sterke vindkast.

Fartøysjefen (kapteinen) førte flyet og skulle utføre en visuell sirkling over sjøen for å lande mot syd. Like før han skulle svinge inn på finalen begynte flyet å riste og tape høyde, og flygehastigheten falt betydelig. Til tross for at han ga full motorkraft, fortsatte både hastigheten og høyden å avta. Steilevarselet (Stick shaker) aktiverte. Nesepartiet ble senket og steiling ble avverget eller opphevet, men høyden over terrenget ble svært lav (25 m) før flyet begynte å stige og situasjonen var avklart. Styrmannen ga på ytterligere, til maksimalt tilgjengelig motorkraft, og tok på et tidspunkt på eget initiativ over flygekontrollene. Etter hendelsen, som utspilte seg i løpet av ca. 10 sekunder, avbrøt besetningen innflygingen og fortsatte til Leknes hvor de landet normalt. SHT konkluderer med at flyet ble utsatt for et kraftig vindskjær fra en bygesky. Det oppstod hverken materielle skader eller fysiske personskader.

Besetningen oppfattet hendelsen ulikt. Fartøysjefen har beskrevet at han hadde fått situasjonen under kontroll og at han derfor, selv om det ikke var nødvendig, kunne overlate flygekontrollene til styrmannen. Styrmannen hevder på sin side at han måtte gripe inn for å avverge at flyet gikk i sjøen. Faktagrunnlaget som foreligger har ikke vært tilstrekkelig til at SHT for de aktuelle sekundene har kunnet fastslå sikkert hverken hvem av flygerne som gjorde hva, nøyaktig når og i hvilken rekkefølge ting ble gjort, eller hvilken effekt de ulike handlingene isolert sett hadde. Det er dermed ikke mulig å trekke sikre konklusjoner med hensyn til hvorvidt styrmannens inngripen hadde betydning for utfallet. Besetningens samlede innsats resulterte uomtvistelig i at flyet startet stigning i tide til å unngå kollisjon med sjøen.

Manøvreringen for å gjenvinne kontroll ble utført med sparsomme visuelle referanser og uten synlig horisont. Undersøkelsen viser at forholdene lå til rette for at fartøysjefen kan ha blitt utsatt for somatogravisk illusjon. Havarikommisjonen har imidlertid ikke funnet grunnlag for å konkludere med at en eventuell sanseillusjon fikk innvirkning på håndteringen av vindskjæret.

Havarikommisjonen har i denne undersøkelsen spesielt vurdert risikohåndtering og sikkerhetsmarginer ved sirkling i mørke. Det er ikke avdekket åpenbar systemsvikt eller andre mangler som kunne hatt innvirkning på hendelsesforløp eller årsaksforhold. Hendelsen er en viktig påminnelse om sårbarhet ved manøvrering lavt over terrenget med sparsomme visuelle referanser i mørke og urolig luft. Den er også en påminnelse om at operatører og flygere med inngående lokalkunnskap, erfaring og trening utover gjeldende myndighetskrav, har bedre forutsetninger for å kunne håndtere kritiske situasjoner som denne på en sikker måte.

Flere relevante sikkerhetsbarrierer har blitt styrket siden 2010. Dobbel PLASI¹, sirklingslys, turbulensvarsel m.m. kom på plass som følge av det kontinuerlige forebyggende flysikkerhetssamarbeidet mellom operatører og Avinor. Måltrettet simulatorentrening for å øke bevisstheten om sanseillusjoner var også planlagt av Widerøe uavhengig av den aktuelle hendelsen.

Det fremmes ingen sikkerhetstilrådinger. SHT vil likevel oppfordre Widerøe til å vurdere om det er mulig å redusere restrisikoen på base-segmentet i Svolvær ytterligere. I tillegg vil SHT oppfordre Widerøe til å nyttiggjøre seg lærdom fra denne hendelsen i et bredere perspektiv (ref. 2.11.4).

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 Innledning

1.1.1.1 Kartleggingen av hendelsesforløpet er i hovedsak basert på besetningens skriftlige rapporter, deres utdypende forklaringer og data fra ferdskriveren. Besetningen ble intervjuet mer enn fire år etter at hendelsen skjedde. Det må derfor tas i betraktning at tiden sannsynligvis har påvirket hukommelsen til de involverte. Videre har en del grunnleggende opplysninger av betydning for undersøkelsen manglet. Dette blir nærmere omtalt senere i rapporten.

1.1.1.2 Beskrivelse av sentrale parametre fra ferdskriveren, plott og en oppsummering av hva disse indikerer om hendelsesforløpet finnes i kap. 1.11, figur 8 og figur 9. Merk at den kritiske fasen flygebesetningen har beskrevet, fra en opplevd normalsituasjon via en akutt faresituasjon med kraftig opptrekk fra svært lav høyde over sjøen og til situasjonen var avklart, utspilte seg i løpet av knapt 10 sekunder (ref. 1.11.4.1).

¹ Visuelt hjelpemiddel for høydebedømmelse i relasjon til avstand fra landingspunkt.

1.1.2 Forberedelser til flyging

1.1.2.1 Styrmannen var kalt ut på stand-by for å fly tur-retur Bodø-Svolvær om ettermiddagen 2. desember 2010. Fartøysjefen (kapteinen) og den kabinansatte (flyvertinnen) hadde startet arbeidsdagen tidligere. De hadde nettopp landet etter en flyging Bodø-Narvik tur-retur, og hadde en times pause da de møtte styrmannen på basen i Bodø.

1.1.2.2 Fartøysjefen hadde vært tidlig oppe denne dagen. Han sa han var sliten, og gikk på hvilerommet for å slappe av i pausen. Da han kom tilbake ca. 10 minutter senere, vurderte besetningen vær-situasjonen og briefet turen. De aktuelle vindforholdene ved Svolvær lufthavn var vind fra 240° 30 kt, med vindkast opptil 44 kt. Sikten var 8 km. Det var overskyet, med regn- og haglbyger, og bygeskyer i området (ref. kap. 1.7 for detaljerte vær-opplysninger). Bremsseffekten på rullebanen var oppgitt å være god. Svolvær ligger nord for polarsirkelen, og denne desember-ettermiddagen var det helt mørkt.

1.1.2.3 Gjeldende TAF (ref. 1.7.2.2) og SIGMET (ref. 1.7.3.3) kunne tyde på at vinden og turbulensen var avtagende, og besetningen besluttet å starte flygingen mot Svolvær.

1.1.3 Første del av flygingen

1.1.3.1 Widerøes rute WIF814 fra Bodø lufthavn (ENBO) til Svolvær lufthavn Helle (ENSH) tok av kl. 1755 med tre besetningsmedlemmer og 35 passasjerer om bord.

1.1.3.2 Flyet var oppe på marsjhøyden flygenivå FL90 (ca. 9 000 ft) ca. 5 minutter etter avgang. Underveis opprettet besetningen radiosamband med AFIS-fullmektigen i Svolvær og fikk oppdaterte opplysninger om vinden. Vinden var da sterk og retningen variabel, og lå utenfor det som var selskapets operasjonelle grense².

1.1.3.3 Etter en stund løyet imidlertid vinden noe, og flygerne mente i ettertid å huske at den var i størrelsesorden 10–12 kt da de etter ca. 20 minutters flyging nesten var fremme (se også pkt. 1.1.6 og 1.1.9). Dermed kunne de starte på instrumentinnflygingen direkte, uten å måtte gå i «holding» (ventemønster) først.

1.1.3.4 Besetningen på WIF814 påbegynte vanlig prosedyre ved sydvestlig vind, som er en instrumentinnflyging mot nord (LOC 01) ned til fastsatt minimumshøyde på 580 ft (Minimum Descent Altitude, MDA). Har flyet da kommet under skyene og besetningen har god nok sikt, kan man sirkle visuelt øst for plassen og posisjonere seg for landing på rullebane 19 (mot syd). Kart og visuell «sirklingsløype» (Precision Circling RWY 19) er vist i figur 1 og 2.

1.1.3.5 Sikten under skyene var god, og de fikk lysene på flyplassen i sikte i god tid før de var kommet ned til minstehøyden. De gikk ned til 600 ft, og fortsatte som forutsatt med visuell sirkling over fjorden øst og nordøst for plassen. På medvindsleggen i sirklingsløypa (downwind) senket de understellet, satte flapsen til 15° og justerte motor- og propellkontroller for landing (condition levers max). Besetningen avtalte med AFIS-fullmektigen at de skulle få fortløpende vindavlesinger på vei innover.

1.1.3.6 Fartøysjefen (kapteinen) førte flyet (Pilot Flying, PF), mens styrmannen ivaretok de øvrige oppgavene (Pilot Monitoring, PM³). Standard prosedyre i sirklingsfasen er at PF ser ut og i all hovedsak baserer flygingen på visuelle referanser, mens PM overvåker

² Ved variabel vind i sektoren 240-340 grader har Widerøe en restriksjon på 25 kt, inkludert vindkaststyrke siste 2 minutter, Jf. myndighetskrav ENSH AD 2.23 pkt. 2.

³ I 2010 brukte Widerøe begrepet Pilot Not Flying, PNF.

instrumentene og kaller ut eventuelle avvik fra korrekt flygehastighet og flygebane. (ref. 1.17.3.4 for mer detaljert beskrivelse av sirklingsprosedyren og «call-outs»).

- 1.1.3.7 På medvindsleggen var fartøysjefen bevisst på at vinden gjorde at flyet ble ført raskere bort fra plassen og mot fjellene som var merket med hinderlys som ga hvite lysblink (avoidance lights, se figur 2). Styrmannen registrerte på et tidspunkt et fall i flygehastigheten, og kalte ut «Check speed». Fartøysjefen justerte motorkraften, men bare marginalt, siden han så og oppfattet at hastigheten ikke avvek merkbart fra 110 kt, som han hadde planlagt. De hadde ikke snakket om å øke flygehastigheten, slik det ofte gjøres for å øke marginene i sterk vind og ved urolige vindforhold. Det var ikke spesielt sterk turbulens, hverken underveis eller mens de fløy sirklingsløypa.
- 1.1.3.8 Fartøysjefen koplet ut autopiloten før svingen inn mot «base» ble påbegynt (fra nordlig til vestlig kurs). Den eneste konfigurasjonsendringen som gjensto, var å sette flaps til 35° når de var korrekt posisjonert på finalen.
- 1.1.4 Fartøysjefens beskrivelse av den kritiske fasen
- 1.1.4.1 Fartøysjefen forklarte i intervjuer med Havarikommisjonen i 2015 at han holdt normal flygehastighet og påbegynte svingen inn på «base» på vanlig sted, det vil si da han hadde fløyet forbi plassen og kunne se flyplasslysene skrått bak seg til venstre (ca. 45°, se pkt. 1.17.3.4 og vedlegg C for mer informasjon om sirkling). Det var mørkt, og han kunne hverken se horisonten eller konturer av sjøen under seg mens han svingte og fløy på «base». I denne fasen visste han at lysene fra flyplassen var synlig ut til venstre, mens referansene i terrenget for øvrig var begrenset til et par røde hinderlys på land, ca. 1-2 km nord for plassen, omtrent i forlengelsen av senterlinjen på rullebanen (se kart Precision circling RWY 19 nederst i høyre hjørne av figur 2). Han forklarte at intensjonen var å opprettholde sirklingshøyden (600 ft) til de hadde svingt inn mot finalen og hadde god posisjon for landing.
- 1.1.4.2 Fartøysjefen har forklart at han ennå ikke hadde startet svingen fra «base» og inn mot finalen da han registrerte første tegn til noe unormalt. Han husket at styrmannen hadde kalt «Check speed» to ganger i sirklingsløypa, og han mente at andre gangen trolig var like før den unormale situasjonen oppsto.
- 1.1.4.3 Fartøysjefen oppfattet at flyet begynte å riste og at det falt, og korrigerte øyeblikkelig basert på det han følte og forutså at ville komme. Han var sikker på at han ga «Full power» (certified torque 97,5 %), men har forklart at han ikke husket hvordan flyets nesestilling og krenkning var på dette tidspunktet. Effekten av korreksjonene var ikke som forventet. Hastigheten fortsatte å avta, og han følte at flyet ble «*sugd*» eller «*presset*» nedover.
- 1.1.4.4 Fartøysjefen har forklart at han førte stikka forover for å forhindre steiling. Da han trakk stikka bakover igjen for å stige, aktiverte flyets «Stick shaker»⁴. Han skjønnte instinktivt at han måtte slakke litt av på opptrekket for å bygge opp mer hastighet først. Mens dette utspant seg, så han de røde hinderlysene foran seg. Han mente å huske at han i denne fasen kastet et blick på høydemåleren, og at den viste ca. 300 ft (ca. 90 m). På forespørsel kunne han ikke huske å ha registrert «Stick shaker» også *før* han førte stikka forover, men han kunne ikke utelukke dette.
- 1.1.4.5 Fartøysjefen har videre beskrevet at han fokuserte på å sikte mot det ene røde lyset og «*holde seg flatt*», slik at hastigheten fikk bygge seg opp og han kunne trekke opp flyet uten fare for å steile. Han visste han var lavt, men følte han hadde kontroll på hvor

⁴ Mekanisme som får stikkene til å riste kraftig som et forvarsel om steiling.

bakkenivå var. Han syntes det var vanskelig å anslå hvor lenge han «holdt flyet nede», men antydte 4-5 sekunder.

1.1.4.6 Ifølge fartøysjefen fungerte metoden, og han startet stigning og så at de kom til å passere i sikker høyde over lyset. Omtrent på dette tidspunktet, etter at han selv hadde fått opp god flygehastighet og mente flyet hadde begynt å stige, tok styrmannen uventet over stikka og fikk flyet til å stige brattere. Fartøysjefen har forklart at det etter hans syn ikke var nødvendig at styrmannen overtok, men siden situasjonen uansett var under kontroll, besluttet han å ikke motsette seg dette.

1.1.4.7 I de mest kritiske sekundene, mellom der styrmannen kalte ut «Check speed» og der han sannsynligvis sa «My controls», kom ingen av dem med standard «call-outs» eller kommuniserte på annen måte.

1.1.5 Styrmannens beskrivelse av den kritiske fasen

1.1.5.1 Styrmannen forklarte i samtaler med Havarikommisjonen i 2015 at han monitorerte instrumentene og hadde kalt «Check speed» først en gang på «downwind», og så en gang til et sted i sirklingsløypa. Han mente korreksjonene var for små, forholdene tatt i betraktning, og at fartøysjefen burde lagt på litt ekstra hastighet. Styrmannen forventet at høyden skulle reduseres i svingen, slik at de kom til å etablere seg på finalen og ha «wings level» senest når de var nede i 300 ft⁵.

1.1.5.2 Styrmannen har forklart at idet de svingte inn mot finalen, slo «Stick shaker» inn. Han husket at han skvatt da stikka begynte å riste. Styrmannen har beskrevet at han satt og ventet på utkall og håndgrep som skal gjøres i en slik situasjon, men at forventet reaksjon fra fartøysjefen uteble. Det som så skjedde, var at nesen på flyet droppet markant, og styrmannen har beskrevet at han da «så rett ned i svarte havet». Han husket å ha sett et rødt lys på en holme under seg.

1.1.5.3 Styrmannen har videre forklart at han fikk inntrykk av at fartøysjefen i denne kritiske situasjonen holdt stikka omtrent i nøytral stilling, som om han hadde «frosset» på kontrollene. For å forhindre kollisjon med sjøen, grep styrmannen instinktivt stikka og dyttet motorkontrollene helt frem til de stoppet (power levers fully forward, ca. 116 %). Han mente han sa «My controls» og husket at han trakk stikka bakover med begge hender og stor kraft, mens han tenkte at dette umulig kunne gå bra. Imidlertid begynte flyet etter hvert å stige, og de steg til sikker høyde og kom seg ut av den kritiske situasjonen. Han anslo at de kunne ha vært så lavt som 150–200 ft.

1.1.5.4 I intervju med Havarikommisjonen ga styrmannen uttrykk for at han var overbevist om at fallet, og det at nesen på flyet kom ned, var forårsaket av krefter utenfor flyet. Han visste ikke hvorfor de fikk «Stick shaker», og kunne ikke bedømme om flyet steilet.

1.1.6 Tidligere skriftlige rapporter om hendelsesforløpet

1.1.6.1 Havarikommisjonen fikk i 2012 oversendt to skriftlige Widerøe-rapporter fra Luftfartstilsynet. Havarikommisjonen har forstått det slik at det er fartøysjefens beskrivelse som er tatt inn i disse to rapportene i selskapets avvikssystem. Den første var temmelig kortfattet, og fokuserte primært på mulig «overtorque» i forbindelse med avbrutt innflyging som følge av vindskjær.

⁵ Ett av selskapets kriterier for 'stabilized approach'.

1.1.6.2 Den andre rapporten var noe mer utfyllende, og herfra siteres:

Summary: Kraftig "Downdraft" under sirkling til RWY 19 på Svolvær, Helle: Senario: Etablert på LOC og VMC (ca. 1300fot) ble det innhentet "Wind check" som gav 2min vind: 240/30 variasjon 220-300 (ca). Ved forespørsel om tendens ble det oppgitt at det så ut for at bygen var på vei å passere da vinden nå avtok i styrke. Vi bestemte oss da for å legge oss i venteposisjon på downwind (sirklingsløype) med konstant vindavlesning og senere ny "2min vind". Brøt så av LOC visuelt og høyden ble redusert til 600 fot som er sirklingshøyde. Ny vindinfo sa 250/17. På downwind-leg 250/15 og 250/13. Da vi svingte base i 600 fot og var i ferd med å spørre om ny 2 min vind, ble aktuell vind oppgitt til 250/10. I svingen begynte flyet å miste høyde til 500 fot. IAS synker raskt og blir (ved 105kts) kompensert med økt powersetting. Føler så at flyet begynner å falle, pitcher opp og øker power. Får da Stick Shaker og setter Power levers til Fire wall (condition levers er i max). Pitcher frem for å unngå Stall, får kontroll på Speed og pitcher opp.

1.1.6.3 Ingen av rapportene nevnte noe om at styrmannen skulle ha overtatt flygekontrollene, og de inneholdt ikke opplysninger om flyets laveste høyde.

1.1.6.4 Styrmannens skriftlige forklaring, som Havarikommisjonen fikk to år etter hendelsen, nevnte at han ga på til maksimum tilgjengelig motorkraft. Men den beskrev ikke nærmere omstendighetene rundt overtakelsen av flygekontrollene slik han beskrev det for SHT i 2015:

Kapteinen etablerer seg på 600 fot, og hastigheten er nå på ca 1,4 speed. Hastigheten dropper så ned mot 1,3 speed, hvorpå jeg sier "check speed". Korrigering blir foretatt, men etter forholdene ikke nok. Jeg gjentar derfor mitt call, "check speed" på nytt. Korrigering blir foretatt, men heller ikke denne gangen nok i forhold til gjeldende værforhold. Vi får "runway free" fra tårnet og vinden er innenfor våre begrensninger for landing. Kapteinen svinger så flyet fra base og inn på finale 19, og jeg anslår høyden til å være ca 500 fot. Da aktiveres flyets "stick-shaker", korrigering blir foretatt uten at kapteinen gir på power. Flyet "musher" så igjennom med en nose-down attitude i lav høyde, fortsatt uten at det blir gitt mer power. Jeg bestemmer meg da for å ta over kontrollene på flyet, og kjører power-levers i "fire-wall". Flyet får etter hvert nok hastighet og motorkraft til at det begynner å stige, hastigheten øker og en "normal" utkltring vestover kan begynne. Anslår høyden flyet var nede i, til å være ca 150-200 fot.

1.1.7 Tidligere muntlige forklaringer om hendelsesforløpet

Ledende operativt personell i Widerøe hadde besetningen inne til samtale i to omganger noen dager etter hendelsen. Fra Widerøe har Havarikommisjonen fått vite at alle var omforent om hendelsesforløpet da man gikk fra disse møtene. I korte trekk hadde flyet blitt utsatt for kraftig vindskjær, og besetningen hadde gjort rett i å avbryte innflygingen. Reaksjonen og håndteringen kunne synes å ha vært noe overdrevet, med kraftig «nose down», mye motorkraft og akselerasjon til en noe høy hastighet i «recovery». Men grepene var for så vidt korrekte og virket etter hensikten, slik at kontrollen ble gjenvunnet i tide. Widerøe hevder det i 2010 var enighet om at styrmannen tok over flygekontrollene samtidig som motorkraften ble økt fra «full» (ca. 100 % torque) til maksimal tilgjengelig (ca. 120 %).

1.1.8 Videre hendelsesforløp

- 1.1.8.1 Etter at styrmannen hadde overtatt kontrollene, inntok fartøysjefen rollen som Pilot Monitoring og iverksatte prosedyren for avbrutt innflyging. Det vil blant annet si at han hevet understellet og flapsen og justerte ned motorkraften. I denne fasen ble han klar over at de trolig hadde overbelastet motorene. Besetningen bestemte seg for å fly til Leknes, der det var bedre værforhold, og lande der.
- 1.1.8.2 Underveis til Leknes ga styrmannen en kort orientering til passasjerene. Han nevnte at de hadde påtruffet vindforhold som gjorde at innflygingen måtte avbrytes, og sa de ville gå til Leknes. Fartøysjefen tok tilbake rollen som Pilot Flying, og flyet landet på Leknes ca. 23 minutter etter hendelsen. Passasjerene ble sendt med buss til Svolvær.
- 1.1.8.3 Begge flygerne har i ettertid gitt uttrykk for at de var rystet etter hendelsen. Ifølge fartøysjefen ble det i samtalen dem imellom i flyet like etter hendelsen klart at styrmannen ikke hadde oppfattet at de hadde fått «Stick shaker» under opptrekket, og at dette var vesentlig for at de vurderte utførelsen av «recovery»-fasen (korreksjoner for å gjenvinne kontroll) ulikt.
- 1.1.8.4 Forklaringene fra de ulike besetningsmedlemmene spriker også noe når det gjelder den påfølgende returflygingen fra Leknes til Bodø, og når det gjelder hva som skjedde videre. Havarikommisjonen kan imidlertid ikke se at forskjellene har betydning for flysikkerhetsaspekter ved den aktuelle hendelsen, og har valgt å ikke bruke ressurser på å forsøke å avklare detaljer. Følgende kan fastslås:
- Teknisk avdeling ble informert om mulig overtorque av motorene på et tidspunkt etter avgang fra Leknes.
 - Ved ankomst Bodø gikk de tre besetningsmedlemmene sammen til crewrommet og fant seg et ledig rom der de kunne sitte og snakke sammen, ringe og ta notater etc.
 - Fartøysjefen stod over påfølgende flyging, men tok opp igjen tjenesten og fullførte siste del av flyprogrammet samme kveld.
 - Styrmannen var uansett ferdig for dagen, mens den kabinansatte valgte å avstå fra flyprogrammet resten av kvelden.

1.1.9 AFIS-fullmektigens beskrivelse

- 1.1.9.1 Følgende er hentet fra rapporten vakthavende AFIS-fullmektig ved Svolvær lufthavn skrev få dager etter hendelsen (mer informasjon om været finnes i kap. 1.7):

WIF814 er inbound fra ENBO, RWY 19 i bruk med info om vind fra 230 og 20-30 kt målt på vår offisielle vindmåler RWY 01. Når 814 er established på LLZ 01, ca 5-6 nm ute ser jeg at vindmåler på RWY 19 viser et betydelig avvik i forhold til oppgitt vind, denne viser 23022G32kt men retningen varierer mellom 200 og 270 grader. Vindinfo for RWY 19 blir gitt til 814 som svarer at dette er for mye vind for landing og at dem vil avbryte innflygingen. Jeg ringer BO ATC for å gi beskjed om dette da 814 kommer på radio igjen og sier at dem vil prøve.

Vinden avtar litt etter dette og jeg spør 814 om jeg skal lese instant vind for dem på turen inn, dette svarer 814 ja til. Fra dette tidspunkt og til WIF 814 er på short final varierer retningen mellom 180 og 270 grader, styrken mellom 14-23kt, vinden leses flere ganger til 814 er ca 1nm ute, vinden har da økt i styrke og ligger over 20 kt, på sluttinnlegget slutter jeg å lese vind for ikke å forstyrre pilotene, vinden er da 27027kt. På ca 0.5nm observerer jeg at 814 faller litt

igjennom høyden (kanskje 50-100ft), jeg ser på vindmåleren og retningen ligger da på 270-300gr 27kt. WIF814 stiger rett etterpå og melder om MA [Missed Approach, avbrutt innflyging], går så ut på LLZ01 og får Holding KN 6000, etter et par minutter ber 814 om clr [klarering] til ENLK, får så denne og diverter dit. Sambandet overføres til ENLK.

Situasjonen ble ikke oppfattet som kritisk sett fra tårnet.

1.1.9.2 I rapporten fra AFIS-fullmektigen står det også at observert vind siste 10 minutter for rullebane 19 varierte i retning mellom syd og vest-nordvest, med styrke 23 knop og vindkast opptil 39 knop (24023G39KT 180V300).

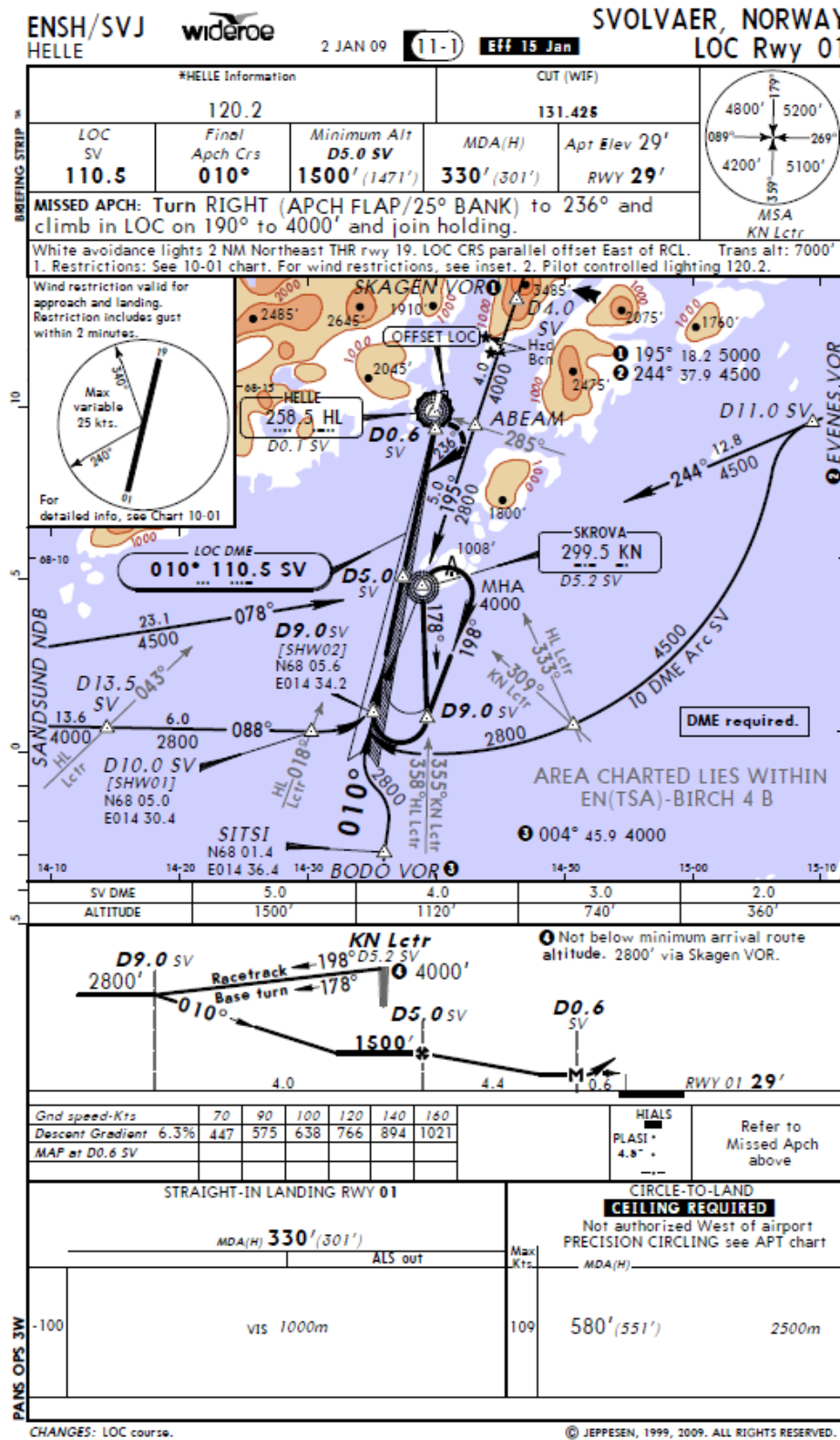
1.1.10 Tilleggsinformasjon fra den kabinansatte

Den kabinansatte satt fastspent i setet sitt med ryggen mot cockpit og utsikt bakover i kabinen. Hun har forklart til Havarikommisjonen at alt var normalt frem til de fikk en «downdraft» under innflygingen, hvilket ikke er uvanlig. Hun forventet litt rusing fra motorene, etterfulgt av stigning. Men i dette tilfellet kom ikke den forventede stigningen, selv om hun hørte motorene ruse veldig. Hun følte at de ble presset nedover. Gjennom vinduet på høyre side av flyet kunne hun se at de passerte et rødt lys, og hun husket at en av passasjerene på fremre rad bemerket at «det lyset skal jo ikke være der». De ble fortsatt presset nedover, og hun tenkte at dette ikke kom til å gå bra. Hun anslo at det tok 30–40 sekunder før flyet begynte å stige.

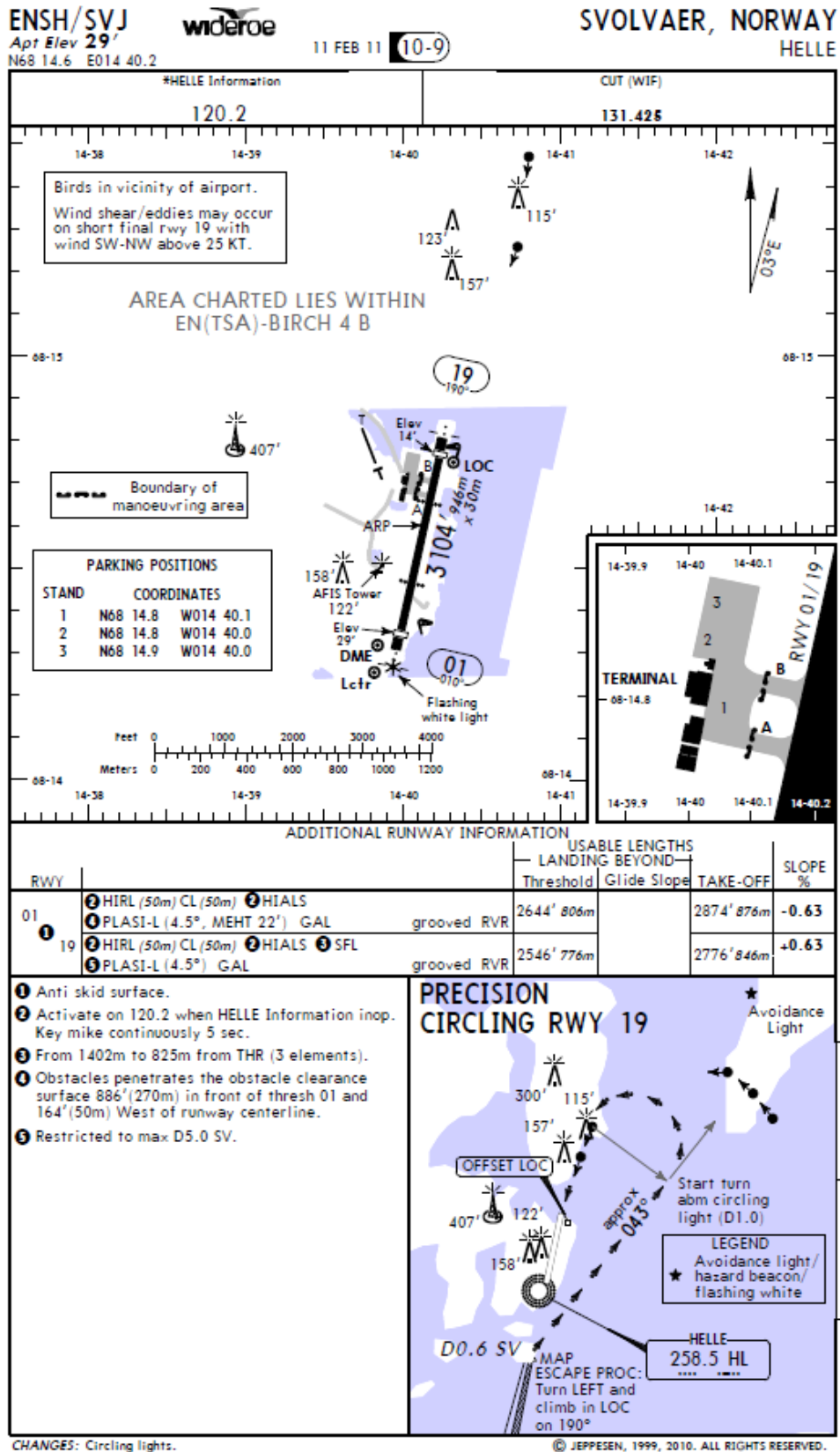
1.1.11 Tilleggsinformasjon fra øvrige vitner

En passasjer som Havarikommisjonen har intervjuet, husket tydelig at de var inne i en særdeles intens «sydlandsk» regnbyge med svære, piskende dråper da de passerte flyplassen på vei nordover under sirklingen. SHT har også innhentet vitneutsagn fra folk på bakken. Utsagnene samsvarer godt med ferdskriverdata og den informasjonen besetningsmedlemmene har gitt.

1.1.12 Widerøes innflygingskart og sirklingsløype



Figur 1: Widerøes gjeldende innflygingskart for ENSH da hendelsen skjedde. For landing mot syd følges prosedyren «Circle-to-land». Se også figur 2. Kilde: Widerøe



Figur 2: Widerøes flyplasskart over ENSH 11. feb 2011 (aktuelt kart var ikke å oppdrive), med angivelse av sirkingsløypa «Precision Circling RWY 19» i nedre høyre hjørne. Sirkingslysene i nordøst og på finalen ble satt opp etter hendelsen. Kilde: Widerøe

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	3	35	

1.3 Skader på luftfartøy

Ingen. Se kap. 1.6.

1.4 Andre skader

Ingen

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjef

1.5.1.1 Fartøysjefen (kapteinen) var på hendelsestidspunktet 43 år. Han tok sivil trafikkflygerutdannelse i USA på begynnelsen av 90-tallet, og opparbeidet seg flygererfaring i USA, Afrika og Sverige før han fikk jobb i Widerøe i 1999. Der fløy han Dash 8 som styrmann med base i Bodø i 3 år og i Bergen i 6 år før han ble sjekket ut som kaptein i 2008 og på ny fikk base i Bodø.

1.5.1.2 Hans trafikkflygersertifikat (Airline Transport Pilot License, ATPL(A)) var gyldig på hendelsestidspunktet. Siste legesjekk var 29. november 2010. Siste OPC/PC var 15. november 2010.

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	1:35	1:35
Siste 3 dager	1:35	1:35
Siste 30 dager	26:05	26:05
Siste 90 dager	117	117
Totalt	8 549	5 626

1.5.2 Styrmann

1.5.2.1 Styrmannen var på hendelsestidspunktet 42 år. Han utdannet seg til trafikkflyger og fløy opp til trafikkflygersertifikat (Commercial Pilot Licence, CPL(A)) i Norge i 2001. Han fløy bla. DHC-6 Twin Otter og C-208B Cessna Caravan før han ble ansatt i Widerøe og begynte å fly Dash 8 med base i Bodø i 2003. Hans legeattest klasse 1 var gyldig på hendelsestidspunktet. Siste OPC/PC før hendelsen var 6. juni 2010.

Tabell 2: Flygetid styrmann

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0:40	0:40
Siste 3 dager	0:40	0:40
Siste 30 dager	37:25	37:25
Siste 90 dager	79:10	79:10
Totalt	Ca. 3 940	3 090

1.5.3 Prestasjoner ved flygetrening og ferdighetskontroll

Gjennomgang av historiske data fra selskapets treningsavdeling viste at både fartøysjefen og styrmannen holdt «*solid og god WF-standard, god CRM [Crew Resource Management], ingen alvorlige ting avdekket, kun mindre anmerkninger, godt kunnskapsnivå, finner fram i bøkene*». De fikk bedømmelsen «*good standard demonstrated*», som er den vanligste kategorien for selskapets flygere.

1.5.4 Søvn og hvile

1.5.4.1 Fartøysjefen var ikke inne i noen spesielt slitsom periode. Nettene i forveien hadde han hatt normal, god søvn. Natten før hendelsesdagen hadde han imidlertid sovet litt urolig. Han stod opp kl. 5 og hadde reist som passasjer Bergen-Oslo-Bodø før han startet arbeidsdagen med en flyging Bodø-Narvik tur/retur. Han følte seg sliten den aktuelle ettermiddagen, og benyttet pausen til å hvile. Arbeidsdagen for øvrig hadde vært alminnelig anstrengende for årstiden. Både styrmannen og kabinbesetningsmedlemmet sa i intervju med SHT at de reagerte på at fartøysjefen virket trøtt.

1.5.4.2 Styrmannen husket at han hadde sovet godt om natten og var uthvilt og opplagt.

1.5.4.3 Hverken fartøysjefen eller de øvrige besetningsmedlemmene hadde noe annet negativt å bemerke om egen helsetilstand, dagsform eller lignende.

1.5.5 Kabinansatt

Den kabinansatte ble ansatt i Widerøe i 1995 med base i Bodø og hadde ca. 10 års aktiv tjeneste bak seg da hendelsen skjedde.

1.6 **Luffartøy**

1.6.1 Generelt om flytypen og status for LN-WIU

Flyet av typen Bombardier DHC-8-103 kalles oftest Dash 8, og er et tomotors turbopropfly med trykkabin som tar maksimalt 39 passasjerer.

Eier: Widerøe

Fabrikant: Bombardier Aerospace Inc.

Type: DHC-8-103

Serienr.: 378

Produksjonsår: 1994

Airworthiness Review Certificate (ARC): Gyldig til 27. februar 2011

Motorer: 2 stk. Pratt & Whitney PW121

Flyets gangtid: 34 500:45 timer / 39 114 landinger

Masse på hendelsestidspunktet⁶: Ca. 14 802 kg (32 633 lb)

Tyngdepunkt plassering: DLI 36,6

1.6.2 Noen utvalgte begrensninger

Tillatt tyngdepunktsområde for avgang:	DLI 35–57
Maksimal aktuell tillatt avgangsmasse:	15 649 kg
Maksimal aktuell tillatt landingsmasse:	15 377 kg
Steilehastighet (aktuell masse, power off, flaps 15):	76,5 KCAS
Maksimal generell sidevindskomponent for landing:	36 KCAS
Maksimal hastighet flaps 15 (VFE):	148 KCAS
Maksimal g-belastning med flaps 15:	2,0 G

1.6.3 Grense for påkrevd inspeksjon

1.6.3.1 *Motorer og propeller*

I følge Pratt & Whitney Canada Maintenance Manual kan torque være opp til 145,6 % i opptil 20 sekunder eller opptil 125 % i mer enn 10 minutter før det utløser krav til inspeksjon av motoren.

I følge Hamilton Sundstrand Maintenance Manual kan torque være 125 % eller høyere før det utløser krav til inspeksjon av propellen.

FDR-data viste at både venstre og høyre motor hadde vært oppe i 116–118 % i omtrent 35 sekunder, med propellturtall 1 200 RPM (ref. 1.11.3).

1.6.3.2 *Flyets struktur*

Flyets Maintenance Manual beskriver framgangsmåten ved «*Inspection after severe turbulence or buffeting*». Følgende beskrives som utløsende årsaker til en slik inspeksjon:

(3) A pilot report of severe turbulence, such as entry in the Flight Defect Report, is sufficient to do a conditional inspection for possible damage caused from the event.

(4) If severe turbulence is suspected to have occurred, the aircraft vertical and lateral acceleration data may be downloaded from the Digital Flight Data Recorder (DFDR).

Inspeksjoner skal gjennomføres hvis den vertikale belastningen kommer utenfor gitte begrensninger. For aktuell masse 32 633 lbs, går grensen ved 2,3 G.

FDR-data viste at vertikalakselerasjonen kortvarig var oppe i 2,7 G (ref. 1.11.3). Widerøe har opplyst at LN-WIU var inne til strukturell «High G» sjekk 24. mars 2011 uten at det

⁶ Det originale masse- og balanseskjemaet var ikke lenger tilgjengelig da undersøkelsen ble åpnet i 2015. SHT ba derfor Widerøe om å forsøke å gjenskape dette, da det har betydning for tolking av FDR-data m.m. Skjemaet som ble utarbeidet i ettertid følger som vedlegg B.

ble funnet strukturelle skader. Widerøe har ikke kunnet dokumentere hvorvidt det ble foretatt en strukturinspeksjon før dette.

1.6.4 Steilevarsel (Stall warning system)

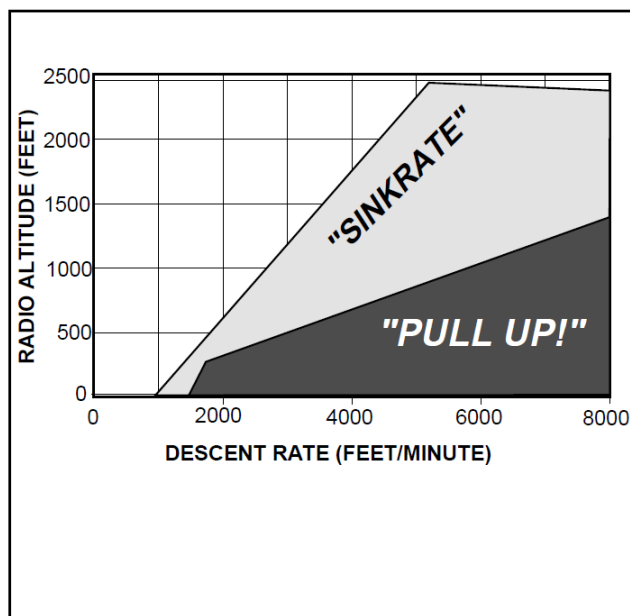
Flyet har steilevarsel (Stall warning system) som varsler besetningen før vingen steiler. En føler montert i forkant av hver ving (Lift transducer) registrerer når luftstrømmen omkring vingen nærmer seg kritisk vinkel. To uavhengige Stall warning computers gir så signaler til en vibrator (Stick shaker) montert på hver stikke slik at stikkene begynner å vibrere før vingen steiler. Computerne benytter også signaler for flaps-posisjon for å regne ut når det skal gis steilevarsel. Steilehastigheten angis også på flyets Flight Director (EHSI, Electrical Horizontal Situation Indicator). Hvis steilevarselet aktiveres, vil signalene fra terrengvarslingen blokkeres (se nedenfor).

1.6.5 Terrengvarsel (Enhanced Ground Proximity Warning System – EGPWS)

LN-WIU var utstyrt med terrengvarselsystem av typen Honeywell MK VIII Enhanced Ground Proximity Warning System, serie 965-1206-XXX. Systemet mottar informasjon fra en rekke av flyets systemer, blant annet Air Data Computer, radiohøydemåler, GPS og en terrengdatabase. Varslene fra EGPWS har en reaksjonstid på mellom 0,2 og 0,8 sekunder. Varslene blokkeres hvis steilevarselet aktiveres.

Systemet har seks forskjellige typer varsler:

1. Excessive Descent Rate. For stor nedstigningshastighet i forhold til den aktuelle høyden. Lydvarselet som gis har to forskjellige nivåer: «SINKRATE» og «PULL UP» som vist i figur 3. I tillegg kommer varsellyset «PULL UP»⁷ på. Ved bratte innflygingsvinkler (over 3,5°) kan følsomheten på systemet endres (Steep Approach Bias). Dette må velges ved hjelp av en bryter i cockpit.



Figur 3: EGPWS-genererte lydvarsel ved Excessive Descent Rate. Kilde: Honeywell

2. Excessive Terrain Closure Rate (avstanden til terrenget avtar for hurtig). Lydvarselet som gis har to forskjellige nivåer: «TERRAIN, TERRAIN» og «PULL UP». I tillegg kommer varsellyset «PULL UP» på. Varselet opptrer forskjellig om flyet er under innflyging med flaps i landingskonfigurasjon (2B) eller ikke (2A).

⁷ Varsellyset er montert øverst på instrumentpanelet (Glare shield).

3. Altitude Loss After Takeoff (avtagende høyde etter avgang). Lydvarsel «DON'T SINK».
4. Unsafe Terrain Clearance. Varsler at avstanden til terrenget er for liten. Det gis tre forskjellige lydvarsler avhengig av flygefase og flyets konfigurasjon: «TOO LOW GEAR», «TOO LOW FLAPS» og «TOO LOW TERRAIN».
5. Below Glideslope. Lydvarsel med «GLIDESLOPE» hvis flyet kommer under glidebanen. Lydnivået på varselet har to nivåer avhengig av hvor alvorlig avviket fra glidebanen er. I tillegg kommer varsellyset «GS» på øverst på instrumentpanelet.
6. Kan gi en rekke varsler spesifisert av operatøren. LN-WIU hadde lydvarsel for høy krenkning, «BANK ANGLE, BANK ANGLE» og valgt beslutningshøyde, «MINIMUMS».

Typene 1–5 bygger på tidligere versjoner av varselsystemet Ground Proximity Warning (GPWS). På EGPW er varslene type 1, 2, 4 og 5 forbedret ved hjelp av informasjon fra flyets terrengdatabase og GPS. En del av denne forbedringen er funksjonen «Terrain Clearance Floor» som varsler med «TOO LOW TERRAIN» hvis flyet kommer for nært terrenget innenfor en radius på 15 NM fra nærmeste flyplass. I tillegg kan høydene på omgivende terreng vises på flyets instrumenter (EHSI).

1.6.6 Prosedyre ved vindskjær/fare for kollisjon med terreng

Abnormal and Emergency Procedure for Wind shear/Terrain Recovery beskriver utkall, håndgrep og besetningssamarbeid (ref. OM B 3.4.4.15, vedlegg D). PF skal innledningsvis kalle «GO AROUND – FULL POWER», samtidig som korrekt pitch (nesestilling) for optimal stigeevne og full motorkraft initieres. PM skal finjustere til full motorkraft (certified torque 97,5 %). Videre forløp avhenger av om avstanden til terrenget øker eller minsker, og dette skal PM overvåke og informere om (*TERRAIN CLOSING/ CLEAR OF TERRAIN*). I nødsfall må man øke motorkraften til maksimalt tilgjengelig (maximum available power), holde optimal flygehastighet (V_2/V_{GA}) og redusere vinkelen på nesepartiet bare akkurat nok til å stoppe «Stick shaker» hvis den utløses.

1.6.7 Prosedyre for å avverge begynnende steiling

- 1.6.7.1 I den generelle innledningen i flygehåndboken står det blant annet at «Stick shaker» gir tilstrekkelig forvarsel om steiling i alle situasjoner, og at kontrollen raskt gjenvinnes når man slakker av på draget i stikka eller gir den en svak dytt forover (ref. vedlegg D). Høydetap minimaliseres med resolutt motorpådrag. Dersom flyet faktisk steiler vil nesepartiet «pitche ned» naturlig. Det advares i den sammenheng mot overdrevet stikkebevegelse forover, siden man kan risikere for bratt vinkel i uttaket.
- 1.6.7.2 *Abnormal and Emergency Procedure for Stall Recovery* beskriver utkall, håndgrep og besetningssamarbeid i tilfelle «Stick shaker» løses ut (ref. OM B 3.4.5, vedlegg D). I likhet med OM B 3.4.4.15 (ref. 1.6.6) forutsettes også her et samarbeid om å sette «Full Power». Prosedyren nevner blant annet også at man skal være bevisst på å unngå over-torque, og ikke akselerere til over 140 KIAS.

1.7 **Været**

1.7.1 Generelt

Det var helt mørkt da hendelsen skjedde. Opplysninger om opplevd vær og vind i underveisfasen og opplysninger om AFIS-fullmektigens vindavlesninger i forbindelse med innflygingen finnes også i beskrivelsen av hendelsesforløpet (ref. kap. 1.1).

1.7.2 Observert og varslet vær

1.7.2.1 METAR (værobservasjoner for luftfartsformål uttrykt i meteorologisk kode) utstedt for Svolvær lufthavn Helle (ENSH) i perioden 1550–1750 UTC⁸ (hendelsen skjedde kl. 1718 UTC):

1550 UTC 24030G44KT 8000 -SHRAGS FEW008 SCT012CB BKN014 05/03 Q1001=
1650 UTC 24030G44KT 8000 -SHRAGS FEW008 SCT012CB BKN014 05/03 Q1000=
1750 UTC 23030G41KT 9000 -RAGS FEW008 SCT010CB BKN012 05/03 Q1000=

1.7.2.2 Følgende værvarsel (TAF, Terminal Aerodrome Forecast) gjaldt for Svolvær lufthavn den aktuelle ettermiddagen og kvelden (utstedt kl. 1400 UTC):

0215/0221 24030G45KT 9999 –SHRA SCT012 BKN020 TEMPO 0215/0221
24020G35KT 4000 SHRAGS BKN012CB

1.7.3 Væropplysninger innhentet i ettertid

1.7.3.1 Meteorologisk institutt (MI) utarbeidet på forespørsel fra Havarikommisjonen en rapport om vær-situasjonen i det aktuelle området rundt Svolvær. Følgende utdrag er hentet fra MIs rapport:

Generell vær-situasjon:

En serie av små lavtrykk skapte en situasjon med et sammenhengende frontsystem som strakk seg fra Nova Semlja i nordøst og til Island i sørvest. I store deler av Nord-Norge var det derfor sterk sørvestlig vind og mye nedbør, i Lofoten i form av regnbyger.

Skyer, sikt og nedbør:

Lofoten hadde kaldfrontpassasje i tidsrommet mellom kl 17 UTC og kl 19 UTC. Det var CB, regn og –haglbyger observert i hver METAR fra kl 1350 UTC og til kl 1950 UTC. Det var overskyet hele dagen, og skybasen lå lavt mellom 1000-2000 fot.

Bakkevind:

Vinden i Lofoten var sørvestlig, i ENSH var middelvinden rundt 30 knop, men med sterkere vindkast hele dagen. Lenger ut i den åpne Vestfjorden var middelvinden sterkere, ca 35–45 kt.

Høydevind:

Vind i fra datamodeller viser økende vind med høyden fra bakke og opp til 5000 fot, for deretter å avta i styrke opp til 10000 ft.

Vindprofil i tidsrommet 16–18 UTC:

500 fot: 30–40 knop

2000 fot: 40–50 knop

5000 fot: 50–60 knop

10000 fot: 35–45 knop

Sørvestlig i alle høyder.

⁸ Dekoding av meteorologiske forkortelser finnes her: https://www.ippc.no/ippc/help_met.jsp og https://www.ippc.no/ippc/help_metabbreviations.jsp

1.7.3.2 IGA-prognosen⁹ (International General Aviation) for «Nordland coastal and fjord districts» varslet blant annet om lokal «severe» turbulens i tidsrommet 1400–2400 den 2. desember 2010. Det var også varslet om lokal CB-aktivitet mellom 1 000 og 2 000 fot.

1.7.3.3 Det ble i løpet av 2. desember 2010 sendt seks SIGMET (Significant Meteorological Information). Disse dekket hele døgnet, og varslet om lokal sterk turbulens i området. Gjeldende SIGMET da flygingen fant sted:

ENBD SIGMET D05 VALID 021630/022030 ENVN-ENOR NORWAY FIR
LCA SEV TURB FCST N OF N6700 AND W OF E02000 BLW FL080. WKN=

1.7.4 Turbulens

1.7.4.1 MI hadde arkiverte data fra hendelsestidspunktet som viste betydelig turbulent kinetisk energi i området (SIMRA varslingsmodell). Dette ble også underbygget av vindmålingene fra rullebanen. MI konkluderte med følgende:

1. Vi anslår at det har vært kortvarig vindskjær på så mye som 20 m/s [39 kt] på 400 fot på det meste. Dette anslaget bygger på erfaring og vurderinger sammenholdt med observasjoner og modellberegninger. Vi gir et anslag siden vi ikke har observasjoner av vindskjær.

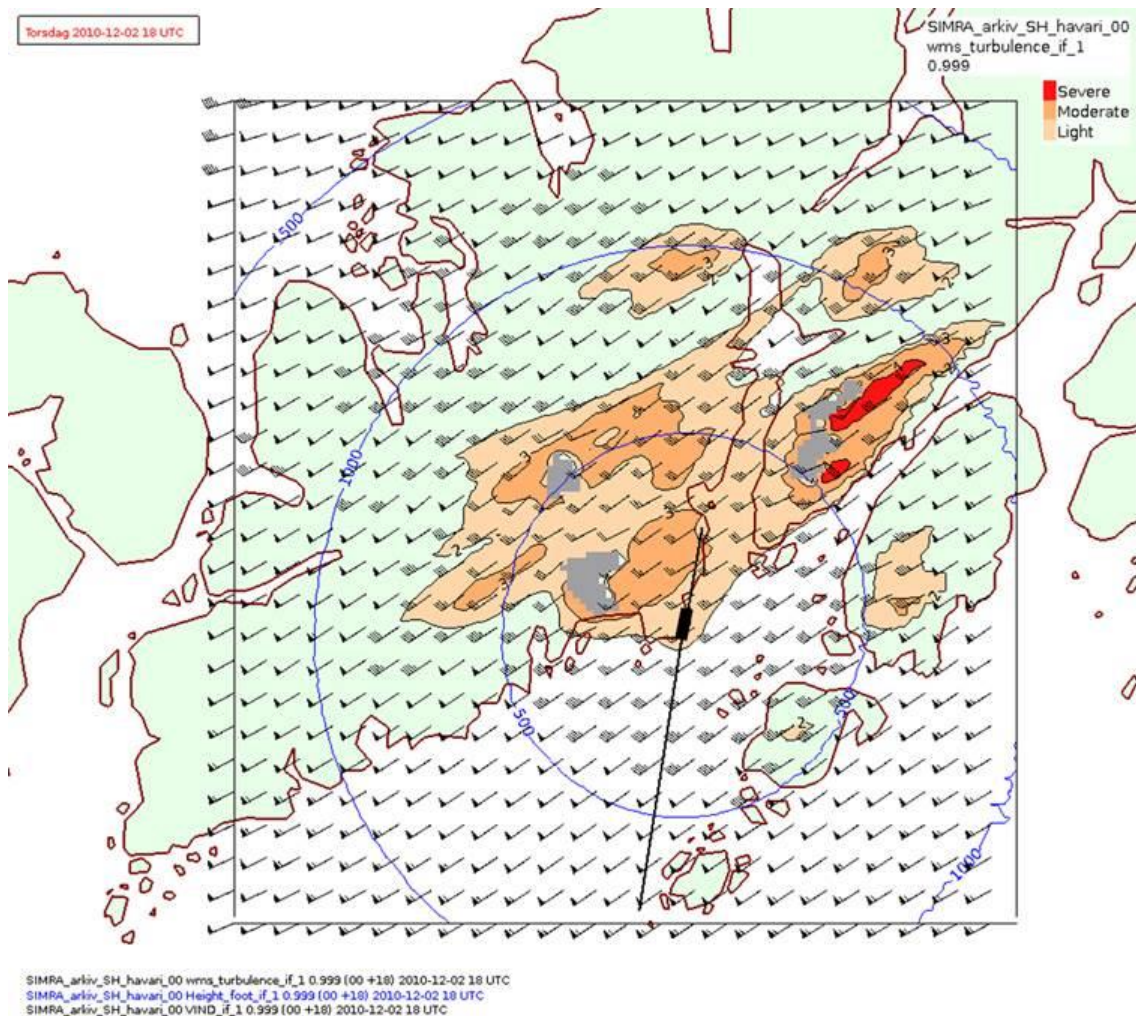
2. Vi regner med at det også har vært vindkast på 20 m/s [39 kt] med en nedadgående komponent i forbindelse med kraftige bygeskyer i området. Dette anslaget bygger som under punkt 1 på erfaring og vurderinger sammenholdt med observasjoner og modellberegninger. Igjen gir vi et anslag siden vi ikke har observasjoner.

1.7.4.2 Figuren under (figur 4) illustrerer turbulensforholdene etter samme mal som brukes på Avinor IPPC (Internet Pilot Planning Centre). Kartet viser høyden av en traktformet flate med bunnen i rullebanen (bred svart strek). Grå områder bygget opp av kvadrater angir hvor fjellene i modellen stikker opp gjennom den traktformete flaten.

1.7.4.3 Omkring den smale svarte streken som illustrerer de lineære inn-/utflygingstraseene, angir isolinjer høyden av flaten for hver 500 ft. Vindpiler angir vindens retning og styrke i den kjegleformete flaten (kort strek for hver fem knop, lang strek for hver 10 knop og fylt trekant for 50 knop). Videre viser isolinjer turbulensintensitet (kvadratroten av turbulent kinetisk energi). Turbulensindikatoren har fargepalett i en rød-oransje tone. Den kraftigste fargen angir mer enn 4 m/s.

1.7.4.4 Det var ressurskrevende å fremskaffe så gamle arkiverte data, og vertikalsnitt ble ikke gjenskapt.

⁹ Gjelder fra bakken og opp til og med FL100. Gir bla. forventet bakkevind, vind i 2000 ft, FL050 og FL070, ising og turbulens.



Figur 4: Horisontalsnitt som viser modellert turbulensbilde ca. 45 minutter etter hendelsen. Utfyllende forklaringer om modellen finnes på www.ippc.no. Kilde: Meteorologisk institutt

1.7.5 Vindskjær

- 1.7.5.1 Med vindskjær menes i denne sammenheng en plutselig endring i vindens retning og/eller styrke av en slik art, omfang og varighet at et fly kan få store problemer med å opprettholde planlagt hastighet og bane. Det er velkjent at vindskjær i lav høyde utgjør en alvorlig trussel. I verste fall kan det forårsake at et fly steiler og faller ukontrollert, eller får et så betydelig avvik fra planlagt profil at det flyr i bakken, selv etter rask og korrekt reaksjon fra besetningens side.
- 1.7.5.2 Kraftige lokale vindskjær, oftest med kort varighet, kan oppstå når vertikal utstrømming under en bygesky bøyer av og brer seg horisontalt idet luften treffer bakken (såkalt microburst, se figur 5).

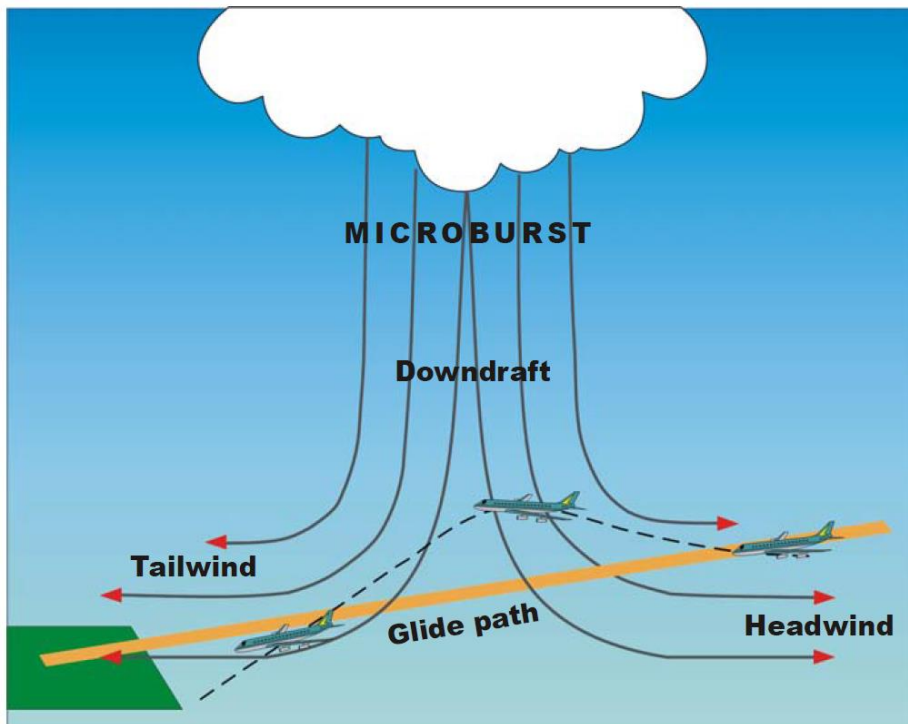


Figure A4-3. Wind shear brought by a microburst

Figur 5: Vindskjær forårsaket av microburst. Kilde: ICAO Manual on Low-level Wind Shear

1.7.6 Formidling av vind

1.7.6.1 Ved opplysning om bakkevind til luftfartøy før avgang og landing benyttes 2-minutters middelværdi, inkludert signifikante variasjoner fra middelværdien. Med signifikante variasjoner menes blant annet maksvind og retningsvariasjon. Maksvind skal i henhold til luftfartsbestemmelsene gjenspeile de siste 10 minutter, men blant annet i Svolvær baserer Widerøe seg på vindkast kun de siste 2 minutter. Vindopplysninger i METAR baseres på 10 minutters middelvind.

1.7.6.2 Øyeblikksvind (instant wind) opplyses bare unntaksvis og etter avtale, typisk når en flyger ber om «kontinuerlig» vindopplegning på finalen eller spør om «windcheck». Da blir øyeblikkwindens retning og styrke oppgitt fra tårnet. I dette tilfellet ble det avtalt at AFIS-betjenten skulle lese øyeblikksvind mens flyet befant seg på «downwind» (ref. 1.1.6.2).

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Svolvær lufthavn var utstyrt med localizer (LOC), avstandsmåler (DME), to retningsfyr (NDB) og VHF peiler da hendelsen skjedde. Det er ikke rapportert om uregelmessigheter med innflygingshjelpemidlene i forbindelse med hendelsen.

1.9 Samband

Samband mellom fly og AFIS-enheten forløp normalt på frekvens 120,200 MHz. Opptak av radiokorrespondansen etter den aktuelle hendelsen ble ikke sikret¹⁰.

¹⁰ Avinor oppbevarer opptakene rutinemessig i minst 30 dager. De kan deretter overspilles dersom ikke annet er avtalt med SHT.

1.10 Flyplass og hjelpemidler

1.10.1 Generelt

- 1.10.1.1 Svolvevær lufthavn Helle (ENSH) ligger ytterst i Austnesfjorden i Lofoten (posisjon 68°14'36"N 014°40'09"E). Plassen er omgitt av fjellterreng i sektoren vest-nord-øst (se figur 7). Flyplassen ligger 29 ft over havet (MSL). Rullebaneretningen er 01/19. Lufthavnen har instrumentinnflyging for landing mot nord (RWY 01). Tilgjengelig rullebanelengde (LDA) for landing RWY 19 er 776 m. Terskelhøyden på RWY 19 er 14 ft, og i denne retningen har rullebanen stigning på 1,5 % i et segment syd for midten.
- 1.10.1.2 Ifølge AIP Norge fantes det på hendelsestidspunktet to høyintensitet blinklys som markerte fjellformasjoner nordøst av plassen. Disse kunne brukes som referanse ved sirkling til RWY 19, men var ikke ledelys. Funksjonen var å advare om terreng. Lys i terrenget for øvrig var to røde hinderlys like nord for terskelen på rullebane 19, nær forlengelsen av senterlinjen¹¹ (se figur 1).
- 1.10.1.3 Svolvevær hadde PLASI (Pulse Light Slope Approach Indicator) for innflyging fra begge retninger. PLASI-vinkelen til RWY 19 var 4,5°, med bruksområde innenfor 5 NM. Den synlige sektoren var 16 grader. Ingen av besetningsmedlemmene på LN-WIU husket å ha sett lyset fra PLASI under hendelsen.
- 1.10.1.4 Svolvevær lufthavn er klassifisert som «Class C», som er den mest krevende kategorien. Class C innebærer at det stilles særskilte krav til operatører som skal utføre ervervsmessig luftransport (Ref. EU-OPS 1.975 *Route and aerodrome competence qualification*). Operatører skal blant annet sørge for at fartøysjefen har spesiell utsjekk, og sette begrensninger for bakkevind.



Figur 6: Illustrasjonsfoto ENSH, sett fra nordvest (rullebane 19). Merk røde hinderlys nord for plassen. Foto: Avinor

¹¹ Avinor har bemerket at det reelle antallet hinderlys var høyere enn angitt i AIP, og at det i den aktuelle perioden muligens fantes tilleggsopplysninger om endringer på NOTAM.

1.10.1.5 Svolveær lufthavn hadde to vindmålere og to vindpølser da hendelsen skjedde. Vindmåler for RWY 01 stod nær vindpølsa og var hovedvindmåleren som ga grunnlag for METAR. I nordenden var det vindpølse på østsiden og vindmåler på vestsiden av terskelen til RWY 19. Erfaringsmessig kunne vindmåleren og vindpølsa i nord vise ulike verdier ved enkelte vindretninger, og de har senere blitt samlet på østsiden av terskelen.

1.10.2 Kunngjorte advarsler

AIP Norge inneholdt følgende advarsel:

Vindskjær/virvelvinder kan forekomme på siste del av sluttinnlegget til RWY 19 ved vindfelt SW-NW over 25 KT.

1.10.3 Selskapets spesifikke briefing for Svolveær lufthavn

1.10.3.1 For Svolveær lufthavn hadde Widerøe fastsatt følgende særskilte vindbegrensning for innflyging og landing:

RESTRICTION:

Variable wind within sector 240°-340°

- *Max wind speed 25 kts including gust within 2 minutes (variable means there is variation in direction 60° or more).*

1.10.3.2 I likhet med advarselen i AIP Norge (ref. pkt. 1.10.2) var det også en advarsel om vindskjær på kort finale til rullebane 19:

CAUTION:

- *Wind shear/eddies may occur on short final RWY 19 with wind SW-NW above 20 kts.*



10-01

AIRPORT BRIEFING

Airport Category C

SVOLVÆR
 HELLE, ENSH/SVJ


Svolvær Lufthavn, Helle ligger på E-siden av en halvøy nær strandlinjen med småkupert nærterreng og med sjø på alle kanter unntatt mot W-NW. På avstand omkranses flyplassen av relative høye fjell i sektoren W-NE. Plassen ligger ca. 6 KM fra Svolvær sentrum.

RESTRICTION:

The following restrictions apply for approach and landing:

Variable wind within sector 240°-340°

- Max wind speed 25 kts including gust within 2 minutes (variable means when there is variation in direction of 60° or more).

Take-off RWY 01: OBST 158 ft., 800M N of RWY must be visible at brake release.

CAUTION:

- When wind exceeds 20 kts from NW, be aware of wind shear/eddies/downdrafts on short final to RWY 01.
- Wind shear/eddies may occur on short final RWY 19 with wind SW-NW above 20 kts.
- Downslope RWY 01.

AIRPORT CATEGORY C

Risk factors: Wx, turbulence, mountainous terrain, approach to one RWY only, special missed approach procedure (25° bank/flap 15°)/course reversion, tight circling procedure, black hole effect, special CLP RWY 01(immediate turn), AFIS /no TMA or radar)

SPECIAL BRIEFING:

- Recommended circling altitudes for continuous descent to RWY 19
- Escape Procedure in marginal Wx.



10-02

AIRPORT BRIEFING

SVOLVÆR
HELLE, ENSH/SVJ

ESCAPE PROCEDURES:

RWY 01: Start immediate climb and follow CLP 01.

Circling RWY 19:

- On downwind or on base to final: Start immediate Left climbing turn towards HL and follow CLP 19.
- On final, start immediate climb and follow CLP 19

VÆR

Flyplassens beliggenhet gjør den utsatt for vind, spesielt i vinterhalvåret. Statistikk viser at fremherskende vindretning er fra SW men når vindstyrken er 30 kts. eller sterkere, er også sektorene NE og E fremtredende.

Det er variabel vind fra W og NW over 20 kts som skaper de største operasjonelle problemer, spesielt ved landing da W og NW høydevind gir variabel bakkevind. Særskilte vindrestriksjoner gjelder for variabel vind i sektoren 240°-340°. Under slike forhold er det moderat og i blant sterk turbulens under siste del av innflygingen til bane 01 og under sirkling. Det er registrert til dels sterke downdrafts på finalen til begge baner under slike forhold. E og NE vinder forekommer oftest i sommermånedene og kan gi noe turbulens under innflygingen. SW-lig vind er relativt stabil, hva angår styrke og retning.

Med SW-vind får en som oftest en heving av skybasen over plassen, mens det kan være lavere skybaser mot S, E og N. Med vind fra S-lig kant får en dannelse av stratus mot fjellene nord for plassen, men avstanden er så stor at dette vanligvis ikke er til hinder for sirkling NE for flyplassen.

Lav stratus/tåke forekommer oftest vår/sommer. Plassen er noe beskyttet mot havtåke fra NW. Adveksjonståke kommer som oftest inn fra sektor SW-S sen kveld eller natt, og løses opp om morgenen/formiddagen.

Figur 7: Utdrag av Widerøes særskilte briefing for Svolvær lufthavn. Kilde: Widerøe

- 1.10.3.3 Advarslene om været er tilnærmet lik beskrivelsen lufthavnen har i sitt lokale regelverk, og hovedinnholdet er også kunngjort i AIP Norge.
- 1.10.3.4 Widerøe hadde lenge før denne hendelsen identifisert relevante risikoforhold knyttet til sirkling i mørke ved Svolvær lufthavn. Dette gjenspeilte seg i de risikofaktorene som var nevnt under overskriften «Airport Category C» i selskapets spesifikke briefing. I tillegg til generelle advarsler om vær, turbulens, fjellterreng, spesielle prosedyrer for avbrutt innflyging m.m, nevnes faren for «black hole effect» og «tight» sirklingsprosedyre.
- 1.10.3.5 Avinor hadde i sine risikoanalyser i tilknytning til hindersituasjonen ved Svolvær lufthavn både i 2005/2006 og 2010 påpekt at sirkling til rullebane 19 innebar fare for tap av visuelle referanser i et område omgitt av høyt terreng. Turbulensvarsel og sirklingslys var tiltak som var planlagt for å forbedre sikkerheten. Dobbel PLASI var også nevnt som en mulighet.
- 1.10.3.6 Widerøe har opplyst at forekomsten av sirkling i Svolvær er noe høyere enn det vindforholdene skulle tilsi. Dette antas å ha sammenheng med at noen, spesielt når det er glatt og selv når det er vindstille, foretrekker å sirkle og lande mot syd (rullebane 19) siden denne banens helning gir kortest stoppdistanse.

1.11 Flygeregistratorer

1.11.1 Taleregistrator (Cockpit Voice Recorder, CVR)

LN-WIU var utstyrt med en L3 Communications Solid State taleregistrator (SSCVR) med 30 minutters lagringskapasitet. Opptak på flyets taleregistrator ble ikke sikret etter hendelsen. Opptak overspilles automatisk etter 30 minutter dersom enheten ikke gjøres strømløs. SHT har dermed ikke hatt tilgang opptak av besetningens kommunikasjon seg imellom eller kommunikasjonen mellom LN-WIU og lufttrafikktenesten.

1.11.2 Ferdskrifer (Flight Data Recorder, FDR)

1.11.2.1 LN-WIU var utstyrt med en Honeywell Solid State Flight Data Recorder (SSFDR), som er en annen type FDR enn den som er standard i Widerøe. Da hendelsen skjedde, manglet selskapet oppsett for avlesning av denne type opptaker. Teknisk avdeling sørget imidlertid for at data ble lastet ned eksternt. FDR-data for utvalgte parametre var tilgjengelig kun få dager etter hendelsen. Disse ble også fremlagt i det andre møtet beskrevet i 1.1.7.

1.11.2.2 Den aktuelle ferdskriveren hadde en rekke parametre som viste flyets nesestilling, krenkning, flygehastighet, høyde, stikkebevegelser, rorutslag, motorsetting, svingerate, akselerasjonskrefter m.m. Registratoren hadde ingen parametre som kunne vise flyets geografiske posisjon og hastighet i forhold til bakken. Den registrerte heller ikke vingens angrepsvinkel, steiling eller aktivering av steilevarsel (Stick shaker), eller hvem som beveget flygekontrollene (fra hvilken side i cockpit).

1.11.2.3 Da Havarikommisjonen åpnet undersøkelse i mars 2015, ble FDR-data som Widerøe hadde tatt vare på etter hendelsen oversendt til fabrikanten Bombardier for vurdering. FDR-parametre for hele flygingen følger i vedlegg E. Utsnitt som viser hendelsen, følger i figur 8 og figur 9.

1.11.3 Systematisk beskrivelse av relevante FDR-data

SHT samarbeidet med flyfabrikanten Bombardier for å kontrollere kvaliteten på registratordataene og å analysere disse. Under gjengis faktiske opplysninger fra ferdskriveren i kronologisk rekkefølge:

Factual Observations

Based on a review of the relevant flight data from the FDR, as presented in [SHT Figur 8] and [SHT Figur 9], the following factual observations can be made in chronological order (sample times are in seconds):

(1) The aircraft was configured with flap 15 for approach and throughout the period of this analysis.

(2) From sample time 103190.0 through 103196.0, the aircraft magnetic heading decreased from 239 to 233°, radio altitude decreased from 409 to 354 ft, and roll attitude decreased from -2° to -16° (LWD), indicating the aircraft was on a circling approach to runway 19. Airspeed is between 107.4 and 110.0 KCAS while the VREF at incident flap setting and estimated weight is 100 KCAS. From the radio altitude during this period, the rate of descent is calculated to have averaged 552ft/min and is consistent with a 3° approach.

(3) From sample time 103196.1 to 103197.1, the airspeed decreases from 110.5 to 94.0 KCAS. During this period of time, longitudinal acceleration experiences

little variation, remaining below 0.1 g while vertical acceleration decreases from 0.9 to 0.6 g.

(4) At sample time 103197.0, engine 1 and 2 torque are both at 42.0% and increase to 97.5% and 99.9%, respectively 3.0 seconds later. Normal engine torque operating range is 0-97.5%. Correspondingly, longitudinal acceleration is seen to increase from 0.1 to 0.5g during this period. Left and right elevators are at 6.0° and 2.2° respectively and ramp up to 9.8° and 6.3° 2.3 seconds later.

(5) At sample time 103198.1, the speed has risen to 99.4 KCAS, but begins dropping rapidly. Pitch attitude is 5.9° nose up and increasing. The vertical acceleration is 0.6 g.

(6) At sample time 103199.3, the elevators travel TED for approximately 1.0 second before reversing sharply.

(7) At sample time 103199.8, airspeed drops below 76.5 KCAS, the estimated stall speed for the aircraft based on the AFM at the incident flap settings and estimated weight. The aircraft remains below the declared stall speed for approximately 0.7 seconds, decelerating to its lowest point of 72.0 KCAS at 103200.1. According to the AFM, VMCL for the aircraft is 74.0 KCAS.

(8) At sample time 103199.9, the pitch attitude is 9.3° nose up and begins dropping.

(9) Between sample time 103200.3 and 103203.3, the left and right elevator deflections move TEU from -4.4° and 1.7° to 20.9° and 17.7° respectively. Speed increases from 72.7 to 127.7 KCAS while the rate of descent is calculated to be 2240ft/min over this span of time.

(10) Between sample time 103201.9 and 103202.2, vertical acceleration is 0.4 g during which the pitch attitude is between 14.0 and 14.4° nose down.

(11) The lowest nose down pitch attitude of 14.7° is reached at sample time 103202.4 and begins nosing up.

(12) From sample time 103202.5 to 103204.9, the pitch attitude increases from 14.3° nose down to 11.2° nose up where it steadies. At sample time 103203.3, the elevator deflections begin to reduce.

(13) At sample time 103203.2, engine torque, having slowly increased over the previous 3.2 seconds to 104.5% now begins to ramp up. By sample time 103205.7 it is at 116% and remains at around 115% for the remainder of the analysis. Cautionary range for engine torque is 97.5-112.5%. During the interval which the torque is ramped up, airspeed climbs from 127.7 to 151.0 KCAS. VFE at flap 15 is 148 KCAS according to the AFM.

(14) At sample time 103204.4, the minimum radio altitude of 83 ft was reached.

(15) At sample time 103204.5, the vertical acceleration reaches the maximum incident value of 2.7 g. According to the AFM, the maximum maneuver load limit with flaps extended is 2.0 g (2.5 g with flap retracted).

(16) Between sample time 103204.4 and 103208.4, radio altitude increases from 83 to 212 ft at an average calculated rate of climb of 1935 ft/min. Airspeed settles at around 150 KCAS beginning at 103205.1 and the pitch attitude reaches 11.3° nose up and settles. The left and right elevator deflections settle at 3.9° and 0.7°, respectively, beginning at 103205.3, varying no more than 2° for the remainder of the analysis.

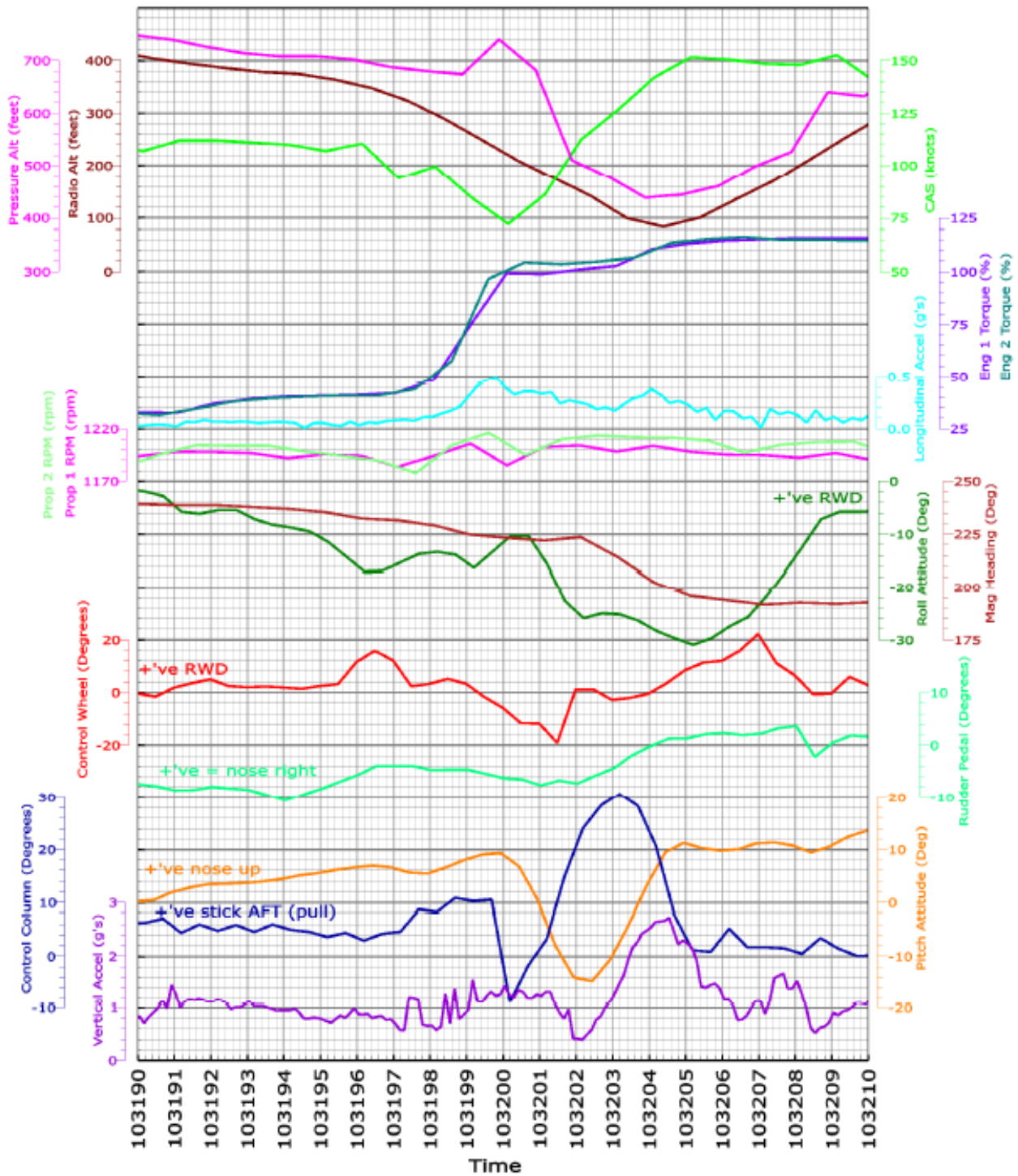


Figure 1: LN-WIU FDR Overview

Figur 8: Oversikt over relevante FDR-parametre fra noen sekunder før den kritiske fasen startet og til situasjonen igjen var under kontroll. Tidslinjen i figuren dekker totalt 20 sekunder.
 Kilde: Bombardier

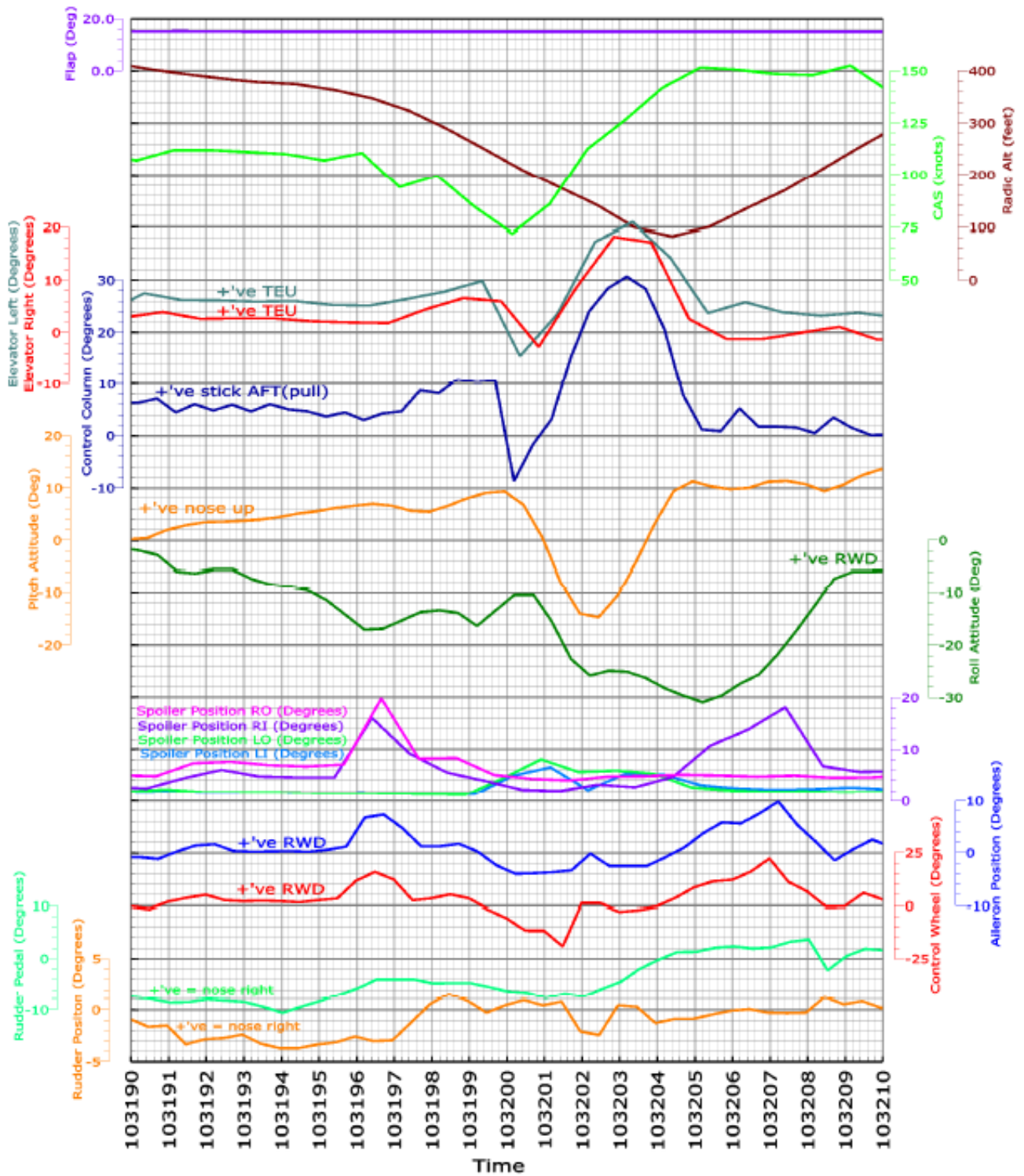


Figure 2: LN-WIU FDR Control Surface Parameters

Figur 9: FDR-parametre relatert til flygestilling og flygekontrollposisjoner i samme 20 sekundsperiode som figur 8. Kilde: Bombardier

1.11.4 Oppsummering av hva et utvalg av FDR-parametrene viser

1.11.4.1 Hendelsesforløp

Kort oppsummert og mindre presist uttrykt enn i fremstillingen over, viser data fra FDR at flyet befant seg i overgangen mellom «base» og «final» (heading ca. 230 grader) da problemene startet (ref. Time 103196). Høyden var da ca. 350 ft (radiohøyde), motorkraften var ca. 41 %, condition levers max og flygehastigheten ca. 108 kt, som var

korrekt verdi (ukorrigert for vind) for aktuell masse¹². Den kritiske fasen flygebesetningen har beskrevet, fra en opplevd normalsituasjon via en akutt faresituasjon med «recovery» som endte opp i svært lav høyde over sjøen og til situasjonen var avklart, utspilte seg i løpet av ca. 10 sekunder (ref. figur 8, FDR time 103196–103205).

1.11.4.2 *Hastighetstap og korreksjon*

FDR-registreringene viste variasjon i flygehastighet uten bevegelse av kontrollene (ref. Time 103195–103197), noe som tyder på ytre påvirkning (vindskjær). FDR-data bekreftet et markant hastighetstap. Motorkraften ble raskt økt til et uttak som omtrent tilsvarte maksimum sertifisert (ca. 97,5 %), samtidig som nesepartiet på flyet ble hevet fra 6 til nesten 10 grader over horisonten.

Dataene viste at flygehastigheten til tross for økt motorkraft fortsatte å falle, og at den falt til 72 kt, som er ca. 5 kt lavere enn flyets oppgitte aktuelle steilehastighet.

Registreringene viste at stikka, da flygehastigheten var på det laveste, ble ført hurtig forover fra en posisjon ca. 10 grader bak og til en posisjon ca. 9 grader foran nøytral (stikkebevegelsen forover tok ca. 0,4 sekunder) idet radiohøydemåleren viste 220 ft. Like etter den resolute stikkebevegelsen forover gikk nesepartiet på flyet markant nedover.

1.11.4.3 *Opptrekk og flygestilling*

Stikkebevegelse bakover (initiert opptrekk) startet umiddelbart etter at stikka først var ført hurtig forover (Time 103200,3). Hastigheten var på det laveste, og nesepartiet på flyet var fortsatt ca. 8 grader over horisonten da stikkebevegelsen ble reversert. Nesen hadde med andre ord på det tidspunktet bare så vidt begynt å senke seg fra utgangspunktet på 10 grader opp.

Flyets nesestilling beveget seg i løpet av ca. 4,5 sekunder i en kontinuerlig «bukkebevegelse» fra ca. 10 grader over horisonten ned til ca. 14 grader under horisonten og opp igjen til ca. 10 grader mens flygehastigheten kontinuerlig økte og høyden avtok. Vinkelhastigheten på nesestillingen mens flyet «bukket» var omtrent den samme både på vei ned og opp; ca. 12°/sek.

FDR-data for stikkeposisjonen viser at stikka ble trukket kontinuerlig bakover i ca. 3 sekunder (ref. figur 8, Time 103200,3–103203,2). Raten stikka beveget seg bakover med (hastigheten på vinkelutslaget på rattstammen) kan leses av på grafen. Fra utgangsverdien endret raten seg et par ganger med ca. et halvt sekunds mellomrom (fra ca. 14°/sek, reduksjon til ca. 10°/sek, etterfulgt av forsering til 24°/sek), før raten igjen avtok det siste sekundet av opptrekket og stikkebevegelsen snudde forover, tilbake mot nøytral.

Bevegelsen på nesepartiet fulgte stikkebevegelsen, men med ca. 1,5 sekunders forsinkelse. G-kreftene (vertikal akselerasjon) steg også mer eller mindre parallelt med nesepartiets bevegelse, altså med 1,5 sekunders forsinkelse i forhold til stikkeposisjonen. Maksimalverdien på 2,7 G ble nådd da flyets høyde var på det laveste, 1,5 sekund etter at bevegelsen av stikka fremover igjen mot nøytral var blitt påbegynt. Nesestillingen stabiliserte seg deretter på ca. 10 grader over horisonten, mens flyet klatret ut.

Krengningen økte fra ca. 10 til ca. 26 grader mot venstre mens stikka ble trukket bakover.

¹² 1,4V_S, dvs. 40 % margin over aktuell steilehastighet. 1,4V_S for den estimerte massen på ca. 14 800 kg = 108 kt.

1.11.4.4 *Justering av motorkraft i forbindelse med «recovery»*

Data fra ferdskriveren viste at flyet akselererte kraftig i lengderetningen da det ble gitt full motorkraft (fra ca. 42 % til ca. 100 % på ca. 3 sek). Ytterligere økning i motorkraft, fra 100 % og opp til ca. 116 %, ble registrert 3–4 sekunder senere. Første økning kom før stikka ble dyttet forover, mens andre økning (fra ca. 100 % til ca. 116 % på ca. 1,5 sek) ble initiert idet stikka var trukket langt tilbake og nesepartiet passerte 10 grader under horisonten i rotasjonen på vei oppover.

FDR-data viste at både venstre og høyre motor hadde vært oppe i 116–118 % i omtrent 35 sekunder, med propellturtall på 1 200 RPM.

1.11.4.5 *Høydetap og registrert minstehøyde*

Høyden avtok hurtig, jevnt og vedvarende i de kritiske sekundene, med en gjennomsyning på over 2 200 ft/min. Laveste registrerte høyde over terrenget var 83 ft (25 m). Data fra radiohøydemåleren, som måler korteste avstand til terrenget under flyet, viste at den brå endringen av nesestillingen ikke påvirket gjennomsyningen nevneverdig. Hurtige og betydelige variasjoner i g-krefter over en periode på flere sekunder, tyder på turbulens. Vertikalakselerasjonen svingte gjentatte ganger ned mot ca. 0,5 G under det innledende hastighetstapet og da «bukkebevegelsen» snudde oppover. Dette vil oppleves som om flyet faller. Flygehastigheten hadde kommet opp i 140 kt da høyden var på det laveste.

SHT legger til grunn at flyet befant seg over sjøen den kritiske perioden, og at barometrisk høydemåler derfor viste samme tendens som radiohøydemåleren. FDR-parameteren for trykkehøyde som er vist i figur 8 er ikke justert for barometrisk trykk. Forutsatt at de faktisk hadde stilt om referansen fra standard 1013 hPa til aktuell QNH som var 1000 hPa, samsvarer dermed ikke de registrerte verdiene med indikasjonen flygerne ville ha sett på høydemåleren i cockpit¹³.

I den kritiske perioden da stikka ble dyttet forover og ved starten av opptrekket, viste både den barometriske høydemåleren og stigefartsmåleren (vertical speed indicator) upålitelige verdier. Bombardier har bekreftet at feilen skyldes at sensorene, som er plassert under frontvinduene på flyet, har vært utsatt for unormale luftstrømmer. Feilindikasjonen kan tyde på at vinkelen på luftstrømmen avvek fra det instrumentene er konstruert for å kunne måle.

1.11.5 Animasjon av FDR-data

1.11.5.1 SHT fikk også laget en animasjon av FDR-data. Det er viktig å merke seg at animasjon av FDR-data ikke gir et helt korrekt bilde av hendelsen. I dette tilfellet var omgivelsene i virkeligheten ikke synlige siden det var mørkt. Siden posisjonsdata manglet, er hendelsesstedet i animasjonen estimert basert på andre kilder. Vindpåvirkning gjør at flyets trasé over terrenget forut for selve hendelsen er unøyaktig. Viktige parametre som akselerasjon lar seg ikke visualisere på en god måte med teknologien man har til rådighet, og barometrisk høydemåler og stigefartsmåler viser ikke verdiene slik de var indikert i cockpit.

1.11.5.2 Til tross for iboende svakheter i denne, har SHT funnet det riktig å publisere animasjonen sammen med denne rapporten. Animasjonen gir et godt inntrykk av hvor fort ting skjedde, noe som er essensielt for forståelsen av hendelsesforløpet og flygernes

¹³ 1000 hPa gir teoretisk ca. 390 ft reduksjon. Det er trolig flere feilkilder, men avviket er ikke undersøkt nærmere. Se også vedlegg E.

reaksjoner og aksjoner. Besetningsmedlemmene og ledende personell i Widerøe har fått se animasjonen og har fått anledning til å komme med innspill. Animasjonen kan lastes ned fra SHT sine nettsider <https://www.aibn.no/Luftfart/Avgitte-rapporter/2016-11>.



Figur 10: Stillbilde fra animasjon av hendelsen med LN-WIU som viser situasjonen idet motor-kraften nærmer seg «Full power», like før stikka føres markant forover. Merk: Animasjonen er basert på data fra FDR. Omgivelser, sikt og vindforhold er ikke representative for den aktuelle hendelsen, og indikasjonene på høydemåler og stigefartsmåler samsvarer ikke med det som ble vist i cockpit. Skjermdump: SHT

1.12 Havaristedet og flyvraket

Ikke aktuelt.

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Ikke undersøkt.

1.14 Brann

Ikke aktuelt.

1.15 Overlevelsesaspekter

Ikke aktuelt.

1.16 Spesielle undersøkelser

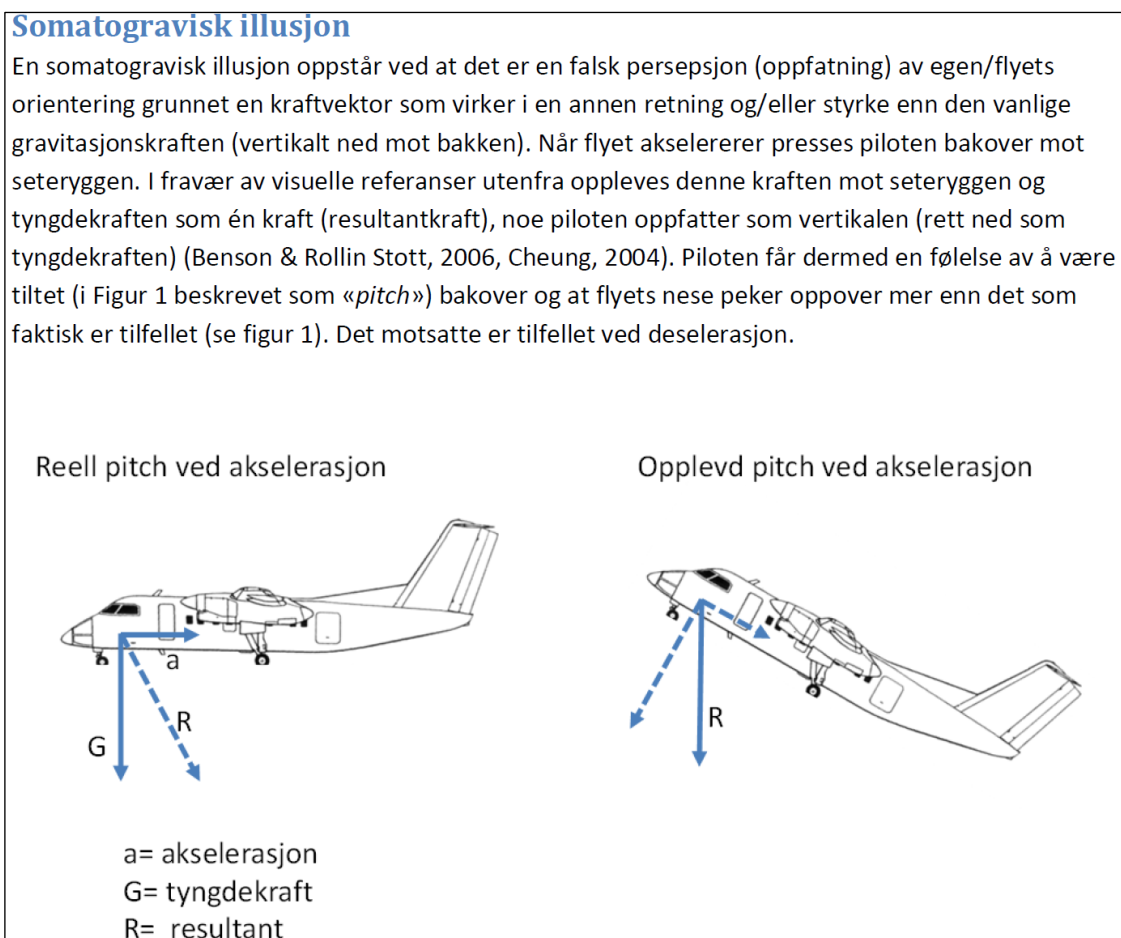
1.16.1 Vurdering av sannsynlighet for sanseillusjon

1.16.1.1 *Analyser foretatt av Flymedisinsk Institutt (FMI)*

Ulikhetene i flygernes forklaringer, samt enkelte avvik mellom forklaringene og FDR-data, gjorde at SHT fant det aktuelt å undersøke om det kunne ha oppstått sanseillusjon hos besetningen. Havarikommisjonen engasjerte derfor Flymedisinsk Institutt (FMI), som har spesialkompetanse på dette området.

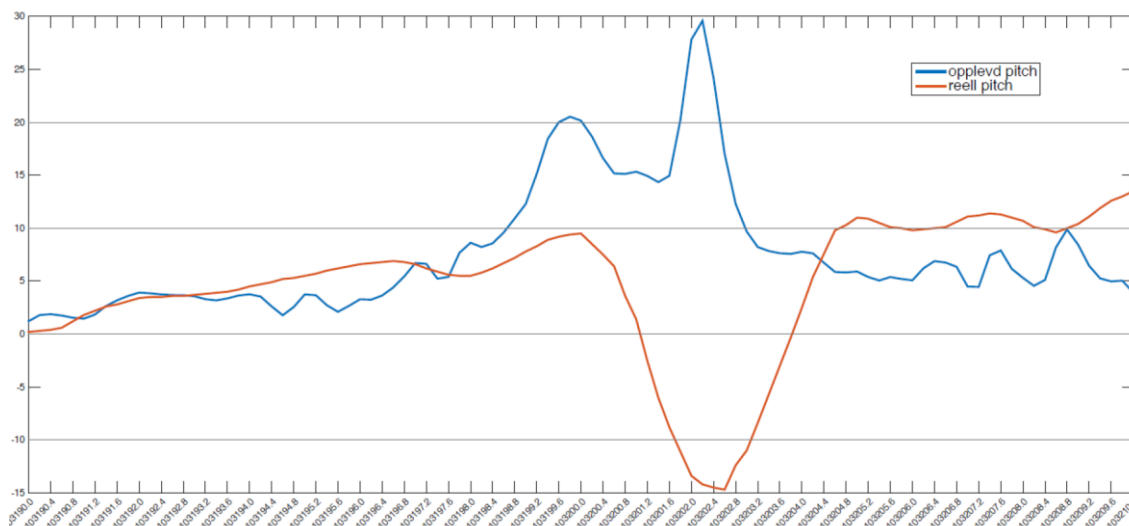
FMI utarbeidet rapporten «Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø lufthavn til Svolvær lufthavn Helle 2. desember 2010». Rapporten gjengis i sin helhet som vedlegg F til denne rapporten. I FMI-rapporten forklares blant annet fenomenet sanseillusjoner generelt, og somatogravisk illusjon spesielt. I tillegg omtales hva litteraturen sier om betydningen av flygererfaring og tretthet (fatigue) i denne sammenheng, og det gis noen eksempler på ulykker som antas å ha vært forårsaket av somatograviske illusjoner.

Følgende utdrag av rapporten, med figur, forklarer illusjonen som kan oppstå når en flyger fører flyet visuelt med utilstrekkelige visuelle referanser og blir utsatt for akselerasjonskrefter i lengderetningen:



Figur 11: Resultantkraft og opplevd pitch (nesestilling) i en somatogravisk illusjon. Kilde: FMI

FMI har funnet at kreftene som kan skape en somatogravisk illusjon var til stede i den kritiske fasen av innflygingen til Svolvær i det aktuelle tidsrom. Følgende figur illustrerer resultatet av beregningene som FMI foretok basert på FDR-data fra LN-WIU under hendelsen:



Figur 12: Glidende gjennomsnitt (Fourier-kurve): reell pitch (nesestilling) versus opplevd pitch (resultantkraften) i grader avvik fra horisonten (0). Kilde: FMI

Følgende er et utdrag av konklusjonen i rapporten:

FMI sine beregninger av resultantkraft, det vil si potensielt opplevd nesestilling (pitch), under hendelsen med WIF814 2. desember 2010 viser at forholdene lå til rette for at PF kan ha opplevd en somatogravisk illusjon. Opplevd nesestilling var opp under hele hendelsen, med en økende tendens like før, og spesielt mens, flyets nese faktisk vendte nedover. Kraftpåvirkningen før stikkebevegelsen var trolig ikke stor og langvarig nok til alene å ha påvirket PF til å bevege stikka forover. Kraftpåvirkningen mens flyet akselererte med nesen ned mot havoverflaten, var sterkere, og det er sannsynlig at en somatogravisk illusjon kan ha inntruffet. Dette ville komplisert gjenopprettingen av flyet, og kan ha påvirket PF til å holde nesen lavere enn han hadde gjort med gode visuelle referanser.

Styrmannens oppfattelse av situasjonen ville sannsynligvis i mindre grad vært preget av illusjonskreftene, da han hovedsakelig hadde fokus på flyinstrumentene.

Litteraturen antyder at tretthet (fatigue) potensielt gjør en pilot mer utsatt for sanseillusjoner. Under hendelsen med WIF814 2. desember 2010 var PF etter eget utsagn noe preget av tretthet, og det kan derfor ikke utelukkes at dette kan ha gjort ham mer utsatt for sanseillusjoner.

Litteraturen antyder videre at flygererfaring ikke i særlig grad kan verne mot å oppleve sanseillusjoner, men kan potensielt bidra til bedre gjenoppretting (recovery). Pilotenes erfaring under WIF 814 anses ikke å ha vært avgjørende for om de opplevde en sanseillusjon.

1.16.1.2 Analyser foretatt av TNO

SHT bestilte i tillegg en separat analyse fra den nederlandske forskningsorganisasjonen TNO, som i samarbeid med flyfabrikanten Boeing nylig har utviklet et dataanalyseverktøy for å illustrere sanseillusjoner (Spatial Disorientation Tool, SDiT). Verktøyet ble vist på en internasjonal konferanse om undersøkelser av luftfartsulykker i 2015 (International Society of Air Safety Investigators, ISASI).

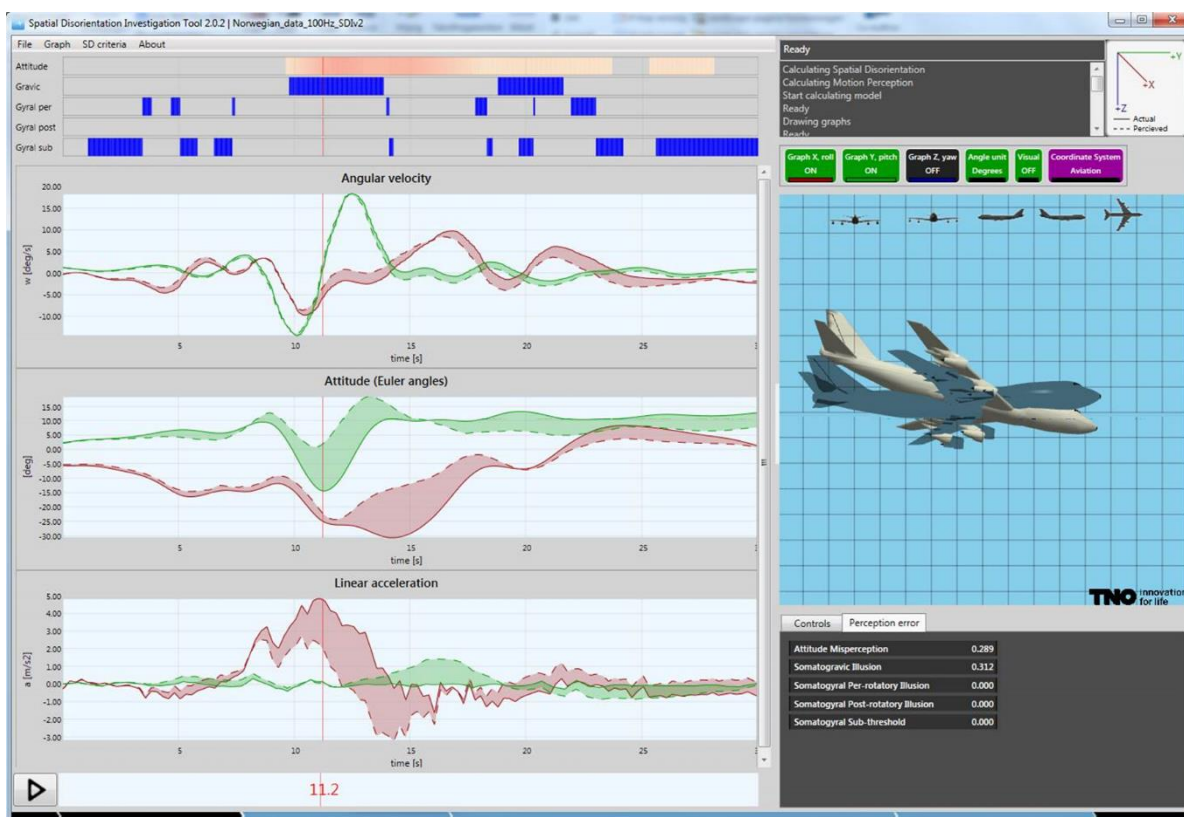
Boeing har påpekt at havarikommisjoner gjennom årene synes å ha manglet tilstrekkelig kompetanse om sanseillusjoner, og dermed kan ha unnlatt å identifisere dette som en faktor. I en studie ble det funnet 17 ulykker og én alvorlig luftfartshendelse med rutefly der sanseillusjoner antas å ha medvirket til at fly kom ut av kontroll eller kolliderte med terrenget. Følgende budskap ble blant annet formidlet på ISASI 2015:

[The TNO tool] shows what the pilot's vestibular system was telling the pilot about his or her orientation and motion. Certainly, this input is only part of the whole picture; but when there is a degraded visual environment, we have seen that the vestibular inputs can drive the pilot's actions into a larger upset and loss of control. In some cases, the reality generated by these false perceptions can be strong and enduring and, unless there is a rapid and forceful response from the PM, can lead to a crash.

Der ble også nevnt at et typisk scenario for somatogravisk illusjon er en avbrutt innflyging i dårlig sikt, der illusjonen gjør at PF ubevisst leder flyet ned mot bakken fordi han/hun opplever at det stiger for bratt. Dette kan føre til betydelige utfordringer i besetnings samarbeidet. I de fleste undersøkte tilfellene våget ikke styrmannen å si tydelig nok ifra eller gripe inn på grunn av for stor respekt for kapteinen (for bratt autoritetsgradient). Flere eksempler på relevante scenarioer finnes i artikkelen som er basert på foredraget (ref. [ISASI Forum Magazine Jan-Mar 2016](#)).

Rapporten TNO utarbeidet for SHT har tittelen «*Final report on SD analysis of incident with DHC-8 at Svolvær Airport Helle, Norway 2 December 2010*», og følger som vedlegg G til denne rapporten. Den inneholder bakgrunnsinformasjon og forklaring på modellen som er lagt til grunn, og beskriver antakelser, begrensninger, nødvendige input m.m.

Figuren under er et øyeblikksbilde fra SDiT. Avspillingen er satt til pause der nesepartiet på flyet var på det laveste. Loddrett rød linje angir Tid 11.2, som tilsvarer FDR Time ca. 103202 i figur 8. I denne situasjonen vises et avvik på ca. 17 grader mellom reell og opplevd pitch:



Figur 13: Skjerm bilde fra SDiT. Bildet viser bla. avvik mellom reell og opplevd pitch på LN-WIU på tidspunktet der illusjonskreftene var størst (avstand mellom heltrukket og stiplet linje på grønn graf i midtre del av bildet ca. ved FDR Time 103202). Rød graf viser roll. Se vedlegg G for mer inngående beskrivelser av hva figuren viser. Kilde: TNO

TNO fant at forholdene lå til rette for illusjon også en kort periode etter at situasjonen var avklart. Dette anses for å være uten betydning og omtales ikke nærmere her.

Konklusjonen i TNO-rapporten når det gjelder de kritiske sekundene, sammenfaller i stor grad med funnene fra FMI.

TNO nevnte at oppfattelsen av rollbevegelser også kan ha vært påvirket av illusjon, men dette er ikke utredet nærmere. Følgende er et utdrag av konklusjonen i TNOs rapport:

The SDiT analysis identified two phases in the recorded flight profile where the vestibular inputs gave rise to a somatogravic illusion in the pitch plane (assuming that no visual information was available). In particular the first phase may have induced a strong perception of nose-high attitude, while the actual attitude was nose-down. The illusion (i.e., the mismatch between perceived and actual pitch attitude) even intensified due to the forward acceleration that resulted from the nose-down action. When the pilot flying based his control behaviour on this erroneous perception, this would result in stronger pitch forward inputs.

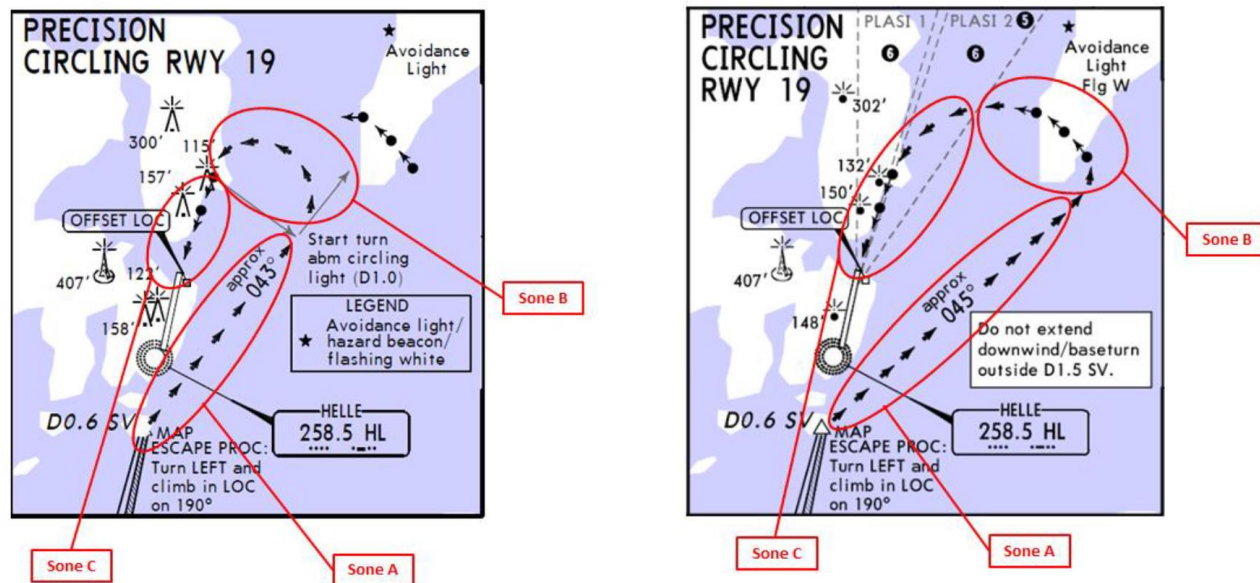
Although the time histories also showed a slight over-pitch sensation when the pitch down input starts, it seems too small to be identified as a somatogravic illusion. Therefore it is more likely that the decision to push the nose down was due to the flight condition (e.g., low airspeed), and not on a false pitch sensation.

The data showed that the flight was uncoordinated at that time¹⁴, which resulted in errors in the perceived angle of bank. We have not further addressed this in the current analysis.

1.16.2 Risiko ved visuell sirkling i mørke – vurdering av perseptuelle forhold

- 1.16.2.1 SHT bestilte i tillegg en separat utredning fra FMI der oppdraget gikk ut på å identifisere potensielle faremomenter ved visuell sirkling i mørke inn til Svolvær lufthavn. FMI ble også bedt om å uttale seg om risiko på hendelsestidspunktet sammenlignet med situasjonen per dags dato. For å få best mulig inntrykk av både operasjonene og omgivelsene, foretok FMI blant annet dokumentstudier, simulatorflyginger og var på befaring i Svolvær.
- 1.16.2.2 Rapporten fra FMI har tittelen «*Utredning av visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 ved Svolvær Lufthavn Helle*» og følger i sin helhet som vedlegg H til denne rapporten. Der beskrives et utvalg av sanseillusjoner som en flyger vil kunne oppleve ved innflyging i mørke til Svolvær (somatogravisk, G-excess, oculogravisk, elevator, autokinetisk og Black hole illusjon). Slike illusjoner oppstår sjelden når det finnes veldefinerte, eksterne visuelle referanser, men FMI beskriver at de lett kan skape problemer for flygeres situasjonsforståelse for eksempel nattetid, når kun noen få stjerner eller isolerte lys er synlige.
- 1.16.2.3 Som beskrevet i kap. 1.18.1, er blant annet belysning, PLASI og sirklingsløypa ved lufthavnen endret i den aktuelle perioden. FMI delte innflygingsløypa i tre soner og sammenlignet faremomentene da og nå:

¹⁴ Kan skyldes utilstrekkelig kompensasjon med sideror ved økning av motorkraft.



Figur 14: Sammenligning mellom Widerøes kart datert 11. feb. 2011 og 20. feb. 2015. Kilde: FMI

1.16.2.4 Konklusjonen i rapporten er som følger:

Ut fra den informasjonen Flymedisinsk institutt har mottatt som grunnlag anses risikonivået for sanseillusjoner som relativt lavt i sone A og sone C i 2010. Risikoen anses å ha vært større i sone B. Det var også i sone B at hendelsen med WIF 814 skjedde i 2010.

Risikoen i dag anses også å være relativt lav i sone A og sone C. Flyging i sone B medfører fortsatt større risiko enn i de andre sonene. Når det er mørkt og/eller lav sikt i sone B vurderes det dit hen at det fortsatt ikke finnes tilstrekkelige visuelle referanser eller hjelpemidler til å kunne motvirke sanseillusjoner. Det finnes derfor en restrisiko.

FMI har foreslått noen potensielle tiltak, både prosedyremessige og av teknologisk art, som kan bidra til å senke restrisikoen. Bevisstgjøring og undervisning om sanseillusjoner, sanseillusjonstrening i simulator, samt videreutvikling av prosedyrer vil kunne redusere risikoen. Innføring av teknologiske løsninger vil potensielt kunne føre til ytterligere reduksjon av restrisiko.

1.16.2.5 Prosedyremessige tiltak som foreslås, er blant annet å øke flygernes bevissthet om sanseillusjoner gjennom opplæring og trening. FMI peker på at veksling mellom å se ut og inn av cockpit for å sjekke instrumentene, er krevende. Å innføre som policy at PM skal komme med flere obligatoriske tilbakemeldinger til PF i den mest kritiske sonen, kan være hensiktsmessig for å redusere risikoen for sanseillusjoner.

1.16.2.6 Teknologiske tiltak som nevnes i utredningen, innebærer blant annet å etablere instrumentinnflyging eller skape tilstrekkelige eksterne referanser til å lede flygingen presist helt frem til PLASI er synlig. Vurdering av gjennomførbarhet i et teknologisk perspektiv ligger imidlertid utenfor FMIs kjerneområde, og drøftes ikke inngående.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Kort om Avinor

Avinor er et heleid statlig aksjeselskap under Samferdselsdepartementet. Selskapet har ansvar for de 46 statlige flyplassene i Norge, hvorav 12 drives i samarbeid med Forsvaret.

Avinor driver også kontrolltårn, kontrollsentraler og annen teknisk infrastruktur for sikker flynavigasjon. Hovedkontoret ligger i Oslo.

1.17.2 Kort om Widerøe

1.17.2.1 Widerøe's Flyveselskap AS ble stiftet i 1934 og er dermed Norges eldste flyselskap. Selskapet oppga i 2015 å være Nordens største regionale flyselskap, med en flåte på totalt 42 stk. Dash 8 (100, 200, 300 og Q400-serien) og trafikk til 47 ulike destinasjoner. Hovedbasen er i Bodø.

1.17.2.2 Widerøe har lisens (Air Operator Certificate, AOC) basert på de felleseuropeiske reglene. På kortbanenettet (under 1 199 meters lengde) benyttes DHC-8-103 og -202. Operasjonene er tilrettelagt gjennom at selskapet har fått godkjent spesielle supplementer til de offisielle flygehåndbøkene.

1.17.3 Diverse prosedyrer – utførelse av sirkling, overtakelse av flygekontrollene, samt innflyging ved fare for vindskjær

1.17.3.1 Widerøe har, siden DHC-8 ble tatt i bruk tidlig på 90-tallet, hatt en spesialtillatelse fra Luftfartstilsynet for å kunne benytte såkalt «Precision circling». Dette innebærer blant annet at man aksepterer mindre utstrekning på det hinderfrie området i forhold til det som er ICAO standard for den aktuelle kategorien luftfartøy. På den måten kan minstehøyden i sirklingen bli lavere.

1.17.3.2 En rekke avveininger og risikovurderinger ligger til grunn. Blant annet er det ønskelig å komme så nær plassen under sirklingen at sannsynligheten for å miste de visuelle referansene reduseres. Man vil i størst mulig grad også unngå å måtte foreta nedstigning basert på visuelle referanser, siden det gjør det krevende å opprettholde korrekt energi på flyet gjennom hele sirklingen. Målet er å unngå å ende for høyt på kort finale, ref. OM A 8.1.2.7 Minima Considerations - Widerøe Shortfield Operation (OPS 1.225 / 1.430):

“Precision Circling” with prescribed track, which may be based on 1 km protected area measured outward from track. Inner 500m as primary area with MOC 295 ft. Outer 500m as secondary area with MOC decreasing linearly to zero. “Precision Circling” may also be used for restrictions associated with guidance lights, obstacle lights etc. Such circlings are usually presented with advisory altitudes for continuous descent on the RM chart. The objective is to avoid ending up too high on short final.

1.17.3.3 I Svolve var minstehøyden 580 ft, og ingen flere høyder var presisert eller anbefalt. Sirklingsløypa var på hendelsestidspunktet tegnet med omtrentlig trekkangivelse på 43° fra et definert punkt, og refererte til «abeam» et lys i rullebanens forlengelse supplert med DME-avstand 1 NM for påbegynnelse av basesving (ref. figur 2). FMI-rapporten i vedlegg H inneholder flere detaljer om «Precision circling».

1.17.3.4 Om utførelsen av sirkling generelt, var det beskrevet at PM skal overvåke flygingen og komme med standardiserte «call-outs» ved ethvert avvik fra hastighet og høyde for å sikre at man følger korrekt flygebane: «PNF is responsible for monitoring instruments and call deviations from speed and briefed altitudes, position and distance». Minstehøyden kan forlates, forutsatt at man har oppnådd og kan opprettholde visuell referanse, ser terskelen og har minst 295 ft bakkeklaring. Baseleggen skal tilpasses slik at man etter svingen til finalen har vannrette vinger senest ved 300 ft over banen, i posisjon for normal glidebane for flapssetting 15 eller 35 grader. Hastigheten skal være

1,4 Vs og skal reduseres til V_{REF} ved passering av terskel (ref. OM B 2.4.14.6 Circling Approach, vedlegg C).

- 1.17.3.5 PM har som plikt å insistere på «go-around» og om nødvendig ta over kontrollene hvis sirklingen ikke er stabilisert senest i 300 ft over bakken. Obligatoriske utkall i forbindelse med kontrollovertakelse er «*MY CONTROLS*» - «*YOUR CONTROLS*» – bortsett fra hvis det er konstatert såkalt «incapacitation» (arbeidsudyktighet), der første steg er å ta over kontrollene og annonsere «*I have control*».
- 1.17.3.6 Dash-8-simulatoren som Widerøe benytter kan ikke realistisk simulere et vindskjær mens flyet sirkler som i det aktuelle tilfellet i Svolvær.
- 1.17.3.7 Det er et avsnitt i OM-B med særskilte retningslinjer om innflyging dersom det er fare for vindskjær (2.4.11.3 Wind Shear, se vedlegg C). Prosedyren sier blant annet at det skal brukes Flaps 15 om banelengden tillater det, samt at PM skal overvåke flygehastighet, gjennomsynkning, nesestilling (pitch attitude) og *power setting* inntil utflytningen begynner. Så langt Havarikommisjonen har brakt på det rene ble ikke denne prosedyren fulgt.

1.17.4 Varsling, rapportering og undersøkelse av luftfartsulykke/luftfartshendelse

1.17.4.1 *Aktuelle bestemmelser*

Varsling, rapportering og undersøkelse av luftfartsulykker og luftfartshendelser er regulert i luftfartslovens kapittel 12 med tilhørende forskrifter¹⁵. Alvorlige luftfartshendelser skal straks varsles telefonisk til Statens havarikommisjon for transport. Tilfeller der kollisjon med terreng så vidt unngås eller avverges, er blant eksemplene på hva som skal innrapporteres som alvorlige luftfartshendelser. Hovedkriteriet for at en hendelse skal klassifiseres som alvorlig luftfartshendelse, er at omstendighetene tilsier at det nesten inntrådte en luftfartsulykke. Hovedregelen er at Havarikommisjonen er forpliktet til å undersøke alle luftfartsulykker og alvorlige luftfartshendelser.

Fartøysjefen er i utgangspunktet ansvarlig for å varsle og rapportere om ulykker og alvorlige luftfartshendelser. Andre flygebesetningsmedlemmer, bruker og eier av et luftfartøy har, i prioritert rekkefølge, et ansvar dersom forannevnte ikke er i stand til å varsle eller rapportere, eller av andre årsaker ikke gjør det. Varsling skal foregå per telefon, og skal følges opp med skriftlig innrapportering til både SHT og Luftfartstilsynet senest innen 72 timer etter hendelsen. Også ansatte i Avinor har plikt til å varsle og rapportere.

SHT får automatisk beskjed om alle saker som er innrapportert som luftfartsulykke og alvorlig luftfartshendelse i det elektroniske rapporteringssystemet som ble innført i 2007. På årsbasis mottar SHT vanligvis drøyt 100 slike rapporter, hvorav erfaringsvis knapt 20 oppfyller kriteriene som innebærer undersøkelsesplikt for Havarikommisjonen.

Øvrige innrapporterte hendelser inngår i det forebyggende flysikkerhetsarbeidet som ledes av Luftfartstilsynet. Luftfartstilsynet mottar på årsbasis ca. 6 000–8 000 innrapporteringer. Det er etablert en ordning der Luftfartstilsynet oversender potensielt feilklassifiserte hendelser til SHT for vurdering.

¹⁵ Forskrift om varslings- og rapporteringsplikt ved luftfartsulykker og luftfartshendelser mv., BSL A 1-3 og Forskrift om offentlig undersøkelse av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, BSL A 1-4.

1.17.4.2 *Saksgangen i det aktuelle tilfellet*

Widerøe klassifiserte ikke hendelsen som en alvorlig luftfartshendelse, og Havarikommisjonen fikk følgelig ikke telefonisk varsel. Luftfartstilsynet mottok skriftlige rapporter fra Widerøe og Avinor innenfor tidsfristen. Innholdet i de aktuelle rapportene tilsa ikke behov for oversendelse til SHT.

Avinor sentralt har opplyst at de gjorde en forenklet internundersøkelse av saken. Prosedyrer for formidling av vind ble tatt opp i den etablerte flytryggingsskomitéen, der operativt personell fra både Widerøe og Lufttransport deltok. Basert på oppfølgingen lokalt i Svolvær, eksisterende advarsler i AIP Norge og Widerøes vindbegrensninger på plassen, ble ingen ytterligere tiltak foreslått i Avinor-systemet.

Widerøes håndtering av saken har vært tema i denne undersøkelsen. Operativ ledelse hadde blant annet to møter med de to flygerne i dagene etter hendelsen. Et mindre utvalg av ferdskriverdata fra hendelsen forelå da det andre møtet ble avholdt. Fartøysjefen fikk beskjed om å skrive en fyldigere rapport, og denne ble lagt inn i selskapets avvikssystem (ref. 1.1.6). Styrmannen ba senere om, og fikk, kopi av de plottede ferdskriverparametrene.

En senere rapport fra styrmannen, som tilsa at hendelsen var mer alvorlig, ble ikke lagt inn avvikssystemet, ei heller oversendt luftfartsmyndighetene. Det ble ikke igangsatt internutredning av hendelsen. Selskapet har i ettertid beklaget fremgangsmåten, og har vist til at de har endret rutiner for at lignende ikke skal skje igjen.

Styrmannen gjorde Luftfartstilsynet og Havarikommisjonen oppmerksom på sin versjon av hendelsen i desember 2012, altså to år etter at hendelsen skjedde. På dette tidspunktet hadde styrmannen forlatt flygeryrket. Luftfartstilsynet anmodet SHT om å undersøke saken. SHT vurderte foreliggende opplysninger og samlet inn mer informasjon, herunder om endringer som var utført og planlagt utført etter at hendelsen fant sted (ref. kap. 1.18.1). Basert på dette og tidligere undersøkelser hvor SHT har utgitt rapporter om utfordringene knyttet til kortbanekonseptet, besluttet SHT i juni 2013 at saken var å betrakte som en luftfartshendelse som ikke skulle undersøkes.

Da SHT informerte Widerøe om at hendelsen ikke ville bli undersøkt, ble det samtidig påpekt at selskapet syntes å ha et forbedringspotensial knyttet til innrapportering. Korrekt klassifisering og beslutning om eventuell sikkerhetsundersøkelse avhenger av at relevant informasjon tilflyter luftfartsmyndighetene innen gjeldende tidsfrist. SHT minnet også selskapet om å sørge for at det er godt kjent blant flygere og kabinansatte at innrapportering til myndighetene kan gjøres på selvstendig grunnlag dersom man er uenige om hendelsesforløp og alvorlighetsgrad.

I februar 2015 var det stor oppmerksomhet om saken, og SHT vurderte at hendelsen kunne inneholde større læringspotensial enn først antatt. Beslutningen om ikke å foreta undersøkelse ble omgjort, slik bestemmelsene åpner for. SHT åpnet undersøkelse medio mars 2015. Etter innledende undersøkelser omklassifiserte Havarikommisjonen hendelsen fra luftfartshendelse til alvorlig luftfartshendelse.

1.18 Andre opplysninger

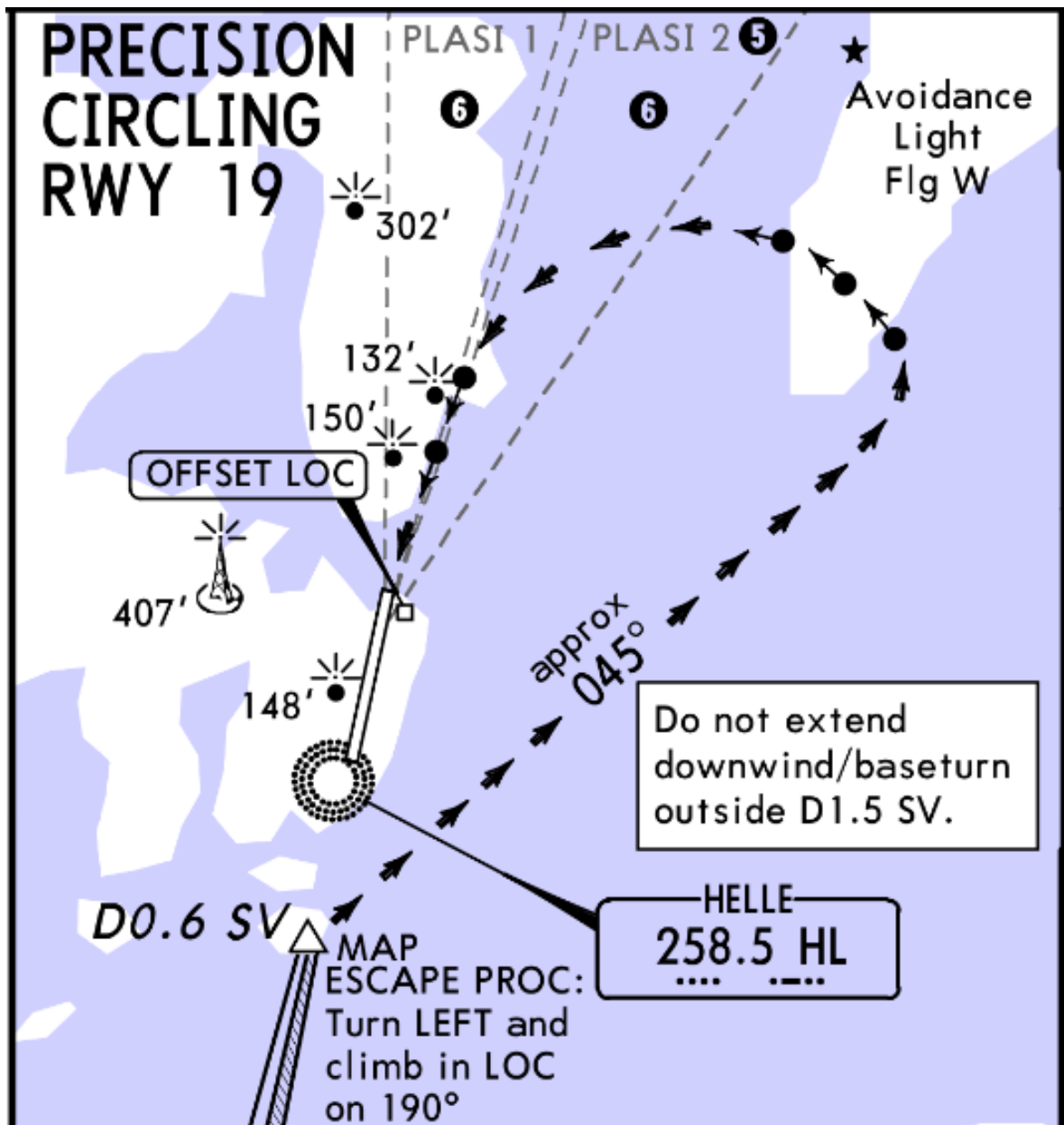
1.18.1 Risikoreduserende tiltak

- 1.18.1.1 Widerøe og Avinor har vist til at det pågår et kontinuerlig, systematisk flysikkerhetsarbeid som stadig leder til forbedringer på en rekke områder. Sirklings-til rullebane 19 i Svolvær var eksempelvis identifisert med relevante risikoforhold flere år før denne

alvorlige luftfartshendelsen inntraff, og risikoreduserende tiltak var på plass eller underveis. Vanskelige vind- og turbulensforhold og fare for tap av visuelle referanser var vurdert å være de største utfordringene. Å få på plass et system for turbulensvarsling og sirklings- og ledelys var prioritert.

- 1.18.1.2 Overfor SHT har Widerøe beskrevet en rekke risikoreduserende tiltak for operasjon på rullebaner kortere enn 1 199 m. De kan blant annet dokumentere at deres besetningsmedlemmer gjennomgår betydelig mer omfattende trening enn gjeldende myndighetskrav, og at de ved seleksjon krever et høyere antall flytimer enn minstekravet. Dette betraktes som nødvendig av sikkerhetshensyn, som følge av at operasjonene på det aktuelle rutenettet er spesielt krevende.
- 1.18.1.3 Treningsprogrammet er målrettet og omfattende, og simulatoren påkostet. Både instruktører, «supervisory pilots» og linjepiloter gjennomgår trening som er relevant med hensyn til risiko forbundet med sirkling i mørke og faren for sanseillusjoner.
- 1.18.1.4 I følge regelverket er det et krav å ha et program for Flight Data Monitoring (FDM) for fly over 27 000 kg. Widerøe har på eget initiativ inkludert alle flytypene i selskapets FDM-program, selv om det er kun Dash 8 series 400 som omfattes av regelverkskravet. Det avholdes jevnlig analysemøter der også en ansattrepresentant deltar. Gjennom overvåkingen oppdages for eksempel tekniske overskridelser og trender som man ellers hadde vært ukjent med. Alle data fra flyene siden programmet startet er lagret. Selskapet har vist til konkrete eksempler på sikkerhetsforbedringer som følge av FDM.
- 1.18.1.5 Ett eksempel på et tiltak som Widerøe har ytret ønske om, men som ennå ikke er tatt inn i noen planer, er et system som visuelt kan informere pilotene dersom vinden kommer utenfor begrensningene under siste del av innflygingen. Dette er spesielt tatt opp i forbindelse med at det planlegges fjernstyrte tårn på en rekke steder i Norge.
- 1.18.1.6 Widerøe har også tatt initiativ overfor Avinor for å fjerne mulige uklarheter knyttet til praksis ved formidling av vindkast siste 2 og siste 10 minutter. Utstyret er ikke helt likt ved alle lufthavner, og det er viktig at alle involverte er klar over hva som måles og formidles.
- 1.18.1.7 Avinor og Widerøe har opplyst at siden 2010 er blant annet følgende sikkerhetsfremmende tiltak som omfatter infrastruktur, prosedyrer, trening, monitorering og rapportering innført eller planlagt:
 - November 2010: Turbulenskart for Svolvær lufthavn var etablert rett før hendelsen. (Ref. [IPPC/briefing/vind&turbulens](#)).
 - 2010: Endringer i Avinors lokale regelverk: Ved overtaking av vakt skal turbulenskart på IPPC sjekkes.
 - 2011: Nye lys montert.
 - 20. september. 2013: Ny, utvidet sirklingsløype og innflygingslys på plass etter lang tids arbeid i lokal og sentral flytryggingsskomite (ref. figur 15).
 - 2014: Dual PLASI innført, dette gir tidligere visuell glidebaneinformasjon ved sirkling til rullebane 19 (sektor på 34°).
 - 2015: Forprosjekt for etablering av vindmåler i område Teisthaugan (ca. 1 000 m nord av Helle). Vindmålerutstyr er planlagt montert 2016.
 - 2016: Flytting av vindmåler fra vestsiden til østsiden av terskel rullebane 19.

- 2016: Hyppighet på METAR-utgivelse doubles (utgis hver halvtime).
- 2016: Skyhøydemåler (ceiometer) planlagt i tilknytning til sirkingslys nordøst av plassen.
- 2011–2015: Gjentakende trening på situasjoner tilsvarende den som oppstod i Svolvær gjennomført for samtlige flygere under periodisk trening i simulator.
- 2014: Nytt visuelt system i simulator, med nye visuelle modeller, bla. i Svolvær.
- 2014: Precision circling på “recurrent” trening. Alle har gjennomgått teori.
- 2015: Nytt linjesjekk-konsept basert på resiliens-teori utviklet i samarbeid med Universitetet i Lund (SHOOT).
- 2015: Målrettet trening på bla. *Upset Recovery and Prevention* (UPRT), også med spesifikke øvelser med fokus på somatograsiske illusjoner, eksempelvis flyging i mørke og sirkling.
- 2015: Styrket utdanning av instruktører, teori og simulator på illusjoner. Tilegnet seg ytterligere kunnskap gjennom kontakt med ekspertise hos FMI.
- 2015–2016: OPC 01/16 – Alle flygere går gjennom et UPRT program med fokus på illusjoner.
- Juni 2011: Endringer gjort i Widerøes Flight Data analyseverktøy muliggjør automatisk overvåking av hendelser (Flight Data Monitoring, FDM) på hele Dash 8-100 flåten.
- 2015: FDM-rutiner oppdatert iht. til nye felleseuropeiske krav. Fartøysjef blir identifisert/kontaktet for å sikre at det blir skrevet egen rapport.
- 2014: Nytt avvikssystem innført av Widerøe forhindrer lagring og feilsending av dokumenter utenfor systemet. All rapportering skal gjøres direkte i avvikssystemet.



Figur 15: Widerøes sirklingsløype i Svolvær datert 20. februar 2015. Merk sirklingslys på land i nordøst og dobbel PLASI. Kilde: Widerøe

1.18.2 Målbar effekt av tiltak

- 1.18.2.1 Widerøe har analysert situasjonen før og etter at det nye innflygingskartet med utvidet sirklingsløype ble tatt i bruk 20. september 2013, og kan dokumentere målbar effekt. Grunnlaget var FDM-data i perioden 1. januar 2013–11. april 2014, med fokus på forekomsten av tilfeller med overdreven kregning (excessive bank) ved innflyginger. Kartleggingen skilte mellom høyder under 300 ft, der kregning over 15° regnes «excessive», og høyder mellom 300 og 500 ft, der grensen er 30°.
- 1.18.2.2 Analysen viste at prosentvis andel av overdrevet kregning sank i begge høydesjiktene etter at det nye innflygingskartet ble tatt i bruk. Forekomsten ble redusert fra 25 % til 15 % i høyder under 300 ft, og fra 12 % til 9 % i 300–500 ft. (Reduksjon på hhv. 40 og 26 prosentpoeng). Analysene viste også at flyene i større grad fulgte angitt trekk (større presisjon) etter omleggingen.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

- 1.19.1 Spesielle undersøkelser eller metoder som er verd å nevne i dette kapittelet, er konsulentbidragene fra FMI og TNO som er omtalt i kap. 1.16. Hovedtrekkene ved metodene som ble benyttet fremkommer i de vedlagte rapportene.
- 1.19.2 Når det gjelder relevans med tanke på fremtidige undersøkelser, vil Havarikommisjonen påpeke at ekspertberegninger var nødvendig for å vurdere om det kunne ha oppstått sanseillusjoner. Metodene og vurderingene ekspertene kunne bidra med var således svært nyttige for undersøkelsen.
- 1.19.3 Tilleggsdata som krevdes for å kunne bruke verktøyet til TNO var relativt komplekse og krevende å fremskaffe. Både Widerøe og Bombardier måtte bidra med opplysninger de ikke hadde lett tilgjengelige, og dette forsinket prosessen. Situasjonen hadde ganske sikkert vært enklere dersom den involverte flytypen hadde vært en Boeing, siden Boeing har vært med på å utvikle verktøyet og ventelig alt har gjort mye av forarbeidet.
- 1.19.4 TNO sitt Spatial Disorientation Tool (SDiT) kan med noe mer innsats fra utviklerne bli et nyttig og hendig verktøy i fremtidige undersøkelser. Spesielt tenkes det på at fabrikanter og/eller operatører bør gjøres kjent med verktøyet uavhengig av at det skal ha skjedd en ulykke. TNO har fortalt at en operatør har tatt i bruk verktøyet i sitt forebyggende flysikkerhetsarbeid. I et slikt tilfelle kunne man raskt ha fått frem resultater ved behov.
- 1.19.5 SDiT legger til grunn en modell for menneskelig persepsjon, og bygger derfor nødvendigvis på en del antakelser og forutsetninger. Eksempelvis har TNO satt en terskelverdi på 6° avvik mellom oppfattet og reell pitch for at man skal kunne si at somatogravisk illusjon har inntruffet (ref. vedlegg G). TNOs modell inkorporerer flybevegelser i flere akser. Variabler som pilotens hodebevegelser kan ha betydning for opplevelsen, men er ikke inkorporert i modellen. Det er viktig å være klar over at svaret man får fra SDiT på bakgrunn av dette ikke gir en eksakt gjenskapelse av virkeligheten, og de som bruker verktøyet bør samarbeide med ekspertene som har utviklet det for å unngå å trekke feilaktige konklusjoner.
- 1.19.6 FMI sin modell for beregning av kreftene er enklere. Den er kun basert på data om krefter i flyets x- og z-akse hentet direkte fra FDR, da disse kreftene ble vurdert til å være mest sentrale for denne hendelsen. FMI har i tillegg til kraftberegningene foretatt fagmessige vurderinger av beregningene og hele hendelsen. FMI sin rapport vurderes å ha dekket SHT sine behov i denne undersøkelsen.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

2.1.1 Analysens oppbygging

- 2.1.1.1 Hoveddelen av analysen er en sekvensiell gjennomgang av den kritiske fasen av hendelsesforløpet. Hvordan kontrollen var i ferd med å gå tapt og situasjonen deretter ble avklart, belyses og drøftes. Besetningssamarbeid, «recovery» og kontrollovertakelsen omtales. Sannsynligheten for sanseillusjon og betydningen av dette er tema i kap. 2.6.
- 2.1.1.2 Videre følger en vurdering av ulike sikkerhetsmessige aspekter ved hendelsen, så som diverse operative forhold knyttet til blant annet vind, innflygingshastighet,

terrengvarsling og utførelse av sirkling. Sårbarhet forbundet med sirkling i mørke er en problemstilling som har fått særskilt oppmerksomhet i denne saken.

2.1.1.3 Avslutningsvis vurderes tiltak og sikkerhetsmarginer, før vinklingen snus og spørsmålet som stilles er hvorfor dette tross alt gikk bra.

2.1.2 Avgrensninger og presiseringer

2.1.2.1 Ingen funn tyder på at tekniske feil eller uregelmessigheter ved flyet kan ha forårsaket hendelsen eller påvirket hendelsesforløpet.

2.1.2.2 Returflygingen og forhold knyttet til håndtering av saken i ettertid er ikke inngående behandlet. SHT konstaterer at belastningene på motorer og propeller under hendelsen ikke tilsa behov for spesielle inspeksjoner, og at det da flyet ble inspisert ikke ble funnet tegn til strukturell overbelastning (ref. 1.6.3.2).

2.1.2.3 Opplysninger i faktadelen viser at det er avdekket kritikkverdige forhold på flere plan når det gjelder varsling, rapportering og klassifisering av hendelsen (ref. 1.17.4.2). Havarikommisjonen avstår fra å drøfte videre forhold knyttet til dette.

2.1.2.4 Så langt Havarikommisjonen har brakt på det rene fulgte ikke besetningen prosedyren for innflyging dersom det er fare for vindskjær (ref. 1.17.3.7). Dette kan ha sammenheng med at besetningen ikke oppfattet at vinden var slik da innflygingen ble påbegynt (se pkt. 1.1.3.3) at dette var aktuelt i henhold til selskapets advarsel i spesifikk briefing for Svolvær lufthavn (se pkt. 1.10.3.2). Dessuten gjaldt advarselen siste del av finalen. Siden hendelsen med LN-WIU skjedde i et tidligere segment av innflygingen, har Havarikommisjonen, for å avgrense undersøkelsen, valgt å ikke gå nærmere inn på dette.

2.1.2.5 Organisatoriske faktorer som styring, ledelse og kultur er ikke inngående studert i denne undersøkelsen. SHT har heller ikke funnet det naturlig å gå inn på rammefaktorer knyttet til type operasjon, tilsyn, regelverk og økonomi med utgangspunkt i denne spesifikke hendelsen.

2.1.2.6 Sakens kompleksitet har gjort det nødvendig å behandle ulike aspekter ved den kritiske fasen av hendelsesforløpet hver for seg i denne rapporten. Spesielt kapitlene 2.5, 2.6 og 2.7 må leses i sammenheng for å kunne gi et dekkende bilde av hvordan Havarikommisjonen har vurdert den kritiske fasen av hendelsesforløpet.

2.2 **Sprikende forklaringer**

2.2.1 Forklaringene fra fartøysjefen og styrmannen i 2015 ga inntrykk av at de hadde temmelig lik oppfatning av hendelsesforløpet frem til hastighetstapet oppstod på base/i svingen mot finalen. De har også gitt nokså sammenfallende forklaringer til SHT om hva som skjedde under utklatingen, etter at kontrollen definitivt var gjenvunnet (ref. 1.1.8.1). Men for den kritiske fasen var det vesentlige avvik mellom de to flygernes forklaringer (ref. 1.1.4. og 1.1.5). De var enige om at styrmannen på et tidspunkt tok over flygekontrollene, men så ulikt på hvilken betydning overtakelsen hadde for hendelsesforløpet. Det var også elementer i de nyeste forklaringene (ref. 1.1.4 og 1.1.5) som ikke sammenfalt med de opplysningene som opprinnelig ble gitt (ref. 1.1.6 og 1.1.7).

2.2.2 Havarikommisjonen oppsummerer sprikene i besetningsmedlemmenes forklaringer på denne måten:

Fartøysjefens forklaring	Styrmannens forklaring
<ul style="list-style-type: none"> - Ga full motorkraft og senket nesen på flyet da det mistet hastighet og begynte å riste. - Fikk «Stick shaker» i opptrekket og holdt derfor flyet bevisst nede og akselererte i sikker høyde mot et rødt hinderlys. - Hastigheten økte og stigning var initiert før styrmannen unødvendig tok over kontrollene. 	<ul style="list-style-type: none"> - «Stick shaker» kom på. - Nesen senket seg som følge av ytre påvirkning, uten at korrektive tiltak ble iverksatt fra fartøysjefens side. - Tok instinktivt over kontrollene og ga på ytterligere motorkraft for å avverge kollisjon med sjøen.

2.2.3 Til tross for at faktiske opplysninger om flygehastighet, høyde, flygestilling, motorkraft og g-belastninger m.m. var tilgjengelig fra ferdskriveren, ga disse ikke svar på alle spørsmål. Siden det ikke var registret informasjon om når «Stick shaker» ble aktivert, og heller ikke hvem som beveget flygekontrollene (ref. 1.11.2), var det spesielt utfordrende å etterprøve forklaringene til besetningsmedlemmene.

2.2.4 Havarikommisjonen vurderer det som forståelig og naturlig at forklaringene til besetningsmedlemmene spriker på en del punkter. Faktorer som kan ha medvirket til mangel på samsvar omfatter:

- Tidsaspektet – det gikk flere år fra hendelsen skjedde til besetningsmedlemmene forklarte seg for SHT. Minner fra hendelsen kan ha gått tapt med tiden.
- Ulik oppfattelse da hendelsen inntraff – fartøysjefen og styrmannen utførte ulike oppgaver og hadde sin oppmerksomhet rettet mot ulike aspekter av situasjonen. Ulik oppfattelse og forståelse av situasjonen der og da kan ha ført til ulike beskrivelser i ettertid av hva som skjedde.
- Forholdene lå til rette for at fartøysjefen kan ha blitt utsatt for somatogravisk illusjon. I så fall ville han og styrmannen, som trolig ikke ble utsatt for en slik sanseillusjon, ha oppfattet deler av den kritiske fasen ulikt.
- Ulik tidsopplevelse – undersøkelser viser at opplevelse av frykt/trussel henger sammen med opplevelse av tiden går langsommere. Det er stor variasjon med hensyn til hvor mye langsommere man opplever at tiden går. En eller flere i besetningen kan ha fått endret sin tidsopplevelse som følge av dramatikken i hendelsen. Både flygerne og den kabinansattes forklaringer ga da også inntrykk av at hendelsesforløpet varte betydelig lenger enn de 10 sekundene ferdskriveren viste.
- Endringer i hukommelsen over tid – man gjentar i tankene det som skjedde, og introduserer samtidig nye momenter og detaljer som over tid kan bli tatt opp i minnebildet av hendelsen. De nye momentene blir da opplevd som minner, men kommer i virkeligheten fra andre som opplevde samme hendelse, ledende spørsmål i avhør/intervjuer, informasjon gjennom pressen, gjennomgang av data fra flygeregistrator, egne tanker om hva som kan ha vært årsaken til hendelsen osv. Etter så lang tid er det ikke bare mulig, men sannsynlig, at alle i besetningen i større eller mindre grad har opplevd endringer i hukommelsen i forhold til rett etter at hendelsen fant sted.

- En generell observasjon Havarikommisjonen har gjort, er at vitner ofte gir pålitelige forklaringer om hva de foretok seg, men at de har vanskeligere for å huske korrekt rekkefølge.
- Det er menneskelig i ettertid å ønske at man hadde utført en oppgave på en god måte, noe som også kan påvirke minnebildet over tid.

2.3 Sannsynlig scenario

2.3.1 Havarikommisjonen mener å ha lyktes med å beskrive et sannsynlig hendelsesforløp, om enn med noe usikkerhet om tidspunkt for involverte aktørers aksjoner og reaksjoner. Scenarioet skisseres her kortfattet, før de ulike elementene drøftes nærmere:

- Flyet ble utsatt for et kraftig vindskjær.
- Fartøysjefen iverksatte «recovery» med «Full power», men flyet fortsatte å miste både høyde og hastighet.
- «Stick shaker» (steilevarsel) aktiverte.
- Fartøysjefen skjøv stikka resolutt forover, før han trakk den bakover igjen.
- Flyet akselererte mens nesen senket seg til 14 grader under horisonten.
- Styrmannen vurderte at fartøysjefens korreksjoner ikke var tilstrekkelige, og at det var akutt fare for at flyet skulle kolliderer med sjøen. Han tok på et tidspunkt over flygekontrollene og justerte opp motorkraften ytterligere, til maksimalt tilgjengelig.
- Resultatet av de samlede kontrollbevegelsene som ble gjort under de rådende vindforholdene, var at flygehastigheten økte, høydetapet stoppet i tide og flyet steg raskt.

2.4 Vindskjær som utløsende faktor

2.4.1 Hendelseskjeden startet med et markant hastighetstap som var godt synlig på ferdskriverdataene. Det er fastslått at hastighetstapet skyldtes ytre påvirkning (ref. 1.11.4). Opplysninger om observert og varslet vind, regn- og haglbyger i området, turbulensmodellering og vitneforklaring om passering gjennom «sydlandsk regnbyge» (ref. bla. 1.7.2, 1.7.4 og 1.1.11), tydet på at påvirkningen var vindrelatert.

2.4.2 Havarikommisjonen mener flyet, idet det nærmet seg tid for å svinge inn på finalen, fløy inn under en celle (bygesky, Cumulonimbus, CB) og ble utsatt for et kraftig vindskjær (microburst, ref. figur 5). Flyet ble sannsynligvis utsatt for både fallvind og horisontalt vindskjær. I det aktuelle området viser det modellerte turbulensbildet (ref. figur 4) økning i mekanisk turbulens ved aktuell sydvestlig vind over fjellterrenget. Dette kan ha forverret situasjonen og muligens også ha forlenget varigheten på den ugunstige ytre påvirkningen. Et uheldig sammentreff kan ha ført til at flyet ble utsatt for et usedvanlig kraftig og langvarig vindskjær.

2.4.3 Mens man i dagslys kan se bygeskyene og nedslagsfelt av vindbyger på bakken og sjøen, er mulighetene for å oppdage en slik byge visuelt i mørke små. Ved enkelte lufthavner andre steder i verden, der tropiske stormer ofte forekommer, har man etablert bakkebaserte systemer som skal kunne varsle om vindskjær, såkalte Low Level Wind Shear Alert Systems ([LLWAS](#)). Så vidt Havarikommisjonen er kjent med har tilsvarende ikke vært vurdert på nordlige breddegrader.

- 2.4.4 Dash 8 har værradar, som i noen tilfeller vil være et nyttig verktøy for å oppdage celler/bygeskyer som ikke er synlige for besetningen. Nyttien er imidlertid størst i underveisfasen, i god høyde over terrenget. Det er ikke realistisk at PM i en travel fase skal sitte og justere værradaren (tilt og range) i et forsøk på å få frem konturer og skille mellom nærliggende fjellmassiv og celler. Værradaren var dermed ingen effektiv sikkerhetsbarriere på LN-WIU, og det var heller ingen andre hjelpemidler om bord eller på bakken som kunne gitt besetningen pålitelig advarsel om vindskjær forut.
- 2.4.5 Det er utviklet systemer som kan detektere og predikere vindskjær fra fly (windshear warning). Det er imidlertid ikke et krav at slike skal være installert på Dash 8, og det var heller ikke installert på LN-WIU. Økt motorkraft i turbopropfly gir økt propellstrøm over vingene og skaper løft (powered lift). I følge flygere på typen gir økt motorkraft på Dash 8 erfaringsmessig nærmest umiddelbar positiv respons. Flytyper som dette har dermed større motstandskraft mot å bli «slått i bakken» av vindskjær enn for eksempel større jetfly. Ingen flytyper er imidlertid usårbare for fenomenet dersom vindskjæret er kraftig nok.
- 2.4.6 Vindforhold og turbulens som følge av den lokale topografien må sies å være en av de største utfordringene ved innflyging og landing på kortbanenettet. Det er derfor naturlig at også besetningen på LN-WIU først og fremst fokuserte på vindmålingene da de vurderte værforholdene i forbindelse med innflygingen til Svolvær.
- 2.4.7 I dette tilfellet fantes det trolig en ekstra trussel i form av en bygesky som var vanskelig å oppdage. Det kan virke som om besetningen ikke tok tilstrekkelig hensyn til denne tilleggstrusselen, og ble overrumplet av det kraftige vindskjæret den utløste.
- 2.4.8 Å fly seg inn under en usynlig bygesky kan sies å ha vært uflaks. I ettertid kan man se at opplysninger om at det var byger i området og at vindkastene på lufthavnen nylig hadde vært sterke, var faresignaler besetningen kunne fanget opp. Men for virkelig å forstå trusselen, måtte man se den i sammenheng med risikoen ved visuell manøvrering i mørke. Vindforhold og sårbarhet ved sirkling i mørke drøftes nærmere i kap. 2.9 og 2.10.

2.5 Den kritiske fasen av hendelsesforløpet

2.5.1 Parering av vindskjæret

- 2.5.1.1 For å få minimalt høydetap i et vindskjær, skal motorkraften økes til det ytterste og flyet holdes helt opp mot den angrepsvinkelen som utløser steilevarselet («ride the Shaker», ref. 1.6.6).
- 2.5.1.2 Fartøysjefen reagerte raskt da forstyrrelsen inntraff, og økte motorkraften slik prosedyrene beskriver. Økningen av motorkraft skulle isolert sett gitt økt hastighet og løft og fått flyet til å stige, men i dette tilfellet synes energien å ha blitt absorbert av ytre vindforhold.
- 2.5.1.3 Registreringene på ferdskriveren viser at flyet lå i sving med stikka noe bak nøytral og tendens til økende pitch i sekundene før fartøysjefen ga «Full power». Parallelt med motorøkningen ble stikka ført ytterligere bakover (ref. figur 9 Time 103197,2–103198,7). Nesestillingen gikk opp til nærmere 10 grader over horisonten i kombinasjon med full motorkraft. Det er en anerkjent metode for å stoppe gjennomsynk og initiere avbrutt innflyging i et vindskjær, men den reduserer samtidig marginen til steiling (ref. 1.6.6 og 1.6.7).
- 2.5.1.4 Havarikommisjonen finner det sannsynlig at det fartøysjefen opplevde og beskrev som sitt forsøk på «recovery» for å fly seg ut av den unormale situasjonen, var

motorøkningen og pitch-økningen som skjedde parallelt (Time 103197,6–103199,8). Følgelig var dette opptrekket der «Stick shaker» aktiverte. Stikkebevegelsen forover som fulgte umiddelbart, utmerker seg som resolutt, om enn muligens noe overdrevet. Dette er naturlig hvis det skjer noe spesielt og uventet, som for eksempel at «Stick shaker» slår inn. SHT mener sannsynlig tidspunkt for «Stick shaker» var ved FDR Time 103199,8.

- 2.5.1.5 Antakelsen om at «Stick shaker» aktiverte *før* nesepartiet på flyet «bukket» ned, samsvarer dårlig med fartøysjefens forklaring i 2015 (ref. 1.1.4.4), men godt med den tidlige skriftlige rapporten om hendelsen (ref. 1.1.6.2) og styrmannens forklaring (ref. 1.1.5). Andre ting som underbygger denne hypotesen, er at det feilaktige utslaget på den barometriske høydemåleren på dette tidspunkt gikk mot maksimalverdi. Dette tyder på at angrepsvinkelen da var på det høyeste (ref. 1.11.4.5), hvilket tilsier at marginen til steiling var minst.
- 2.5.1.6 Håndgrepene fartøysjefen innledningsvis utførte var instinktive reaksjoner i en stresset situasjon. Det var ikke åpenbart for besetningen hva som foregikk da vindskjæret tok tak i flyet. Å øke motorkraften var essensielt. Reell steilefare med aktivering av «Stick shaker» under flyging forekommer svært sjelden. Da situasjonen eskalerte og det ble behov for å avverge eller oppheve steiling, var det riktig og nødvendig å senke nesen på flyet.
- 2.5.1.7 Situasjonen ble spesielt alvorlig siden høyden i utgangspunktet var lav samtidig som problemet viste seg å være mer alvorlig enn den vante korrigeringen av forbigående turbulens. Styrmannens rolle og inngripen omtales nærmere i pkt. 2.7.
- 2.5.1.8 Prosedyrene som er laget og som flygerne trener på jevnlig, inneholder standardiserte «call-outs» som skal kunne støtte besetningssamarbeidet i situasjoner der det ikke er tid til dialog og refleksjon (ref. 1.6.6). Et gjenkjennelig utkall som «*GO-AROUND – FULL POWER*» ville fått styrmannen «med i loopen», og kunne vært starten på et bedre synkronisert samarbeid med å gjenvinne kontrollen. At besetningsmedlemmene ikke kommuniserte i de mest kritiske sekundene (ref. 1.1.4.7), tyder på at besetningssamarbeidet kollapset med tanke på både «call-outs» og synkroniserte handlinger.
- 2.5.1.9 Begge flygerne har gitt uttrykk for at hendelsen i Svolvær ikke lignet på scenarioer de har trent på i simulatoren. Moderne simulatorer er uvurderlige hjelpemidler, men er ikke nødvendigvis programmert til, eller konstruert for, å kunne gjenskape enhver situasjon som flyet kan komme opp i. At besetningen aldri hadde trent på tilsvarende scenario, kan ha vært medvirkende til at de ikke øyeblikkelig gjenkjente situasjonen som noe som tilsa behov for faktisk å avbryte innflygingen.
- 2.5.2 Vurdering av hvorvidt LN-WIU steilet
- 2.5.2.1 Flygehastigheten til LN-WIU ble på et tidspunkt kritisk lav, ca. 5 kt lavere enn oppgitt aktuell steilehastighet (ref. 1.11.3). Dersom man ser bort fra andre faktorer og estimerer angrepsvinkelen kun basert på registrert flyhastighet, vertikalhastighet og nesestillingen over horisonten, indikeres en høyeste vinkel på opp mot 30 grader i et kort øyeblikk.
- 2.5.2.2 Det er imidlertid ikke mulig å foreta meningsfylte aerodynamiske beregninger av løftekraft og vingenes angrepsvinkel i de kritiske sekundene da flyet var utsatt for sterkt variable ytre krefter, økt propellstrøm og rask pitch-endring. Siden flyet sannsynligvis var påvirket av en kraftig nedadgående vertikal vindkomponent, var angrepsvinkelen i realiteten trolig lavere. Likeledes ville partiene av vingen som lå innenfor propellens slippstrøm ha en betydelig lavere angrepsvinkel.

- 2.5.2.3 SHTs analyse av ferdskriverdataene i samråd med eksperter fra flyfabrikanten Bombardier støtter ikke teorien om at flyet steilet. Ved steiling forventer man å se en markant reduksjon i g-belastning. Mønsteret av endring i den kritiske perioden for LN-WIU er ikke i overensstemmelse med dette. Verdiene gikk ikke under 1 G i forbindelse med at nesepartiet droppet, og g-belastningen viste små utslag (omkring 1,2 til 1,3 G). Det var på dette tidspunktet heller ingen markant økning i vertikal hastighet, noe man ville forventet å se ved en steiling.
- 2.5.2.4 SHT vil imidlertid ikke utelukke at flyet kan ha steilet, slik at dette bidro til «bukkebevegelsen». I så fall må det forutsettes at de ytre påvirkningene kamuflerte det forventede mønsteret i g-belastning. SHT finner det uansett sannsynlig at «Stick shaker» aktiverte, og at flyet var på grensen til å steile.
- 2.5.2.5 Enten flyet steilet eller ikke, var økningen av motorkraft og reduksjonen av angrepsvinkel som fartøysjefen initierte avgjørende for å gjenvinne kontrollen over flyet. Det store og resolute stikkeutslaget kan ha vært gunstig. Hvor mye nesen skal senkes er imidlertid en krevende balansegang, ref. advarsel i AFM om at man kan risikere for bratt vinkel i uttaket hvis flyet faktisk steiler (ref. 1.6.7.1).
- 2.5.3 Opptrekket
- 2.5.3.1 Hvor raskt opptrekket etter at flyets nese pekte nedover kunne gjøres, var bestemt av flyhastighet og g-belastning. Et for aktivt opptrekk for tidlig (på for lav flygehastighet) kunne ha ført til at flyet steilet på dette stadiet og gikk i sjøen, mens et for passivt eller for sent opptrekk ville gitt for mye høydetap og ført til sammenstøt med sjøen.
- 2.5.3.2 Fartøysjefens beskrivelse av at han fikk «Stick shaker» i begynnelsen av opptrekket, indikerer at han kan ha trukket for kraftig i stikka i forhold til den angrepsvinkelen flyet da hadde. Riktig reaksjon er da å slakke litt av, slik han har forklart at han gjorde.
- 2.5.3.3 Stikkeføringen bakover, som på flygeregistratoren startet ved Time 103200,2, utmerker seg som det tydeligste og mest langvarige «opptrekket». SHT forutsetter at fartøysjefen på dette tidspunktet hadde opplevd steilevarsel, og at det var her han bevisst «holdt flyet nede» for å akselerere slik at han ville unngå steiling når han skulle stige over hindringer forut (ref. 1.1.4.5 og 1.1.4.6).
- 2.5.3.4 Det kan observeres at raten på stikkeføringen bakover som startet ved Time 103200,2 kortvarig avtok (varighet ca. 0,5 sek) i forhold til utgangsverdien, før den igjen økte (ref. 1.11.4.3). Den første justeringen kan oppfattes som «nøling», og passer med forklaringen om at fartøysjefen prioriterte å bygge opp hastighet (ref. 1.1.4). Flygehastigheten økte raskt mens vertikalakselerasjonen var mer eller mindre konstant, hvilket tilsier at marginen til steiling var økende. Men flyet tapte samtidig raskt høyde og nesen pekte nedover.
- 2.5.3.5 Å bedømme høyden over et ensartet underlag uten velkjente referansepunkt med kjent størrelse, er som kjent svært vanskelig. Havarikommisjonen finner det forståelig at flygerne oppfattet laveste høyde forskjellig, og at ingen av dem oppfattet hvor lavt de faktisk var. Dersom de kastet et blikk på høydemåleren mens den viste feil, kan dette også hatt negativ innvirkning på situasjonsoppfattelsen (ref. 1.11.4.5).

2.6 Sauseillusjon

- 2.6.1 Fartøysjefen har forklart at da flyet brått mistet høyde, var hans intensjon å gjøre «recovery» ved å øke flyhastigheten i lav, men sikker høyde. Han ville deretter trekke flyet opp med tilstrekkelig margin til «Stick shaker» og steilingsfare. Han fløy derfor mot

det røde hinderlyset han kunne se foran seg, mens han arbeidet med å få kontroll på flyet. Han har ikke beskrevet å ha sett sjøen under seg. Han trodde laveste høyde var ca. 300 ft, og mente flyet allerede hadde begynt å stige da styrmannen overtok flygekontrollene (ref. 1.1.4.4–1.1.4.6).

- 2.6.2 Ferdskriverdataene viste at flyet bygget opp hastighet mens nesepartiet var i konstant «bukkebevegelse» og høyden avtok ned til 83 ft (ref. figur 8). Flyet hadde ennå ikke begynt å stige ved det SHT mener er sannsynlig tidspunkt for kontrollovertakelsen (ref. pkt. 2.7).
- 2.6.3 Under de rådende forhold, med sparsomme visuelle referanser og uten synlig horisont, er det fare for sanseillusjoner. Beregninger foretatt av FMI viste at kraftpåvirkningen like før og særlig mens flyet akselererte med nesene ned mot havoverflaten, skapte forhold for somatogravisk illusjon (ref. 1.16.1.1). TNO kom med sin modell frem til omtrent samme konklusjon (ref. 1.16.1.2).
- 2.6.4 En slik illusjon ville ha gitt en falsk følelse av at nesepartiet på flyet pekte tilnærmet vannrett eller oppover, mens det i realiteten stadig pekte ned mot terrenget. SHT mener at en eventuell sanseillusjon også kan ha gjort det problematisk å vurdere hvorvidt flyet sank, steg eller fløy flatt. Et enkeltstående lyspunkt som beveget seg foran frontruta og følelsen av å sitte godt i setet (vertikalakselerasjon over 1 G) mens nesene «bukket» nedover, kan ha virket villedende.
- 2.6.5 Styrmannen, som overvåket instrumentene og hadde referanse til flyets kunstige horisont, opplevde sannsynligvis ingen sanseillusjon.
- 2.6.6 Dersom fartøysjefen ble utsatt for somatogravisk illusjon, er det lettere å forstå hvorfor forklaringene fra de to flygerne kunne sprike så mye som de gjorde og hvorfor de synes å ha oppfattet alvorlighetsgraden ulikt (se pkt. 2.2.1).
- 2.6.7 Havarikommisjonen mener at fartøysjefen, mens han fløy i mørke og hadde sparsomt med visuelle referanser, kan ha vært utsatt for somatogravisk illusjon. Basert på foreliggende fakta kan det imidlertid ikke slås fast med sikkerhet hvorvidt så var tilfelle eller ikke.
- 2.6.8 Videre har Havarikommisjonen heller ikke funnet noen tydelige holdepunkter i ferdskriverdataene som gir grunnlag for å konkludere med at en eventuell sanseillusjon fikk innvirkning på håndteringen av vindskjæret.

2.7 Overtakelse av flygekontrollene

- 2.7.1 Besetningssamarbeidet ved vindskjær innebærer blant annet at PF velger og kaller ut *GO-AROUND*, dvs. gir på til ca. 80 % torque og beordrer PM til å sette *FULL POWER* (ref. vedlegg D). Å gå til absolutt full motorkraft er mulig på Dash 8, og kan i nødtilfeller benyttes for å avverge kollisjon med terreng. PM har plikt til å insistere på «go-around», og om nødvendig ta over kontrollene hvis sirklingen ikke er stabilisert senest i 300 ft over bakken (ref. 1.17.3.5). Normalt skal det alltid være dialog mellom besetningsmedlemmene, slik at PM bevisstgjør PF om avvik og PF selv vurderer situasjonen og gjør de nødvendige grep. Men i en opplevd akutt faresituasjon, der det ikke er tid til utkall og synkronisering mellom besetningsmedlemmene, kan overtakelse være det som redder situasjonen fra å bli en ulykke.
- 2.7.2 I dette tilfellet sviktet besetningssamarbeidet med tanke på «call-outs» og synkroniserte handlinger (ref. drøfting i pkt. 2.5.1.8). Havarikommisjonen mener situasjonen slik styrmannen har forklart den i 2015, der flyet fikk svært lav nesestilling like over sjøen og

han selv fikk inntrykk av at fartøysjefen ikke reagerte (ref. 1.1.5), tilsier at det var korrekt å gripe inn. Dette er i tråd med god Crew Resource Management (CRM), og også i tråd med hvordan Widerøe trener CRM.

- 2.7.3 Havarikommisjonen mener det var fornuftig av fartøysjefen på LN-WIU å ikke motsette seg overtakelsen av flygekontrollene ut fra vurderingen om at situasjonen uansett var avklart (ref. 1.1.4.6). Temaet kontrollovertakelse er imidlertid komplekst. At man ikke kan gi generelle råd som er korrekte i alle sammenhenger, blir tydelig når man tar muligheten for at det kan oppstå sanseillusjoner med i betraktningen (ref. pkt. 1.16.1.2).
- 2.7.4 Oppfatningene flygerne imellom sprikte både når det gjaldt tidspunktet og betydningen overtakelsen eventuelt hadde med tanke på å avverge en ulykke. I pkt. 2.2.4 har Havarikommisjonen nevnt sanseillusjon hos fartøysjefen som en mulig forklaring. I tillegg kan følgende forhold ha spilt inn:
- *Treghetsmoment (inertia) i flyets bevegelse*
Treghetsmoment (massetregghet) om tverraksen gjorde at nesestillingen snudde oppover og flyet begynte å stige med forsinkelse i forhold til tidspunktet da opptrekket ble initiert med stikkebevegelse bakover. Dette kan ha kamuflert at fartøysjefen allerede hadde iverksatt tiltak som styrmannen satt og ventet på.
 - *Ulikheter i subjektive mentale prosesser*
Det har gått lang tid siden hendelsen, og noen minner har trolig gått tapt. Flygerne hadde dessuten oppmerksomheten rettet mot ulike aspekter av situasjonen, og har sannsynligvis opplevd endringer i hukommelsen over tid. Begge flygerne har trolig oppfattet den kritiske fasen som lengre enn det FDR viser. Dette kan ha bidratt til at styrmannen ikke syntes at fartøysjefen handlet raskt nok, og at fartøysjefen mente kontrollovertakelsen skjedde senere enn den sannsynligvis gjorde. Til sammen har disse subjektive mentale prosessene hos flygerne etter Havarikommisjonens vurdering bidratt til uoverensstemmelsene mellom dem på noen punkter.
- 2.7.5 Styrmannens oppfatning av at flyet var i ferd med å gå i sjøen uten at fartøysjefen foretok seg nok for å forhindre det, kan slik SHT vurderer det delvis forklares med treghetsmoment og opplevelse av tid. Forsinkelse på ca. 1,5 sekund vil kunne føles som «en evighet» når man frykter at man er i ferd med å havarere. SHT mener styrmannen kan ha overtatt flygekontrollene på et tidspunkt hvor fartøysjefen hadde startet et opptrekk og tendensen til høydetap var snudd, men hvor grepene som fartøysjefen hadde utført ennå ikke hadde fått tydelig effekt. FDR-data underbygger ikke at fartøysjefen hadde «*frosset på kontrollene*» (ref. styrmannens forklaring i pkt. 1.1.5.3).
- 2.7.6 SHT har sammenholdt besetningens forklaringer med FDR-data, og mener å kunne identifisere et sannsynlig tidspunkt for overtakelsen av stikka. Tidspunktet som SHT mener utpeker seg, er FDR Time 103201,3. Der kan det på FDR observeres at stikkebevegelsen bakover forseres, sekundet før motorkontrollene skyves helt frem til stopp (ref. 1.11.4.3). På dette tidspunktet var flyets nese fortsatt under horisonten og høydetapet var ennå ikke stoppet, noe som rimer med forklaringen styrmannen ga i 2015.
- 2.7.7 En ytterligere indikasjon på at dette kan ha vært overtakelsestidspunktet, var at det i samme tidels sekund registreres en markant endring i stikkebevegelsen for balanseror. Dette balanserorsutslaget kan være en indikasjon på at en hånd tar tak i stikka for å trekke den bakover.
- 2.7.8 Stikkeovertakelsen kom neppe etter at flyet hadde begynt å stige. I så fall ville det ha vært etter den ekstra økningen i motorkraft som besetningen er enige om at styrmannen

iverksatte. Dette rimer dårlig med at styrmannen skulle ha dratt stikka bakover med stor kraft, siden stikka på det tidspunktet var på vei forover igjen.

- 2.7.9 Det er ingen tvil om at opptrekket ble initiert av fartøysjefen, men det er knyttet usikkerhet til om det var han eller styrmannen som intensiverte det. Dersom styrmannen grep inn på Time 103201,3, er det likevel ingen som vet hvordan fartøysjefen ville beveget kontrollene i sekundene som fulgte om så ikke hadde skjedd. Dette er et faktum uavhengig av om fartøysjefen var utsatt for en sanseillusjon eller ei. Bombardier har vurdert at tendensen hadde snudd ved Time 103201,3. Ekstrapolasjon tilsier at flyet, med det opptrekket som allerede pågikk, ville startet stigning i tide til å unngå kollisjon med sjøen, men da med mindre margin.
- 2.7.10 SHT kan ikke fastslå med sikkerhet hverken hvorvidt det ekstra motorpådraget eller den siste observerte justeringen av draget i stikka var avgjørende for utfallet. SHT finner at det ikke er mulig å trekke sikre konklusjoner med hensyn til om styrmannens inn gripen hadde betydning for utfallet.
- 2.7.11 SHT mener at de samlede håndgrepene til besetningen avverget en ulykke da flyet ble utsatt for et usedvanlig kraftig vindskjær i lav høyde. Marginalt lengre reaksjonstid og/eller mindre resolutt bruk av motorkraft ville trolig resultert i kollisjon med sjøen.

2.8 Betydningen av at fartøysjefen var sliten

- 2.8.1 Fartøysjefen ga selv beskjed om at han var sliten (ref. 1.1.2.2). Havarikommisjonen mener det var gunstig å nevne dette som en «advarsel» til resten av besetningen, uten at det fritar en fra ansvaret man har for å vurdere om man er «fit for flight».
- 2.8.2 SHT fikk fartøysjefen til å beskrive flere detaljer om nattesøvn, arbeidsdagens lengde, aktiviteter m.m. SHT har sammenholdt opplysningene, og mener kombinasjonen av litt lite søvn og lang og hektisk dag gjør det sannsynlig at han var både trøtt og sliten. Mørket kan også ha virket negativt inn på trøttheten. På den positive siden var det korte turer og lite monotoni. Utfordrende forhold og usikkerhet om de kunne lande kan ha virket positivt inn i form av høyere autonom aktivering.
- 2.8.3 FMI utelukker ikke at tretthet kan ha påvirket fartøysjefens situasjonsbevissthet negativt og potensielt gjort ham noe mer utsatt for sanseillusjoner. Men de er samtidig klare på at sanseillusjoner er noe alle kan oppleve, uavhengig av tretthet og erfaringsnivå (ref. 1.16.1.1).
- 2.8.4 Totalvurderingen er at fartøysjefen nok var trøtt og sliten, men ikke i så stor grad at SHT kan finne støtte for at det virket negativt inn på hans prestasjoner i den aktuelle hendelsen.

2.9 Vurdering av operative forhold

2.9.1 Vindforhold og -begrensninger

- 2.9.1.1 Både varslede (TAF) og rapporterte (METAR) vindforhold i Svolvær gjorde at man ikke kunne ta landing for gitt. SIGMET om fare for lokalt sterk turbulens i lavere sjikt tilsa behov for stor årvåkenhet (ref. pkt. 1.7.3.3) både i forbindelse med planlegging og gjennomføring av flygingen. Været synes å ha vært godt varslet.
- 2.9.1.2 Fremgangsmåten besetningen benyttet er den som vanligvis følges i bygevær der det bare temporært kan forventes brukbare forhold (ref. pkt. 1.7.2.2 og 1.10.3.1). Man gjør en totalvurdering før man flyr mot destinasjonen. Dersom det finnes en alternativ lufthavn i nærheten der det er akseptable landingsforhold, kan man velge å fly dit hvis

det skulle vise seg at vinden er for sterk og/eller variabel i forhold til selskapets begrensninger og forholdene ikke synes å bedre seg innenfor rimelig tid.

- 2.9.1.3 Basert på rapporter som ble skrevet like etter at hendelsen inntraff er det grunn til å anta at den moderate vindstyrken flygerne senere har referert til, var øyeblikksvind (ref. 1.1.6.2 og 1.1.9.1). Farer forbundet med spesielle lokale forhold, variable vindforhold og problemstillinger knyttet til formidling av vind og øyeblikksvind i forbindelse med landing er inngående drøftet i Havarikommisjonens rapport om luftfartsulykke på Hammerfest lufthavn 1. mai 2005 med DHC-8-103, LN-WIK ([SL 2009/22](#)).
- 2.9.1.4 Det kan oppstå et dilemma om vinden endrer seg etter at innflygingen har startet. Vurderingen av om det er nødvendig å avbryte en påbegynt innflyging vil være skjønnsmessig. I tilfelle man får opplysninger om avvikende verdier fra ulike målere, kan det også være krevende å holde det mentale bildet. SHT vil hevde at det å tenke at sirklingsløypa kan fungere som venteposisjon i påvente av bedre 2-minuttersvind, er å tøyse grenser (ref. skriftlig rapport gjengitt i 1.1.6.2). Denne hendelsen er en viktig påminnelse om risikofaktorer forbundet med å manøvrere lavt over terrenget med sparsomme visuelle referanser i mørke og urolig luft. Eventuell venting må foregå i sikker høyde i etablerte ventemønstre for instrumentflyging.
- 2.9.1.5 Widerøe har basert sine vindbegrensninger i Svolvær på lang erfaring. Ifølge ledende operativt personell, utpreger ikke Svolvær seg som en flyplass med spesielt vanskelige vindforhold i innflygingssektoren. Forstyrrelsene man vil unngå gjennom de fastsatte restriksjonene, oppstår primært på kort finale (ref. 1.10.3).
- 2.9.1.6 Hendelsen i Svolvær var ikke en klassisk landingshendelse som følge av vanskelige lokale vindforhold, og SHT mener læringspotensialet ikke først og fremst ligger i hvorvidt vinden var innenfor eller utenfor begrensningene da innflygingen formelt startet. Vindskjæret fra bygeskyen hadde ikke direkte sammenheng med vindrestriksjonene for innflyging og landing.
- 2.9.2 Innflygingshastighet
- 2.9.2.1 Fartøysjefen og styrmannen syntes i intervjuene i 2015 å ha ulik oppfatning av hva hastigheten burde være under innflygingen (ref. 1.1.3). SHT finner ikke entydige retningslinjer om hva som var korrekt i selskapets prosedyrer fra 2010 (ref. vedlegg C), men ledende flyoperativt personell i Widerøe har bemerket at det vil være mulig og fornuftig i gitte situasjoner å ha litt ekstra hastighet for å få noe større margin til steilehastighet. For det aktuelle tilfellet mente selskapet det kan hevdes å ha vært korrekt å ikke legge på hastighet utover 1,4Vs, siden det ikke var turbulens av betydning under innflygingen (bekreftet av flygeregistratordata).
- 2.9.2.2 Isolert sett gir en høyere innflygingshastighet større margin mot vindskjær og turbulens. Tillegget må imidlertid ikke være større enn at man klarer å følge den definerte sirklingsløypen, hvilket flygerne må kontrollere visuelt. Like før landing må hastigheten reduseres til den hastighet som ligger til grunn for landingskalkulasjonen (normalt 1,3 x Vs over banekanten), for at denne flytypen skal greie å stoppe med tilstrekkelig margin på en knapt 800 m lang rullebane.
- 2.9.2.3 Dersom man velger å øke marginene på ett område, vil de kunne svekkes på andre områder. Ett eksempel er når man velger å lande i «motbakke» selv om det innebærer å sirkle (ref. 1.10.3). Å etterprøve avveiningene som er gjort om innflygingshastighet, griper inn i det komplekse helhetsbildet «kortbanekonseptet», og går utenfor rammen av denne undersøkelsen.

2.9.3 «Precision circling»

- 2.9.3.1 Havarikommisjonen vurderte også om det var elementer ved selskapets sirklingsprosedyrer eller konseptet med «Precision circling» som kunne være relevant å påpeke i denne saken (ref. kap. 1.17.3). Uten å gjøre begrepsbruk i seg selv til et hovedpoeng, vil SHT bemerke at begrepet «precision» kan oppfattes som misvisende her, siden posisjonsstøtten i sirklingsløypa i Svolvær er lite presis. At løypa er konstruert ut fra en maksimumshastighet på 109 KIAS, illustrerer hindersituasjonen og avveininger som er gjort (ref. figur 1). Marginene er små, og presisjonskravene på utførelsen blir derfor høye.
- 2.9.3.2 Ledende personell i selskapet med ansvar for både flyoperasjoner, trening, navigasjon og «performance», viste til at det betraktes som uproblematisk å holde seg innenfor det definerte området med foreskrevet bakkeklaring med de hjelpemidlene som per i dag finnes (kursangivelse, DME, sirklingslys og dobbel PLASI). Ulike risikofaktorer er vurdert opp mot hverandre, og Widerøe har gode erfaringer med den valgte løsningen (ref. 1.17.3).
- 2.9.3.3 Basert på det flygerne husket da de forklarte seg for Havarikommisjonen, kan det synes som om de på forhånd satt med en ulik oppfatning om når minsthøyden skulle forlates. Prosedyren beskriver at høydeprofil skal inngå i briefen, og overholdelse av planlagt høyde er en av parametrene PM skal overvåke (ref. 1.17.3.4). Spesifikke høyder var ikke angitt i Svolvær, og Widerøe så heller ikke behov for dette med henvisning til at 580 ft uansett er lavt.
- 2.9.3.4 Havarikommisjonen er enig i at behovet for å angi spesifikke høyder reduseres når sirklingshøyden er lav, men mener det er svært viktig å ha felles forståelse om høydeprofilen når man skal sirkle i mørke. Hvis det stemmer at styrmannen forventet nedstigning mot 300 ft i svingen, mens fartøysjefen mente å holde 600 ft for eksempel til PLASI ble synlig uten å briefe dette, har man gitt avkall på et utkall som skal bidra til tidlig deteksjon og korleksjon av høydeavvik. Et slikt utkall kan hjelpe PF å oppdage et uønsket høydetap når de visuelle referansene er sparsomme. Denne observasjonen er også relevant i forbindelse med FMI sine uttalelser om at dagens prosedyrer legger opp til lite støtte (ikke rutinemessige call-outs) fra PM i sone B i sirklingsløypa (ref. 1.16.2.5).

2.9.4 Terrengvarslingssystem som sikkerhetsbarriere

Ingen av flygerne nevnte noe om at de kunne huske å ha hørt varsel eller sett varsellys fra terrengvarslingssystemet (EGPWS). Dette blir heller ikke registrert på FDR. Systemets virkemåte tilsier at man kunne forvente varsel om for stor nedstigningshastighet i forhold til den aktuelle høyden, med mindre signalet ble kansellert av at «Stick shaker» aktiverte (ref. 1.6.4 og 1.6.5). Varsellyd kan også ha gått upåaktet hen på grunn av stress. I den aktuelle situasjonen hvor alt gikk svært fort og det under opplevde visuelle forhold var fare for steiling i lav høyde, ville et eventuelt terrengvarsel trolig vært flyktig og ikke hatt praktisk betydning.

2.10 **Sårbarhet ved sirkling i mørke**

- 2.10.1 Havarikommisjonen ser at det ligger grundige avveininger bak sirklingsprosedyren, men har merket seg at manglende horisont og liten mulighet til å skimte konturer på bakken ikke synes å bli vektlagt. Problemstillinger knyttet til visuelle referanser under innflyging i mørke ble også tatt opp i Havarikommisjonens rapport om luftfartsulykke ved Namsos den 27. oktober 1993 med DHC-6-300 Twin Otter, LN-BNM ([SL 1996/07](#) side 77).

- 2.10.2 Undersøkelsen av hendelsen med LN-WIU har avdekket tre hovedområder som omhandler sårbarhet ved sirkling i mørke:
- Problemstillinger knyttet til overvåking av høyde i basesvingen (ref. pkt. 2.5.3.5, 2.9.3 og 2.9.4).
 - Manglende hjelpemidler for å kunne oppdage byger i mørke (ref. pkt. 2.4).
 - Sanseillusjons-problematikk (ref. vedlagte rapporter fra FMI).
- 2.10.3 SHT mener mulighetene for ytterligere å redusere sårbarheten knyttet til kombinasjonen av mørke og dårlig vær, bør vurderes. «Usynlige» bygeskyer og sanseillusjoner er ikke trusler i godt vær og i dagslys med synlig horisont, men bør tas på alvor når forholdene er krevende. Avbrutte innflyginger i mørke kan utgjøre en økt trussel fordi det ikke sjelden starter med visuelt basert manøvrering i utklatrung med sving nær terreng (som i Svolvær, ref. 1.10.3), som er en krevende øvelse selv i dagslys og gode flyforhold.
- 2.10.4 Trusselen sanseillusjoner utgjør for flyging har vært kjent helt siden man begynte å fly, men bevisstheten om dette har tradisjonelt vært høyere i militær luftfart og lett luftfart som foregår «single pilot». Havarikommisjonen mener undersøkelsen av denne hendelsen og Boeings initiativ for å øke bevisstheten om sanseillusjoner (ref. 1.16.1.2) er påminnelser om at problemstillingen bør få mer oppmerksomhet også i tung, sivil luftfart.

2.11 Vurdering av tiltak og sikkerhetsmarginer

- 2.11.1 Havarikommisjonens undersøkelse har ikke avdekket systematisk svikt eller åpenbare mangler som kunne hatt innvirkning på hendelsesforløp eller årsaksforhold.
- 2.11.2 Flere relevante sikkerhetsbarrierer har blitt styrket siden hendelsen med LN-WIU. Dobbel PLASI, sirklingslys, turbulensvarsel m.m. kom på plass som følge av det kontinuerlige forebyggende flysikkerhetssamarbeidet mellom operatører og Avinor. Måltrettet simulatorentrening for å øke bevisstheten om sanseillusjoner var også planlagt, uavhengig av denne hendelsen og av funnene i denne undersøkelsen (ref. 1.18.1).
- 2.11.3 Havarikommisjonen mener sikkerhetsmarginene i sirklingsløypa til rullebane 19 i Svolvær har blitt forbedret siden hendelsen i 2010, men vil likevel oppfordre Widerøe til å vurdere mulighetene for å redusere restrisikoen på base-segmentet i Svolvær ytterligere. Det vises i denne sammenheng til forslag som er nevnt i utredningen FMI har gjort (ref. 1.16.2 og vedlegg H).
- 2.11.4 Denne undersøkelsen handler om Svolvær spesielt, men en lærende organisasjon vil som et ledd i sitt sikkerhetsarbeid utnytte erfaringene fra «lokale» funn til å vurdere om det er behov for tiltak ved andre destinasjoner eller operasjonene som helhet. SHT vil oppfordre Widerøe til også å nyttiggjøre seg lærdom fra denne hendelsen i et bredere perspektiv. Det tenkes spesielt på sanseillusjonsfare i kombinasjon med komplekse, krevende «missed approach»-prosedyrer.

2.12 Hvorfor gikk det bra?

- 2.12.1 Det er også mulig å drøfte denne hendelsen ved å stille spørsmålet *hvorfor gikk det bra* til forskjell fra *hvorfor det gikk galt*. Ved å snu perspektivet mener Havarikommisjonen at vi kan lære ytterligere om hva som skal til for at lignende kritiske situasjoner skal gå bra, tross alt. Et slikt perspektiv er i tråd med en systemisk tilnærming til sikkerhet og

fagfeltet *resilience engineering*¹⁶. Det handler om å identifisere og forsterke de positive kapasitetene til mennesker og organisasjoner som gjør at de kan tilpasse seg effektivt og sikkert under press. Sikkerhetssamarbeidet organisasjoner imellom er også en viktig del av dette bildet (ref. 2.11.2).

- 2.12.2 Mennesker, på alle nivåer av en organisasjon, skaper sikkerhet i systemer gjennom praksis. Derfor handler ikke sikkerhet bare om fraværet av noe, men også om tilstedeværelsen av *noe*. Dette *noe* er evnen til å tilpasse seg endringer, konflikter og forstyrrelser, uten at det fører til sammenbrudd og katastrofale feil¹⁷. SHT mener at denne hendelsen er et eksempel på dette.
- 2.12.3 Det er normalt at individuelle prestasjoner varierer, og uheldige sammentreff og ytre omstendigheter vil føre til uønskede situasjoner. Seleksjon, standardiserte prosedyrer, omfattende trening, overvåking og oppfølging er virkemidler for å kontrollere variasjonene. Inngående lokalkunnskap og kjennskap til de tekniske systemene er viktig for å kunne foreta gode avveininger og fastsette relevante restriksjoner.
- 2.12.4 Havarikommisjonen mener denne hendelsen er et eksempel på noe som faktisk har fungert, gitt krevende operasjoner med små marginer – og ikke bare på noe som har gått galt. Hendelsen viser at tekniske barrierer (for eksempel «Stick shaker»), redundans (i form av to flygere), samt flygernes egenskaper (betydelig erfaring, relevant trening, mot til å ta ansvar), til sammen utgjorde et system som taklet en uventet og kritisk situasjon på en slik måte at en ulykke ble avverget.
- 2.12.5 Hendelsen er også en påminnelse om at operatører og flygere med inngående lokalkunnskap, erfaring og trening utover gjeldende myndighetskrav, har bedre forutsetninger for å kunne håndtere kritiske situasjoner som denne på en sikker måte.

3. KONKLUSJON

LN-WIU ble utsatt for et kraftig vindskjær fra en bygesky (microburst) som førte til at flyet mistet hastighet og ble presset ned mot terrenget idet det skulle svinge inn mot finalen under visuell sirkling i mørke. Vindskjæret kunne muligens forutses, men ville med tilgjengelig utstyr vanskelig kunne oppdages.

Fartøysjefen reagerte raskt og parerte først med økt motorkraft som forutsatt, men flyet var likevel i grenseområdet for steiling i lav høyde. Fartøysjefen svarte med å føre stikka resolutt fremover. Det var riktig og nødvendig å senke nesen på flyet for å forhindre, eller oppheve, steiling.

Manøvreringen for å gjenvinne kontroll ble utført med sparsomme visuelle referanser og uten synlig horisont. Fartøysjefen kan i noen få kritiske sekunder av «recovery»-fasen ha blitt utsatt for somatogravisk illusjon. Havarikommisjonen har imidlertid ikke funnet grunnlag for å konkludere med at en eventuell sanseillusjon fikk innvirkning på håndteringen av vindskjæret.

¹⁶ Den iboende evne et system har til å justere sin funksjon før, under eller etter endringer og forstyrrelser, slik at det kan opprettholde nødvendige operasjoner under både forventede og uventede forhold.

¹⁷ Dekker S., Hollnagel E., Woods D. og Cook R. (2008): *Resilience Engineering: New directions for measuring and maintaining safety in complex systems*. Lund University School of Aviation.

På et tidspunkt grep styrmannen inn og tok over flygekontrollene. Ut fra det forliggende faktagrunnlaget har det ikke vært mulig å slå fast hvorvidt det fikk betydning for utfallet.

Havarikommisjonen mener at de samlede håndgrepene til besetningen avverget en ulykke. Marginalt lengre reaksjonstid og/eller mindre resolutt bruk av motorkraft ville trolig resultert i kollisjon med sjøen.

3.1 Undersøkelsesresultater

3.1.1 Flyoperative forhold

- a) Begge besetningsmedlemmene hadde gyldige sertifikater og hadde gjennomgått trening slik at de var kvalifisert for den aktuelle flygingen.
- b) Besetningsmedlemmene var enige om at vinden var innenfor selskapets gjeldende begrensinger da innflygingen startet. Det var ikke spesielt turbulent, og det var således innenfor selskapets standardiserte fremgangsmåte å ikke legge på ekstra hastighet under innflygingen.
- c) Flygingen forløp normalt inntil flyet under sirkling for landing på rullebane 19 ble utsatt for ytre påvirkning i form av et kraftig vindskjær fra en byge (microburst), muligens i kombinasjon med terrengindusert turbulens.
- d) Den kritiske situasjonen oppstod brått, og var avklart etter knapt 10 sekunder.
- e) Styrmannen kalte «Check speed» to ganger i løpet av sirklingen, siste gang var trolig like før vindskjæret tok tak i flyet.
- f) Flyet mistet høyde og flygehastighet til tross for at fartøysjefen, som var den som førte flyet (PF), iverksatte «recovery» med full motorkraft.
- g) Besetningen hadde ikke briefet når sirklingshøyden skulle forlates, og syntes ikke å ha hatt felles forståelse av dette.
- h) Å øke motorkraften var essensielt for å korrigere for vindskjæret som forårsaket at flygehastigheten droppet dramatisk.
- i) Flygehastigheten falt videre til kritisk lav verdi 72 kt, og situasjonen eskalerte dermed slik at det ble behov for å avverge/oppheve steiling ved å senke nesene (senke vingens angrepsvinkel).
- j) Begge flygebesetningsmedlemmene har forklart at «Stick shaker» (steilevarsel) aktiverte, men siden ferdskriveren ikke hadde informasjon om denne varselfunksjonen, har det ikke vært mulig å verifisere når den aktiverte.
- k) Flygeregistratordata viser en markant stikkebevegelse forover som antas å være fartøysjefens respons på steilevarselet (Stick shaker).
- l) Stikka ble ført resolutt fremover i løpet av noen tidels sekunder før bevegelsen ble reversert.
- m) Stikka ble deretter trukket kontinuerlig bakover med varierende rate i ca. 3 sekunder. Første observerte justering kan tyde på kortvarig avtrapping for å bygge opp hastighet, mens neste justering er en intensivering av opptrekket.

- n) Flyets nesestilling beveget seg i løpet av ca. 4,5 sekunder kontinuerlig nedover fra ca. 10 grader over horisonten ned til ca. 14 grader under horisonten og opp igjen til ca. 10 grader mens flygehastigheten økte og høyden avtok raskt.
- o) Barometrisk høydemåler viste feil (for høy) verdi i den mest kritiske fasen.
- p) Gjennomsynkningen var over 2 200 ft/min i sekundene like før høydetapet stoppet og flyet begynte å stige.
- q) Flyet mistet ca. 270 ft på 8 sekunder og var på det laveste 83 ft (25 m) over terrenget.
- r) Flygehastigheten hadde økt til ca. 140 kt da flyet begynte å stige.
- s) Høyeste registrerte vertikalakselerasjon (g-belastning) var 2,7 G, idet flyet var på det laveste.
- t) Styrmannen økte motorkraften fra «Full power» til maksimalt tilgjengelig like før høyden over terrenget var på det laveste.
- u) Styrmannen tok på et tidspunkt på eget initiativ også over flygekontrollene og har forklart at dette var nødvendig fordi flyet fikk svært lav nesestilling like over sjøen og han fikk inntrykk av at fartøysjefen ikke reagerte.
- v) Standardiserte «call-outs» og synkronisering uteble i sekundene fra hastigheten falt og til etter at styrmannen tok over kontrollene.
- w) Styrmannen overtok sannsynligvis flygekontrollene på et tidspunkt hvor fartøysjefen hadde initiert et opptrekk og tendensen til høydetap var snudd, men hvor grepene som var utført ennå ikke hadde fått tydelig effekt.
- x) Besetningsmedlemmene har forklart seg ulikt om når kontrollovertakelsen skulle ha funnet sted, og om nødvendigheten av å gripe inn.
- y) Ferdskriveren hadde ikke parameter for/kunne ikke verifisere hvem som beveget flygekontrollene (fra hvilken side i cockpit), og det har derfor ikke vært mulig å verifisere sikkert når styrmannen tok over kontrollene.
- z) Tidspunktet for overtakelsen antas å ligge innenfor de sekundene hvor fartøysjefen bevisst lot flyet akselerere for å for å unngå ny, begynnende steiling i opptrekket som han planla og oppfattet at ville føre dem i sikker høyde over et rødt hinderlys han kunne se foran frontruten.
- aa) Fartøysjefen kan ha blitt utsatt for somatogravisk illusjon, og kan dermed ha hatt feil oppfatning av flyets stilling i luften i noen få sekunder. Gripene han utførte for å gjenvinne kontrollen var imidlertid korrekte, og innenfor det selskapet betraktet som normale variasjoner.
- bb) En eventuell somatogravisk illusjon hos fartøysjefen kan være med på å forklare hvorfor besetningsmedlemmene oppfattet situasjonen ulikt, men også massetregghetsmoment i flyets bevegelse (inertia) og ulikheter i subjektive mentale prosesser kan ha spilt inn.
- cc) Fartøysjefen følte seg sliten og de andre besetningsmedlemmene reagerte på at han virket trøtt, men SHT finner ikke støtte i faktagrunnlaget for å hevde at dette virket negativt inn på hans prestasjoner i den aktuelle hendelsen.

- dd) Faktagrunnlaget som forelå var ikke tilstrekkelig til at SHT for de aktuelle sekundene har kunnet fastslå sikkert hverken hvem av flygerne som gjorde hva, nøyaktig når og i hvilken rekkefølge ting ble gjort, eller hvilken effekt de ulike handlingene isolert sett hadde.
- ee) Undersøkelsen har ikke gitt resultater som gjør det mulig å trekke sikre konklusjoner med hensyn til hvorvidt styrmannens inngripen hadde betydning for utfallet.
- ff) Besetningens samlede innsats resulterte i at flyet startet stigning i tide til å unngå kollisjon med sjøen.

3.1.2 Luftfartøyet

- a) Luftfartøyets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte begrensninger på hendelsestidspunktet.
- b) Det er ikke avdekket tekniske feil eller uregelmessigheter ved luftfartøyet som kan ha forårsaket hendelsen eller påvirket hendelsesforløpet.
- c) Belastningene på motorer og propeller tilsa ikke behov for spesielle inspeksjoner.
- d) FDR-data viste at vertikalakselerasjonen kortvarig var oppe i 2,7 G, hvilket tilsier at det skal utføres strukturell sjekk av flyet.
- e) LN-WIU var inne til strukturell sjekk 24. mars 2011 uten at det ble funnet strukturelle skader.

3.1.3 Instrumenter og utstyr

- a) Flyet hadde fungerende terrengvarslingssystem (EGPWS), uten at dette antas å ha hatt betydning for hendelsesforløpet.
- b) Flyets steilevarselsystem (Stick shaker) aktiverte og kan ha bidratt til at PF senket nesestillingen og avverget/opphevede steiling.
- c) Data fra ferdskriveren ble sikret og ga svært nyttig informasjon til undersøkelsen.
- d) Flyet hadde værradar, men denne var ikke egnet for å oppdage bygeskyer eller kraftige byger i det aktuelle tilfellet.
- e) Flyet hadde ikke spesialutstyr om bord som kunne oppdage vindskjær, og dette er heller ikke påkrevd.

3.1.4 Flyselskapet

- a) Flyselskapet hadde lenge før hendelsen identifisert sirkling i mørke som et sikkerhetskritisk scenario ved Svolve lufthavn, og hadde samarbeidet med andre aktører for å få på plass dobbelt PLASI, turbulensvarsel og sirklingslys.
- b) Flyselskapet kunne utvide sirklingsløypa etter at et par av tiltakene over var kommet på plass, og har i ettertid ved hjelp av sitt flysikkerhetsprogram (Flight Data Monitoring) kunnet dokumentere gunstig effekt blant annet i form av redusert forekomst av uønsket høy krenkning.

- c) Undersøkelsen har ikke avdekket systematisk svikt eller åpenbare mangler hos selskapet som kunne hatt innvirkning på hendelsesforløp eller årsaksforhold.

3.1.5 Lufthavnen

- a) Svolvær lufthavn har naturgitte, utfordrende forhold og er klassifisert som kategori C, der det kreves særskilte krav til operatørene.
- b) Det fantes ikke vindmåler i terrenget i området da hendelsen skjedde, og ingen installasjoner på bakken kunne oppdage vindskjær eller bygeskyer i mørke.
- c) Lufthavnen kunne vise til flere relevante risikoreducerende tiltak (dobbel PLASI, sirklingslys, vindmåler) som var kommet som følge av forebyggende flysikkerhetsarbeid i samarbeid med flyoperatørene.
- d) Undersøkelsen har ikke avdekket systematisk svikt eller åpenbare mangler hos lufthavnen som kunne hatt innvirkning på hendelsesforløp eller årsaksforhold.

4. **SIKKERHETSTILRÅDINGER**

Undersøkelsen avsluttes uten at det fremmes sikkerhetstilrådinger.

SHT vil likevel oppfordre Widerøe til å vurdere om det er mulig å redusere restrisikoen på base-segmentet i Svolvær ytterligere. I tillegg vil SHT oppfordre Widerøe til å nyttiggjøre seg lærdom fra denne hendelsen i et bredere perspektiv (ref. pkt. 2.11.4).

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 22. november 2016

VEDLEGG

- Vedlegg A: Aktuelle forkortelser
- Vedlegg B: Masse- og balanseberegning
- Vedlegg C: Utdrag av selskapets Normal Procedures
- Vedlegg D: Utdrag av selskapets Abnormal Procedures
- Vedlegg E: FDR-parameterplott for hele flygingen fra Bodø til Leknes
- Vedlegg F: Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø lufthavn til Svolvær lufthavn Helle 2. desember 2010
- Vedlegg G: Final report on SD analysis of incident with DHC-8 at Svolvær Airport Helle, Norway 2 December 2010
- Vedlegg H: Utredning av visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 ved Svolvær Lufthavn Helle

VEDLEGG A: AKTUELLE FORKORTELSER

AFIS	Aerodrome Flight Information Service
AFM	Aircraft Flight Manual
AIP	Aeronautical Information Publication
AMM	Aircraft Maintenance Manual
AOA	Angle of Attack
AOC	Air Operator Certificate
ATPL	Airline Transport Pilot Licence
CPL	Commercial Pilot Licence
CRM	Crew Resource Management
CVR	Cockpit Voice Recorder
DLI	Dead Loaded Index
DME	Distance Measuring Equipment
EASA	European Aviation Safety Agency
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System
EHSI	Electric Horizontal Situation Indicator
FAA	Federal Aviation Authority
FDM	Flight Data Monitoring
FDR	Flight Data Recorder
FL	Flight level
FMI	Flymedisinsk institutt
hPa	Hectopascal
IAS	Indicated Air Speed
ICAO	International Civil Aviation Organization
IGA	International General Aviation
IMC	Instrument Meteorological Conditions,
IPPC	Internet Pilot Planning Centre

ISASI	International Society of Air Safety Investigators
KCAS	Kt Calibrated Air Speed
KIAS	Kt Indicated Air Speed
Kt/knot(s)	Nautiske mil per time
LDA	Landing Distance Available
LOC	Localizer
LWD	Left Wing Down
MDA	Minimum Descent Altitude
METAR	Rutinemessig værobservasjon for luftfarten (i meteorologisk kode)
MOC	Minimum Obstacle Clearance
NTSB	National Transportation Safety Board
OM	Operations Manual
OPC	Operator Proficiency Check
PC	Proficiency Check
PF	Pilot Flying
PLASI	Pulse Light Slope Approach Indicator
PM	Pilot Monitoring
PNF	Pilot Not Flying
QNH	Høydemåler innstilt slik at høyden over havet vises når man står på bakken
RM	Route Manual
SHT	Statens havarikommisjon for transport
SIGMET	Significant Meteorological Information
TAF	Værvarsel for flyplass (i meteorologisk kode)
TED	Trailing Edge Down
TEU	Trailing Edge Up
TSB	Transportation Safety Board
UTC	Co-ordinated Universal Time

V_{FE}	Maximum flap extended speed
V_{MCL}	Minimum control speed, landing
V_{REF}	Landing reference speed
V_S	Steilehastighet

Vedlegg B: Masse og balanseskjema utarbeidet i ettertid

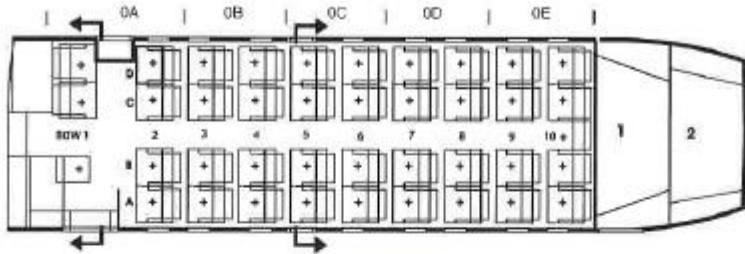
Address				Loadsheet and Loadmessage																		
SVJKLWF				All weights in kilos																		
From	Originator	Flight	A/C reg.	Version	Crew	Date																
BOO	BOOKLSX	WF814	WJU	WF D#139	2/1	2/12-10																
Basic Weight	10395	Maximum Weights for	Zero Fuel	14515	Take Off	Landing																
Crew	245					15377																
Parity	45	Take Off Fuel	1350	Trip Fuel	181																	
Dry operating weight	10685	Max. allowed T.O.W. lowest of a, b, or c	a 15865	b 15966	c	15558																
Take off Fuel	1350	Operating Weight				12035																
Operating Weight	12035	Allowed Traffic Load				3523																
Dest.	No. of passengers				Cabin bag.	Total	Distribution - Weights								Supplementary Info for Crew							
	M	F	Ch	I			1	2	3	4	5	6	Cabin									
S V J	30	5				253	253															
Totals						30 5	253	253									Passenger	LOAD	CABIN LOAD	CARGO	MAIL	
Passengers weight						2695	Allowed Traffic Load		3523								Boarding	TOTAL	253	-	-	-
Total Traffic Load						2948	Underloaded before LMC		575								ALT:					
Dry Operating Weight						10685	Last Minute Changes										END:					
Zero Fuel Weight						13633	Balance and Seating Conditions										ETE:					
Max. 14515						Dest.		Specification		Cl		+ -		Weight		Section		Restriction		DOI		
Take off Fuel						1350									E		min. 9 pax		32,6			
Take off Weight						14983									RFS		BLK		BLI			
Trip Fuel						181													LIZFW			
Landing Weight						14802	LMC total		= / -													
NTTL						Security Search		Time:						Prepared by		Gard Bjerg						
NTOW						No								Approved by								
Previous Station:						Captains Signature:																



Flight No MF814
Date: 2/12-00

BALANCE TABLE I

39 PASSENGER VERSION



AFT CARGO COMPARTMENT INDEX		
LOAD IN KG.	SECTION 1	SECTION 2
1 - 50	1	1
51 - 100	2	2
101 - 150	2	3
151 - 200	3	4
201 - 250	4	5
251 - 300	5	6
301 - 350	6	8
351 - 400	7	9
401 - 450	7	10
451 - 500	8	
501 - 550	9	
551 - 600	10	
601 - 650	11	
651 - 700	11	
701 - 750	12	
751 - 800	13	
801 - 850	14	
851 - 900	15	
MAX PR. SECTION	900	450
MAX TOT. WEIGHT	908 KG	

INDEX CORRECTIONS:
OBSERVER: -2
WARDROBE: -1

	BALANCE CALCULATION			
	-	+	-	+
DOI		32,6		
CARGO SECTION 1		5		
CARGO SECTION 2		-		
OBSERVER	-			
WARDROBE	-1			
TOTAL	-1	37,6		
	→ -1		→ -	
DLI		36,6		

NOTE:
THE BALANCE TABLE IS BASED ON THE PRINCIPLE THAT THE PASSENGERS ARE SEATED EVENLY THROUGHOUT THE CABIN

INDEX FORMULA:

Basic Index:

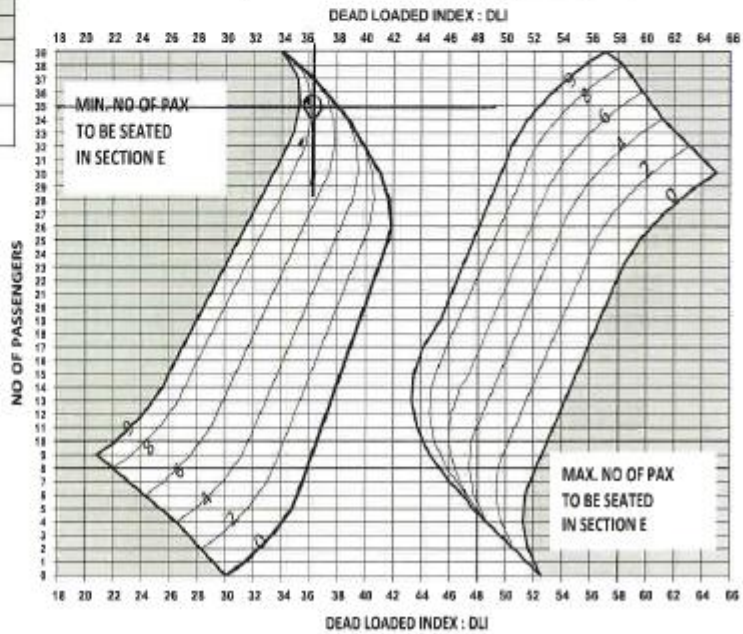
$$B.I. = \frac{AC\ Weight\ (STA-408,2)}{10.000} + 50$$

Index of loaded items:

$$I.C. = \frac{Iom\ Weight\ (STA-408,2)}{10.000}$$

REF. PSM 1-5-8

ISSUE NO. 6 - SEPT. - 13



WU 010717 - 01M.indd 1

Vedlegg C: Utdrag av diverse av selskapets Normal Procedures gyldig i desember 2010:

- *Approach, Landing, Preparation and Briefing*
- *Circling Approach*
- *Approach Briefing and Speeds*
- *Speed Corrections for Approach and Landing*
- *Wind Shear*
- *Missed Approach*
- *Deviation Calls, Different Phases of Flight*



CHAPTER 2

2.4-13

NORMAL PROCEDURES

TLD
10 DEC 07

2.4.7 Approach, Landing, Preparation and Briefing

When executing an instrument approach in weather close to minima, a high degree of precision is imperative.

2.4.7.1 General

Common basics for a successful approach are:

- Good descent planning.
- Careful consideration of approach charts.
- Accurate flying and good crew co-ordination
- Maintain altitude and a speed according to stabilized approach concept during the approach.
- If the aircraft tends to deviate from desired glide path or speed, correct this immediately by small power changes.

- It is the duty of PNF to insist on a go-around and if necessary take over the controls if an approach is not stabilized at 500 ft AGL or 300 ft AGL at the latest on a circling approach.

The space available for corrections at low altitudes is limited.

- Steep correction turns close to ground should be avoided.

A precise approach technique is required not only to ensure safety during the approach itself, but also to bring the aircraft to a safe stop after touchdown. This is especially important on short runways or when adverse weather and/or runway condition exist.

- All relevant navigational aids shall be used and crosschecked in order to minimize the risk of let down/approach on an incorrect track or wrong runway.
- The power levers shall be operated by PF.
- The condition levers shall be operated by PNF upon order from PF.
- Gear and flaps shall be operated by PNF upon order from PF.
- PNF shall closely monitor airspeed during the approach.

2.4.14.6 Circling Approach**2.4.14.6.1 General**

Before a circling approach is commenced:

- Review the complete circling procedure, the missed approach procedure, and the use of navigation aids that can support the procedure.

During the approach, while descending to circling altitude the AFCS is used according to the procedures for non-precision or precision approach.

- During an ILS approach, after GS capture, use ALT to level off at circling altitude.
- When visual, select HDG mode to manoeuvre for a low circuit.
- Fly the approach to circling altitude with flaps 15 and gear down.
- At MDA or higher, turn L/R to position the aircraft onto a comfortable downwind.
- Adjust baseleg to roll out on final at minimum 300 ft on a normal glide path Flap 15 or 35. A special Briefing is required at some short fields.
- Reduce speed to cross the threshold at VREF

2.4-28**CHAP****TLD****5 JUL 10****NORMAL PF****2.4.14.6.2 Circling Procedure**

During circling the airplane shall be established in the approach configuration, Flap 15°, gear down and before landing checklist completed. Circling speed according to speed table (1,4 VS).

It is recommended to fly the circling procedure with Autopilot engaged until starting turn to base/final. Autoflight enables PF to maintain visual contact throughout the procedure while maintaining speed, altitude and attitude. PNF is responsible for monitoring instruments and call deviations from speed and briefed altitudes, position and distance.

OM PART B - DASH 8-100/300

© JEPPESEN 2008, 2010 ALL RIGHTS RESERVED.

2.4-16
TLD
5 JUL 10

CHAPTER 2

NORMAL PROCEDURES



2.4.10 Transition Level

The Transition Level checklist shall be complete latest when passing TL, if descending from Flight Level, or latest when commencing descent if cruise has been performed at altitude (QNH).

When passing Transition Level the following mandatory calls shall be given;

PNF call "TRANSITION LEVEL"

PF call "QNH..... ft. "

PNF call "SET AND CROSSCHECKED"

PNF Call; "CHECKLIST COMPLETE".

2.4.11 Approach

2.4.11.1 Approach Briefing and Speeds

Approaching destination, the crew shall re-evaluate the weather situation and if necessary recalculate the required landing distance.

Max recommended airspeed below 10.000 feet in TMA/Initial Approach is 235 knots (turbulence 180/190 knots), reducing to 210 knots on "base" before intercepting final course, reducing to 180 knots.

Established on inbound final course inside 10 NM from touchdown, a gradual reduction in airspeed and change in configuration will take place to be stabilized not later than 500 ft above minima, at target speed $1.4 V_S$ max. $1.4 V_S + 20$ kts. Target speed at minima is $1.4 V_S$ for flaps 15. Target speed at threshold is V_{REF} for landing flaps.

2.4.11.2 Speed Corrections for Approach and Landing

Speeds shall be corrected as follows:

- Correct V_{REF} for wind by adding 5-10 kts, when max wind speed is above 10 kts.
- Correct V_{REF} , V_{FRI} and V_{FTO} when flying in Icing Conditions.
- Correct V_{REF} for malfunction.

- Decrease speed to V_{REF} at threshold when corrected for wind.
- If landing speed are corrected for icing or malfunction, it shall be reflected by the speed bug setting.
- If more than one correction is required, then only the largest correction shall apply.

2.4.11.3 Wind Shear

In case of reported severe wind shear or weather conditions where severe wind shear conditions are present.

- Do not approach and land,
- If possible, delay the approach until weather conditions improve, or proceed to an airport with more favourable weather conditions,

If weather conditions are such that wind shear conditions may be expected during approach and landing:

- Use the most favourable runway and/or approach sector.
- Use Flaps 15 for landing, runway length permitting.
- The PNF should monitor speed, rate of descent, pitch altitude, and power setting until the initiation of the flare.
- Do not make large power reductions until the beginning of the flare,

SPEED Briefing

- Decide and brief at an early stage on the maximum IAS that you will accept on short final in order to land. $V_{REF} + 10$ at runway edge should not give any trouble in stopping on a minimum runway length provided correct landing/stopping techniques are used.
- Landing distance increases dramatically if floating. Make a determined landing at the correct touchdown point.



CHAPTER 2

NORMAL PROCEDURES

2.4-17

TLD

5 JUL 10

- If a sudden, large airspeed increase is experienced on final approach, do not reduce power drastically. Very often, a drop in airspeed follows shortly after, due to windshear variations. In cases where this does not hold true, and the speed stays over the value that you have agreed upon in the approach briefing, a go-around must be made.

If inadvertently exposed to wind shear during approach causing speed loss and/or increased rate of descent:

- Simultaneously, select go around, disengaging the autopilot and if required, advance power levers to the mechanical stops to arrest descent.
- Increase the pitch altitude by rotating the aircraft smoothly and steadily to achieve V2.
- Trade speed for improved climb capability in order to prevent further altitude loss.
- Do not accelerate back to final approach speed.
- The stick shaker may activate at pitch attitudes lower than normal.
- Pitch attitude must be reduced just enough to silence the shaker.
- Do not change aircraft configuration until the vertical flight path is under control.
- Be prepared for penetration of additional areas of horizontal wind changes and /or vertical wind activity.

If wind shear has been experienced inform ATC.

2.4.11.4 Approach in Icing Conditions

Maintain minimum 160 knots during icing conditions while in clean configuration.

Make a normal approach with corrected VREF.

2.4.11.5 Automatic Approach

The PF should keep the autopilot engaged down to minimum altitude:

- In low visibility and contact close to MDA/DA/DH.

This applies as long as the aircraft is:

- Properly aligned on the localizer.
- Within 1 dot above/below glide slope.

If no contact MDA/DA/DH:

- Perform a missed approach without delay.

When flying automatic approaches below 1500 feet:

- Keep hands loosely on power levers and control wheel and feet on rudder pedals.

2.4.11.6 Manual Approach

Manual approaches may be flown if conditions are not marginal.

2.4.12 Stabilized Approach / Landing

All approaches shall be stabilized latest 500 feet above minimums in instrument meteorological conditions (IMC), and by 500 feet above airport elevation in visual meteorological conditions (VMC).

Max RPM shall be set latest when passing stabilized approach gate.

The aircraft shall be stabilized for landing when passing the runway threshold, for short field, runway edge.

The following actions are considered a procedure not disrupting the Stabilized Approach Concept:

- Selection of flap 35 for landing
- A change of the aircraft flight path to follow a PLASI/APAPI or PAPI.

2.4-18**CHAPTER****TLD**

5 JUL 10

NORMAL PROC

2.4.12.1 Missed Approach

The missed approach can be flown either conventionally (without FMS) or via FMS.

If the missed approach text states "FMS approved" then it should be flown via FMS. (After commanding "GEAR UP", PF shall command "SELECT LNAV". Then the command bar/autopilot can be used for the entire missed approach.)

PNF shall monitor conventional nav aids during missed approach.

2.4.12.2 Associated Calls

PNF shall actively use deviation calls, as required, to assist PF in meeting and maintaining the applicable stabilization criteria.

When arriving at the 500 gate, PNF shall verify that aircraft is Stabilized within approach criteria and call: **"Stabilized" and PF shall call; "Checked"**

Note: Small deviations from speed and sink rate are acceptable provided immediate corrections are made.

If the criteria are not met, an immediate Go-Around shall be executed.

PNF shall Call; "Go Around" and PF shall Call; "Go Around Set Power____ (TQ) Flap 15" and execute Go Around procedure.

If pitch angle is greater than 5 degrees at landing flare, a pitch call shall be given to inform the PF of corrective action. As an example, if the pitch angle is 6 degrees, PNF shall call "Pitch 6". PF shall call "Correcting".

If the stabilized criteria are not met, an immediate Go-Around shall be executed. No deviations are acceptable.



CHAPTER 2
NORMAL PROCEDURES

2.3-13
TLD
19 JUN 06

2.3.16 Deviation Calls, Different Phases of Flight

ACTION	PF	PNF	PURPOSE
Bank angle exceeds 30°.	"CORRECTING"	"BANK"	Bank awareness.
Any deviation from intended lateral or vertical flight path.	Explain why deviation is made.	Verify and accept deviation.	To ensure both pilots agree on the deviation.
Any improper FGC or FMS selection.	Correct the improper selection.	Bring attention of the improper selection made.	Mode awareness.
1 dot localizer or 5° VOR/NDB deviation.	"CORRECTING"	"TRACK"	Correct the deviation.
1 dot glide slope deviation.	"CORRECTING"	"ABOVE/BELOW GLIDE SLOPE"	Correct the deviation.
Altitude deviations ±100 ft	"CORRECTING"	"ALTITUDE ABOVE / BELOW"	Altitude awareness
Speed deviation ± 10 kts	"CORRECTING"	"SPEED HIGH / LOW"	Correct the deviation.
Briefed V _{REF} - 0 / +5 kts	"CORRECTING"	"SPEED HIGH / LOW"	Correct the deviation.
At 500ft above minimums and below	"GO AROUND, SET POWER....(TQ) FLAP 15"	If aircraft not within criteria for stabilized approach. "GO AROUND "	To avoid aircraft continues flight outside criteria for stabilized approach.
PLASI deviation from 300 ft AGL to runway edge	"CORRECTING"	Pulses of white "above" or pulses of red "below": "ABOVE/BELOW PLASI"	To avoid unstabilized landing
Passing runway threshold, for short field; runway edge	"GO AROUND, SET POWER....(TQ) FLAP 15"	If aircraft not within criteria for stabilized landing configuration. "GO AROUND "	To avoid unstabilized landing.
Circling	"CORRECTING"	Call any deviation from speed/altitude.	To ensure correct flight path.

Vedlegg D: Utdrag av selskapets Abnormal Procedures gyldig i desember 2010

- Windshear/Terrain Recovery Procedure
- Stall and Stall Recovery Procedure

PF	PNF
3.4.4.15 Windshear/Terrain Recovery Procedure	
Calls "GO AROUND, FULL POWER" Simultaneously: - Selects Go-around - Rotates aircraft to minimum go - around attitude or 1/10th of airspeed - Advances POWER levers towards 80%	Sets Condition Levers to MAX, sets power to certified torque, Calls "CONDITION LEVERS, FULL POWER SET" Monitors radar altitude and calls "TERRAIN CLOSING" if separation from the ground is still decreasing
If aircraft still closing on terrain	
Advances POWER levers to maximum available power Increases pitch attitude in increments to increase climb rate Minimum airspeed V_2 V_{GA} If stick shaker occurs reduces pitch attitude to silence shaker	Monitors airspeed and terrain separation and provides callouts as appropriate
If aircraft climbing away from terrain	
Continues climb as required to avoid terrain Reduces power and pitch attitude to normal go-around values Continues with normal go-around or take-off procedure	Monitors radar altitude and baro altitude to determine when aircraft is safely clear of obstacles or terrain. Calls "CLEAR OF TERRAIN"

3.4-28

CHAPTER 3

TLD

5 JUL 10

ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES



3.4.5 Stalls

Stall behavior is docile and the flight controls remain positive and effective throughout. While all stalls are preceded by buffet, the buffet margin prior to onset of the stall decreases as flap angle is increased. The stick shakers provide adequate stall warning in all configurations.

Stall recovery is prompt following relaxation of rearward pressure or application of gentle forward pressure on the control column. All 1g stalls are accompanied by nose-down pitch, the resultant height loss of which can be minimized by the prompt application of power prior to or following the pitch. Excessive forward movement of the column shall be avoided as this can add to the natural nose-down pitching motion and produce an excessively steep nose-down attitude during the recovery.

When performing intentional stalls for training purposes, the wings shall be held level throughout the stall by appropriate use of roll control and heading held fixed by appropriate use of rudder.

The greatest nose-high stall attitudes occur with zero flap, the stall attitude decreasing proportionately as flap angle is increased. Intentional power-on stalls should not be performed at power settings greater than those used during certification testing which is achieved with 37% torque and condition levers at MAX.

Recovery - Stall recovery will be initiated at stick shaker. Recovery is affected by a slight relaxation of rearward pressure on the control column while simultaneously applying "Full Power". If flaps are set to 35 they will immediately be selected to 15. With flaps at 5 or 15; accelerate to V_{FR1} before selecting flap to 0. During stall recovery, maintain altitude and adjust power so as not to exceed 140 kias.

3.4-30

CHAPTER 3

TLD

10 DEC 07

ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES

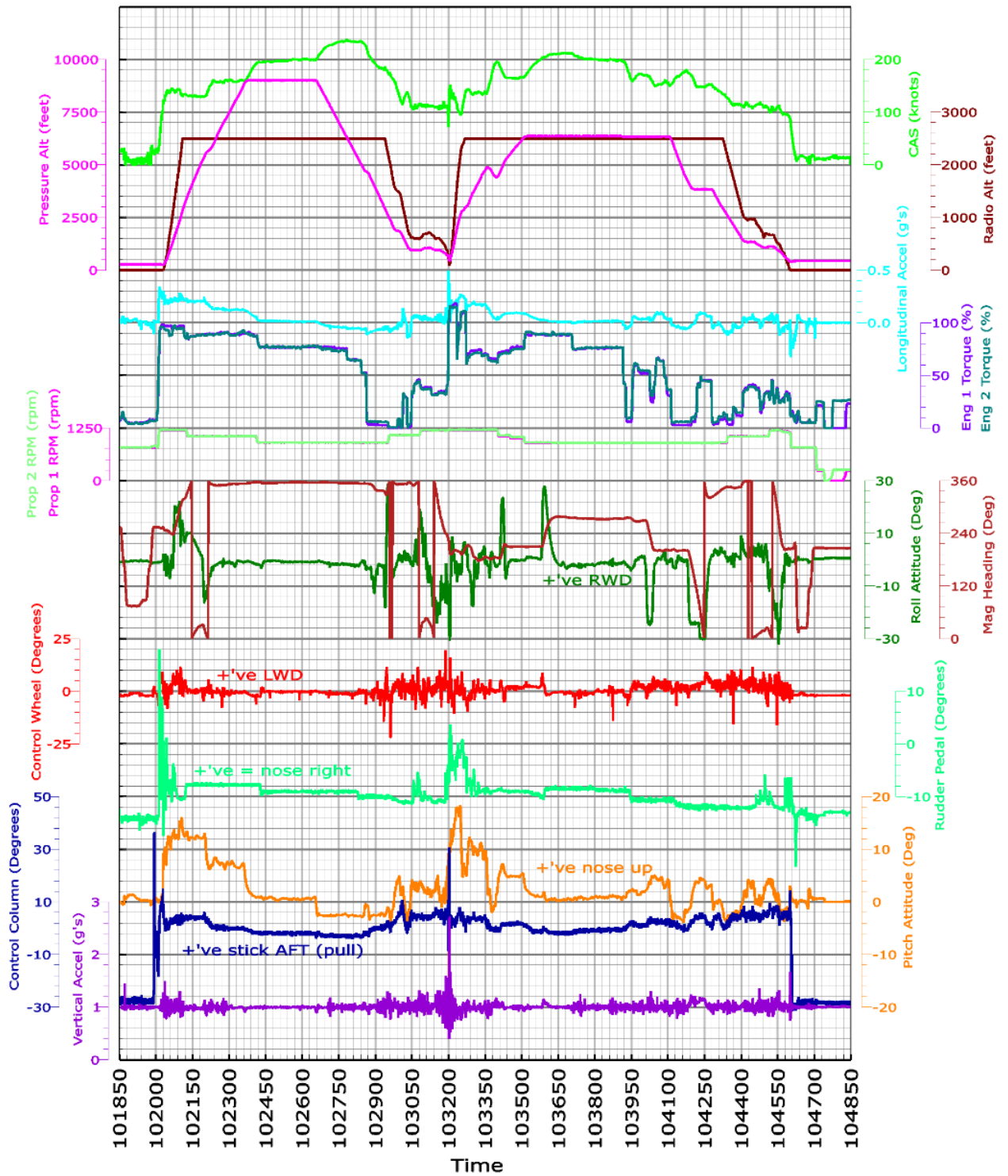


3.4.5.1 Stall Recovery Procedure

Crew Coordination:

PF	PNF
<p>AT STICK SHAKER, SIMULTANEOUSLY:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Relax Back Pressure ● Press GA button and Advance power towards 80% ● Call "GO-AROUND, FULL POWER, FLAP 15" <p style="text-align: center;">CAUTION DO NOT OVER-TORQUE, PNF IS RESPONSIBLE FOR SETTING GO-AROUND POWER</p>	<p>Sets condition levers to max, sets power to certified torque, and selects flap to 15. Call; "CONDITION LEVERS, FULL POWER FLAP 15 CHECKED"</p> <p style="text-align: center;">CAUTION IF FLAP ALREADY SET AT 15 OR LESS, LEAVE AS SELECTED.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Call "GEAR UP, SELECT HDG" 	<p>Observe positive rate:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Call "POSITIVE RATE" <p>Selects landing gear lever Up. Selects (Hdg mode) and confirms. When gear is confirmed up, Call; "GEAR UP CHECKED, HDG SELECTED"</p>
<p>At a minimum speed of VFRI:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Call; "FLAPS 0" <p>Commands "SETFT ALT SEL"</p>	<p>Confirms speed VFRI or above. Selects flaps to 0</p> <p>Selects and calls "... FT SET ALT SEL" When flaps checked at zero Call; "FLAP 0 CHECKED"</p>
<p>Commands "SELECT IAS VFTO"</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Call; "CLIMB POWER" <p>Note: As the aircraft accelerates adjust power so as not to exceed 140 KIAS.</p>	<p>Select IAS VFTO and confirms. Call "IAS xxx SELECTED" Set Climb Power</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Call; "CLIMB POWER SET"

Vedlegg E: FDR-data for flygingen fra Bodø til Leknes



FLYMEDISINSK INSTITUTT



Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010

En rapport for Statens Havarikommisjon for
Transport

Jannicke Sandvik, Anthony Sverre Wagstaff & Jørn Brede Stangnes

10.02.2016

Etter forespørsel fra Statens Havarikommisjon for Transport har Flymedisinsk Institutt foretatt en analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010 med henblikk på mulige sanseillusjoner involvert. I rapporten kvantifiseres grad av kreftenes påvirkning av sanseapparatet under hendelsen. Det vurderes hvordan disse kreftene kunne påvirket begge piloter. I tillegg vurderes i hvilken grad det i litteraturen er dokumentert sammenheng mellom piloters henholdsvis erfaring og fatigue (tretthet) og opplevelsen av sanseillusjoner. Til slutt er det gitt eksempler på lignende hendelser. Analysen er gjennomført på basis av aktuell litteratur, data fra flyets flight data recorder, utskrift av besetningsmedlemmenes beskrivelser av hendelsene, kartutsnitt over flyplassen og området samt opplysninger om vær og lysforhold. Analysen viser at forholdene lå til rette for å oppleve en somatogravisk illusjon, men om besetningen faktisk opplevde dette, og i hvilken grad det eventuelt påvirket flygingen, kan ikke fastslås sikkert.

Innholdsfortegnelse

Innledning	1
Sanseillusjoner	1
Somatogravisk illusjon	2
Oculogravisk illusjon.....	3
Erfaring og sanseillusjoner	3
Fatigue og sanseillusjoner	4
Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010.....	5
Eksempler på lignende hendelser	9
U.S. Air Force C-5 Galaxy	9
Eurocopter EC225 LP Super Puma, Nordsjøen 18. februar 2009	10
Beech King Air E 90, Wondai Queensland, 26. juli 1990	10
Gulf Air Flight Airbus 320-212, 23. august 2000	11
Konklusjon.....	11
Referanser	13

Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010

Innledning

Etter forespørsel fra Statens Havarikommisjon for Transport (SHT) har Flymedisinsk Institutt (FMI) foretatt en analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010. Oppdraget var å vurdere hvorvidt sanseillusjoner kan ha vært en medvirkende faktor til hendelsen.

SHT ønsket at FMI skulle vurdere hvorvidt sanseillusjoner kunne vært involvert i hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010. Herunder var det ønsket at FMI skulle:

- a) kvantifisere grad av påvirkning av sanseapparatet ved den sterke akselerasjonen
- b) vise hvordan disse kreftene kunne påvirket både *pilot flying* (PF) og *pilot monitoring* (PM)
- c) vurdere i hvilken grad det i litteraturen er dokumentert sammenheng mellom piloters erfaring og opplevelsen av sanseillusjoner
- d) vurdere i hvilken grad det i litteraturen er dokumentert sammenheng mellom piloters fatigue (tretthet) og opplevelsen av sanseillusjoner
- e) gi eksempler på lignende hendelser

Analysen er gjennomført på basis av litteratur om sanseillusjoner, data fra flyets *flight data recorder* (FDR), utskrift av besetningsmedlemmenes beskrivelser av hendelsene, kartutsnitt over flyplassen og området samt opplysninger om vær og lysforhold.

For nærmere beskrivelser av hendelsesforløp, vitneutsagn, data fra FDR-data, værforhold mv. henvises det til SHTs egen rapport om hendelsen.

Sanseillusjoner

Menneskets sanseapparat er tilpasset livet på jordoverflaten, hvor orientering i rommet opprettholdes av det visuelle systemet (syn), det vestibulære systemet (balanseorgan) og det somatosensoriske systemet (hud-, ledd- og muskelsanser) på en samordnet måte. Under flyging utsettes kroppen for høye hastigheter, akselerasjonskrefter, uvante bevegelser og posisjoner, samt at synsinntrykkene er annerledes enn på bakken. Når en pilot mangler visuelle referanser, det vil si ikke kan se horisonten klart, er han/hun avhengig av det vestibulære og det somatosensoriske systemet for å orientere seg. Under de spesielle forholdene som råder under flyging fungerer imidlertid ikke disse sansene optimalt og kan gi feilaktig informasjon om sin eller flyets posisjon og bevegelse relativt til bakken (McGrath, Rupert & Guedry, 2003). Fenomenet kalles *spatial disorientation* (North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation (NATO RTO), 2008), eller sanseillusjoner på norsk, og er en naturlig følge av det normale sanseapparatets reaksjon på stimuli det ikke er tilpasset.

Man skiller vanligvis mellom 2 typer sanseillusjoner. Type 1 sanseillusjoner er illusjoner som går uoppdaget, dvs at piloten ikke er klar over at han eller hun ikke har et riktig bilde av sin og flyets posisjon og stilling i luften. Type 2 sanseillusjoner opptrer når piloten er oppmerksom på illusjonen, og ved hjelp av visuelle referanser og flyets instrumenter er klar over at den gir et feilaktig bilde.

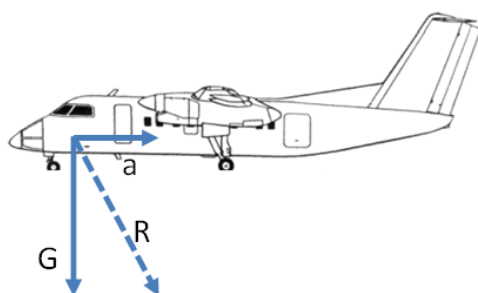
Det finnes en rekke ulike sanseillusjoner, både visuelle og vestibulære. Ved visuelle illusjoner er det synsintrykk, og hjernens tolkning av disse, som fører til illusjonen, mens balanseorgan og det somatosensoriske system gir grunnlag for de vestibulære illusjonene. I noen illusjoner kan en kombinasjon av disse spille inn.

Hendelsen med Widerøes rute 814 peker i retning av en særskilt type sanseillusjon og rapporten vil i det følgende beskrive denne nærmere, samt en illusjon til som anses å kunne være relevant.

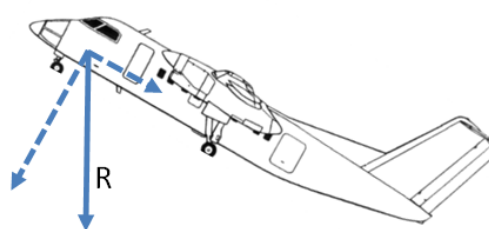
Somatogravisk illusjon

En somatogravisk illusjon oppstår ved at det er en falsk persepsjon (oppfatning) av egen/flyets orientering grunnet en kraftvektor som virker i en annen retning og/eller styrke enn den vanlige gravitasjonskraften (vertikalt ned mot bakken). Når flyet akselererer presses piloten bakover mot seteryggen. I fravær av visuelle referanser utenfra oppleves denne kraften mot seteryggen og tyngdekraften som én kraft (resultantkraft), noe piloten oppfatter som vertikalen (rett ned som tyngdekraften) (Benson & Rollin Stott, 2006, Cheung, 2004). Piloten får dermed en følelse av å være tiltet (i Figur 1 beskrevet som «pitch») bakover og at flyets nese peker oppover mer enn det som faktisk er tilfellet (se figur 1). Det motsatte er tilfellet ved deselerasjon.

Reell pitch ved akselerasjon



Opplevd pitch ved akselerasjon



a= akselerasjon
G= tyngdekraft
R= resultant

Figur 1: Resultantkraft og opplevd pitch (nesestilling) i en somatogravisk illusjon

Paradokset med denne illusjonen er at eventuelle justeringer av nesestilling som piloten måtte forsøke å gjøre, skaper liten endring i følelsen av nese opp. Dersom piloten retter nesen nedover, vil flyet akselerere, noe som igjen øker følelsen av nese opp (Benson & Rollin Stott, 2006, Cheung, 2004). Dersom piloten derimot retter nesen mer opp, ville akselerasjonskraften forover reduseres, siden

mer motorkraft ville kreves for å klatre. Dette kan igjen resultere i at man oppfatter lite endring i nesestilling fordi den reduserte illusoriske oppfattelsen av nesestilling oppveier følelsen av reell endring av nesestilling (Benson & Rollin Stott, 2006). Det er kjent fra flere hendelser i luftfarten at en somatogravisk illusjon kan ha påvirket piloten til å senke nesen på flyet og ført til, eller medvirket til, ulykker (Department of Transport, Air Accidents Investigation Branch, 2010; Armentrout, Holland, O'Toole & Ercoline, 2001; Bureau of Air Safety Investigation (BASI), 1991).

Oculogravisk illusjon

De samme uvanlige kraftmiljøene som skaper somatograviske illusjoner kan også skape illusjoner med visuelle komponenter. Disse såkalte oculograviske illusjoner kan også sees på som den visuelle komponenten av somatograviske illusjoner (Benson & Rollin Stott, 2006).

For eksempel vil en pilot som opplever en somatogravisk illusjon under akselerasjon også kunne oppleve at objekter i synsfeltet synes å bevege seg oppover, som for eksempel særlig cockpitbelysning (Previc, 2004), men også singulære lyspunkt utenfor cockpit. Piloten kan tolke oppoverbevegelsen i synsfeltet som en endring i flyets stilling, og følelsen av nese opp intensiveres (Benson & Rollin Stott, 2006). Dette er paradoksalt fordi objekter utenfor cockpit faktisk beveger seg nedover i synsfeltet når flyets nese beveger seg oppover (Cheung, 2004).

Slike illusjoner oppstår sjelden når det finnes veldefinerte, eksterne visuelle referanser, men for eksempel nattetid, når kun noen få stjerner eller isolerte lys er synlige, for eksempel, kan de lett skape problemer for piloters situasjonsoppfattelse (Benson & Rollin Stott, 2006).

Erfaring og sanseillusjoner

Litteraturen er noe uklar på hvordan flyerfaring påvirker sannsynligheten for å oppleve sanseillusjoner (McGrath et al., 2003). Noen sammenhenger er imidlertid påvist. Tribukait og Eiken (2012) fant i en undersøkelse at ikke-piloter, i større grad enn piloter, undervurderte tilt, både i *roll* og *pitch*, under akselerasjon i sving. De mente at piloter lærer seg å la signalene fra buegangene dominere over de otolittiske¹ signalene, noe som gjør dem bedre til å vurdere *nesestilling*.

Når hodet beveger seg i én retning skal en refleks gjøre at øynene beveger seg i motsatt retning for å stabilisere bildet midt på netthinnen. Lee, Kim & Park (2004) fant at piloter hadde mer utviklet refleks enn ikke-piloter, men fant ikke signifikante forskjeller mellom piloter med ulike erfaringsnivå. Forskerne fant at bedringen i refleksen fant sted allerede etter 20 timer flyskole, noe som antyder at bedringen skjer raskt og ikke endres videre med mer erfaring.

I en simulatorundersøkelse fant Previc et al. (2007) at mer erfarne piloter hadde en marginal tendens til å oppdage flere situasjoner hvor deres opplevelse av situasjonen var i konflikt med instrumentene (Type 2 sanseillusjon fremfor Type 1), men at de ble mer påvirket av enkelte illusjoner enn mindre erfarne piloter. I en undersøkelse av en ekstrem somatogravisk situasjon førte flygererfaring ikke til prestasjonsforskjeller mellom forsøkspersoner (Cohen et al. i Newman, Lawson, Rupert & McGrath, 2012).

Det synes å være stor enighet om at piloter ikke er immune mot sanseillusjoner, og at sannsynligheten for at enhver pilot, uavhengig av erfaring, vil oppleve sanseillusjoner i løpet av sin

¹ Otolitter er del av det vestibulære systemet; det ene balanseorganet i det indre øret.

flykarriere, er stor (Newman, 2007, Air Accident Investigation Unit Ireland, 2011). Ulike undersøkelser viser at 78-100% av militære piloter rapporterer å oppleve sanseillusjoner (*spatial disorientation*) i noen grad i karrieren (LeDuc et al., 1999). Bramble (2008) gjennomgikk en rekke (7) hendelser og flyulykker som er assosiert med SD, og fant at det var fartøysjefen, altså ofte den mest erfarne piloten, som fløy flyet i seks av de syv tilfellene. En gjennomgang av US Navy ulykker viser at den typiske «sanseillusjons-ulykkes-piloten» ikke er en uerfaren flyger (McGrath et al., 2003). Dette tyder på at erfaring ikke i stor grad verner mot sanseillusjoner. I litteraturen har enkelte spesielt nevnt at piloter med instrument-utsjekk ikke er immune mot den somatograviske illusjonen (Transport Safety Board of Canada, 1997), og at erfarne og uerfarne piloter er like mottakelige for denne illusjonen (Transport Safety Board of Canada, 1997; Wolfe & Cramer, 1970 i Cheung, 2004).

Det faktum at alle piloter opplever sanseillusjoner synes intuitivt riktig ettersom sanseillusjoner er naturlige reaksjoner for sanseapparatet og hjernefunksjonen vår på «unaturlige» stimuli, og dette lar seg ikke enkelt forandre. På tross av dette synes enighet om at sanseillusjons-trening er nyttig (NATO RTO, 2008). Treningen vil i liten grad endre sanseapparat og hjernefunksjon slik at illusjoner ikke oppstår, men gjennom å gjenkjenne risikofaktorer og å modifisere sin atferd i henhold til situasjonen kan piloten redusere risikoen for sanseillusjoner. Sanseillusjonstrening og økt bevisstgjøring på og forståelse av problematikken rundt sanseillusjoner, kan gjøre det lettere å oppdage en illusjon (gjøre Type 1 sanseillusjoner om til Type 2) og gjøre piloten bedre i stand til å vite hvordan han eller hun skal respondere når illusjoner oppstår (Bramble, 2008). Trening kan også gjøre piloter dyktigere på gjenoppretting til normal stilling.

Fatigue og sanseillusjoner

I litteraturen hevdes det at *fatigue*, eller tretthet, øker mottakeligheten for sanseillusjoner som den somatograviske illusjon (BASI, 1991). Likevel kjenner man ikke mange studier som direkte knytter tretthet med sannsynlighet for sanseillusjoner, og de man kjenner til gir heller ikke entydige svar (Previc et al., 2007). Mange studier viser imidlertid at tretthet virker negativt inn på en rekke menneskelige funksjoner som har betydning for piloten og hans eller hennes orientering og prestasjoner i luften.

Både balanseorganene, hørselen og det somatosensoriske systemet gir sensorisk input under flyging, men pilotens orientering er i stor grad et produkt av det visuelle systemet. Mange studier har demonstrert at tretthet kan påvirke det visuelle systemet negativt (LeDuc et al., 1999; Russo et al., 2005), for eksempel i form av visuelle forstyrrelser og illusjoner, som sløret syn, dobbeltsyn, feilaktig dybdepersepsjon og forvrengninger av form og størrelse (LeDuc et al., 1999) eller tunnelsyn (Rogé et al., 2003 i Russo et al., 2005). I tillegg har studier vist dårligere motoriske synsfunksjoner ved tretthet (Previc et al., 2007). Eksempler er økt forekomst av nystagmus² (LeDuc et al., 1999), dårligere reaksjoner i pupillstørrelse, tregere øyebevegelser og vanskeligheter med å fokusere (De Gennaro, 2001 i Russo et al., 2005). Slike visuelle svekkelser rammer funksjoner som er viktige for orientering i luften (Previc, 2007), og kan følgelig trolig indusere desorientering eller sanseillusjoner (LeDuc et al., 1999).

² Når hodet beveger seg sender balanseorganet beskjed til øynene om å bevege seg for å stabilisere synsfeltet, men når balanseorganet er preget av feilaktige inntrykk, så kan øynenes rykkvise bevegelse skape problemer i forhold til å få et stabilt bilde; nystagmus.

Tretthet påvirker også andre funksjoner enn synet, og som er knyttet til situasjonsbevissthet og tredimensjonell orientering. For eksempel er det vist at tretthet fører til redusert oppmerksomhet, økt reaksjonstid, redusert tenningsnivå og årvåkenhet (BASI, 1991; Kjellberg, 1977, Krueger, 1989 i LeDuc et al. 1999; Russo et al., 2005; Weeks, McAuliffe, DuRussel, & Pasquina, 2010) og konsentrasjon (Kjellberg, 1977, Krueger, 1989 i LeDuc et al., 1999), hukommelsesproblemer og reduserte kognitive evner (Belmont, Agar & Azouvi, 2009; Rabinowitz et al., 2009; Ray, 1990 i Weeks et al., 2010), redusert fysisk prestasjon (Belmont et al., 2009 i Weeks et al., 2010), dårligere selvmonitorering (BASI, 1991), samt dårligere evne til å dele oppmerksomhet mellom ulike oppgaver og å ekstrahere meningsfylt informasjon fra for eksempel flyinstrumenter (Bramble, 2008).

Tretthet har generelt sammenheng med dårligere flyprestasjoner (BASI, 1991; Previc et al., 2007), for eksempel i form av mindre presis flyging og lengre tid for å gjenopprette normal stilling på flyet (LeDuc et al., 1999), da spesielt i tette flyformasjoner, under instrumentflyging eller ved komplekse innflyginger (i Russo et al., 2005).

Negative effekter av tretthet er påvist etter søvndeprivasjon; for eksempel etter henholdsvis 19 timer (Russo et al., 2005) og 30 timer (LeDuc et al., 1999) sammenhengende våkenhet. Belenky et al. (2003 i Russo et al., 2005) observerte effekter hos personer som hadde sovet henholdsvis 3, 5 og 7 timer pr. natt over 7 netter, og Dinges et al. (1997 i Russo et al., 2005) fant effekter hos personer som hadde sovet 4-5 timer pr. natt i to netter.

Ulykkesstatistikk viser at sanseillusjons-ulykker skjer oftere ved nattflyging, og oftere ved lengre flyginger (Previc et al., 2007). I en gjennomgang av flyulykker fant Mortimer og Kenneth (2000) at 9 % av ulykkene som involverte tretthet, også involverte sanseillusjoner (Mortimer & Kenneth, 2000). Litteraturen viser imidlertid i liten grad direkte årsaksmessige sammenhenger mellom tretthet og sanseillusjoner, men de påviste effektene av tretthet resulterer i suboptimal prestasjon. Dette vil trolig ha betydning både for sannsynligheten for redusert situasjonsbevissthet og opplevelse av sanseillusjoner, samt evne til å rette opp situasjonen effektivt (Newman, 2007). Det er derfor sannsynlig å anta at tretthet kan øke risikoen for sanseillusjoner (BASI, 1991; LeDuc et al., 1999; Previc, 2007).

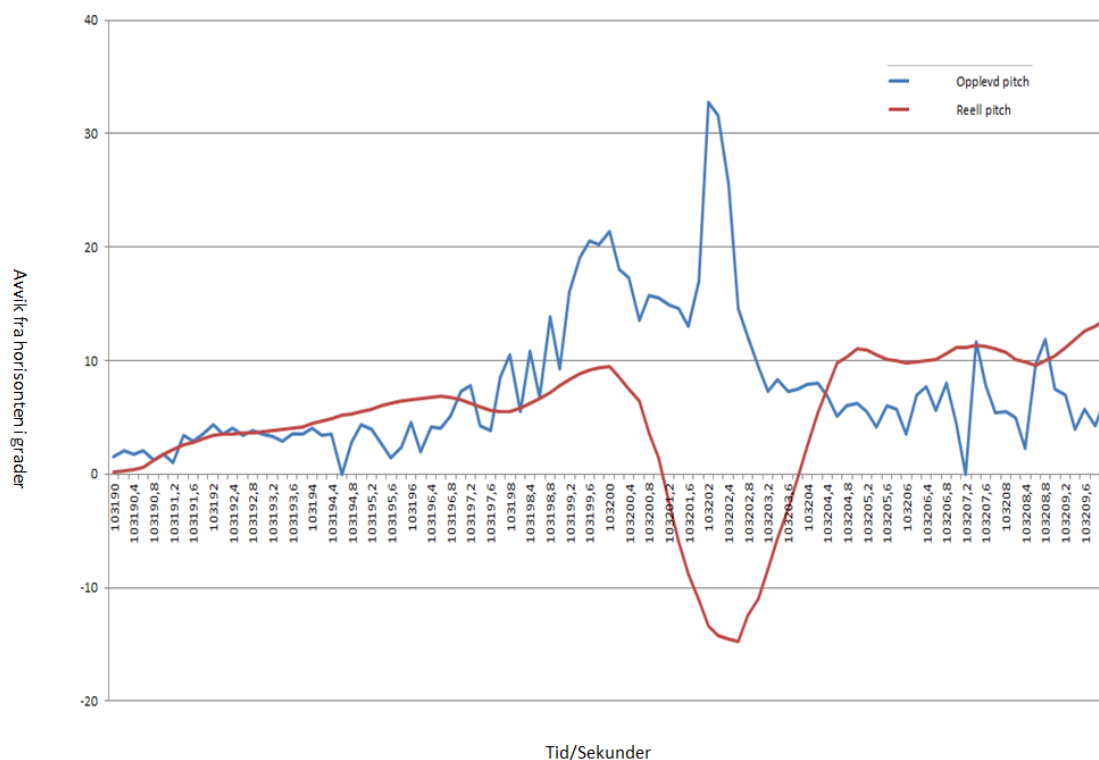
Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010

Rapporten beskriver flere sanseillusjoner som kunne ha forekommet under den type forhold som WIF 814 var ute for, og viser noe av kompleksiteten og mangfoldet av sanseillusjoner som kan forekomme i tilsynelatende ganske like situasjoner. I den påfølgende analysen er den somatograviske illusjon tillagt mest vekt ettersom SHT i sitt oppdrag spesifikt ønsket en kvantifisering av kraftpåvirkningen forbundet med den kraftige akselerasjonen under en spesifikk periode i hendelsen (ca. sekund 103200-103205).

FMI har valgt å bruke en enkel modell for å vise kraftpåvirkningen under hendelsen. Variabler som flyets krenkning, pilotens hodeposisjon mv. er utelatt, selv om de kan ha hatt innvirkning på de opplevde kreftene. Dette er utelatt fordi disse variablene kompliserer bildet og/eller medfører usikkerhet da aktuell hodeposisjon kun ville vært basert på antakelser og ikke nøyaktige data. For å kvantifisere kraftpåvirkningen er resultantkraften (R , se figur 1) beregnet for hele det aktuelle

tidsrommet (sekund 103190-103210). Beregningen, ved hjelp av trigonometriske metoder, baserer seg på FDR-data om longitudinell akselerasjon, $G(x)$, og vertikal akselerasjon, $G(z)$. Professor i matematikk ved Universitetet i Oslo, Nils Henrik Risebro, har kvalitetssikret beregningene.

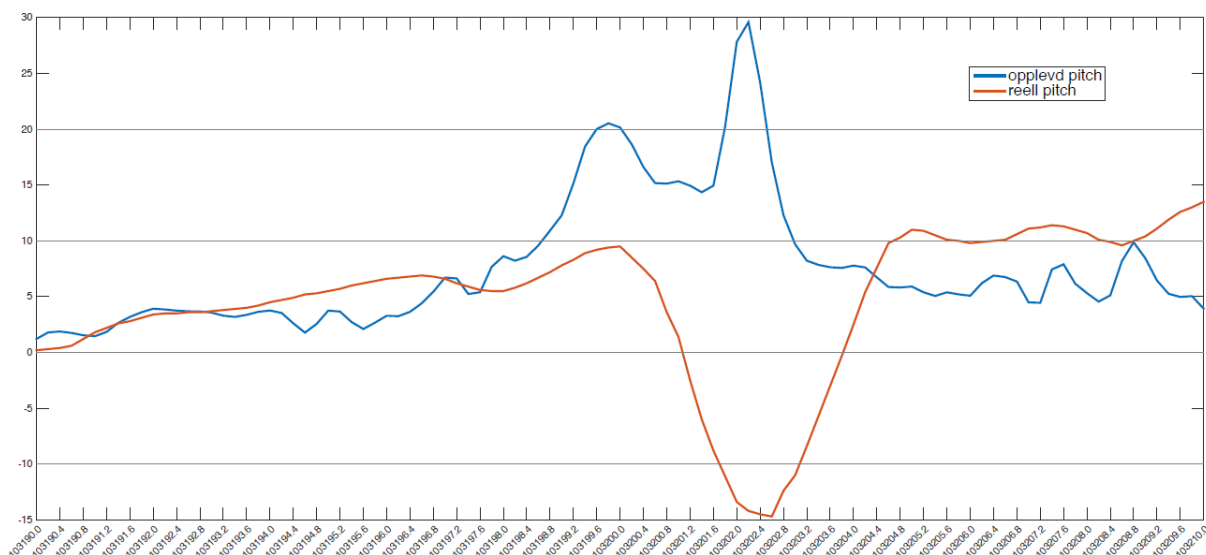
Figur 2 viser WIF814s reelle nesestilling, hentet fra FDR-data, (rød linje) sammen med den beregnede resultantkraften (blå linje) (se figur 1). Resultantkraften kan kalles opplevd *pitch*, altså hvordan pilotene kan ha opplevd flyets nesestilling basert på de krefter det var utsatt for.



Figur 2: Reell pitch (nesestilling) versus opplevd pitch (resultantkraften) i grader avvik fra horisonten (0).

Ettersom opplevd nesestilling dels bestemmes av vertikal akselerasjon $G(z)$, som igjen påvirkes av turbulens, er kurven for opplevd nesestilling i denne modellen svært ujevn. For bedre å illustrere den underliggende tendensen i kreftene, er de samme data fremstilt med et glidende vektet gjennomsnitt i figur 3 (Fourierkurve³).

³ Det glidende gjennomsnittet (fourierkurven) er utarbeidet av Professor i matematikk ved Universitetet i Oslo, Nils Henrik Risebro.



Figur 3: Glidende gjennomsnitt (Fourier-kurve): reell pitch (nesestilling) versus opplevd pitch (resultantkraften) i grader avvik fra horisonten (0).

I figur 2 og 3 ser vi at den beregnede resultantkraften viser opplevd nesestilling opp under hele hendelsen, med en økning i opplevd nesestilling opp like før, og spesielt mens, flyets nese faktisk vendte nedover. Flyets reelle nesestilling sank fra like etter øyeblikket hvor flyets stikke ble beveget forover (sekund 103199), og var på det laveste på ca. $-14,5^\circ$. Samtidig økte resultantkraften til nese opp med ca. $29,9^\circ$ på det høyeste (sekund 103202).

Beregningene viser altså en noe høyere opplevd nesestilling enn det som var tilfellet før stikka ble beveget fremover. Det er usikkert om denne opplevde kraftpåvirkningen var stor og langvarig nok til å ha påvirket PF til å bevege stikka forover. I den påfølgende fasen, mens flyet akselererte med nesene ned mot havoverflaten (sekund 103200-103202), er derimot kraftpåvirkningen, og forskjellen mellom mulig opplevd og reell nesestilling så stor, at det er sannsynlig at en somatogravisk illusjon kan ha inntruffet. Dette kan ha påvirket PF til å ha holdt flyets nese lavere enn han ville med gode visuelle referanser.

Pilotene har i intervjuene ikke direkte beskrevet at de følte at de hadde nesestilling opp på dette tidspunktet. PF har beskrevet hendelsen slik: «Det første unormale jeg registrerer er at flyet rister litt, og så faller ned. I hvert fall får vi sug i magen, og det jeg gjør da er å dytte ned nesene, frem med stikken og gir på power [...] Når jeg drar opp igjen, så får jeg stick shaker [...] dyttet godt på med power og dro flyet ut [...] og lå lavt for å bygge opp speed». PF har også uttalt at «jeg så jo på instrumentene for å justere, men det var mer at jeg følte hvor jeg hadde flyet sånn fysisk». Dette antyder at han kjente etter flyets bevegelser og kan ha brukt dette som referanse for flygningen sin, noe som ville gjøre ham mer mottakelig for å oppleve en illusjon. PF sa at han følte han hadde kontroll på flyet da PM overtok kontrollene og at han holdt flyet nede for å øke farten og å unngå *stick shaker*. I følge SHT skjedde dette trolig i sekund 103201,3, mens flyet fortsatt hadde nesene ned og høyden fortsatt sank. Illusjonen kan ha gjort at han ikke var klar over flyets lave posisjon og stilling, og at han ikke ville holdt flyet nede på den måten dersom han var klar over dette. I hvilken grad dette faktisk påvirket PF og hans flyging kan ikke fastslås sikkert, men kreftene som kan skape en somatogravisk illusjon var til stede i det aktuelle tidsrom.

PM sin oppgave under sirklingen var å følge med på instrumentene. Dersom PM fulgte med på flyinstrumentene da kreftene og forholdene medvirket til at illusjoner kunne oppstå, ville han hatt visuelle referanser som kunne korrigere andre, feilaktige sanseinntrykk. Han ville derfor trolig i mindre grad vært preget av illusjonskreftene. Han kunne også ha opplevd en illusjon i noen grad, men han ville trolig vært oppmerksom på at egen opplevelse ikke stemte med instrumentene, så det ville vært en Type 2 sanseillusjon (oppdaget). Dette forhindrer at man handler på bakgrunn av illusjonen.

Figur 3 med det glidende gjennomsnittet⁴ ble inkludert for å redusere synligheten av variasjonene grunnet turbulens og lignende, og heller få frem den underliggende tendensen i kreftene. Imidlertid kan turbulensen ha innvirket på opplevelsen av en eventuell illusjon, både direkte og gjennom opplevd arbeidsbelastning. Her har en imidlertid ikke tilgjengelig kunnskap til å kunne vurdere om turbulens har vært en faktor for illusjonen.

Sanseillusjoner, som den somatograviske, oppstår stort sett i fravær av gode visuelle referanser. Hendelsen med WIF814 skjedde i mørke med overskyet vær og regn eller hagl. Vitnene er usikre på om det var snø på bakken, men utsagnene tyder på at det uansett ikke var nok snø til å gjøre bakken synlig under sirkling.

PF uttalte at «...jeg ser ingenting, det er helt svart, det eneste vi ser er jo lys [...] som står på disse her høydene på extended center line», og PM har uttalt at nesen droppet og da så han «rett ned i svarte havet». Pilotene kunne i ulike perioder av innflygingen se sirklingslys, hinderlys, lysene på flyplassen og kanskje noe lys fra enkelte boliger i området. Kartutsnitt over området og flyplassen viser at det er lite bebyggelse og lys i området. Besetningens utsagn i intervjuene tyder på at de ikke kunne skjelne konturer i terrenget eller mellom land og sjø, de hadde altså ikke en synlig horisont. De enkeltstående lyspunktene de kunne se er ikke nok til å gi gode visuelle referanser og dermed motvirke en sanseillusjon. De kan faktisk bidra til å skape eller forsterke sanseillusjoner, som tidligere nevnt.

Når de *pitchet* nesen ned ville lysene ha beveget seg oppover i cockpitvinduet, men hvis de følte seg *pitch up* eller *level* på grunn av en somatogravisk illusjon, så kunne en oculogravisk illusjon samtidig, tilsynelatende, føre lyset oppover i synsfeltet. PF snakket om de røde hinderlysene: «...jeg observerte at de her røde lysene på land, som var til høyre, at de steg, da. Høyere enn normalt for en innflyging, og det var ikke fordi jeg banket til høyre, men for at vi da datt ned». Dette kan ha vært en oculogravisk illusjon, som bidro til å forsterke den somatograviske illusjonen, men det er vanskelig å fastslå sikkert.

PF hadde første dag på jobb av en arbeidsperiode på syv dager. Han hadde vært våken og i aktivitet i rundt 13 timer, og på arbeid i omtrent fire timer da hendelsen inntraff og har uttalt at han var noe trett og sliten. Tretthetsnivået til PF synes ikke å ha vært ekstremt høyt, men det kan ha påvirket situasjonsbevisstheten hans negativt og potensielt gjort ham noe mer utsatt for å oppleve sanseillusjoner, og potensielt også i dårligere stand til å innhente situasjonen når den oppstod.

Flygererfaring verner i liten grad mot muligheten for å oppleve sanseillusjoner, men kan bidra til å håndtere eventuelle sanseillusjoner bedre. De to pilotene i cockpit under rute WIF 814 hadde ulikt

⁴ I et glidende gjennomsnitt (Fourierkurve) er de høyfrekvente komponentene dempet.

erfaringsnivå, men begge ansees å være erfarne piloter. Fartøysjefen, den mest erfarne, var PF (med ca. 8600 flytimer, hvorav ca. 5500 t. på aktuell type). Styrmannen, PM, hadde ca. 4000 flytimer hvorav ca. 3000 t. på aktuell type på hendelsestidspunktet. Pilotenes erfaringsnivå anses derfor ikke å ha hatt stor relevans for hendelsen med WIF 814.

Eksempler på lignende hendelser

Newman (2007) skriver at inntil $\frac{1}{3}$ av alle flyulykker har sanseillusjoner som en årsak. I litteraturen finnes mange eksempler på ulykker hvor somatogravisk illusjon anses å være en viktig årsaksfaktor. Under følger en kort gjennomgang av noen av disse relevante hendelsene/ulykkene.

U.S. Air Force C-5 Galaxy

En U.S. Air Force C-5 Galaxy ble utsatt for en nestenulykke under en natt-innflyging over sjø. PF påbegynte innflygingen sent, noe som resulterte i høy fart og høyde initielt, hvorpå han deselererte. Besetningen oppdaget samtidig en *slat*-feil, som også satte steilingsvarslings-systemet ut av spill. Mens besetningen fokuserte på *slat*-feilen klatret flyet mens det deselererte med ca. 3,4 fot/sekund. Dette var nok til å kunne gi besetningen en feilaktig følelse av nese ned på ca. 6° (somatogravisk illusjon).

Flyet havnet deretter i et skylag og PF var sen med å iverksette god instrumentskanning. Kommunikasjonsproblemer om bord førte til at *flaps* ikke ble satt til riktig landingsstilling og at anmodning om nedstigning ikke ble etterfulgt. Farten de holdt var riktig for den antatte full *flaps*-stillingen, men for sakte for den faktiske *flaps*-konfigurasjonen. Det betød at det krevdes mye større angrepsvinkel enn vanlig for å fly *level*. På dette tidspunktet oppdaget PM at de hadde nesen 10° opp, men illusjonen om nese ned var så sterk at besetningen trodde at begge *Inertial Navigation Systems* (INS) viste feil. De kontrollerte således ikke nesestilling og fokuserte på det antatte INS-problemet. Flyet fortsatte derfor å klatre, og følgelig sank farten mens flyet rettet nesen mer og mer opp. Deselerasjonen og nese opp-posisjonen motvirket hverandre i forhold til å gi pilotene nesestillings-referanser, så de kjente trolig lite til nesestillingen på tross av at den på dette tidspunktet var på over 20°.

PM oppdaget så at farten sank og ba piloten akselerere, deretter å sette nesen ned, men på dette tidspunktet steilet flyet i 4900 fots høyde med angrepsvinkel på over 30°, nesestilling på over 20° opp og fart på 55 knop. Flyet mistet da høyde, krenget 60 grader til høyre, 95° venstre og 95° høyre igjen. Ved 2700 fots høyde gjorde aerodynamiske krefter at den tidligere *slat*-feilen ble rettet, og steilingsvarslings-systemet koblet inn og advarte om steiling. Det var først på dette tidspunktet at pilotene virkelig forstod hvor alvorlig situasjonen var og iverksatte *stall recovery*. De innhentet situasjonen 773 fot over havet. I etterkant trodde besetningen at det bare hadde vært en *windshear*-situasjon de hadde opplevd i forbindelse med skyene de hadde flydd inn i.

Flybesetningen på tre piloter og to maskinister hadde flydd flyet et langt strekk over de siste seks dagene og vært på vakt i nesten 21 timer, med minimal hvile underveis, da hendelsen fant sted, og flybesetningens tretthet ble beskrevet som sterkt medvirkende i hendelsen. Det var lite konversasjon i cockpit og dårlig *crew resource management*. *Slat*-feilen distraherer besetningen og førte til kanalisert oppmerksomhet, dårligere situasjonsbevissthet og trolig opplevelsen av en somatogravisk illusjon (Armentrout et al., 2006).

Eurocopter EC225 LP Super Puma, Nordsjøen 18. februar 2009

Et Super Puma helikopter skulle lande på helikopterplattformen på en oljerigg i Nordsjøen i mørke med noe dårlig sikt, men traff sjøen like ved plattformen. Helikopteret skulle gjøre en 90 graders venstresving inn for å kunne lande. Autopilot var aktivert slik at PF kunne se ut av cockpit mot plattformen. PM assisterte med informasjon fra værradaren, og så i blant ut mot plattformen.

De steg ned fra 400 til 300 fot, men entret et skydekke og klatret derfor inntil de igjen kunne se plattformen. PF deaktiverte autopiloten, og fokuserte på plattformen, noe som førte til lite kapasitet igjen til instrumentskanning. I venstresvingen overvåket PM instrumentene og informerte piloten om fart og nedstigning. PF spurte om PM kunne se plattformen, noe som trolig skiftet PMs oppmerksomhet bort fra instrumentene. De la da ikke merke til at helikopteret mistet høyde raskt og akselererte de siste 50 sekundene.

Besetningen var begge opptatt av å identifisere helikopterplattformen og var ikke oppmerksom på den stadige nedstigningen eller stigende nesestillingen og den påfølgende fartsreduksjonen. Uten synlig horisont, og med få og forvirrende visuelle referanser (tåke eller lavt skydekke forårsaket forvirrende reflekser og dårligere visuelle referanser fra plattformbelysningen), var det vanskelig å oppdage helikopterets endring i stilling. Helikopteret kunne fortsatt å føles *level*, på tross av en nesestilling på 22,5° opp på det meste (somatogravisk illusjon).

Denne somatograviske illusjonen ble forsterket av en oculogravisk illusjon. PF rettet helikopterets nese stadig mer oppover de siste 20 sekundene. Effekten av dette var trolig at plattformen beholdt riktig plassering i vindusruten, og synsbildet lignet bildet ved en normal, stabil innflygingsvinkel (oculogravisk illusjon) helt inntil de siste fem sekundene, hvor *pitch*-raten økte og innflygingsvinkelen ville sett ut til å bli høy og rask (DTAIB, 2010).

Etterforskningen konkluderte med at besetningens oppfatning av helikopterets posisjon og stilling i forhold til plattformen mot slutten av innflygingen var feil fordi begge piloter var fokusert på plattformen og ikke instrumentene. De hadde mistet situasjonsbevisstheten, trolig grunnet oculogravisk og somatogravisk illusjon (DTAIB, 2010).

Beech King Air E 90, Wondai Queensland, 26. juli 1990

En Beech King Air E 90 styrtet like etter en tilsynelatende normal avgang fra Wondai flyplass i 1990. Det var en klar, mørk natt uten måneskinn eller synlig horisont. Piloten måtte umiddelbart etter avgang bytte fra eksterne visuelle referanser (rullebane og rullebanelys) til instrumentflyging. Akselerasjonen under og etter avgang ville ha gitt besetningen en følelse av større grad av nese opp enn det som var tilfellet (somatogravisk illusjon), og det fantes ikke visuelle referanser for å rette opp dette inntrykket. Beregninger viste at flyet gjennomsnittlig akselererte med 8,79 fot/sekund (0,275 G) fra flyet lettet til det traff bakken 600 m. bortenfor enden av rullebanen. Dette ville vært nok til å skape en følelse av nese opp på omtrent 15,3°.

Etterforskningen konkluderte med at besetningen hadde vært utsatt for en somatogravisk illusjon i forbindelse med avgang. Det var også antatt at tretthet og stress kunne ha påvirket hendelsen, ettersom PF hadde vært våken i 15 timer og på jobb i åtte timer da ulykken inntraff og selv om det ikke var tegn til stress i tiden før ulykken, viste det seg at piloten hadde opplevd flere ting i perioden som potensielt kunne ført til stress (BASI, 1991).

Gulf Air Flight Airbus 320-212, 23. august 2000

En Airbus 320-212 var på vei til Bahrain International Airport i mørke, men styrtet i sjøen 3 km. fra flyplassen kort tid etter å ha initiert en go-around etter andre landingsforsøk. Besetningen initierte *take-off/go-around*-kraft på motoren, og flyet steg slakt. Mens flyet akselererte utløstes varselsystemet for *flap over-speed*. PF beveget så stikka fremover, og flyets nesestilling endret seg fra ca. 5° nese opp til ca. 15,5° nese ned, de steg saktere/vertikal akselerasjon sank og farten økte, samtidig med at Ground Proximity Warning System ble utløst. Kapteinen ba om «*flaps up*». Deretter beveget han stikka til bak nøytral posisjon, med maks bakover-utslag på 11,7°, men bakoverbevegelsen av stikka vedvarte ikke, og påfølgende bevegelser overgikk aldri 50% av full bakover-utslag.

En analyse gjennomført av Naval Aerospace Medical Research Laboratory konkluderte med at ulykken skyldtes en somatogravisk illusjon, med følelse av nese opp på 12° når reell nesestilling var 5° opp (Rupert, McGrath & Guedry, n.d.).

De ovenfor beskrevne hendelser og ulykker viser at somatograviske illusjoner ikke er uvanlige, og at de har vært en medvirkende årsak til flere hendelser og ulykker, slik den også kan ha vært involvert i hendelsen med WIF 814 i 2010. I de ovennevnte fire eksemplene endte tre med at flyet havarerte og to med fatale konsekvenser.

Konklusjon

FMI ble bedt om å kvantifisere grad av påvirkning av sanseapparatet ved den sterke akselerasjonen under hendelsen med WIF 814 under sirklingen til ENSH, vise hvordan kreftene kunne påvirket både *pilot flying* (PF) og *pilot monitoring* (PM), vurdere i hvilken grad det i litteraturen er dokumentert sammenheng mellom henholdsvis piloters erfaring og *fatigue* (tretthet) og opplevelsen av sanseillusjoner, samt gi eksempler på lignende hendelser.

Disse analysene ble gjennomført på basis av litteratur om sanseillusjoner, FDR-data, utskrift av besetningsmedlemmenes beskrivelser av hendelsene, kartutsnitt over flyplassen og området samt opplysninger om vær og lysforhold.

Tidligere havarirapporter viser mange eksempler hvor man har konkludert med at en somatogravisk illusjon har vært årsak, i alle fall en medvirkende årsak, til hendelsen eller ulykken.

FMI sine beregninger av resultantkraft, det vil si potensielt opplevd nesestilling (*pitch*), under hendelsen med WIF814 2. desember 2010 viser at forholdene lå til rette for at PF kan ha opplevd en somatogravisk illusjon. Opplevd nesestilling var opp under hele hendelsen, med en økende tendens like før, og spesielt mens, flyets nese faktisk vendte nedover. Kraftpåvirkningen før stikkebevegelsen var trolig ikke stor og langvarig nok til alene å ha påvirket PF til å bevege stikka forover. Kraftpåvirkningen mens flyet akselererte med nesen ned mot havoverflaten, var sterkere, og det er sannsynlig at en somatogravisk illusjon kan ha inntruffet. Dette ville komplisert gjenopprettingen av flyet, og kan ha påvirket PF til å holde nesen lavere enn han hadde gjort med gode visuelle referanser.

Styrmannens oppfattelse av situasjonen ville sannsynligvis i mindre grad vært preget av illusjonskreftene, da han hovedsakelig hadde fokus på flyinstrumentene.

Litteraturen antyder at tretthet (*fatigue*) potensielt gjør en pilot mer utsatt for sanseillusjoner. Under hendelsen med WIF814 2. desember 2010 var PF etter eget utsagn noe preget av tretthet, og det kan derfor ikke utelukkes at dette kan ha gjort ham mer utsatt for sanseillusjoner.

Litteraturen antyder videre at flygererfaring ikke i særlig grad kan verne mot å oppleve sanseillusjoner, men kan potensielt bidra til bedre gjenoppretting (*recovery*). Pilotenes erfaring under WIF 814 anses ikke å ha vært avgjørende for om de opplevde en sanseillusjon.

Referanser

- Armentrout, J. J., Holland, D. A., O'Toole, K. J. & Ercoline, W. R. (2006). Fatigue and related human factors in the near crash of a large military aircraft. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 77, 963-970.
- Benson, A. J. & Rollin Stott, J. R. (2006). Spatial disorientation in flight. I D. J. Rainford & D. P. Gradwell (Eds.), *Ernsting's Aviation Medicine* (4th ed., pp. 433-458). London: Hodder Arnold.
- Bramble, W. J. (2008, October). Spatial disorientation accidents in large commercial airplanes: Case studies and countermeasures. In *61st annual International Air Safety Summit*. Paper presented at the summit of the Flight Safety Foundation, International Federation of Airworthiness & International Air Transport Association, Honolulu, HI, October 2008.
- Bureau of Air Safety Investigation (1991). Accident investigation report. *Beech King Air E 90 VH-LFH, Wondai Queensland, 26 July 1990* (BASI Report B7901/1047).
- Cheung, B. (2004). Nonvisual illusions in flight. I F. H. Previc & W. R Ercoline (Eds.) *Spatial disorientation in aviation. Progress in Astronautics and Aeronautics*, 203, pp. 283 – 321. Reston, VA: American Institute of Astronautics and Aeronautics.
- Department for Transport, Air Accidents Investigation Branch (2010). *Report of the accident to Eurocopter EC225 LP Super Puma, G-REDU near the Eastern Through Area Project /ETAP), Central Production Facility Platform in the North Sea on 18 Febuary 2009* (Aircraft Accident Report 1/2011).
- LeDuc, P. A., Riley, D., Hoffman, S. M., Brock, M. E., Norman, D., Johnson, P.A. et al. (1999). *The effects of sleep deprivation on spatial disorientation* (US Army Aeromedical Research Laboratory, Report No. 2000-09).
- Lee, M. Y., Kim, M. S. & Park, B. R. (2004). Adaptation of the horizontal vestibular reflex in pilots. *The Laryngoscope*, 114, 897-902.

- McGrath, B. J., Rupert, A. H., and Guedry, F. E. (2003). *Analysis of spatial disorientation mishaps in the US Navy, Spatial disorientation in military vehicles: Causes, consequences and cures* (RTO-MP-086, 2003, pp. 10-1 to 10-12).
- Mortimer, R. G. & Kenneth, Q. G. (2000). Physical and psychological impairments of pilots in U.S. aviation crashes. In *International Ergonomics Association/Human Factors and Ergonomics Society Congress*.
- North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation (2008). *Spatial disorientation training –Demonstration and avoidance* (TG-039, RTO Technical Report, TR-HFM-118, AC/323 (HFM-118)TP/206)).
- Newman, D. G. (2007). *An overview of spatial disorientation as a factor in aviation accidents and incidents* (ASTB Transport Safety Investigation Report, Aviation Research and Analysis Report –B2007/0063).
- Newman, M. C., Lawson, B. D., Rupert, A. H., McGrath, B. J. (2012, August). The role of perceptual modeling in the understanding of spatial disorientation during flight and ground-based simulator training. *American Institute of Aeronautics and Astronautics on Guidance, Navigation and Control*. In *American Institute of Aeronautics and Astronautics conference on Guidance, Navigation and Control*. Paper presented at the conference of the American Institute of Aeronautics, Minneapolis, MN.
- Previc, F. H. (2004). Visual illusions in flight. I F. H. Previc & W. R Ercoline (Eds.) *Spatial disorientation in aviation. Progress in Astronautics and Aeronautics, 203*, pp. 283 – 321. Reston, VA: American Institute of Astronautics and Aeronautics.
- Previc, F. H., Ercoline, W. R., Evans, R. H., Dillon, N., Lopez, N., Dulaz, C.M. et al. (2007). Simulator-induced spatial disorientation: Effects of age, sleep deprivation, and type of conflict. *Aviation, Space and Environmental Medicine, 78*, 470-477.

- Rupert, A. H., McGrath, B. J. & Guedry, F.E. (n.d.). Gulf Air flight GF-072 Perceptual study, 23 August 2000, Gulf Air Airbus A320-212 (A40-EK), Night landing.
- Russo, M., Sing, H., Kendall, A. Johnson, D., Santiago, S., Escolas, S. et al. (2005). Visual perception, flight performance, and reaction time impairments in military pilots during 26 hours of continuous wake: Implications for automates workload control systems as fatigue management tools. In *Strategies to maintain combat readiness during extended employments –A human systems approach* (Paper 27, pp. 27-1 – 27-16 RTO-MP-HFM-124). Neuilly-sur-Seine, France: North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation
- Tribukait, A. & Eiken, O. (2012). Flight experience and the perception of pitch angular displacements in a gondola centrifuge. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 83, 496-503.
- Weeks, S. R., McAuliffe, C. L., DuRussel, D. & Pasquina, P. F. (2010). Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: The military example. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2, 438-441.

**Final report on SD analysis of incident with DHC-8 at Svolvær Airport Helle, Norway
2 December 2010***Memorandum*

Kampweg 5
3769 DE Soesterberg
P.O. Box 23
3769 ZG Soesterberg
The Netherlands

www.tno.nl

To

T +31 88 866 15 00
F +31 34 635 39 77

From

E.L. Groen, J.G.H. Bos, M.M.J. Houben, J.E. Bos

Date

2 February 2016

Subject

Final report on SD analysis of incident with DHC-8 at Svolvær Airport Helle,
Norway 2 December 2010

Our reference

TNO-2016-0100293386

Contact**1 Introduction**

The Accident Investigation Board Norway (AIBN) requested TNO to assess the possible role of vestibular illusions in a serious flight incident, using the Spatial Disorientation Identification Tool (SDiT). This analysis tool was recently developed by TNO and Boeing, and presented at the International Society of Air Safety Investigators (Mumaw et al, 2015).

The SDiT takes in text files containing the time histories of flight data, and visualizes how a pilot supposedly perceives the motion and orientation of the aircraft. The tool's computations are based on a contemporary perception model, consisting of mathematical representations of the sensory dynamics involved in human perception of self-motion and – orientation (Bos & Bles, 2002). The SDiT identifies two categories of vestibular illusions that occur in-flight: 1) the "somatogravic illusion", resulting from ambiguities between linear accelerations and attitude; and the "somatogyral illusion", resulting from erroneous perception of aircraft rotations. Special types of the somatogyral illusion include sub-threshold (angular) motion, and the post-roll illusion (Nooij and Groen, 2011).

2 Assumptions, boundary conditions

The SDiT assumes that there is a lack of external visual references, due to darkness or Instrument Meteorological Conditions (IMC), and the pilot is not effectively using cockpit instruments. Furthermore, the tool does not take into account pilot's head movements which may induce Coriolis-related disorientation during constant rate turns. Information on visual cues and head movements are not available in flight data recordings.

3 Input variables

The input variables include: 1) x-, y-, and z-components of the specific force, i.e. the vector sum of linear inertial acceleration and gravitational acceleration; 2) x-, y- and z- Euler angles, which are used to compute 3-D angular velocity. The initial aircraft orientation is derived from the Euler angles at the first data sample, where upright is defined as (0,0,+9.81). The input variables are resampled at 100 Hz (irrespective the original sample rate of the FDR data).

4 SDiT analysis of the incident

The incident involved a Bombardier DHC-8, and occurred in December 2010 at 18:18 hr near the Svolvær airport Helle (Norway). A detailed description of the incident can be found in the preliminary report of the AIBN (2015). Important here is that the incident took place in complete darkness, hence there was no visual horizon.

Date

2 February 2016

Our reference

TNO-2016-0100293386

Page

2/4

Figure 1 shows a screenshot of the SDiT during the analysis of the incident. The various parts of the screen are explained in the caption. Note that the current SDiT always resets the time to $t=0s$ for the first sample. The animation is being paused at $t=11.2s$, corresponding to about 103202 where the aircraft reached maximum pitch down attitude.

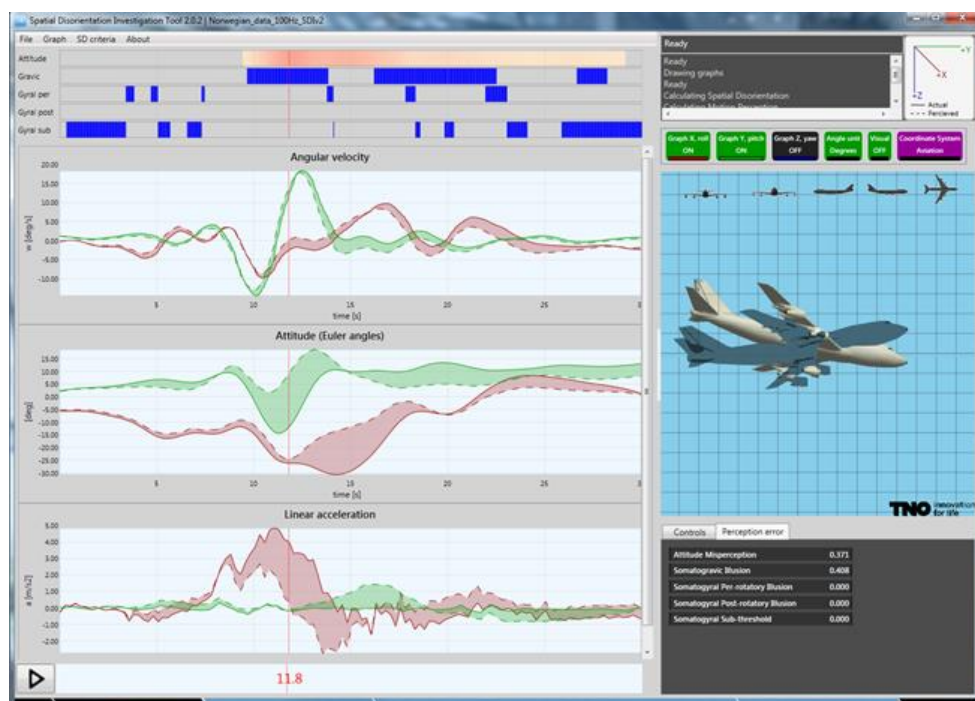


Figure 1. Screenshot of incident analysis with the SDiT. **Upper panel:** SD tracks showing the identified vestibular illusions. Attitude=attitude misperception; Gravic=somatogravic illusion; Gyral per=somatogyral illusion during turn; Gyral post=somatogyral illusion after turn; Gyral sub=sub-threshold rotation. **Bottom panel:** time histories of actual (solid lines) and perceived (dashed lines) aircraft attitude (upper) and linear acceleration (lower). The shaded areas indicate the perceptual mismatch. Red: motions in the x-axis (roll rotation resp. longitudinal acceleration); Green: motions in the y-axis (pitch rotation resp. lateral acceleration). Motions in z-axis (yaw rotation and vertical acceleration) are not shown.

The blue and orange SD tracks in the upper panel of Figure 1 show various SD events. The three tracks labelled with “Gyral” indicate that the aircraft’s angular motion was not always being perceived at all (“Gyral sub”), or alternatively, the perceived angular rate was below the actual rate due to the dynamics of the semicircular canals (“Gyral per”). Looking at the shaded areas in the time history of angular velocity, the error in the perception of angular velocity was only minor. Therefore it is likely that the somatogyral effects were not an issue in this case.

The “Attitude” track, however, shows that there was misleading vestibular feedback about the aircraft’s attitude for most of the manoeuvre. Looking at the corresponding time history (middle plot), there are substantial discrepancies in the perceived pitch attitude (green shaded area), as well as in the perceived angle of bank (red shaded area). The latter is due to the presence of lateral accelerations, which indicates that the flight was uncoordinated.

According Appendix C in the AIBN report, there was reason to believe that the pilot flying experienced a somatogravic illusion in the pitch plane. For this reason, we have limited the analysis of the somatogravic illusion to the pitch plane only. Hence, whereas the Attitude track in Figure 1 reflects the combined error in perceived pitch and roll, the “Gravic” track only reflects the error in perceived pitch.

According to vestibular literature, humans can perceive self-tilt (i.e. deviations from an upright posture) between 0.6 and 6.8 deg (Gundry, 1978; Fitzpatrick 1994; Janssen et al. 2011). This shows that there is no “absolute” threshold for the perception of self-tilt, as is true for human perception in general. We have chosen 6.0 deg as default criterion for the somatogravic illusion (Table 1), which is in the upper region of the above-mentioned range. This means that the computed mismatch in perceived pitch must exceed 6.0 deg to be labelled as somatogravic illusion. The rationale for choosing a rather high threshold is that motion perception in the dynamic environment of an aircraft will be more “noisy” than in the controlled conditions of a vestibular laboratory.

With a criterion of 6.0 deg, there appear two episodes of the somatogravic illusion (in pitch). The first episode (9.9 - 13.7 sec) seems related to the strong longitudinal acceleration up to about 5.0 m/s² (red trace in lower time history), resulting in a perceived nose-high attitude while the aircraft was in fact oriented nose-down. In fact, the illusion intensified during the pitching down motion. The illusion reached a maximum value of about 17 deg, which is well above the known perception thresholds. The second episode (16.9 - 21.9 sec) seems related to a sustained deceleration along the longitudinal axis of about -1.0 m/s², resulting in a lower perceived pitch attitude than actual. The illusion reached a maximum of about 7 deg in this episode.

The time history of attitude also shows a slight over-pitch sensation when the aircraft reached maximum pitch-up attitude (around 8.7 sec), but this perception error remained below the 6.0 deg threshold that we assumed for the somatogravic illusion.

Date

2 February 2016

Our reference

TNO-2016-0100293386

Page

3/4

Table 1. Parameter settings for the SD analysis.

Parameter	Value
Attitude mismatch	6 deg
Somatogravic threshold	6 deg
Somatogyral threshold	3 deg/s

Date

2 February 2016

Our reference

TNO-2016-0100293386

Page

4/4

5 Conclusion

The SDiT analysis identified two phases in the recorded flight profile where the vestibular inputs gave rise to a somatogravic illusion in the pitch plane (assuming that no visual information was available). In particular the first phase may have induced a strong perception of nose-high attitude, while the actual attitude was nose-down. The illusion (i.e., the mismatch between perceived and actual pitch attitude) even intensified due to the forward acceleration that resulted from the nose-down action. When the pilot flying based his control behaviour on this erroneous perception, this would result in stronger pitch forward inputs.

Although the time histories also showed a slight over-pitch sensation when the pitch down input starts, it seems too small to be identified as a somatogravic illusion. Therefore it is more likely that the decision to push the nose down was due to the flight condition (e.g., low airspeed), and not on a false pitch sensation.

The data showed that the flight was uncoordinated at that time, which resulted in errors in the perceived angle of bank. We have not further addressed this in the current analysis.

6 References

- AIBN (2015) Preliminary report on serious aviation incident at Svolvær airport Helle, Norway 2 December 2010 involving Bombardier DHC-8-103, LN-WIU operated by Widerøes Flyveselskap AS 21.08.2015. [Downloaded at January 12, 2016].
- Bos, J.E., Bles, W. (2002) Theoretical considerations on canal-otolith interaction and an observer model. *Biological Cybernetics* 86, pp. 191-207.
- Fitzpatrick, B., McCloskey, D.I. (1994) Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans, *The Journal of Physiology* 478, pp. 173–186.
- Gundry, A.J. (1978) Thresholds of perception for periodic linear motion, *Aviation Space and Environmental Medicine* 49, pp. 679–686.
- Janssen, M. Lauvenberg, M. Van der Ven, W. Bloebaum, T. Kingma, H. (2011) Perception threshold for tilt, *Otology & Neurotology* 32, pp. 818–825.
- Nooij, S.A.E., Groen, E.L. (2011) Rolling into spatial disorientation: simulator demonstration of the post-roll (Gillingham) illusion. *Aviation, space, and environmental medicine* 82 (5), pp. 505-512.
- Mumaw, R., Groen, E., Fucke, L., Anderson, R., Bos, J., Houben, M. (2015) "A New Tool for Analyzing the Potential Influence of Vestibular Illusions," Conference paper, International Society of Air Safety Investigators, Augsburg, Germany.

FLYMEDISINSK INSTITUTT



Utredning av visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 ved Svolveær Lufthavn Helle

En rapport for Statens Havarikommisjon for Transport

Jannicke Sandvik, Jørn Brede Stangnes & Anthony Sverre Wagstaff

12.02.2016

Etter forespørsel fra Statens Havarikommisjon for Transport har Flymedisinsk Institutt (FMI) foretatt en utredning av potensielle faremomenter av perseptuell art ved visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 ved Svolveær Lufthavn Helle. Dagens situasjon ønskes sammenlignet med situasjonen i 2010, da en alvorlig luftfartshendelse fant sted her med Widerøes rute 814. FMI har delt sirklingsrunden i tre soner. Vurdert på bakgrunn av mottatt informasjon anses risikoen for sanseillusjoner relativt lav i sone A og sone C. I sone B anses det fortsatt ikke å være tilstrekkelige visuelle referanser eller hjelpemidler til å kunne motvirke sanseillusjoner som kan påvirke flygingen. Mulige tiltak for å redusere restrisikoen foreslås.

Innhold

Bakgrunn	2
Metode.....	2
Sansemessige forhold ved flyging	3
Menneskets behov knyttet til visuell orientering	3
Sanseillusjoner.....	4
Somatogravisk illusjon.....	4
«G-excess» illusjon	5
Oculogravisk illusjon.....	7
«Elevator» illusjon	7
Autokinetisk illusjon	7
«Black hole» illusjon.....	7
Beskrivelse av forholdene ved Svolvær Lufthavn Helle	7
Værforhold ved Svolvær Lufthavn Helle	7
Sirklingsrunden til rullebane 19 ved Svolvær Lufthavn Helle.....	8
Sone A.....	9
Sone B.....	9
Sone C.....	11
Oppsummering av risiko i 2010 versus i dag.....	11
Mulige tiltak som vil kunne forbedre risikobildet i forhold til sanseillusjoner.....	11
Tilrettelegging for instrumentflyging helt frem til PLASI er synlig	12
Tilrettelegging for eksterne referanser som muliggjør trygg visuell flyging frem til PLASI er synlig	12
Forbedring av prosedyrer og trening	13
Konklusjon	13
Referanser	14
Vedlegg 1: Widerøe sitt innflygingskart for Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) pr. 11. februar 2011	18
Vedlegg 2: Widerøe sitt innflygingskart for Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) pr. 20. februar 2015	19
Vedlegg 3: Kart over området rundt Svolvær Lufthavn Helle (ENSH)	20
Vedlegg 4: Kart over området rundt Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) og omegn	21
Vedlegg 5: Widerøes Airport Briefing pr. 30. september 2014.....	22
Vedlegg 6: Luftfartstilsynets godkjenning av Widerøes søknad om ny sirklingsrunde RWY 19 ENSH, 8. november 2011	24
Vedlegg 7: Aeronautical Information Publication Norge; Visual approach chart – ICAO, pr. 15. Januar 2009.....	25

Utredning av visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 Svolvær Lufthavn Helle

Bakgrunn

2. desember 2010 skjedde det en alvorlig luftfartshendelse med Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn under sirklingen inn til Svolvær Lufthavn Helle (ENSH). Statens Havarikommisjon for Transport (SHT) gir følgende korte sammendrag av hendelsen: «Like før flyet skulle svinge inn på finalen droppet hastigheten betydelig, og flyet begynte å riste. Til tross for at det ble gitt full motorkraft, fortsatte både hastigheten og høyden å avta. Nesepartiet ble senket og steiling avverget, men i det påfølgende opptrekket ble høyden over sjøen svært lav (25 m over sjøen ifølge registrerte data fra radiohøydemåleren). Det ble benyttet full motorkraft og opptrekket var så kraftig at flyet ble utsatt for høy g-belastning» (Statens Havarikommisjon for Transport, 2015). For mer informasjon, se SHT sin rapport om hendelsen.

Etter forespørsel fra SHT har Flymedisinsk Institutt (FMI) foretatt en utredning av potensielle faremomenter ved visuell sirkling i mørke inn til rullebane 19 ved ENSH. FMI er bedt om å beskrive risikofaktorene slik de var 2. desember 2010, tidspunktet for hendelsen med WIF 814, og å sammenligne med situasjonen pr. dags dato, ettersom det er tilkommet endringer i flyplassbelysning og innflygingsprosedyrer etter 2010.

FMI har avgrenset sin utredning til kun å se på risikoen ved sirklingen i lys av perseptuelle forhold, det vil si forhold som har med sanseoppfattelse å gjøre.

Metode

FMI legger til grunn følgende dokumenter som SHT har gjort tilgjengelig for oss, i tillegg til informasjon mottatt gjennom samtaler med SHT: Innflygingskart til ENSH pr. 11. februar 2011 (se vedlegg 1), innflygingskart til ENSH pr. 20. februar 2015 (se vedlegg 2), kart over området (se vedlegg 3 og 4), Widerøes *Airport briefing* (se vedlegg 5) Luftfartstilsynets godkjenning av Widerøes søknad om ny sirklingsrunde RWY 19 ENSH, 8. november 2011 (se vedlegg 6) og *Aeronautical Information Publication* (AIP) Norge; Visual approach chart – ICAO, pr. 15. januar 2009 (vedlegg 7). FMI baserer altså vurderingene av forholdene i 2010 på Widerøes innflygingskart fra 11. februar 2011 og forholdene pr. dags dato på innflygingskartet fra 20. februar 2015, da det er dette vi har mottatt som grunnlag. Når det i utredningen refereres til forholdene i 2010 er det altså snakk om forholdene pr. 11.02.11, og når det snakkes om forholdene i dag, er det altså pr. 20.02.11. Dersom det er skjedd endringer etter 20.02.15 eller mellom 02.12.10 og 11.02.11, er disse ikke hensyntatt i utredningen.

FMI har videre hatt en samtale med Lufthavnsjefen ved ENSH for å avklare forhold rundt belysningen tilknyttet flyplassen. FMI har også hatt tilgang til transkripsjoner fra intervjuer med besetningen under hendelsen om bord WIF 814 i 2010. Videre er FMI sin rapport med analyse av eventuelle

sanseillusjoner i hendelsen 02.12.10. også lagt til grunn i påfølgende utredning (Sandvik, Wagstaff & Stangnes, 2016).

For å få et bedre inntrykk av forholdene rundt sirklingen, har FMI, ved en *human factors* spesialist og en flyoperativ vært i Dash 8-100/300 Full Flight Simulator på CAE Training Centre i Oslo (hendelsesflyet var et Bombardier Inc. DHC-8-103). Sammen med representanter fra SHT og Widerøes Head of Training og Chief Flight Instructor Special Operations, fløy vi sirklingsrunden til ENSH i flere ganger. Flygningene i simulatoren ble gjort med lysforhold og med værsettinger mest mulig tilsvarende hendelsen i 2010. Her fikk vi også diskutert med treningsavdelingen hvordan Widerøe flyr sirklingen i Svolvær.

Human factors spesialist og flyoperativ fra FMI var også med en Widerøe rute fra Bodø til Svolvær Lufthavn i DHC-8 25. november 2015. Flygningen ble gjort i mørke, men lysforholdene var bedre enn under hendelsen ettersom det var fullmåne. Det var sludd/snø, men lite vind, og vindretningen tilsa sirkling til rullebane 19. Under denne flygningen satt human factors spesialisten på klappsete i cockpit. I forbindelse med denne turen var det også drøftinger om de operative forhold og Widerøes praksis tilknyttet innflygingen med en erfaren Widerøe-pilot på den aktuelle flytypen og – strekningen.

Det ble også foretatt sirkling/innflyging til flyplassen i mørke 3 ganger med Luftforsvarets Bell 412 helikopter. Dette for å sikre en grundig gjennomgang av de visuelle forholdene ved innflygingen.

Sansemessige forhold ved flyging

Menneskets behov knyttet til visuell orientering

Synsapparatet er bygget opp med to ulike «synssystemer»; skarpsynet og perifersynet. Perifersynet benyttes til vanlig til å avgjøre vår orientering, stort sett uten at vi er bevisst hvilke visuelle referanser som er benyttet. Skarpsynet benytter vi til gjenkjenning og identifisering av objekter. Når man flyr med gode visuelle referanser og klart definert horisont, benytter piloten perifersynet til å orientere seg, og dette krever lite bevisst prosessering. Når gode visuelle referanser ikke er tilgjengelig for perifersynet, som når man flyr i skyer eller i mørke, må piloten bruke instrumentene sine for å orientere seg. Dette krever bruk av skarpsynet, og derigjennom også mer prosessering i hjernen (skanning, lesing og tolkning). Selv om erfaring med instrumentflyging gjør at dette etter hvert kan gjøres mer automatisk, så er det fortsatt en «unaturlig» måte for et menneske å orientere seg, og dermed mer sensitivt for feil. Derfor er det mer sannsynlig å oppleve desorientering og sanseillusjoner under IMC enn i god VMC (Benson, 2006).

Visuelle referanser i perifersynet gjør at piloten kan oppfatte endringer i stilling i luften i *pitch* og *roll*. Avstandbedømmelse er en kompleks kombinasjon av en rekke ulike forhold som også inkluderer form og farge på ulike deler av terreng, størrelsesreferanse til kjente objekter, og perspektivfølelse. For nøyaktig avstandsbedømmelse, som høyde og avstand til flyplass og lignende er derfor piloter avhengig av flyinstrumenter (Benson, 2006).

I praksis er det ikke alltid man får dekket de fysiologiske behovene fullt ut når man flyr. Dette er gjerne tilfellet i korte tidsrom i overgangen mellom visuell flyging og instrumentflyging, eksempelvis når man tar av inn i skyer. Det kan også være tilfellet når man flyr visuell sirkling når det er så mørkt

at man ikke har en skikkelig horisont å orientere etter, slik som var tilfellet under hendelsen med WIF 814. Man kan ha minne om horisonten en kort stund og til dels klare å orientere etter dette, kanskje sammen med et mentalt bilde av området, men dette medfører risiko da hjernen uansett skaper et mentalt bilde selv uten tilstrekkelige rådata. Dersom det er turbulens i området, som ofte er tilfellet ved sirkling til ENSH, vil man ikke kunne bevare et korrekt slikt minne på grunn av endringer i flyets stilling – enten reelt, eller opplevd.

Ved utførelse av prosedyren for *precision circling* RWY 19 ENSH i mørke og/eller dårlig sikt, vil det ofte kunne være forhold hvor det ikke gir en tydelig horisont. For trygg flyging trenger flyger enten å ha en tydelig horisont eller å være godt etablert på instrumenter. Hvis flyger ikke har en tydelig horisont og heller ikke er godt etablert på instrumentene i cockpit kan sanseillusjoner lettere føre til risikofylte situasjoner.

I det følgende beskrives noen av de sanseillusjonene som kan forekomme under sirkling i mørke.

Sanseillusjoner

Menneskets sanseapparat er tilpasset livet på jordoverflaten, hvor orientering i rommet opprettholdes av det visuelle systemet (syn), det vestibulære systemet (balanseorgan) og det somatosensoriske systemet (hud-, ledd- og muskelsanser) på en samordnet måte. Under flyging utsettes kroppen for høye hastigheter, akselerasjonskrefter, uvante bevegelser og posisjoner, samt at synsinntrykkene er annerledes enn på bakken. Når en pilot mangler visuelle referanser, det vil si ikke kan se horisonten klart, er han/hun avhengig av det vestibulære og det somatosensoriske systemet for å orientere seg. Under de spesielle forholdene som råder under flyging fungerer imidlertid ikke disse sansene optimalt og kan gi feilaktig informasjon om sin eller flyets posisjon og bevegelse relativt til bakken (McGrath, Rupert & Guedry, 2003). Fenomenet kalles *spatial disorientation* (North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation (NATO RTO), 2008), eller sanseillusjoner på norsk, og er en naturlig følge av det normale sanseapparatets reaksjon på stimuli det ikke er tilpasset.

Man skiller vanligvis mellom 2 typer sanseillusjoner. Type 1 sanseillusjoner er illusjoner som går uoppdaget, det vil si at piloten ikke er klar over at han eller hun ikke har et riktig bilde av sin og flyets posisjon og stilling i luften. Type 2 sanseillusjoner opptrer når piloten er oppmerksom på illusjonen, og ved hjelp av visuelle referanser og flyets instrumenter er klar over at den gir et feilaktig bilde.

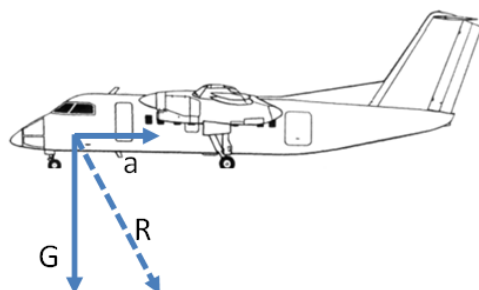
Det finnes en rekke ulike sanseillusjoner, både visuelle og vestibulære. Ved visuelle illusjoner er det synsinntrykk, og hjernens tolkning av disse, som fører til illusjonen, mens balanseorgan og det somatosensoriske system gir grunnlag for de vestibulære illusjonene. I noen illusjoner kan en kombinasjon av disse spille inn. Nedenfor følger en enkel forklaring på de vanligste sanseillusjoner som anses som mest relevante ved sirkling i mørke til ENSH.

Somatogravisk illusjon

En somatogravisk illusjon oppstår ved at det er en falsk persepsjon (oppfatning) av egen/flyets orientering grunnet en kraftvektor som virker i en annen retning og/eller styrke enn den vanlige gravitasjonskraften (vertikalt ned mot bakken). Når flyet akselererer presses piloten bakover mot seteryggen. I fravær av visuelle referanser utenfra oppleves denne kraften mot seteryggen og tyngdekraften som én kraft (resultantkraft), noe piloten oppfatter som vertikalen (rett ned som tyngdekraften) (Benson & Rollin Stott, 2006, Cheung, 2004). Piloten får dermed en følelse av å være

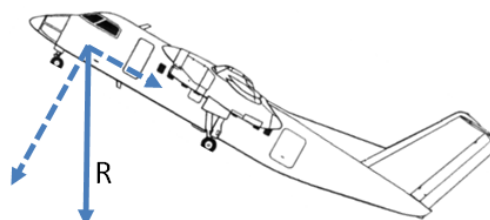
tiltet (i Figur 1 beskrevet som «*pitch*») bakover og at flyets nese peker oppover mer enn det som faktisk er tilfellet (se figur 1). Det motsatte er tilfellet ved deselerasjon.

Reell pitch ved akselerasjon



a= akselerasjon
G= tyngdekraft
R= resultant

Opplevd pitch ved akselerasjon



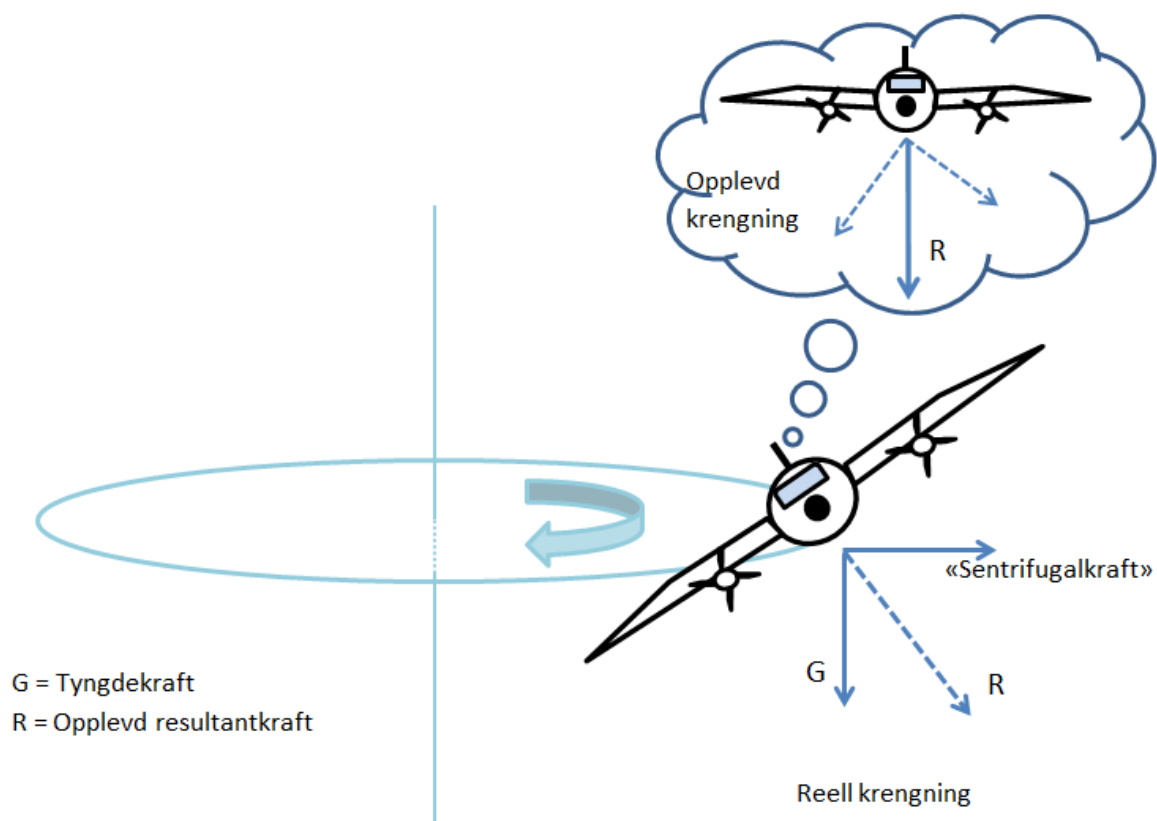
Figur 1: Resultantkraft og opplevd *pitch* (nesestilling) i en somatogravisk illusjon

Paradokset med denne illusjonen er at eventuelle justeringer av nesestilling som piloten måtte forsøke å gjøre, skaper liten endring i følelsen av nese opp. Dersom piloten retter nesene nedover, vil flyet akselerere, noe som igjen øker følelsen av nese opp (Benson & Rollin Stott, 2006, Cheung, 2004). Dersom piloten derimot retter nesene mer opp, ville akselerasjonskraften forover reduseres, siden mer motorkraft ville kreves for å klatre. Dette kan igjen resultere i at man oppfatter lite endring i nesestilling fordi den reduserte illusoriske oppfattelsen av nesestilling oppveier følelsen av reell endring av nesestilling (Benson & Rollin Stott, 2006). Det er kjent fra flere hendelser i luftfarten at en somatogravisk illusjon kan ha påvirket piloten til å senke nesene på flyet og ført til, eller medvirket til, ulykker (Department of Transport, Air Accidents Investigation Branch, 2010; Armentrout, Holland, O'Toole & Ercoline, 2001; Bureau of Air Safety Investigation (BASI), 1991).

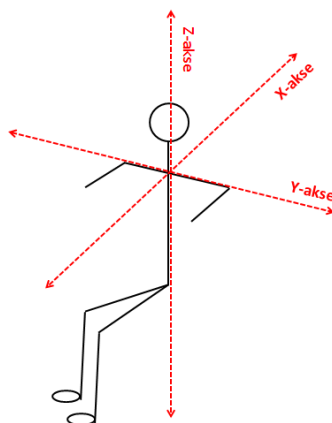
«G-excess» illusjon

Krengning og hodeposisjon kan også gi opphav til sanseillusjoner. I en sving kan hodebevegelser i *pitch*, *roll* eller *yaw* indusere feilaktige opplevelser av flyets stilling. Forholdet mellom ulike hodebevegelser og resulterende opplevelse av egen eller flyets stilling er uklart i litteraturen og kan variere i ulike situasjoner og mellom ulike personer.

Videre vil tyngdekraften i en koordinert sving virke vertikalt rett ned mot bakken, mens sentripetalkraften virker innover i svingen. Motkraften, sentrifugalkraften, oppleves som en kraft som virker utover. Resultanten av disse to virker på skrå nedover og utover fra svingen (se figur 2), og er i samsvar med pilotens z-akse (se figur 3).



Figur 2: Resultantkraften i koordinert sving og feilaktig oppfatning av rett stilling.



Figur 3: Pilotens x-, y- og z-akse

Piloten vil kunne føle at flyets stilling er horisontal ettersom signalene fra balanseorganene og de kinestetiske referansene (hud-ledd- og muskelsanser) tilsvarer de på bakken (Benson & Rollin Stott, 2006). Uten tilstrekkelige visuelle referanser kan dette resultere i at piloten øker flyets krenningsvinkel (Cheung, 2004, Newman, 2007).

Oculogravisk illusjon

Det finnes også sanseillusjoner hvor visuelle forhold gir feilaktige oppfatninger av flyets posisjon. De samme uvanlige kraftmiljøene som skaper somatograviske illusjoner kan også skape illusjoner med visuelle komponenter. Disse såkalte oculograviske illusjoner kan også sees på som den visuelle komponenten av somatograviske illusjoner (Benson & Rollin Stott, 2006).

For eksempel vil en pilot som opplever en somatogravisk illusjon under akselerasjon også kunne oppleve at objekter i synsfeltet synes å bevege seg oppover, som for eksempel særlig cockpitbelysning (Previc, 2004), men også singulære lyspunkt utenfor cockpit. Piloten kan tolke oppoverbevegelsen i synsfeltet som en endring i flyets stilling og følelsen av nese opp intensiveres (Benson & Rollin Stott, 2006). Dette er paradoksalt fordi objekter utenfor cockpit faktisk beveger seg nedover i synsfeltet når flyets nese beveger seg oppover (Cheung, 2004).

«Elevator» illusjon

En endring i styrke på kraftvektoren, som ved vertikal akselerasjon, eksempelvis turbulens, vil i tillegg til følelsen av henholdsvis oppover- eller nedoverbevegelse, gi inntrykk av en tilsynelatende bevegelse i synsfeltet og følelsen av endring av flyets nesestilling, såkalt *elevator* illusjon (Benson & Rollin Stott, 2006).

Autokinetisk illusjon

Autokinetisk illusjon er en annen illusjon som kan oppstå når man kun har enkelte lys å forholde seg til i et ellers mørkt synsfelt. Etter å ha fokusert noen sekunder på et slikt enkelt lys, vil øynene begynne å gjøre små bevegelser. Dette gjør at lyset ser ut til å bevege seg, og dette kan av en pilot tolkes som endringer av flyets stilling (Previc, 2004).

Slike illusjoner oppstår sjelden når det finnes veldefinerte, eksterne visuelle referanser, men for eksempel nattetid, når kun noen få stjerner eller isolerte lys er synlige, for eksempel, kan de lett skape problemer for piloters situasjonsoppfattelse (Benson & Rollin Stott, 2006).

«Black hole» illusjon

Generelt er flyging om natten, spesielt under innflygingsfasen, knyttet til noen ekstra utfordringer for piloter. En såkalt *black hole approach* illusjon kan forekomme under innflyging på natt over vann eller i uopplyst terreng inn mot en opplyst rullebane uten synlig horisont. Uten andre visuelle referanser enn rullebanelysene kan piloten få en feilaktig oppfatning av rullebanens plassering, helning, bredde eller høyde i forhold til det omkringliggende terreng, og følgelig plassere flyet feil i forhold til rullebanen (Federal Aviation Administration, n.d.).

Beskrivelse av forholdene ved Svolvær Lufthavn Helle

De foregående sanseillusjonene er et utvalg av de illusjoner som en flyger vil kunne oppleve ved innflyging i mørke til ENSH. I den videre utredningen er sirkingsrunden delt inn i tre ulike soner, sone A, B og C. Risikonivået i de ulike sonene beskrives, både slik de vurderes å ha vært i 2010 og slik de vurderes å være pr. i dag. Avslutningsvis foreslås måter for potensielt å redusere risikoen i sonene.

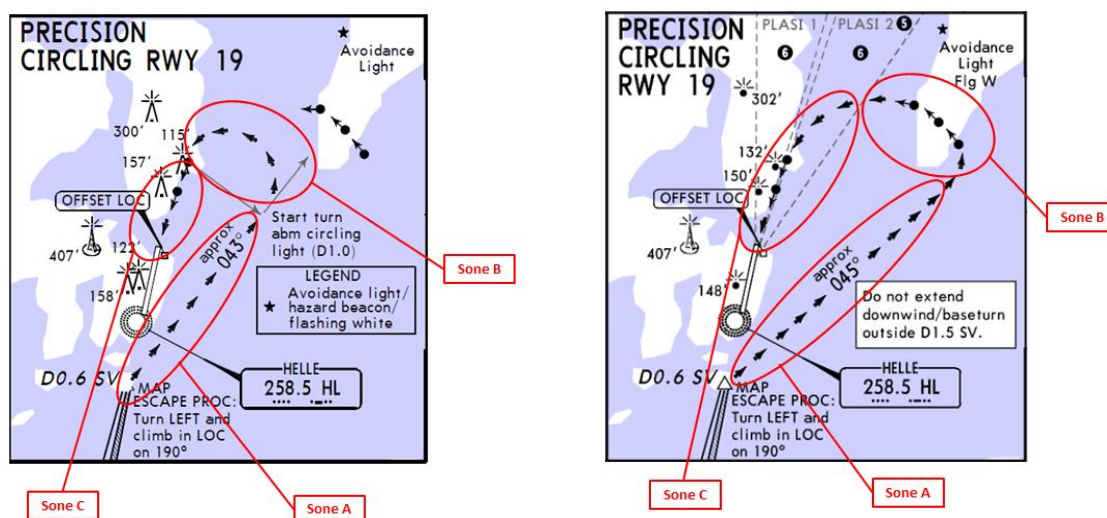
Værforhold ved Svolvær Lufthavn Helle

ENSH ligger ytterst i Austnesfjorden i Lofoten med fjell vest, nord og øst for flyplassen (se vedlegg 4). Ettersom flyplassen ligger på ca. 68°N er det mørketid på vinteren, og derfor ofte mørkt under

innflyging. Beliggenhet gjør flyplassen utsatt for vind, spesielt i vinterhalvåret. Fremherskende vindretning er fra SV. Særskilte vindrestriksjoner gjelder for variabel vind i sektoren 240° - 340°. Da kan det være moderat, og i blant, sterk turbulens under sirkling, og det er registrert til dels sterke *downdrafts* på finalen til rullebane 19. Ved SV-NV vind over 20 knop kan *windshear/eddies* forekomme på kort finale til samme rullebane (vedlegg 5).

Sirklingsrunden til rullebane 19 ved Svolvær Lufthavn Helle

Som nevnt baserer FMI vurderingene av forholdene i 2010 på Widerøes innflygingskart fra 11. februar 2011 og forholdene pr. dags dato på innflygingskartet fra 20. februar 2015 (se figur 4 og 5 samt vedlegg 1 og 2).



Figur 4: Innflygingskart SHL pr. 11. feb. 2011

Figur 5: Innflygingskart SHL pr. 20. feb. 2015

Det synes å være noen uoverensstemmelser mellom ulike informasjonskilder FMI har mottatt om flyplassforholdene. Det er uklart hvilken farge hinderlyset ca. 3,5 km. nordøst for flyplassen hadde i 2010, men dette anses ikke som avgjørende for analysen.

Widerøes innflygingskart (vedlegg 1) og AIP pr. 15.01.2009 (vedlegg 7) er ikke like hva gjelder sirklingslys. AIP viser ett sirklingslys nord for rullebanen og to sirklingslys nordøst for flyplassen, mens Widerøe sitt kart viser to sirklingslys nord for rullebanen og tre nordøst for flyplassen. I følge Lufthavnsjefen ved ENSH har sirklingslysene nordøst for flyplassen vært der siden 2008. De skal ha blitt endret sent i 2010 fra *white flashing* til å kunne være *white flashing* og/eller *yellow steady*, ut i fra lysforholdene. Det var Widerøe som ba om dette fordi *white flashing* var vanskelig å se på dagtid, mens *yellow steady* synes bedre da. Lysinstillingen endres fra tårnet (Lufthavnsjefen ved ENSH, personlig kommunikasjon, 26. januar 2016). Det er usikkert hvorvidt denne endringen inntraff før eller etter hendelsen med WIF 814, men det anses ikke som avgjørende i forhold til vurderingene, da dette dreide seg om å gjøre lysene mer synlige på dagtid, og utredningen gjelder sirkling i mørke.

Det var PLASI, *Pulse Light Approach Slope Indicator*, på ENSH i 2010. FMI legger til grunn at PLASI i 2010 var lik som den merket PLASI 1 på innflygingskartet fra 2015.

Sone A

Sone A strekker seg fra *missed approach point* (MAP) og til det punkt hvor man begynner svingen tilbake mot rullebanen. I 2010 var kursen 043° på sone A-strekket, og startpunktet for svingen var på tvers av (*abeam*) sirklingslysene nord for rullebanen (DME 1.0) (se vedlegg 1). I dag er kursen 045°, og svingen må startes på en slik måte at man ikke kommer utenfor DME 1.5 SV på *downwind* eller i *base*-svingen (se vedlegg 2).

I sone A har pilotene begynt visuell flyging (*precision circling*). Flygingen går på stødig kurs og jevn høyde (minimum 580 fot), normalt koblet på autopilot. Selv om flygingen er visuell er det naturlig at det meste av flygingen foregår med referanse til instrumentene, samtidig som *pilot flying* (PF) også vil beholde visuell kontakt med rullebanen og sirklingslysene rett frem. I denne sonen vil flygingen være nokså stabil, uten store pilotinduserte akselerasjoner/deselerasjoner, svinger eller stigning/nedstigning.

I sone A vil man i hovedsak ha vinden mer eller mindre bakfra. Det kan være en del turbulens på strekningen, og man kan oppleve vindkast bakfra, som vil gi plutselig akselerasjon. En slik akselerasjon kan bidra til en opplevelse av en somatogravisk sanseillusjon.

Det har vært en kursendring på +2° på sone A-strekket mellom 2010 og i dag. Punktet for start av sving (og sone B) er endret fra å være på tvers av (*abeam*) sirklingslysene nord for rullebanen til slik at man overflyr de tre sirklingslysene nordøst av flyplassen, nær Oddvær (se vedlegg 2 og 3). Tilsynelatende blir sone A lenger med den nye prosedyren, men punkt for å starte sving er avhengig av vindstyrken.

Sterke vindkast og turbulens kan gi noe risiko for sanseillusjoner i sone A. Ettersom flygingen, både nå og tidligere, normalt foregår på jevn fart, kurs og høyde, gir eventuell manglende horisont og eksterne visuelle referanser imidlertid relativt lav risiko for sanseillusjoner. Det antas derfor at risikoen er omtrent den samme nå som i 2010. Autopilot og gode instrumentprosedyrer vil føre til en relativt godt kontrollerbar situasjon i denne sonen.

Sone B

Sone B starter der svingen inn på *base* begynner og strekker seg til det punkt hvor piloten har PLASI i sikte og kan følge denne. I 2010 startet svingen på et bestemt punkt, på tvers av (*abeam*) det nordligste av de to sirklingslysene nord for rullebanen. Man entret ikke PLASI før man var omtrent på landingsretningen og svingen var avsluttet. Nedstigning måtte da skje i svingen for at man ikke skulle komme for høyt inn på finalen (se vedlegg 1).

I dag er det ikke spesifisert et eksakt startpunkt for sving, men spesifisert at man skal følge sirklingslysene, slik det fremgår i Luftfartstilsynets godkjenning av sirkling til Svolvevæ av 8. november 2011 (se vedlegg 2 og 6), og ikke skal ha *downwind/baseturn* utenfor D 1.5 SV. Punktet for start av sving blir da lenger ut og kursen er litt endret, slik får man en større svingradius. I tillegg finnes nå en sekundær PLASI som er 18° *offset* fra rullebanen. Man ser da PLASI etter færre grader gjennomført sving enn i 2010, og man flyr altså en mindre del av svingen uten gode referanser. Fordi man kommer innenfor PLASI lenger nord for rullebanen enn tidligere kan det også holdes en større høyde gjennom svingen uten å komme for høyt på finalen.

Sone B karakteriseres, både i dag og i 2010, av en gjennomgående sving med større eller mindre grad av gjennomsynkning/nedstigning hvor krenghningen vil variere for å hindre at flyet drifter for langt mot nord. De nye sirklingslysene nær Oddvær nordøst for rullebanen kan bidra til å hindre at man havner for langt nord, men de er ikke nok til å gi visuelle referanser å orientere etter. Enkeltlys kan ikke benyttes til orientering da de ikke kan gi korrekt oppfattelse av flyets stilling i luften (*attitude*) og referanser som avstand/høyde. Fokusering på enkeltlys kan føre til sanseillusjoner som den autokinetiske.

PF vil i denne sonen veksle oppmerksomheten mellom utvendige referanser (rullebanelys, hinderlys og sirklingslys) og instrumenter. Utvendige referanser benyttes til å orientere seg og for å oppdage PLASI så tidlig som mulig. Flygingen vil i hovedsak ikke foregå ved hjelp av instrumenter, men med visuelle referanser. Dette øker risiko enn i sone B.

Risikoen for å oppleve enkelte sanseillusjoner øker med økt krenghning og G-krefter. Det samme gjelder for akselerasjon/deselerasjon og stigning/nedstigning. Det at PF veksler blikket mellom utvendige referanser og instrumenter fører til hodebevegelser, som i sin tur øker risikoen for å oppleve sanseillusjoner. I tillegg tar det et øyeblikk for hjernen å bearbeide og gjenkjenne informasjon hver gang man flytter blikket inn eller ut, slik at man har korte øyeblikk hvor man er uten faste, sikre referanserammer. Dette er også med og øker sannsynligheten for å oppleve sanseillusjoner. Eksempler på sanseillusjoner som kan forekomme i sone B er somatogravisk, oculogravisk, *g-excess* og *black hole* illusjon.

Det er ofte turbulens i sirklingsområdet, og når man nærmer seg fjellene nordvest og nordøst for flyplassen (se vedlegg 4) kan vindretningen skifte retning innenfor korte tidsrom. *Downdrafts*, *eddies* og *windshear* kan oppleves, særlig mot slutten av sone B. Denne typen værphenomener vil kunne bidra til å øke arbeidsbelastningen og påvirke sannsynligheten for å oppleve sanseillusjoner. Disse forholdene kan ha vært medvirkende under hendelsen med WIF 814 i 2010.

Siden radius på svingen, i følge innflygingskartene, er økt i dag sammenlignet med 2010 vil det generelt være behov for mindre krenghning i svingen nå. I tillegg flyr man en mindre del av svingen før man treffer PLASI i dag. Risikoen forbundet med svingen og krenghning anses derfor å være redusert etter 2010. Det reduserte behovet for nedstigning i svingen vil også kunne bidra til å redusere risiko. Startpunktet på svingen er endret fra et fast punkt i 2010 til et punkt som må bedømmes av piloten ut i fra de rådende vindforhold i dag. Denne menneskelige vurderingen anses isolert sett som en mulig økt risiko.

I sin søknad om den nye sirklingsrunden (godkjent 8. november 2011, se vedlegg 2 og 6) legger Widerøe til grunn «en beregningsmetode om hinderfri område ved sirkling med foreskrevet trekk langs sirklingslys» og «at sikkerheten blir større i svingområdet som blir utvidet og at sluttinnlegg til bane 19 blir tidligere enn før». Selskapet legger også til grunn at «PLASI intercept kan foregå i 500 ft» (se vedlegg 6). FMI oppfatter det slik at pilotene normalt ikke flyr over sirklingslysene, men starter svingen tidligere og benytter sirklingslysene mer som en linje de holder seg innenfor. Fordelen med den nye prosedyren for sirkling kan da reduseres fordi praksisen krever noe mer krenghning for å holde seg innenfor sirklingslysene enn om prosedyren ble fulgt slik den er beskrevet i søknaden og godkjenningen. FMI har også inntrykk av at pilotene foretar nedstigning i svingen og entrer PLASI med lavere høyde enn de 500 fot som godkjenningen legger opp til.

Ulike risikoer er fortsatt til stede, men den totale risikoen i sone B anses å være lavere i dag enn i 2010.

Sone C

Sone C strekker seg fra det punktet hvor man entrer PLASI og frem til rullebanen. I sone C benyttes visuell innflyging for å lande. Det betyr at PF i hovedsak vil føre flyet ved hjelp av utvendige referanser med enkelte blikk inn i cockpit for å sjekke instrumentene.

Flyet vil også i sone C ofte være utsatt for krefter i form av omskiftende vind, turbulens, *windshear* og *eddies*. Som nevnt, kan slike forhold bidra til å øke arbeidsbelastning, og det påvirker sannsynligheten for å oppleve sanseillusjoner. Det samme kan PF sine hodebevegelser og veksling av blikket mellom utvendige referanser og instrumenter gjøre, som nevnt under sone B. Eksempler på sanseillusjoner som kan forekomme i sone B er somatograviske, oculograviske, *g-excess* og *black hole* illusjoner.

I 2010 var det singel PLASI som gjorde at man måtte være tilnærmet etablert på landingskursen for å treffe PLASI. Ettersom svingen i sone B hadde mindre svingradius var man også nærmere rullebanen når man entret PLASI, og man måtte således ha en lavere høyde på dette tidspunktet. Risikoen for å komme for høyt inn på finalen kunne medføre at piloten måtte benytte en brattere nedstigning enn normalt. Dette medfører et noe høyere stressnivå og et noe annerledes synsbilde av rullebanen, som igjen kan øke sannsynligheten noe for å oppleve sanseillusjoner.

I dag er det dobbel PLASI (offset PLASI) som gjør at man kommer innenfor PLASI opptil 30° før landingskursen. Ettersom svingen (sone B) startes på et senere punkt i dag enn i 2010 blir svingradiusen større, og PLASI kan dermed følges fra en større utgangshøyde. Det vil si at man entrer PLASI på et punkt høyere og lenger vekk fra rullebanen nå enn i 2010. I sin søknad vedrørende den nye (godkjente) sirklingsrunden la Widerøe til grunn at man kunne entre PLASI i en høyde på 500 fot (se vedlegg 6). Sone C er således lenger i dag enn i 2010. Med en lengre sone C hvor man kommer innenfor PLASI på et tidligere tidspunkt og i en større høyde enn i 2010, antas sone C å ha en redusert risiko nå sammenlignet med i 2010.

Oppsummering av risiko i 2010 versus i dag

I sone A er risikoen omtrent den samme nå som i 2010 med en relativt lav risiko for sanseillusjoner. Den totale risikoen i sone B anses å være lavere i dag enn i 2010, men sonen anses å ha den største risikoen av de tre for å oppleve sanseillusjoner. Sone C involverer noe risiko for å oppleve sanseillusjoner, men risikoen vurderes å være redusert nå sammenlignet med i 2010. Faren for å oppleve sanseillusjoner under visuell sirkling (*precision circling*) i mørke til rullebane 19 på ENSH er til stede, men totalt sett anses risikoen redusert ved bruk av prosedyren slik den er beskrevet i vedlegg 2 og 6 i 2015 sammenlignet med prosedyre i 2010 (vedlegg 1).

Mulige tiltak som vil kunne forbedre risikobildet i forhold til sanseillusjoner

Risiko ved sirklingsprosedyren (*precision circling*) inn til rullebane 19 ved ENSH synes i dag å være hovedsakelig knyttet til følgende faktorer:

- Sirklingsprosedyren defineres og utføres som en visuell flyging (*precision circling*) selv om det i mange tilfeller ikke finnes en definert og synlig horisont som referanse
- Risikoen for å oppleve sanseillusjoner, spesielt i svingen i sone B
- Værforhold som dårlig sikt, sterk vind, turbulens og *windshear/eddies* kan påvirke muligheten for å oppleve sanseillusjoner

Værforholdene rundt flyplassen er det lite å gjøre med, men det finnes flere mulige metoder, både teknologiske og av prosedyremessig art, for potensielt å redusere risikoen under sirkling til rullebane 19 ved ENSH. Tiltak kan deles i tre grupper:

1. Tilrettelegge for instrumentflyging helt frem til PLASI er synlig
2. Tilrettelegge for eksterne referanser som muliggjør trygg visuell flyging frem til PLASI er synlig
3. Forbedring av prosedyrer og trening

I det følgende foreslås noen teknologiske muligheter for å redusere risikoen for sanseillusjoner i dette og lignende scenarier. Imidlertid presiserer vi at FMI ikke har tilstrekkelig kompetanse på slik teknologi for å anslå gjennomførbarhet og tekniske ulemper. Forslagene er kun basert på menneskets fysiologiske forutsetninger for å kunne orientere seg og for å minimalisere risiko for sanseillusjoner. Det er også viktig å være oppmerksom på at ny teknologi, samtidig som den løser enkelte sansemessige utfordringer, også kan skape nye utfordringer.

Tilrettelegging for instrumentflyging helt frem til PLASI er synlig

Tilrettelegging for instrumentflyging også i sving vil kunne bidra til at PF vil kunne holde konstante instrumentprosedyrer helt frem til sone C. GPS-basert innflygingsteknologi skal kunne gjøre dette mulig. Med en slik løsning er det viktig at displaysystemer ivaretar god situasjonsbevissthet i forhold til høyde, hastighet, svingradius og kregning, i tillegg til en god horisont.

Nye innflygingsmetoder hvor prosedyren ligger inne i flyets autopilotssystem, vil kunne redusere arbeidsbelastning og dermed gjøre at piloten har mer kapasitet til å følge med på eventuelle avvikende forhold som kan oppstå, eksempelvis sanseillusjoner. Imidlertid vil ikke autopilotsystemet ha autoritet nok til å kunne følge prosedyren gjennom hele svingen ved urolige og ekstreme vindforhold slik at piloten da vil måtte overta kontrollen av flyet selv (Chief Flight Instructor Special Operations, personlig kommunikasjon, 27. januar 2016).

En annen løsning som vil kunne bidra til lettere instrumentflyging er et *head-up display*. *Head-up displayet* vil gjøre en kunstig horisont og andre viktige data lett tilgjengelig i synsfeltet. Behovet for å veksle blikket blir da mindre, og medfølgende hodebevegelser reduseres.

Disse løsningene ville kunne gi bedre visuelle referanser for flygingen og redusere risikoen under *precision circling* generelt, og spesielt kunne redusere risikoen for sanseillusjoner i sone B.

Tilrettelegging for eksterne referanser som muliggjør trygg visuell flyging frem til PLASI er synlig

Det er mulig å konstruere lyskilder på bakkenivå som gir mer informasjon og et større grunnlag for høyde- og horisontbedømmelse enn de få sirklings- og hinderlysene som finnes i dag gjør. Slike løsninger er kjent både fra skipsfart (overrettmerker, sektorbelysning) og luftfart ved innflyging av helikopter til skip. En slik type løsning vil kunne redusere risikoen i sone B og C av sirklingsrunden.

Forbedring av prosedyrer og trening

Å forstå hvordan sanseapparatet virker, hvordan og under hvilke forhold sanseillusjoner oppstår gir økt bevissthet rundt problematikken og kan gjøre at piloter tar forbehold for å forsøke å unngå illusjoner eller oppdager sanseillusjonene (Type 2 sanseillusjoner). Opplæring om sanseillusjoner sammen med riktig trening i simulator vil kunne redusere risiko for sanseillusjoner, selv om denne risikoen aldri vil kunne fjernes helt. Denne type opplæring bør skje for alle piloter, både under flyopplæring og gjennom karrieren.

FMI er oppmerksom på at Widerøe i den senere tid har hatt større fokus på og er kommet i gang med sanseillusjonstrening i simulator (Chief Flight Instructor Special Operations, personlig kommunikasjon, 27. januar 2016).

Under en sirklingsprosedyre hvor piloten må veksle oppmerksomheten mellom å se ut og se på instrumentene, er gode *cockpit voice* prosedyrer nødvendige. Dersom PF får jevnlig får opplest viktige indikasjoner (for eksempel høyde og fart) gjennom svingen fra *downwind* til finalen av *pilot monitoring* (PM), uavhengig av om parameterne er innenfor eller utenfor det normale, vil det være til hjelp for PF i forhold til å opprettholde god situasjonsbevissthet. En slik muntlig instrumentavlesning kan til en viss grad kompensere for utilstrekkelige visuelle referanser. Rollene til henholdsvis PF og PM må også være klart definerte, og trent i simulator.

Det at flyet får endret fart, *attitude* og høyde kan skje raskt og krever rask kompensasjon for å unngå uhell i en slik sirkling. Prosedyren med at PM sier «*check speed*», hvorpå PF må veksle blikket til instrumentene, skanne, lese og tolke farten –om den er for høy eller lav- er tidkrevende og skaper mentale utfordringer. En kontinuerlig avlesning ved bestemte intervaller vil gi en bedre forståelse og muliggjøre raskere justering til riktige parameter.

Konklusjon

Ut fra den informasjonen Flymedisinsk institutt har mottatt som grunnlag anses risikonivået for sanseillusjoner som relativt lavt i sone A og sone C i 2010. Risikoen anses å ha vært større i sone B. Det var også i sone B at hendelsen med WIF 814 skjedde i 2010.

Risikoen i dag anses også å være relativt lav i sone A og sone C. Flyging i sone B medfører fortsatt større risiko enn i de andre sonene. Når det er mørkt og/eller lav sikt i sone B vurderes det dit hen at det fortsatt ikke finnes tilstrekkelige visuelle referanser eller hjelpemidler til å kunne motvirke sanseillusjoner. Det finnes derfor en restrisiko.

FMI har foreslått noen potensielle tiltak, både prosedyremessige og av teknologisk art, som kan bidra til å senke restrisikoen. Bevisstgjøring og undervisning om sanseillusjoner, sanseillusjonstrening i simulator, samt videreutvikling av prosedyrer vil kunne redusere risikoen. Innføring av teknologiske løsninger vil potensielt kunne føre til ytterligere reduksjon av restrisiko.

Referanser

- Armentrout, J. J., Holland, D. A., O'Toole, K. J. & Ercoline, W. R. (2006). Fatigue and related human factors in the near crash of a large military aircraft. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 77, 963-970.
- Benson, A. J. (2006). Spatial disorientation in flight. I D. J. Rainford & D. P. Gradwell (Eds.), *Ernsting's Aviation Medicine* (4th ed., pp. 433-458). London: Hodder Arnold.
- Benson, A. J. & Rollin Stott, J. R. (2006). Spatial disorientation in flight. I D. J. Rainford & D. P. Gradwell (Eds.), *Ernsting's Aviation Medicine* (4th ed., pp. 433-458). London: Hodder Arnold.
- Bramble, W. J. (2008, October). Spatial disorientation accidents in large commercial airplanes: Case studies and countermeasures. In *61st annual International Air Safety Summit*. Paper presented at the summit of the Flight Safety Foundation, International Federation of Airworthiness & International Air Transport Association, Honolulu, HI, October 2008.
- Bureau of Air Safety Investigation (1991). Accident investigation report. *Beech King Air E 90 VH-LFH, Wondai Queensland, 26 July 1990* (BASI Report B7901/1047).
- Cheung, B. (2004). Nonvisual illusions in flight. I F. H. Previc & W. R Ercoline (Eds.) *Spatial disorientation in aviation. Progress in Astronautics and Aeronautics*, 203, pp. 283 – 321. Reston, VA: American Institute of Astronautics and Aeronautics.
- Department for Transport, Air Accidents Investigation Branch (2010). *Report of the accident to Eurocopter EC225 LP Super Puma, G-REDU near the Eastern Through Area Project /ETAP), Central Production Facility Platform in the North Sea on 18 Febuary 2009* (Aircraft Accident Report 1/2011).
- European Union (2012). Standardised European Rules of the Air. L 281/2 Official Journal of the European Union 13.10.2012, Article 2. Retrieved Febuary 2, 2016 from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ%3AL%3A2012%3A281%3A0001%3A0066%3>

AEN%3APDF.. Regulation Commission implementing regulation (EU) No 923/2012 of 26 September 2012 laying down the common rules of the air and operational provisions regarding services and procedures in air navigation and amending Implementing Regulation (EU) No 1035/2011 and Regulations (EC) No 1265/2007, (EC) No 1794/2006, (EC) No 730/2006, (EC) No 1033/2006 and (EU) No 255/2010.

Federal Aviation Administration (n.d.). *Spatial disorientation –Visual illusions*. [Brochure] Retrieved August 3, 2015 from https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/spatiald_visillus.pdf

Sandvik, J., Wagstaff, A. S. & Stangnes, J. B., 2016. *Analyse av hendelsene under Widerøes rute 814 fra Bodø Lufthavn til Svolvær Lufthavn Helle 2. desember 2010 –En rapport for Statens Havarikommisjon for Transport*. Unpublished manuscript, Flymedisinsk Institutt.

LeDuc, P. A., Riley, D., Hoffman, S. M., Brock, M. E., Norman, D., Johnson, P.A. et al. (1999). *The effects of sleep deprivation on spatial disorientation* (US Army Aeromedical Research Laboratory, Report No. 2000-09).

Lee, M. Y., Kim, M. S. & Park, B. R. (2004). Adaptation of the horizontal vestibular reflex in pilots. *The Laryngoscope*, 114, 897-902.

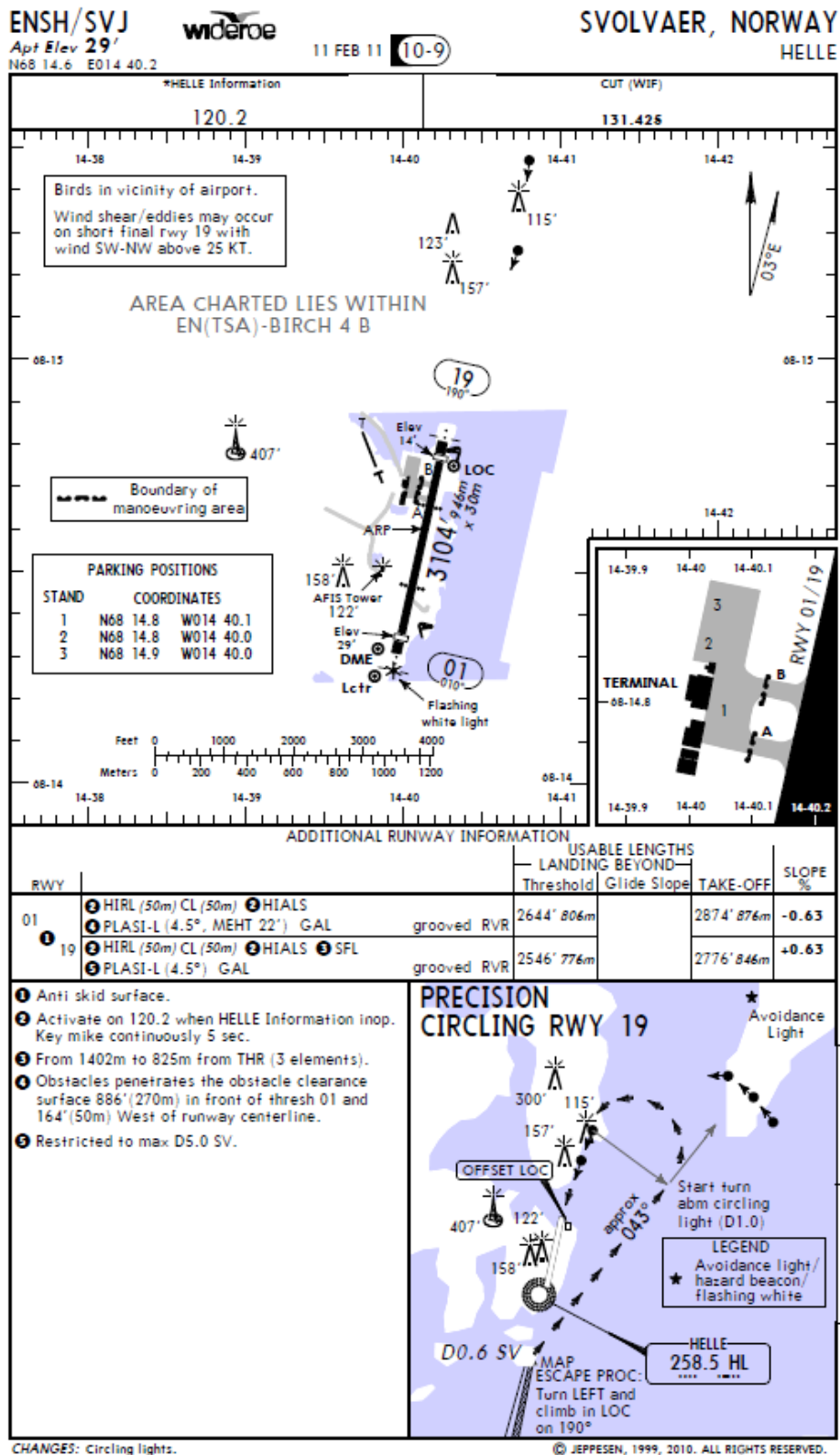
Luftfartstilsynet (2014). Luftfartstilsynets VFR Guide (2014). [Brochure] Retrieved February 3, 2016 from <http://easa.europa.eu/essi/egast/wp-content/uploads/2014/05/VFR+Guide+2014.pdf>. Bodø, Norge: Luftfartstilsynet.

McGrath, B. J., Rupert, A. H., and Guedry, F. E. (2003). *Analysis of spatial disorientation mishaps in the US Navy, Spatial disorientation in military vehicles: Causes, consequences and cures* (RTO-MP-086, 2003, pp. 10-1 to 10-12).

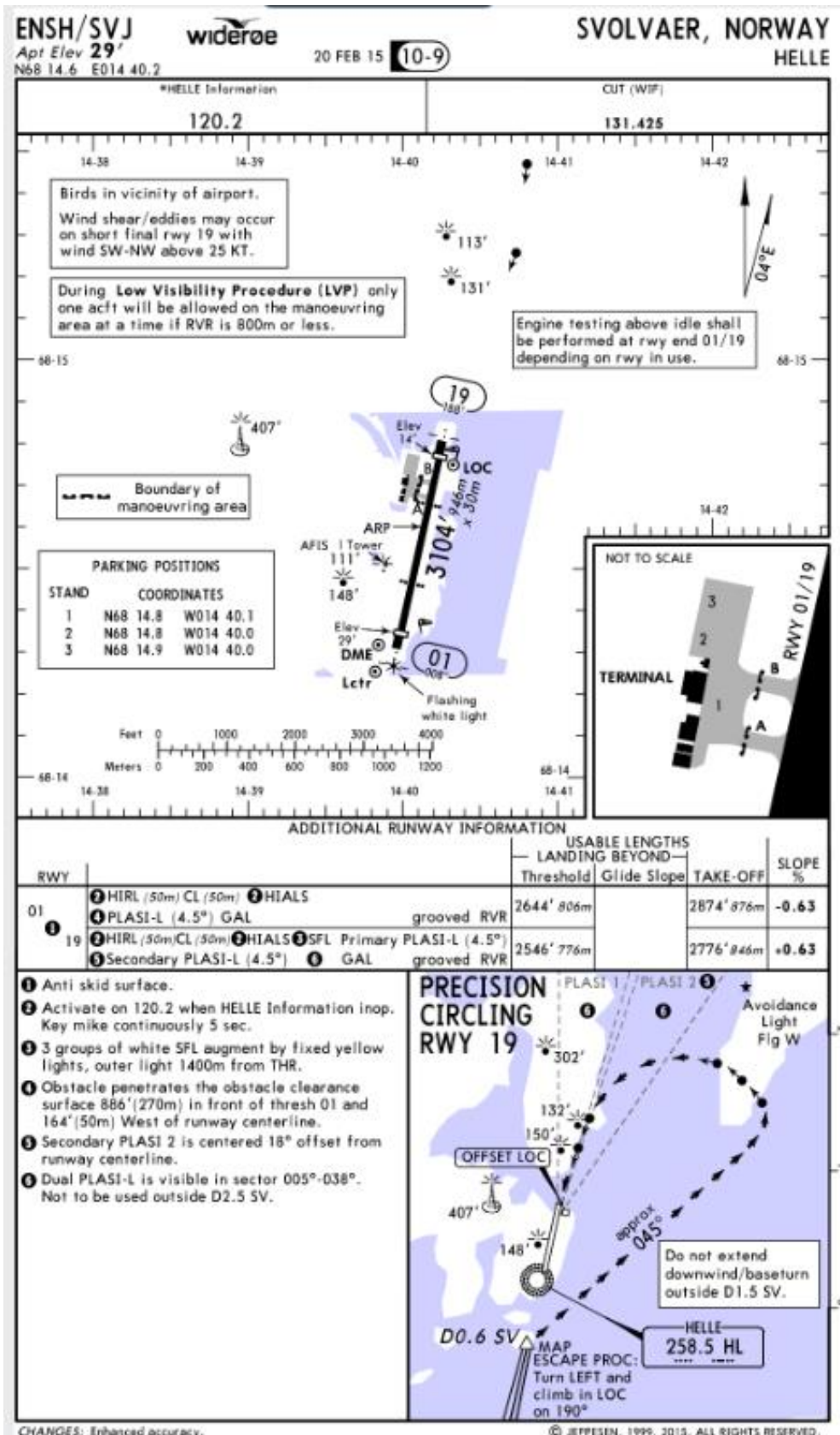
- Mortimer, R. G. & Kenneth, Q. G. (2000). Physical and psychological impairments of pilots in U.S. aviation crashes. In *International Ergonomics Association/Human Factors and Ergonomics Society Congress*.
- North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation (2008). *Spatial disorientation training –Demonstration and avoidance* (TG-039, RTO Technical Report, TR-HFM-118, AC/323 (HFM-118)TP/206)).
- Newman, D. G. (2007). *An overview of spatial disorientation as a factor in aviation accidents and incidents* (ASTB Transport Safety Investigation Report, Aviation Research and Analysis Report –B2007/0063).
- Newman, M. C., Lawson, B. D., Rupert, A. H., McGrath, B. J. (2012, August). The role of perceptual modeling in the understanding of spatial disorientation during flight and ground-based simulator training. *American Institute of Aeronautics and Astronautics on Guidance, Navigation and Control*. In *American Institute of Aeronautics and Astronautics conference on Guidance, Navigation and Control*. Paper presented at the conference of the American Institute of Aeronautics, Minneapolis, MN.
- Previc, F. H. (2004). Visual illusions in flight. I F. H. Previc & W. R Ercoline (Eds.) *Spatial disorientation in aviation. Progress in Astronautics and Aeronautics, 203*, pp. 283 – 321. Reston, VA: American Institute of Astronautics and Aeronautics.
- Previc, F. H., Ercoline, W. R., Evans, R. H., Dillon, N., Lopez, N., Dulaz, C.M. et al. (2007). Simulator-induced spatial disorientation: Effects of age, sleep deprivation, and type of conflict. *Aviation, Space and Environmental Medicine, 78*, 470-477.
- Rupert, A. H., McGrath, B. J. & Guedry, F.E. (n.d.). Gulf Air flight GF-072 Perceptual study, 23 August 2000, Gulf Air Airbus A320-212 (A40-EK), Night landing.

- Russo, M., Sing, H., Kendall, A. Johnson, D., Santiago, S., Escolas, S. et al. (2005). Visual perception, flight performance, and reaction time impairments in military pilots during 26 hours of continuous wake: Implications for automates workload control systems as fatigue management tools. In *Strategies to maintain combat readiness during extended employments –A human systems approach* (Paper 27, pp. 27-1 – 27-16 RTO-MP-HFM-124). Neuilly-sur-Seine, France: North Atlantic Treaty Organization, Research and Technology Organisation
- Statens Havarikommisjon for Transport (2015). Undersøkelse av alvorlig luftfartshendelse ved Svolvær lufthavn Helle –Sammendrag. Retrieved February 1, 2016 from Statens Havarikommisjon for Transport website: <http://www.aibn.no/Luftfart/Undersokelser/15-12>
- Tribukait, A. & Eiken, O. (2012). Flight experience and the perception of pitch angular displacements in a gondola centrifuge. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 83, 496-503.
- Weeks, S. R., McAuliffe, C. L., DuRussel, D. & Pasquina, P. F. (2010). Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: The military example. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2, 438-441.

Vedlegg 1: Widerøe sitt innflygingskart for Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) pr. 11. februar 2011




Vedlegg 2: Widerøe sitt innflygingskart for Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) pr. 20. februar 2015



Vedlegg 4: Kart over området rundt Svolvær Lufthavn Helle (ENSH) og omegn



Vedlegg 5: Widerøes Airport Briefing pr. 30. september 2014



30 SEP 14

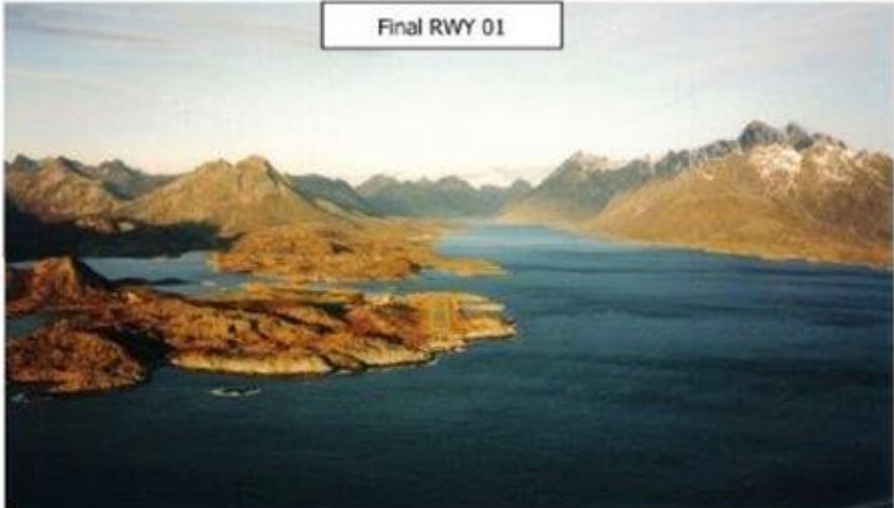
Airport Category **C**

10-01

AIRPORT BRIEFING

SVOLVÆR
HELLE, ENSH/SVJ

Final RWY 01



Svolvær Lufthavn, Helle ligger på E-siden av en halvøy nær strandlinjen med småkupert nærterreng og med sjø på alle kanter unntatt mot W-NW. På avstand omkranses flyplassen av relative høye fjell i sektoren W-NE. Plassen ligger ca. 6 KM fra Svolvær sentrum.

RESTRICTION:
 The following restrictions apply for approach and landing:
 Variable wind within sector 240°-340°

- Max wind speed 25 kts including gust within 2 minutes (variable means when there is variation in direction of 60° or more).

Take-off RWY 01: OBST 150 ft., 800M N of RWY must be visible at brake release.

CAUTION:

- When wind exceeds 20 kts from NW, be aware of wind shear/eddies/downdrafts on short final to RWY 01.
- Wind shear/eddies may occur on short final RWY 19 with wind SW-NW above 20 kts.
- Downslope RWY 01.

AIRPORT CATEGORY C
 Risk factors: Wx, turbulence, mountainous terrain, approach to one RWY only, special missed approach procedure (25° bank/flap 15°)/course reversion, tight circling procedure, black hole effect, special CLP RWY 01(immediate turn), AFIS.

SPECIAL BRIEFING:

- Recommended circling altitudes for continuous descent to RWY 19.
- Escape Procedure in marginal Wx.

Issue No. 8 Property of © Widerøe

 widerøe 30 SEP 14

10-02

AIRPORT BRIEFINGSVOLVÆR
HELLE, ENSH/SVJ**ESCAPE PROCEDURES:**

RWY 01: Start immediate climb and follow CLP 01.

Circling RWY 19:

- On downwind or on base to final: Start immediate Left climbing turn towards HL and follow CLP 19.
- On final, start immediate climb and follow CLP 19

VÆR

Flyplassens beliggenhet gjør den utsatt for vind, spesielt i vinterhalvåret. Statistikk viser at fremherskende vindretning er fra SW men når vindstyrken er 30 kts. eller sterkere, er også sektorene NE og E fremtredende.

Det er variabel vind fra W og NW over 20 kts som skaper de største operasjonelle problemer, spesielt ved landing da W og NW høydevind gir variabel bakkevind. Særskilte vindrestriksjoner gjelder for variabel vind i sektoren 240°-340°. Under slike forhold er det moderat og i blant sterk turbulens under siste del av innflygingen til bane 01 og under sirkling. Det er registrert til dels sterke downdrafts på finalen til begge baner under slike forhold. E og NE vinder forekommer oftest i sommermånedene og kan gi noe turbulens under innflygingen. SW-lig vind er relativt stabil, hva angår styrke og retning.

Med SW-vind får en som oftest en heving av skybasen over plassen, mens det kan være lavere skybaser mot S, E og N. Med vind fra S-lig kant får en dannelse av stratus mot fjellene nord for plassen, men avstanden er så stor at dette vanligvis ikke er til hinder for sirkling NE for flyplassen.

Lav stratus/tåke forekommer oftest vår/sommer. Plassen er noe beskyttet mot havtåke fra NW. Adveksjonståke kommer som oftest inn fra sektor SW-S sen kveld eller natt, og løses opp om morgenen/formiddagen.

Vedlegg 6: Luftfartstilsynets godkjenning av Widerøes søknad om ny sirklingsrunde RWY 19 ENSH, 8. november 2011

Widerøe's Flyveselskap AS
Postboks 247
8001 BODØ

Vår saksbehandler:
Leif Sandham

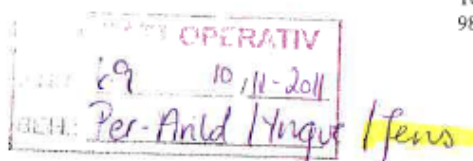
Vår referanse:
201100042-5/400/LSA

Vår dato:
8. november
2011

Telefon direkte:
98 26 17 77

Deres referanse:
Jens Gjerlev

Deres dato:
31. oktober 2011

**Widerøe's Flyveselskap AS – selskapets søknad om sirkling til Svolvær lufthavn, Helle**

Luftfartstilsynet viser til selskapets brev av 31. oktober 2011 saksnr. 20110042-3 og brev av 31. oktober 2011 saksnr. 201100042-4 vedr. sirkling til bane 19, og selskapsspesifikke innflygning til bane 01, med høyresving på DME 0.6 NM ved avbrutt innflygning.

Selskapet vil benytte en beregningsmetode om hinderfri område ved sirkling med forskrevet trekk langs sirklingslys som settes til total bredde av 1 km på hver side av trekk, og at de innerste 500 m er primærområde med full hinderklarering, og de ytterste 500 m er sekundærområdet med gradvis mindre hinderklarering.

Metoden som er brukt blir kalt Grimsrud rapport fra 1991 og som avviker fra Doc 8168 Appendix til kapittel 7 og selskapet legger til grunn at flysikkerheten økes ved å benytte denne metode i forhold til de nye sirklingslys til bane 19.

Selskapet legger også til grunn at sikkerheten blir større i svingområdet som blir utvidet og at sluttinnlegg til bane 19 blir tidligere enn før.

Selskapet legger også til grunn at PLASI intercept kan foregå i 500 ft.

Selskapets MDA for bane 19 settes til 500ft. idet OCA for området er beregnet til 485ft.

Selskapet vil beholde dagens selskapsspesifikke innflygning til bane 01 med Missed Approach på 0.6 NM og etterfulgt høyresving.

Luftfartstilsynet har behandlet saken og aksepter selskapets prosedyrer for sirkling til bane 19 ved Svolvær lufthavn, og vi aksepter også selskapsspesifikke innflygning til bane 01 og at eventuell Missed Approach starter på 0.6 NM med høyre turn.

Luftfartstilsynets avgjørelse kan innfor forvaltningslovens bestemmelser ankes til Samferdselsdepartementet innen 3 uker, og anken sendes gjennom Luftfartstilsynet.

Kjell Klevan
seksjonssjef fly
Operativ avdeling

Leif Sandham
flyoperativ inspektør

Vedlegg 7: Aeronautical Information Publication Norge; Visual approach chart - ICAO, pr. 15. januar 2009

