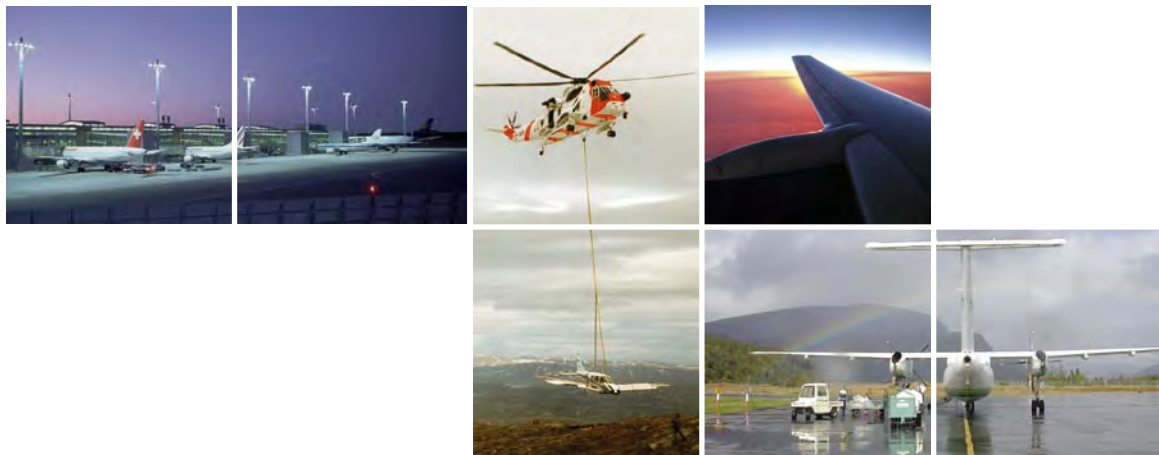



RAPPORT

SL 2009/22



RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE PÅ HAMMERFEST LUFTHAVN 1. MAI 2005 MED DHC-8-103 LN-WIK OPERERT AV WIDERØES FLYVESELSKAP AS

 English summary included

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

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	4
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	6
1.1 Hendelsesforløp	6
1.2 Personskader	10
1.3 Skader på luftfartøy.....	10
1.4 Andre skader	10
1.5 Personellinformasjon	10
1.6 Luftfartøy	11
1.7 Været.....	13
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	15
1.9 Samband.....	15
1.10 Flyplasser og hjelpemidler.....	16
1.11 Flygeregistratorer.....	17
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	19
1.13 Medisinske forhold	24
1.14 Brann.....	24
1.15 Overlevelsesaspekter.....	24
1.16 Spesielle undersøkelser	25
1.17 Organisasjon og ledelse	26
1.18 Andre opplysninger.....	29
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	38
2. ANALYSE.....	38
2.1 Innledning	38
2.2 Avgrensing av analysen	39
2.3 Værforhold.....	40
2.4 Planlegging	41
2.5 Vurdering av hendelsesforløpet før landing	41
2.6 Vurdering av hendelsesforløpet etter landing.....	44
2.7 Evakuering	45
2.8 Brann- og redningstjenesten	46
2.9 Selskapets prosedyrer og vindbegrensninger på kortbaner.....	46
2.10 Vindsimulering og AIP informasjon om vindforhold ved ENHF	47
2.11 Vindmåler på Storfjellet.....	47
2.12 Bruk av tilgjengelig vindinformasjon under innflyging	48
2.13 Beta varsellyd under flyging.....	49
2.14 Knust kabinvindu nr. 2.....	50
2.15 Fuse Pin.....	50
2.16 Widerøes Stabilized Approach konsept.....	51
2.17 Menneskelige faktorer	51
2.18 Tidligere sikkerhetstilrådinger og risikoreducerende tiltak	55

3.	KONKLUSJON	55
3.1	Undersøkelsesresultater	55
3.2	Signifikante undersøkelsesresultater	58
4.	SIKKERHETSTILRÅDINGER	59
	REFERANSER	1
	VEDLEGG innholdsliste	1
	VEDLEGG A	2
	VEDLEGG B	5
	VEDLEGG C	6
	VEDLEGG D	8
	VEDLEGG E	9
	VEDLEGG F	10
	VEDLEGG G	33

RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Luftfartøy:	Bombardier Aerospace Inc. DHC-8-103
Nasjonalitet og registrering:	LN-WIK
Eier:	Widerøes Flyveselskap ASA, Norge
Bruker:	Widerøes Flyveselskap ASA, Norge
Besetning:	2+1
Passasjerer:	27
Havaristed:	Hammerfest lufthavn, (ENHF), 70°40'47''N 023°40'07''E
Havaritidspunkt:	Søndag 1. mai 2005 kl. 14:36:33

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

MELDING OM HAVARIET

Vakthavende havariinspektør for luftfart ved havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB)¹ mottok varsel om havariet fra supervisor ved Bodø kontrollsentral (ATCC) kl. 1458, og fra lufthavnsjefen ved Hammerfest lufthavn kl. 1503. HSLB rykket ut med to havariinspektører samme ettermiddag og startet undersøkelsene dagen etter.

SAMMENDRAG

Widerøes flyrute WIF 921 tok av fra Tromsø lufthavn (ENTC) kl. 1401 med beregnet ankomst Hammerfest lufthavn (ENHF) kl. 1442. Flyet, en DHC-8-103 med registrering LN-WIK, hadde en besetning på to flygere og en kabinansatt, 26 betalende passasjerer, samt en passiv kabinansatt om bord. Besetningen hadde tatt av fra ENHF tidligere på dagen og været var da bra uten spesielt vanskelige vindforhold. Under innflyging til ENHF ble besetningen informert om variabel og til tider sterk vind fra sør-øst. Vindretningen favoriserte i hovedsak rullebane 23, og besetningen planla landing på denne. Styrmannen førte flyet og var Pilot Flying (PF) mens fartøysjefen var Pilot Not Flying (PNF). Styrmannen var nyansatt og under opplæring (under supervision). Besetningen ble holdt oppdatert om at de urolige vindforholdene også til tider kunne favorisere rullebane 05. Styrmannen overlot kontrollen til fartøysjefen, som fortsatte innflygingen. Rett før landing på rullebane 05 dreide vinden og økte i styrke slik at flyet plutselig fikk relativt mye medvind. Dette resulterte i stor gjennomsynking, og fartøysjefen forsøkte å avbryte landingen ved å gi på motorkraft. Imidlertid var høyden for lav og flyet landet hardt like innefor banekanten av rullebane 05. I nedslaget sviktet høyre understell og flyet la seg ned på høyre, delvis innfelte, hovedhjul og høyre vingetipp.

¹ Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB) byttet navn til Statens havarikommisjon for transport (SHT) 1. september 2005

Flyet skled på buken, høyre delvis innfelte hovedhjul og høyre vingetipp i ca. 650 m og stoppet like etter andre avkjøring (TWY B) til oppstillingsplassen foran tårnet. Brann- og redningstjenesten var raskt fremme ved flyet og skumla det for å hindre brann.

Flyet fikk omfattende skader på høyre understell, nesehjul, høyre propell, girboks og motor, høyre vinge og skrog. Det oppsto røyk og brent lukt i kabinen, noe som medførte at passasjerene ble urolige. Kabinbesetningsmedlemmet roet de passasjerene som var oppskaket og som ville ut så fort som mulig. Det tok 33 sekunder fra fartøysjefen beordret evakuering til denne ble iverksatt.

Forsinkelsen skyldtes hovedsakelig at fartøysjefens ordre ikke kom ut på kabinens høytaleranlegg. Undersøkelsene viser at Widerøe tillot landing i opp til maks demonstrert sidevindskomponent på 36 kt og opp til 10 kt medvind på kortbaner. SHT tilrår at Widerøe bør vurdere om det skal settes strengere sidevindsbegrensninger og at de ikke planlegger landing med medvindskomponent på kortbaner ved store variasjoner i vindretning og styrke. SHT fremmer 7 sikkerhetstilrådinger.

ENGLISH SUMMARY

Widerøe flight WIF 921 took off from Tromsø airport (ENTC) at time 1401 with an estimated landing time at Hammerfest airport (ENHF) 1442. On board the aircraft, a DHC-8-103 with registration LN-WIK, were a crew of two pilots and one cabin attendant, 26 fare paying passengers and one passive cabin attendant. The crew had taken off from ENHF earlier in the day, when the weather and wind did not cause any problems. During the approach to ENHF the crew was informed about variable and occasional gusty wind from south-east. The wind direction favoured runway 23 and the crew planned the landing accordingly. The copilot was Pilot Flying (PF) and the commander was Pilot Not Flying (PNF). The copilot was newly hired and was flying under supervision. The crew was kept updated on the wind conditions by the AFIS operator, and at times the gusty wind conditions favoured runway 05. The copilot left the control to the commander who continued the approach to runway 05. Just before landing the wind direction veered to the right and increased in strength, resulting in a significant tail wind component. This resulted in a marked increase in the descent rate which the commander tried to stop by advancing to full power. However, the altitude was too low and the airplane touched down hard just inside the runway edge on runway 05. At touch down the right main landing gear leg failed. The airplane slid on the belly, right partly retracted main wheel and wing tip for some 650 m, and stopped just after the second (TWY B) turnoff to the apron. The fire and rescue vehicles were quickly at the scene and sprayed foam on the plane to prevent fire. The cabin attendant calmed the passengers who wanted to get out of the plane quickly due to smoke and burned smell in the cabin. It took 33 seconds from the commander ordered evacuation until this was initiated. The delay was mainly caused by the fact that the order did not get through the cabin's Public Address (PA) system.

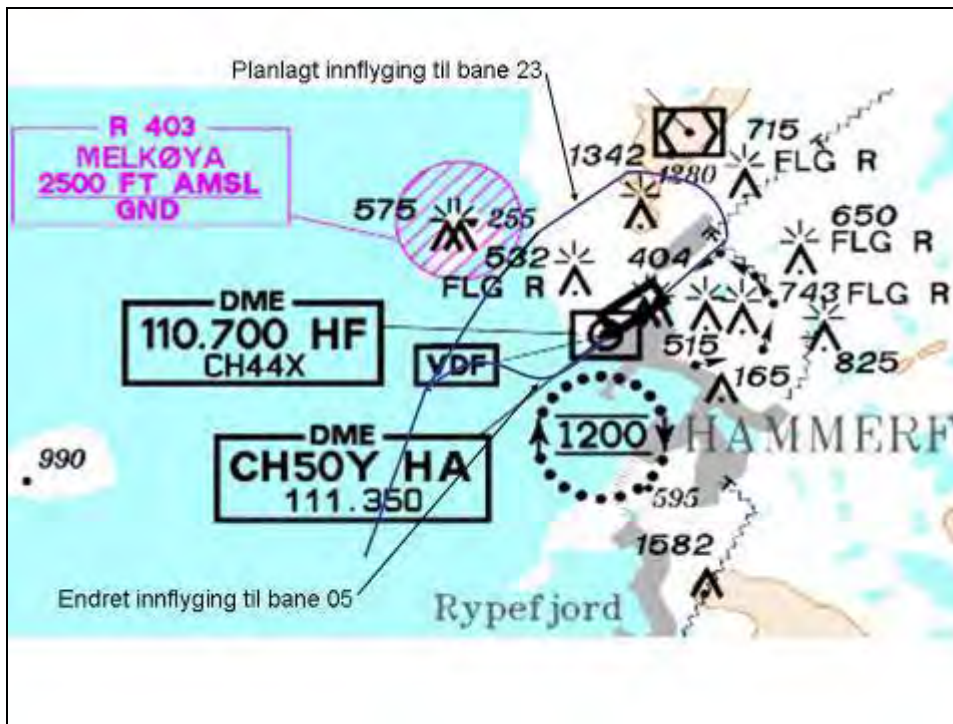
The investigations show that Widerøe permitted landings in up to the maximum demonstrated cross wind component of 36 kt and in up to 10 kt tail wind during short field operations. AIBN recommends that Widerøe should review the wind limitations and prohibit tail wind component during landings on short runways in conditions with large variations in wind direction and strength. AIBN is issuing 7 safety recommendations.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

- 1.1.1 Widerøes rute WIF921 tok av fra Tromsø lufthavn kl. 1401 med beregnet ankomst Hammerfest lufthavn kl. 1440. Flyet, en DHC-8-103 LN-WIK, hadde en besetning på to flygere og en kabinansatt, samt 27 passasjerer om bord.
- 1.1.2 Besetningen hadde tatt av fra Hammerfest tidligere på dagen, da vær og vind var uproblematisk. Værvarselet for Hammerfest (TAF ENHF) ga ikke grunn til bekymring, og grunnet kort bakkestopp på ENTC ble det ikke innhentet oppdatert værinformasjon (METAR).
- 1.1.3 Ved innsjekk på ENHF radiofrekvens kl. 1413 fikk besetningen en oppdatering på vinden, som nå ble rapportert som variabel på begge rullebaner. Tårnet var utstyrt med to vindmålere for rullebanen, en for hver rullebaneretning. Selve måleenhetene var plassert nær de respektive baneterskler. Ved terskel 23 var vinden 110° 5 kt, med kast til 10 kt, og retningen varierte mellom 050 og 220°. Ved terskel 05 blåste det fra 190° 21 kt, med kast til 27 kt, samtidig som retningen varierte mellom 140 og 220°.
- 1.1.4 Kl. 1423 (denne og etterfølgende tider er fra flyets Flight Data Recorder, FDR og Cockpit Voice Recorder, CVR) fikk WIF921 en ny oppdatering på vind. Bane 23 hadde 020° 4 kt, maks 8 kt, mens retningen varierte "rundt klokka". Bane 05 hadde 160° 13 til 23 kt, med retning varierende fra 100 til 240°. Basert på gjeldene vind var bane 23 i bruk og andre fly og helikoptre opererte på denne banen. Med denne informasjonen planla besetningen på WIF921 innflyging og landing på bane 23. Fartøysjefen, som var stasjonert i Hammerfest og kjente de lokale vindforholdene meget godt, informerte styrmannen om de lokale forholdene. Fartøysjefen forklarte at de kunne forvente en turbulent innflyging, og at de burde holde seg høyt så lenge som mulig før de startet innflygingen. Besetningen planla å fly en visuell innflyging mot Melkøya, deretter svinge nord-østover parallelt med rullebanen på en medvindslegg, etterfulgt av en høyre sving inn på finalen til bane 23. Den normale visuelle innflygingen fra Tromsø mot rullebane 23 var å legge medvindsleggen øst for Hammerfest. Ved å legge den ut over sjøen, samt holde større høyde, ville de unngå den verste turbulensen fra terrenget syd-øst for Hammerfest. Dette ville også gi dem motvind på baseleggen og i svingen inn til sluttinnlegget. I tillegg orienterte fartøysjefen om at det var best å holde 5 000 ft til de nærmet seg medvindsleggen, samt at det var best å fly en vid visuell landingsrunde, med manuell kontroll, og at de skulle bruke en finalehastighet på Vref+10 (99) kt.
- 1.1.5 Kl. 14:29:28 – 14:31:23 fikk besetningen flere oppdaterte vindinformasjoner og melding om at det nå så ut som rullebane 05 var best, og at vinden var 110° 6 kt, maks 17 kt, og retningen varierende "rundt hele klokka" på bane 05, og 060° 10 kt, maks 16 kt på bane 23. Like etter kom en korleksjon med melding om at vinden dreide på syd igjen på 05, og at det var medvind på begge baner slik at besetningen fikk velge bane selv. På 05 var det 170° 11 maks 23 kt, på 23 var det 060° 12 maks 16 kt.
- 1.1.6 Kl. 14:31:37 informerte AFIS om at "nu er variasjon på to tre mella tjue og nitti - og på null fem - hundre til toførti - og det e tominuttersvind".
- 1.1.7 På bakgrunn av de stadig skiftende vindforhold, som vekselvis favoriserte den ene eller andre baneretningen, ble fartøysjefen i tvil om hvilken rullebane som var best egnet. Han

besluttet å vente med å ta den endelige beslutningen om landingsbane til de kom nærmere flyplassen. Fartøysjefen brukte tiden til å informere styrmannen mer om de lokale forholdene rundt Hammerfest lufthavn.



Figur 1: Planlagt og endret innflyging (innflygingsmønstrene viser innflygingsretninger, men er ikke i korrekt målestokk).

- 1.1.8 Kl. 14:32:06 – 14:32:17 var avlesingene på bane 23; 060° 10 maks 13 kt, på bane 05; 170° 13 kt maks 27 kt. Det var sterkere vind på bane 05 enn på bane 23. På bakgrunn av denne meldingen mente fartøysjefen at de burde fortsette mot bane 23.
- 1.1.9 Kl. 14:32:53 spurte fartøysjefen om en oppdatering på vinden. Kl. 14:32:58 svarte AFIS at vinden var da 060° 8 kt maks 13 kt, varierende mellom 020 og 090° på bane 23, og 170° 12 kt maks 27 kt, varierende mellom 050 og 220° på bane 05.
- 1.1.10 Kl. 14:33:15 kvitterte fartøysjefen for mottatt vindinformasjon og diskuterte forholdene med styrmannen. Fartøysjefen bestemte seg for å gjøre et forsøk på å lande på bane 05. De ble enige om at det var best at fartøysjefen landet flyet, og han overtok kontrollene fra styrmannen. Han svingte flyet mot en kort baselegg for bane 05.
- 1.1.11 Kl. 14:33:27 meldte fartøysjefen til AFIS at de fløy mot "base på null fem først".
- 1.1.12 Kl. 14:33:33 hørtes en varsellyd (fra CVR); "reverse beta warning horn" som ikke besetningen klarte å identifisere. Fartøysjefen mente at det var sending på nødfrekvensen (guard, 121,500 MHz). Varsellyden gjentok seg etter noen sekunder, og fartøysjefen gjentok at det måtte være sending på nødfrekvensen og at det kunne være en nødpeilesender. Styrmannen har forklart for SHT at han ikke hadde hørt den lyden før, og har i ettertid bekreftet for SHT at det ikke ble fokusert på dette under utsjekk.
- 1.1.13 Kl. 14:34:02 – 14:34:16 fikk besetningen en ny oppdatering fra AFIS, med "ja instant vind på - null fem e nu - ja han står å slår rundt hundreogfemti grader fem maks syv", og

at ”*pølsa den heng helt slapt ned der borte*”. Denne meldingen bekreftet for fartøysjefen at de hadde valgt riktig rullebane.

- 1.1.14 Kl. 14:35:30 fikk WIF921 melding om at bane 05 var fri til landing. Styrmannen kvitterte for meldingen, og kalte ”*stabilized*” til fartøysjefen i 800 ft indikert i henhold til innflygings briefing (”*approach briefing*”). Minimum innflygingshastighet i landingskonfigurasjon (V_{ref}) var basert på en estimert landingsvekt på 14 226 kg. Fra Gross Weight Chart tabell ble det valgt en referansehastighet på 89 Knots Indicated Air Speed (KIAS) tilsvarende 23 000 lb (14 515 kg) landingsmasse. Referansehastigheten var minimum hastighet ved passering av baneenden i 30-35 ft høyde (screen height) over asfaltkanten. V_{ref} var basert på $V_{stall} \cdot 1,3$ (89 kt). V_{stall} med 35° flaps og estimert landingsmasse var 69 KIAS.
- 1.1.15 Kl. 14:36:05 spurte fartøysjefen AFIS om Pulsed Landing Approach Slope Indicator (PLASI) lysene var på. Disse ble da tent fra tårnet. AFIS fullmektigen bekreftet PLASI lysene med: ”*ja - han er opp i tjuefire knop nu mella hundreogåtti og toførti*”.
- 1.1.16 Kl. 14:36:16 kvitterte styrmannen for meldingen fra AFIS med ”*checked*”, men det ble ikke utvekslet noen kommentarer mellom styrmannen og fartøysjefen som kan bekrefte om de hadde oppfattet innholdet i meldingen. 24 kt fra 180°-240° ved landing på bane 05, var 0°-50° av baneretning 23 (medvinds), og ga en medvindskomponent på 15-24 kt.
- 1.1.17 Styrmannen har bekreftet for SHT at han ikke oppfattet informasjonen om vind i meldingen som han kvitterte for kl. 14:36:16. Derfor ga han heller ikke videre noe advarsel om øket vind til fartøysjefen.
- 1.1.18 Kl. 14:36:17 hørtes lydvarsel (*voice warning, CVR*) om passering at 500 ft (AGL). Indikert hastighet var da 97 KIAS.
- 1.1.19 Kl. 14:36:26 hørtes lydvarsel (*voice warning, CVR*) om passering av minima (300 ft AGL). Hastigheten var da 104 KIAS.
- 1.1.20 Kl. 14:36:30, 3 sek. før nedslag, utbrøt fartøysjefen en undring (om en uregelmessighet), sannsynligvis registrering av øket gjennomsynking og dropp i indikert hastighet. Hastigheten var da ca. 103 KIAS, men droppet til 78 KIAS på 2 sekunder. Fartøysjefen har forklart at han forsøkte å øke motorkraften til maksimum for å avbryte landingen. FDR data viser at motorkraften økte fra ca. 10 % Tq til ca. 50 % Tq, ca. 2 sek før flyet traff rullebanen. Han trakk samtidig opp nesen fra ca -5° til 2,5°, men øket motorkraft og hevet nesestilling var ikke nok til å stoppe gjennomsynkingen.
- 1.1.21 Kl. 14:36:31 hørtes lydvarsel (*voice warning, CVR*) om passering av 50 ft, 40 og 30 ft (AGL) i løpet av ca. 1 sek. Hastigheten var 78 KIAS like før landing. FDR data viser at høyden avtok med ca. 1 sek. mellomrom mellom 50, 35, 17 og 0 ft på radarhøydemåleren, under de siste 3 sek. før nedslaget. Det tilsvarer en gjennomsynking på ca. 1 000 ft pr min (17 ft/sek). På tilsvarende måte avtok høyden med ca. 1 sek mellomrom mellom 80, 70, 60, 50 ft under de foregående 3 sek, noe som tilsvarer ca. 600 ft pr min gjennomsynking.
- 1.1.22 Kl. 14:36:33 hørtes lyden av landing (CVR). Flyet traff rullebanen med en nesestilling 2,5° over horisonten, med høyre hovedhjulpar først, ca. 0,5 m til venstre for banens senterlinje, og ca. 18 meter inne på banen fra begynnelsen av asfaltkanten. Dette er 150-

200 m før normalt setningspunkt. Flyet landet med ca. 9° høyre krenkning med en kurs på 052° (høyre sidegliding) i drift til venstre. Fuse Pin² i høyre understellslegg sviktet umiddelbart som følge av overbelastning, og høyre legg foldet. Dermed sank flyet hardt ned på buken (skrapemerker fra ca. 33 m fra asfaltkanten i enden av banen, og merker etter høyre propell og høyre vingetipp ca. 35 m fra asfaltkanten) og nesehjulet, som ble skadet i det harde nedslaget (FDR: G = 3,56).

- 1.1.23 I de første 2 sekundene etter landing svingte flyet til 054°, en kurs som ville resultere i utforkjøring av rullebanen. På dette tidspunktet hadde flyet fortsatt relativ høy lufthastighet og fartøysjefen motvirket høyre krenkning og sving med 11° venstre balanseror og 16° venstre sideror. Han lyktes dermed i å løfte den høyre vingen og svinge flyet til 033°. I svingen inn mot rullebanens senterlinje (magnetisk retning 056°) ble det fjerde banelyset på høyre side, 240 m fra terskelen, knust av høyre hjul/hjuldør (Se Figur 7 og utskrift av FDR).
- 1.1.24 FDR data viser at reversering på venstre motor ble initiert ca. 5 sek etter landing. Maks reversering var 58 % Tq 13 sek etter landing. Deretter ble reverseringen gradvis redusert til 26 % Tq 18 sek etter landing, for så å øke til 41 % Tq 1 sek før flyet stoppet. Trekkraften på høyre motor forsvant i landingen, etter at et propellblad ble revet ut av propellnavet. Girboksoljen rant ut, og la seg på rullebanen i vindretningen. Ved hjelp av reversering, venstre balanseror, bruk av sideror og bremses på venstre hjulpar, lyktes fartøysjefen å holde flyet på banen, selv om det la seg mer og mer over på høyre side, til ca. 12,5° krenkning. Ca. 17 sek etter landing dreide flyet sakte mot høyre og kom til ro på høyre baneskulder like etter andre avkjøring til oppstillingsplassen (TWY B), og 23 meter fra et drivstoffanlegg, med en kurs på 103°. FDR data viser at flyet kom til ro kl. 14:36:56, 23 sekunder etter landing. Flyets totale stoppedistanse var ca. 650 m.
- 1.1.25 Etter at flyet kom til ro, utførte fartøysjefen nødsjekklisten Emergency On Ground. CVR data viser at kl. 14:37:01, 5 sek etter stopp, ga fartøysjefen ordre om å evakuere. CVR data viser at styrmannen bekreftet ordren, men reagerte ikke på denne. Han fortsatte med å kommunisere med AFIS angående brennstoffmengde, etc. Fartøysjefens evakueringsordre og senere meldinger fra fartøysjefen, kom ikke ut på kabinens høyttaleranlegg (PA-systemet). Derfor ble ikke de første evakueringsordrene hørt av kabinbesetningsmedlem (Cabin Attendant, CA). Hun måtte purre på cockpit to ganger. I mellomtiden ga CA instruksjoner til passasjerene om å holde seg i ro inntil de fikk beskjed om hvilken side de skulle evakuere på. Denne instruksjonen måtte hun gi fire ganger fordi passasjerene var urolige og prøvde å åpne nødutgangene. Kabinbesetningsmedlemmet var meget bevisst på at propellen måtte stoppes før de evakuerte, og at hun måtte vite hvilken side de skulle evakuere på. Ifølge vitner ble flyets nødbelysning ikke tent.
- 1.1.26 Kl. 14:37:26 ga fartøysjefen evakueringsordre for fjerde gang. Denne meldingen ble formidlet av styrmannen til kabinen. Kl. 14:37:34, 38 sek etter at flyet kom til ro, og 33 sek etter den første evakueringsordren, startet evakueringen gjennom kabindøren foran på venstre side, og gjennom venstre nødutgang. En Widerøeansatt i kabinen stoppet en passasjer som holdt på å åpne høyre bakre nødutgang.

² Fuse Pin er en sikringsbolt i hovedunderstellet som er konstruert for å svikte ved overbelastning under en hard landing. Dette er for å hindre at understellsleggen punkterer en brennstofftank i vingen. TC har vurdert at det er mindre risiko ved at flyet eventuelt sklir ut av banen enn at det skal oppstå brennstofflekkasje og eventuell brann.

- 1.1.27 Lufthavnens brann- og havaritjeneste og en redningsmann fra Norsk Helikopter, som hadde vært vitne til ulykken, bisto med evakueringen fra utsiden. Brannmannskapene oppfattet høyre motor som meget varm og uttrykte bekymring for brannfare. De skumla derfor flyets høyre motor. Enkelte passasjerer hadde observert det de trodde var røyk i kabinen, men det var ikke tegn til brann.
- 1.1.28 Passasjerene, besetningen og redningsmannskapene ble samlet inne i terminalbygningen. Et par av passasjerene måtte ha hjelp da de var i sjokk. Enkelte personer hadde fått mindre skader under evakueringen, og disse ble transportert til Hammerfest sykehus for kontroll.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	3	27	0

- 1.2.1 Styrmannen ble lettere skadet i ryggen i nedslaget. To av passasjerene fikk mindre skader under evakueringen.

1.3 Skader på luftfartøy

Flyet fikk omfattende skader og ble kondemnert. Ref. pkt. 1.12.

1.4 Andre skader

Banelys nr. 4 fra terskel 05 på høyre side av bane 05 ble knust.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjef

- 1.5.1.1 Fartøysjefen, mann 58 år, var innehaver av ATPL(A) gyldig til 26. mai 2006. Han var innehaver at legesertifikat klasse 1, gyldig til 30. juni 2005 med begrensning (krav om briller). Siste ferdighetskontroll (Proficiency Check, PC) var 20. november 2004 og var gyldig til 30. november 2005. Siste rutesjekk (Line Check, LC) var 6. januar 2005 og var gyldig til 31. januar 2006.
- 1.5.1.2 Fartøysjefen hadde sin flygerutdanning fra Bromma Flygskola i Sverige og hadde vært ansatt i Widerøe siden 1980. Han fløy DHC-6 Twin Otter i 15 år og hadde fløyet DHC-8 siden 1995. Han var Supervisory Pilot og fløy denne turen med en styrmann under utsjekk.
- 1.5.1.3 Fartøysjefen var godt kjent med Hammerfest lufthavn og hadde ENHF som base. Han hadde fløyet på ENHF i 10 år, og var således en av de fartøysjefene som hadde mest erfaring med vindforholdene rundt Hammerfest lufthavn.

1.5.1.4 Flygetid

Tabell 2: Fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	1:30	1:30
Siste 3 dager	5	5
Siste 30 dager	40	40
Siste 90 dager	145	145
Totalt	12 900	5 500

1.5.2 Styrmann

1.5.2.1 Styrmannen, mann 27 år, var innehaver av CPL(A) gyldig til 11. august 2011. Han var innehaver at legesertifikat klasse 1 uten begrensninger, gyldig til 5. februar 2006. Han hadde utført ferdighetsprøve (Skill Test, ST) 6. mars 2005 og hans PC var gyldig til 31. mars 2006. LC var ikke utført da han var under supervisjon (Supervision) før fristillelse (Final Release) på DHC-8 100/300.

1.5.2.2 Styrmannen var utdannet ved Rørosfly i 2001. Han fløy først fallskjermflyging for Værnes flyklubb før han ble ansatt i Kato Air. Han ble tilsatt i Widerøe 3. januar 2005 og var i avsluttende fase av utsejeksprogrammet.

1.5.2.3 Styrmannen hadde utført 3 landinger på ENHF tidligere, men ikke under vanskelige vindforhold.

1.5.2.4 Flygetid

Tabell 3: Styrmann

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	1:30	1:30
Siste 3 dager	1:30	1:30
Siste 30 dager	40	40
Siste 90 dager	60	60
Totalt	2 100	60

1.5.3 Kabinbesetning

Kabinansatt, kvinne 29 år, var innehaver av kabinsertifikat gyldig til 20. januar 2010. Hun hadde gyldig legeattest til 16. november 2010. Hun hadde vært ansatt i Widerøe i 2 år, og før det hadde hun vært ansatt i SAS Commuter i 2,5 år.

1.6 Luftfartøy1.6.1 LN-WIK

Flyet, en DHC-8-103, S/N 394, var utstyrt med 2 x PW121 turbinmotorer, med plass til 36 passasjerer, 2 flygere og 1 kabinansatt. Flyet var bygget i 1994 og hadde en total flytid på 20 462:31 timer og totalt 42 997 landinger. Luftdyktighetsbeviset var gyldig til 31. januar 2006.

1.6.2 Vedlikehold

Så langt SHTs undersøkelser har vist, var flyet luftdyktig på ulykkestidspunktet. Havarikommisjonens undersøkelser har heller ikke avdekket noen mangler med flyets vedlikehold.

I tiden før ulykken var følgende vedlikeholdsinspeksjoner gjennomført:

- D-sjekk 17. juni 2004 ved 18 546 flytimer
- A-sjekk 9. april 2005 ved 20 328 flytimer
- L-sjekk 22. april 2005 ved 20 420 flytimer
- S-sjekk 28. april 2005 ved 20 444 flytimer

1.6.3 Rapporterte feil

1.6.3.1 Flyets loggbok inneholdt en rapportert feil på fartsmålerens ”fast-slow-indicator”. Dette er en tilleggsindikator som indikerer om hastigheten er høyere eller lavere enn den korrekte i forhold til konfigurasjon og angrepsvinkel. Indikatoren indikerer i senter når hastigheten er lik $1,3 \times V_{\text{stall}}$ for den aktuelle landingsmassen og flapsstilling. ”Fast-slow-indicator” inngår ikke i påkrevd instrumentering (Minimum Equipment List, MEL). Indikatoren er en Hold Item List (HIL) komponent som det kan flys med uten at den er operativ.

1.6.4 Sikkerhetsbolt (Fuse Pin)

Sikkerhetsbolten (Fuse Pin) i høyre understellslegg hadde 6 633 landinger. Fabrikantens vedlikeholdssystem inkluderer ikke periodiske inspeksjoner av denne bolten. Bolten har angitt levetid og kasseres etter 29 080 landinger. Widerøe har lagt inn et eget inspeksjonspunkt hvor boltene roteres for å kontrollere at de ikke er deformert som følge av en hard landing. Fuse Pin er konstruert for å tåle en gjennomsynking på 600 ft/min ved maksimum landingsmasse. Dette er for å hindre en punktering av vingetankene som er montert over begge hovedunderstellsleggene, og dermed redusere faren for brann ved et landingshavari. FDR data viser at gjennomsynkingen i nedslaget var ca. 1000 ft/min (ref. pkt. 1.1.21).

1.6.5 PA-system

Fartøysjefens ordre om nødevakuering kom ikke ut på kabinens høytalersystem (PA-system). For å sende på PA-systemet må fartøysjefen gjøre tre håndgrep. Han må trykke inn velgeknappen for PA-systemet, deretter velge sendeknappen til PA-posisjon, for så å trykke inn sendeknappen på kontrollrattet. PA-systemet hadde fungert normalt på flygingen forut for ulykken, og fungerte normalt ved testing av systemet etter ulykken.

1.6.6 Nødbelysning

Nødbelysningen i kabinen ble ikke tent. Da ulykken inntraff i dagslys hadde dette ingen betydning for evakueringen. Ved normal operasjon av systemet skal dette slås til ARM under oppstart og slås til OFF under nedstenging etter flyging. Nødbelysningsssystemet er utstyrt med et eget nødbelysningsbatteri. Med bryteren i ARM, vil nødbelysningen bli

aktivert automatisk i det øyeblikket Battery Master blir slått av eller strømmen brytes. Ved en nødevakuering skal bryteren settes til ON. Ved første gangs evakueringsordre var flyets Battery Master bryter fortsatt på ON og nødbelysningen var derfor ikke avhengig av det separate nødbatteriet. Både nødbelysningsbatteri og –system ble kontrollert og funnet i orden etter ulykken.

1.6.7 Vekt og balanse

Flyet tok av fra ENTC med en avgangsmasse på 14 589 kg og med tyngdepunktet i midtregionen og innenfor begrensningene. Maksimum avgangsmasse var 15 649 kg. Estimert landingsmasse var 14 226 kg med tyngdepunktet innenfor begrensningene. Maksimum landingsmasse var 15 377 kg.

1.6.8 Drivstoff

Flyet tok av fra ENTC med ca. 3 400 lbs JET A-1 drivstoff, og landet med ca. 2 700 lbs på ENHF.

1.7 **Været**

1.7.1 TAF

ENHF 01 0800Z 010915 19010G20KT 9999 FEW030 SCT050 TEMPO 0915
VRB05KT=

ENHF 01 1100Z 011218 19010G20KT 9999 FEW030 SCT050 TEMPO 1218
VRB05KT=

1.7.2 METAR

ENHF 010950Z 20011G21KT 080V270 9999 SCT040 00/M08 Q1021=

ENHF 011050Z 20013G26KT 000V360 9999 SCT040 00/M09 Q1020=

ENHF 011150Z 19011G25KT 050V320 9999 FEW040 00/M09 Q1021=

ENHF 011250Z (ingen utsendt observasjon)

ENHF 011350Z 16008G18KT 050V230 9999 FEW040 00/M11 Q1021=

1.7.3 IGA PROG

VALID 011100-012100 UTC MAY05 NORWAY FIR N OF N6500
PART 2: FINNMARK COASTAL AND FJORD DISTRICTS, FINNMARKSVIDDA
WIND SFC: SE 05-30KT, STRONGEST COT W PART
WIND 2000 FT: 140-170/15-30KT
WX: NIL
VIS: +10KM
CLD: FEW/BKN 2000-7000FT
0-ISOTHERM: SFC-1000FT
ICE: LOC FBL IN SN, ELSE NIL
TURB: LOC MOD W PART

1.7.4 Lysforhold

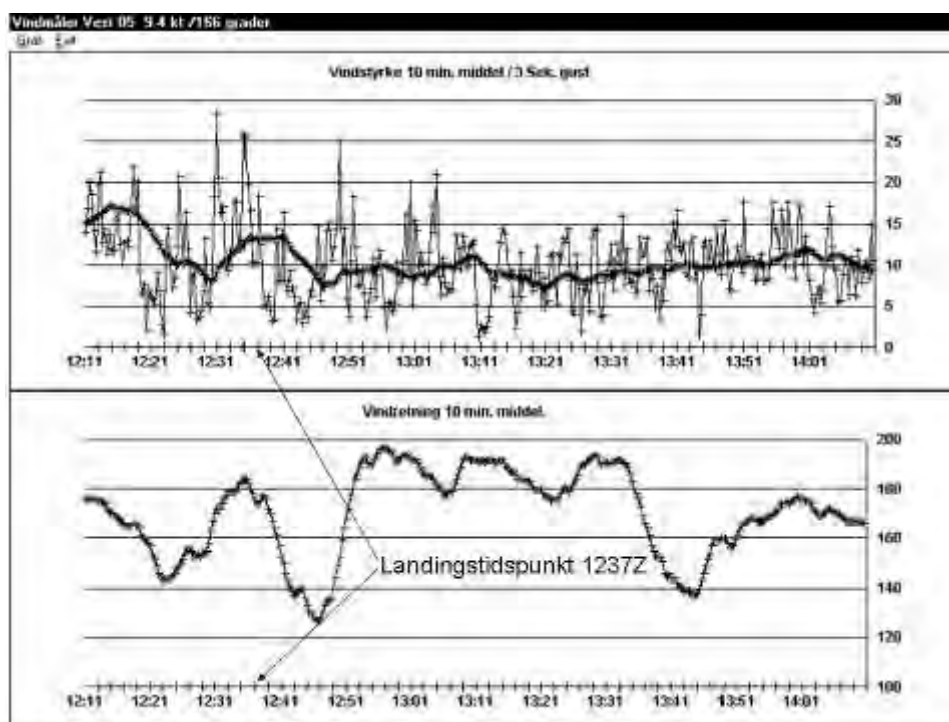
Dagslys.

1.7.5 Baneforhold

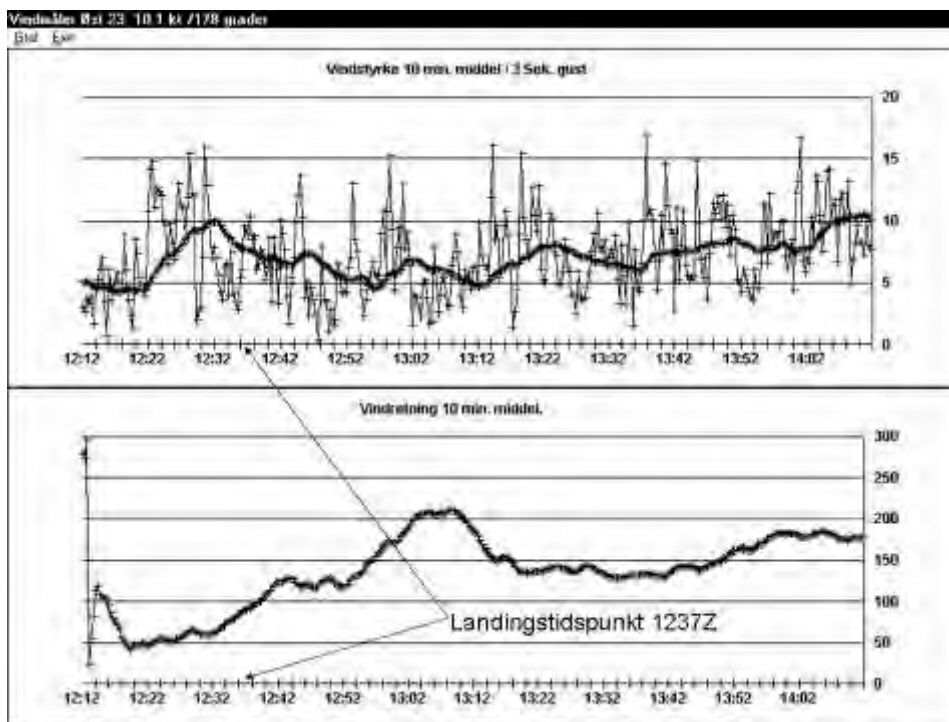
Tørr asfalt.

1.7.6 Vindmålinger ENHF

Hammerfest lufthavn er utstyrt med en vindmåler i nærheten av hver baneterskel. For bane 23 er vindmåleren plassert ca. 30 m nord for banekanten ved terskel 23. For bane 05 er vindmåleren plassert ca. 30 m syd for banekanten ved terskel 05. Målemastene er ca. 6 m høye. Indikatorene i tårnet indikerer 2 min. middelvind og 3 sek. gust. Utskriftene fra vindmålerne viser 10 min. middelvind og 3 sek vindkast (gust) innenfor 10 min. Disse brukes til rapportering av METAR.



Figur 2: Vindmåler vest, terskel 05.



Figur 3: Vindmåler øst, terskel 23.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant.

1.9 Samband

1.9.1 Generelt

Radiosambandet mellom WIF921 og ENHF AFIS-enhet på frekvens 121,200 MHz fungerte normalt.

1.9.2 Kommunikasjon

1.9.2.1 BSL G 5-1, §5. *Meldingskategorier og prioriteringsrekkefølge* beskriver kategorier og prioritering av radiomeldinger. Her fremgår det at ”meteorologiske råd som er av øyeblikkelig betydning for et luftfartøy under flyging eller som er klar til å ta av (individuell sending eller kringkasting), ...” er kategorisert som FLYSIKKERHETSMELDING. Ref. Vedlegg B.

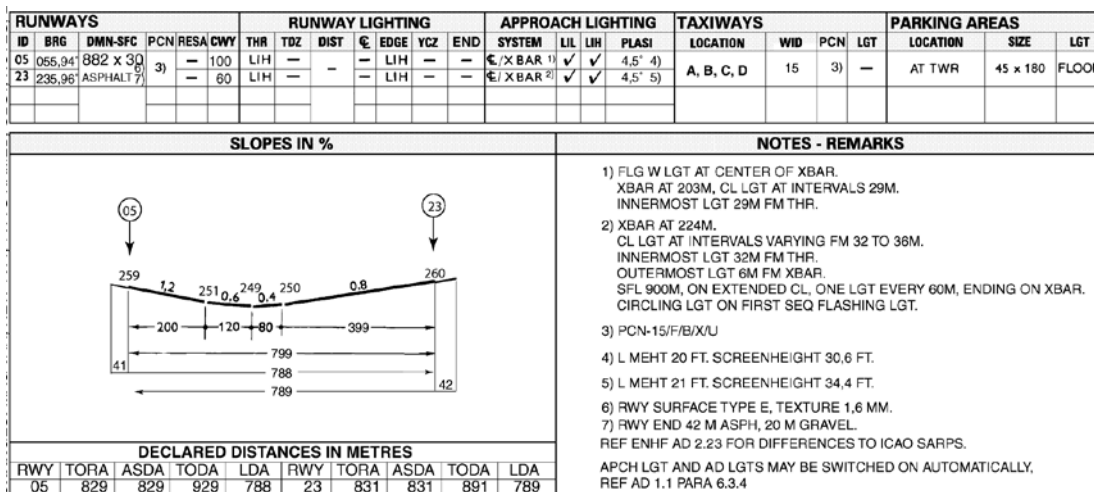
1.9.2.2 BSL G 5-1, § 15. Utveksling av meldinger:

(1) All meldingsutveksling skal være kortfattet og entydig og det skal nyttes fastsatte fraseologier såfremt slike er dekkende for de meldinger som ønskes sendt. Forkortede fremgangsmåter bør bare benyttes etter at innledende samband er opprettet og såfremt det ikke er sannsynlig at uklarheter vil kunne oppstå.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

1.10.1 ENHF

Hammerfest lufthavn (ENHF) har posisjon 70°40'47''N 023°40'07''E. Magnetisk variasjon var 9° E i 2005. Flyplassen ligger 260 ft over Mean Sea Level (MSL) og lufthavnen var kategorisert som kategori 4 for brann og redning. Rullebanen er en 882 m lang og 30 m bred asfaltbane. Kunngjort Landing Distance Available (LDA) bane 05 er 788 m. LDA bane 23 er 789 m. Widerøe har en norsk godkjenning for kortbaneoperasjoner basert på 840 m bane (LDA) og bruk av Pulsed Light Approach Slope Indicator (PLASI) med 4,5° innflygingsvinkel.



RWY	BRG GEO	DMN - SFC	RWY Styrke/Strength	THR COORD	RWY end COORD	THR GUND	THR ELEV	RWY/SWY slope	RESA	CWY	Strip	OFZ
1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	
05	055.94°	882 x 30 ASPH	PCN-15 F/B/X/U	704039.48N 0233934.68E	704054.71N 0234042.73E	85	259	REF: AD 2 ENHF 2-1	-	100	898 x 80	-
23	235.96°			704053.92N 0234039.23E	704038.71N 0233931.23E	85	260	-	60	-		

Figur 4: Data for Hammerfest lufthavn i AIP Norge, AD 2 ENHF 1-4/2-1.

1.10.2 PLASI

Pulsed Light Approach Slope Indicator (PLASI) var justert til 4,5° for begge baner. Dette tiltaket kom som en følge av en HSL tilråding i 2002. "Screen height" for bane 05 var 30,6 ft, og for bane 23, 34,4 ft. PLASI var ikke slått på da innflygingen startet, men ble slått på etter forespørsel fra fartøysjef.

1.10.3 AIP Norge

AIP Norge ENHF AD 2.23, 4.1 har følgende informasjon om vindskjær/virvelvinder:

"Vindskjær/virvelvinder kan forekomme på siste del av sluttinnlegget til RWY 05 og 23. Vind 120-180 DEG og 300-340 DEG over 20 KT. Kraftig turbulens kan forekomme på siste del av sluttinnlegget til RWY 05 og 23. Vind 280-030 DEG over 15 KT."

1.10.4 Widerøes innflygingskart for ENHF

Informasjonen under pkt. 1.10.3 var kopiert inn på Widerøes innflygingskart for ENHF som en advarsel:

”CAUTION”

Wind shear/eddies may occur on short final RW 05/23 with wind in sector 120°-180° and 300°-340° above 20 kt. Severe turbulence may occur on final RW 05/23 with wind sector 280°-030° above 15 kt.”

1.10.5 Vindmåler på Storfjellet

ENHF var utstyrt med en ekstra vindmåler på toppen av Storfjellet nord for lufthavnen, 1 254 ft (ca. 380 m) over havnivå (Above Mean Sea Level, AMSL). Denne vindmåleren hadde vært ute av drift en tid, og var fortsatt ute av drift på ulykkestidspunktet. Denne vindmåleren er viktig fordi den gir verdifull informasjon om forventet turbulensforhold og vindskjær relatert til advarslene i AIP og Widerøes innflygingskart.

1.11 **Flygeregistratorer**

1.11.1 Flygeregistrator

Flyet var utstyrt med en Flight Data Recorder (FDR) av typen Honeywell (Allied Signal) Solid State (SSFDR) P/N 980-4700-001, S/N SSFDR-10944, mod 17. HSLB besørget at FDR ble avspilt ved Air Accident Investigation Branch (AAIB) på Farnborough, UK. Data var av god kvalitet.

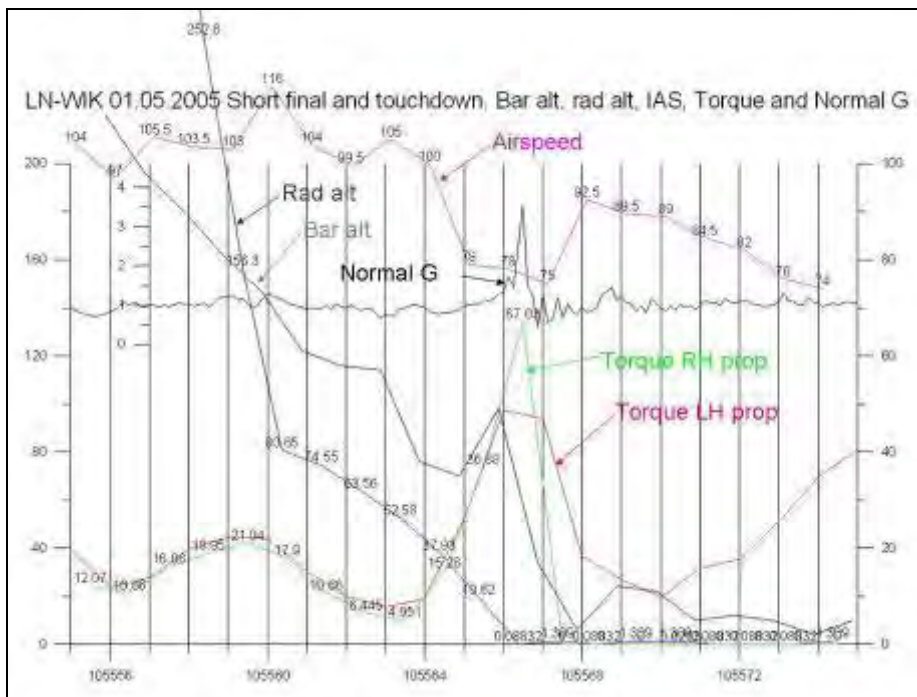
1.11.2 FDR data

Tabell 4: FDR data

Frame	Tid sek	IAS kt	RAD ALT ft	HDG °	Roll ° + høyre	Rudd ° + høyre	Tq1 %	Tq2 %	G	Kommentar
105561,5	-5	103	74	049	2	-3,5	13	10	1,00	
105562,5	-4	102	63	050	3	-4,5	9	6	0,94	
105563,5	-3	103	52	050	5	-6	8	5	0,92	FSJ utbrudd, ref pkt 1.1.20
105564,5	-2	90	37	050	5,5	-6	19	15	0,82	
105565,5	-1	79	18	051	9	-5	36	25	1,13	
105566,5	0	77	0	052	13	-10	48	37	3,56	Nedslag
105567,5	1	80	0	052	13	-15	33	0	0,70	
105568,5	2	91	0	054	5	-16	16	0	1,20	
105569,5	3	89	1,3	037	1	-5	12	0	0,90	
105570,5	4	87	1,2	033	-1,5	-3,5	13	0	1,03	

105571,5	5	83	0,1	033	5	3	17	0	0,98	
105572,5	6	79	0,1	036	9	4,5	22	0	1,03	
105573,5	7	75	0,2	042	10	-0,5	30	0	1,00	
105574,5	8	74	1,3	043	9,5	-0,1	37	0	1,00	
105575,5	9	73	1,2	041	10	1	42	0	0,97	
105576,5	10	67	0,1	038	10	7	46	0,1*	1,01	* Feil
105577,5	11	61	1,2	038	11	8,5	46	0	1,01	
105578,5	12	52	0,1	040	11	7	52	0	1,00	
105579,5	13	44	1,3	043	11	5,5	58	1*	1,04	* Feil
105580,5	14	38	1,3	044	11	2,5	56	0	1,00	
105581,5	15	30	0,1	045	12	0,3	52	0	1,04	
105582,5	16	21	0,1	047	12,5	-0,5	40	0	1,04	
105583,5	17	9	0,1	052	12,5	-1,5	27	0	1,03	Kabinbesetning roer pax
105584,5	18	0	0,1	060	12,7	-2	26	1,3*	1,05	* Feil
105585,6	19	0	-*	071	12,5	-0,7	26	0	1,05	* Feil
105586,5	20	0	-*	083	12,5	-0,5	28	0	1,07	* Feil
105587,5	21	0	-*	094	12,8	-0,5	40	0	1,03	* Feil
105588,5	22	0	-*	100	12,7	-0,5	41	0	1,05	* Feil
105589,5	23	0	2,5*	103	12,7	-0,4	25	0	0,99	Stopposisjon
105590,5	24	0	1,3	103	12,7	-0,4	12	0	1,02	
105591,5	25	0	1,3	103	12,7	-0,5	12	0	1,01	
105592,5	26	0	1,3	103	12,7	-0,5	13	0	1,00	
105593,5	27	0	1,3	103	12,7	-0,3	7	0	1,00	
105594,5	28	0	1,3	103	12,7	-0,2	0	0	1,00	Nr. 1 stopp
105595,5	29	0	1,3	103	12,7	-0,2	0	0	1,00	

1.11.3 Datagrafikk



Figur 5: FDR data i grafisk fremstilling.

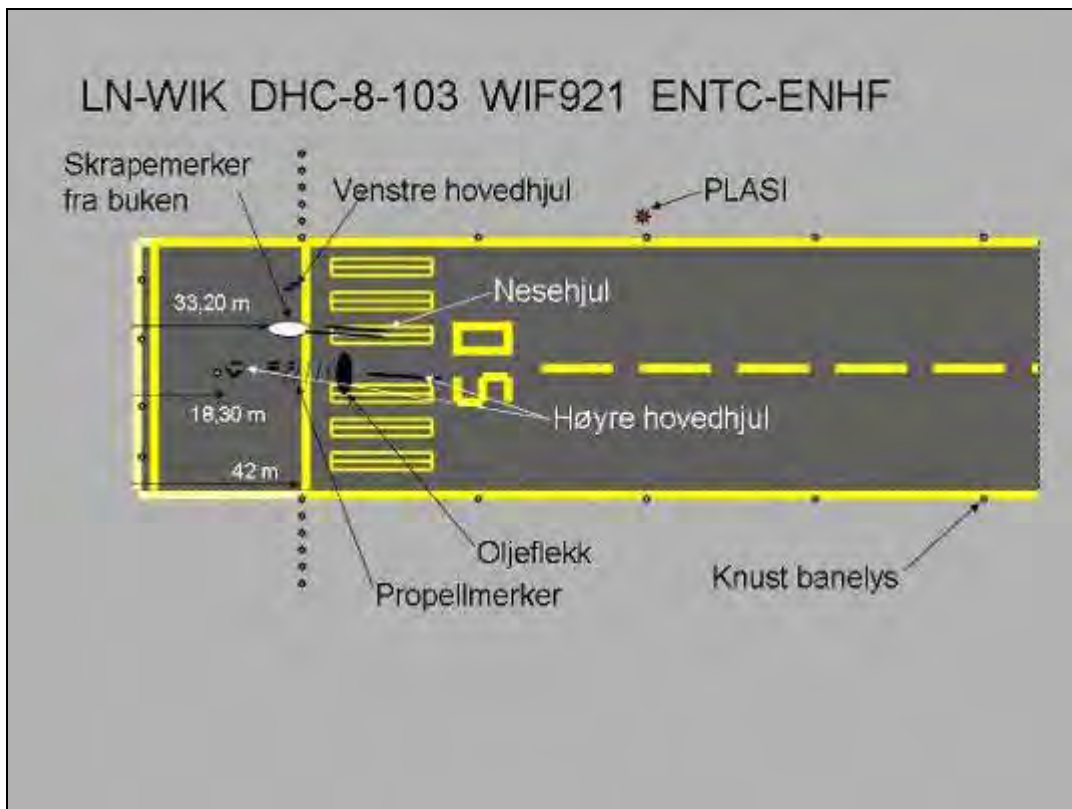
1.11.4 Taleregistrator

Flyet var utstyrt med Cockpit Voice Recorder (CVR) av typen Sundstrand (Allied Signal) standard CVR P/N 980-6005-077, S/N 11357, mod 24. HSLB besørget at CVR ble avspilt ved AAIB, UK. Data var av god kvalitet.

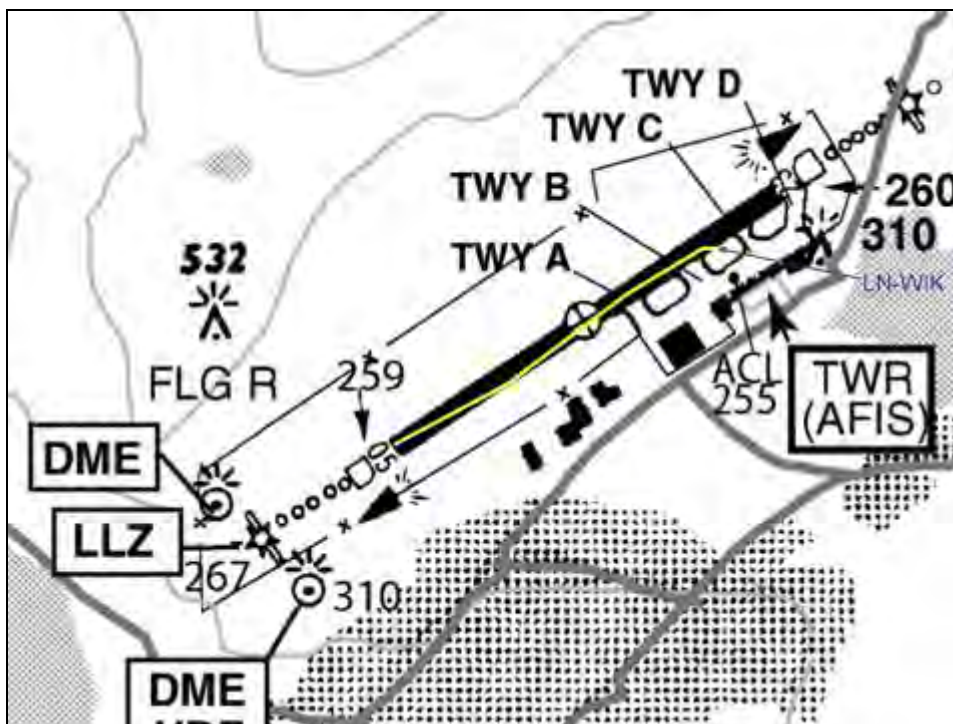
1.12 Havaristedet og flyvraket

1.12.1 Havaristedet

Flyet landet hardt på venstre side av rullebane 05, ca. 18 meter innenfor asfaltkanten og før terskelen. Se Figur 6. Etter landing skar flyet ut mot høyre banekant, men fartøysjefen klarte ved hjelp av kontrollene, bremsing på venstre hjul og reversering på venstre propell, å svinge flyet tilbake mot senterlinjen. Se Figur 7.



Figur 6: Havaristedet.



Figur 7: Flyets bane langs rullebanen (gul linje).

Flyet fortsatte bortover rullebanen og stoppet på høyde med tårnet, mellom TWY B og C, og 23 m fra drivstoffanlegget. Se Figur 8.



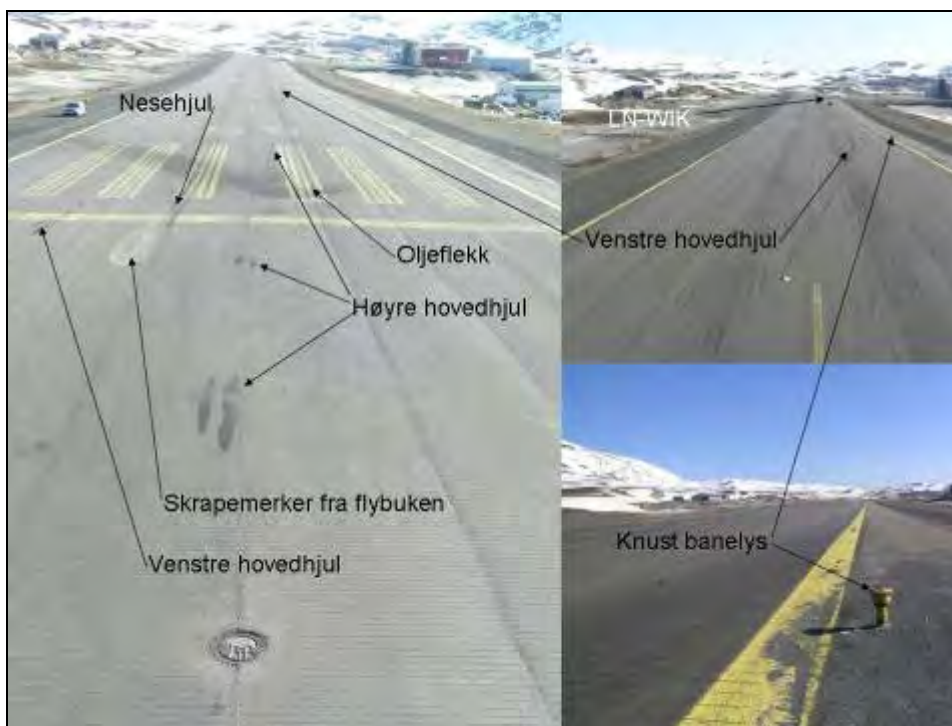
Figur 8: LN-WIKs stopposisjon.



Figur 9: LN-WIKs stopposisjon mellom TWY B og C.

1.12.2 Flyvraket

Flyet fikk omfattende skader på høyre vinge, høyre motor og propell, høyre understell, nesehjul og nesehjulsoppheng, samt strukturskader i buken. Se Figurene 11 og 12.



Figur 10: Detaljer fra flyets bane langs rullebanen.

1.12.2.1 Skrog

Neseunderstellets innfesting ble skadet som følge av overbelastning og forskjøvet bakover. Det oppsto sprekker i nedre del av fremre trykkskott. Nesepartiet fikk overbelastningsbukler som strakk seg fra neshjulsbrønnen og opp mot cockpits sidevinduer. Neseleggens ”trailing-arm” hadde skrapemerker på undersiden og var vridd. Nesehjulets høyre felg var sprukket og deler av felg ble funnet på rullebanen.

Skrogets underside hadde bulker, skrapemerker og hull som strakk seg fra inngangspartiet til bakre del av lasterommet. Skrogets høyre side hadde bulker, og kabinvindu nr. 2 var knust på grunn av biter fra høyre propell. Det var store strekkmerker på skroget under vingene. Antennene for VHF, ADF, DME, MB og TCAS ble skadet.

1.12.2.2 Høyre vinge, motor, naselle, og understell

Flaps mellom skrog og naselle hadde skader på grunn av biter fra propell, og deksel over ytre flapfeste var skadet. Vingetipp og ytre del av balanseror hadde skrapemerker. Spinner var revet opp som følge av at blad nr. 2 var revet ut av propellnavet. Dermed ble girboksen tømt for olje, som blåste utover rullebanen med vinden (se Figurene 6 og 11). De resterende propellbladene var knust og bøyd bakover som følge av kontakt med rullebanen.

Høyre motor var delt i to, med bruddsted like foran kompressoren. Motorens utblåsningsrør (eksosrør) var separert fra motoren. Øvre bakre motorfeste var revet løs.



Figur 11: Skader på skrog, propell, høyre hovedunderstell.



Figur 12: Knust høyre kabinvindu nr. 2 og strukturskader som følge av kontakt med rullebanen.

Øvre del av motornasellen hadde avslitte nagler og løs hud og sprekker i underliggende struktur. Huden hadde sprekker i underkant av fremre understellsdør. Midtre og bakre understellsdører var knust under foldingen av understellet.

Understellets Fuse Pin (P/N 10150-5, S/N EXC5099), som binder sammen Yoke og Shock Strut var skåret av på to steder. Dermed hadde Stabilizer Strut brukket fremre festepunkt og Retraction Actuator's stempelråde ble bøyd og brukket ved nedre festepunkt. Auxiliary Actuator var revet løs fra øvre festepunkt.

Høyre ytre hjulfelg var deformert og hjulet var punktert. Det var ingen kompresjonsmerker i Piston Tube/Collar på Shock Struts.

1.12.2.3 *Kabin*

Det var forskyvning i veggen mellom kabin og lasterom som følge av at gulvstrukturen ble presset opp da flyet traff banen.

1.12.2.4 *Cockpit*

Det var ingen skader på cockpitinteriøret. Høyderorsbevegelsen var ujevn og balanserorsbevegelsen gikk tregt som følge av at balanseroret berørte venstre flap.

1.12.2.5 *Andre skader*

Banelys nr. 4 på høyre banekant 05 ble knust av høyre hjul/motornaselle.

1.13 **Medisinske forhold**

1.13.1 Både fartøysjef og styrmann avla negativ utåndingsprøve for politiet i Hammerfest og det ble derfor ikke tatt ytterligere prøver.

1.14 **Brann**

Det oppstod ikke brann, men på grunn av brannfaren fra den høyre motoren, som brannmannskapene vurderte som meget varm, ble flyet skumlagt.

1.15 **Overlevelsesaspekter**

1.15.1 Basert på den harde landingen og bevegelsene i flyet, forsto kabinansatt (Cabin Attendant, CA) at flyet var skadet og at det måtte evakueres. Under oppbremsingen av flyet snakket hun til passasjerene og ba dem sitte rolig inntil propellene var stoppet. Hun observerte at et vindu var knust, men det satt ingen passasjer i setet ved det vinduet.

1.15.2 CVR data viste at fartøysjefen beordret evakuering straks etter at motorene var stoppet. Det ble ikke sagt noe om til hvilken side. CA hørte ikke noe over kabinens høytaleranlegg (PA-systemet), og kalte opp cockpit og ba fartøysjefen om å iverksette evakuering. Det gikk noen sekunder før cockpitbesetningen fikk summet seg og CA annonserte at passasjerene måtte vente til de fikk beskjed om hvilken side de skulle evakuere på. Det var tegn til uro blant passasjerene og en passasjer åpnet høyre bakre nødutgang. Passasjerer ble stanset og CA gjentok beskjed om at alle skulle vente og sitte i ro. 25 sek etter den første evakueringsordren, formidlet styrmannen muntlig ordren videre til CA, og evakueringen ble startet 33 sek etter fartøysjefens første ordre. Evakueringen ble utført raskt og uten problemer gjennom kabindøren foran på flyets venstre side, og gjennom venstre nødutgang.

1.15.3 Nødbelysningen ble ikke tent. Ved denne ulykken hadde dette forholdet ingen betydning, da ulykken inntraff i dagslys.

1.15.4 LN-WIK stoppet like utenfor oppstillingsplassen og brannstasjonen. Havarialarmen ble utløst av AFIS-fullmektigen mens LN-WIK var under utrulling på rullebanen. Brann- og redningstjenesten var fremme ved flyet når det stoppet.

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 Storm Weather Centre (SWC), på oppdrag fra SHT, utførte en simulering av vindforholdene på det aktuelle tidspunktet. Se Vedlegg F. Simuleringen viser at det ved den aktuelle vindretningen skapes vindskjær og turbulens fra fjellene syd og sydøst for flyplassen. Figur 13 viser et eksempel fra simuleringen. Det viser klart hvordan turbulensvirvler driver i luftstrømmen mot rullebanens vestre ende. Dette skaper forhold med vindskjær (skiftende vindretning og varierende vindstyrke) og turbulens.

1.16.2 Fra rapporten siteres (ref. Vedlegg F):

“5. Analysis of the wind conditions on May 1, 2005.

In this section we will summarize the model results for the time the accident occurred, and try to explain based on the Figures of the model results and the considerations in section 3, how the actual wind field could have been.

From the wind recordings at the western and eastern endpoint of the runway, shown in figures 12 and 13 respectively, we see that around the time of the accident (1237 UTC):

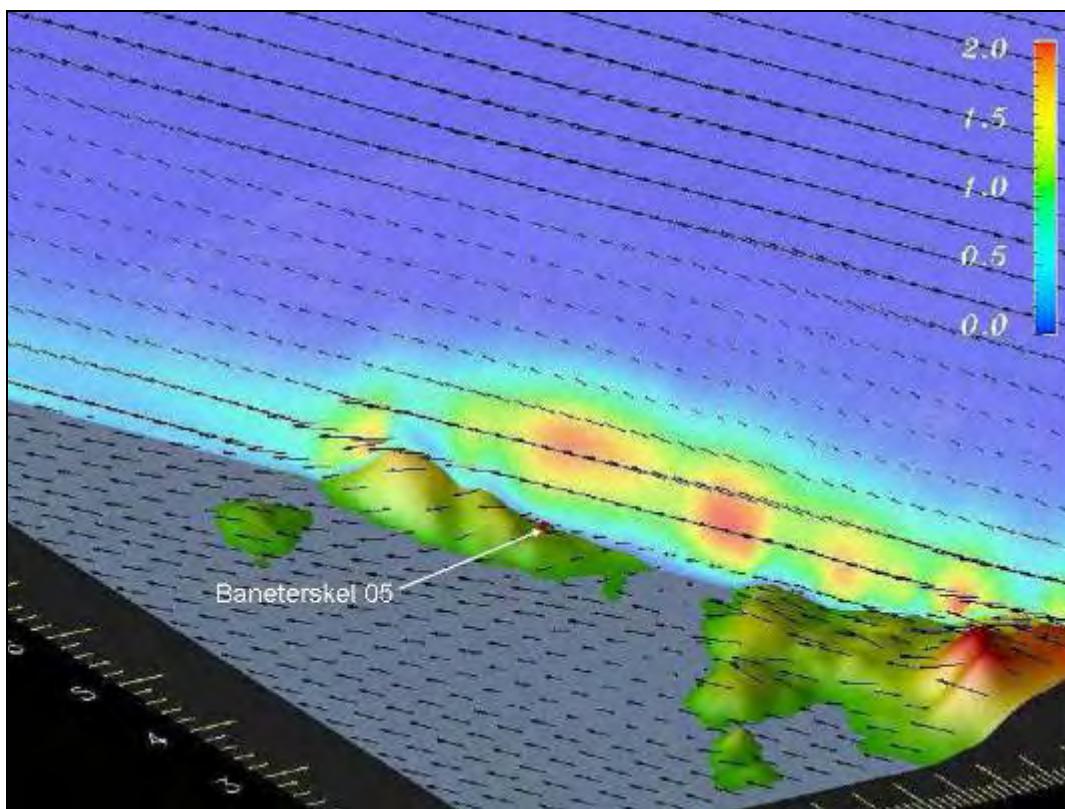
- 1. The average wind at wind observation west is 13 kt with direction 180 degrees.*
- 2. Strong gusts occur, up to 27 kt.*
- 3. The wind direction is around 150 degrees, 5 minutes before and after the accident.*
- 4. Highly irregular gusts strongly indicate turbulent flow.*
- 5. The average wind at wind observation east is 7-8 kt with direction around 100 degrees.*
- 6. Gusts occur, but not so strong as at wind observation west.*

The model results near the surface give the following results:

- 1. The average wind at wind observation west is 12 kt with direction around 130 degrees.*
- 2. There is a turbulent kinetic energy field covering the western part of the runway.*
- 3. The average wind speed at wind observation east is 8 kt with direction around 100 degrees.*
- 4. Only a very weak turbulence field is covering the eastern part of the runway.*

The model results, providing only average quantities, can not reproduce the observed wind direction at the western end of the runway around the time of the accident, but is rather accurate at the eastern end of the runway. However, the predictions of wind speed are quite good.

The strength of the gusts can be estimated ..., and gives gusts with 24 kt (observed by AFIS) is likely to occur.



Figur 13: Simulering av vindforholdene 1. mai 2005 ved ENHF.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Flyselskapet

- 1.17.1.1 Widerøes Flyveselskap ASA ble stiftet i 1935 og har hovedbase i Bodø. På ulykkestidspunktet hadde selskapet 1 470 ansatte og opererte en enhetsflåte av 17 stk. Bombardier DHC-8-100, 9 stk DHC-8-300 og 3 stk. DHC-8-Q400. Widerøes Flyveselskap har godkjenning fra Luftfartstilsynet til å operere med DHC-8-100 på kortbaneplasser (800 m) i Norge. Selskapet har en godkjent AOC basert på BSL JAR OPS 1, med norske tilleggskrav for kortbaneoperasjoner.
- 1.17.1.2 Widerøes "kortbanekonsept" er basert på JAR-OPS 1 Subpart G, Vedlegg 1 til 1.515(a)(3) "Bratte innflygingsprosedyrer". JAR OPS 1 Subpart G, Vedlegg til 1.515(a)(4) "Kortbaneoperasjoner" er imidlertid ikke godkjent av Luftfartstilsynet slik det er beskrevet i JAR OPS 1. I stedet har Luftfartstilsynet godkjent et spesielt "Kortbanekonsept" for Widerøe. Dette "konseptet" er basert på 800 m rullebane med 40 m tillegg i hver ende, med en LDA på 840 m. Forutsetningen for godkjenningen er egne LT godkjente supplementer til den generelle godkjente Aircraft Flight Manual (AFM) som dekker de spesielle norske kravene til operasjoner på 800 m rullebaner. Blant annet kreves det visuell glidebaneindikasjon (PLASI) justert til 4,5° glidebane. Operasjoner på så korte rullebaner er ikke dekket av internasjonale bestemmelser, og er ikke beskrevet i offentlige norske luftfartsbestemmelser eller andre norske luftfartspublikasjoner. I praksis betyr dette at ingen andre flyselskaper kan operere med denne flytypekategori på norske kortbaner uten spesiell godkjenning fra Luftfartstilsynet.
- 1.17.1.3 Havarikommisjonen har belyst Widerøes godkjenninger og prosedyrer for "kortbaneoperasjoner" og "bratte innflyginger" på norske "kortbaner" med en generell

lengde på 800 m, med tillegg av 40 m i hver ende, i rapport etter en alvorlig luftfartshendelse med LN-WIL på Hammerfest lufthavn 11. februar 2000. Ref. HSL RAP 23/2002 (Referanse nr. 1).

1.17.2 Operativ avdeling

På ulykkestidspunktet var flybesetningene organisert i Operativ avdeling og ledet av en Flygesjef. Under denne var en Assisterende flygesjef som var foresatt for Basesjefer, Sjefsflyger Kortbaneoperasjoner og en Sjefsflyger Langbaneoperasjoner. Flygerne var underlagt sine respektive basesjefer, mens standardiseringsflygere rapporterte til sine respektive sjefsflygere.

1.17.3 Treningsavdeling

1.17.3.1 En Treningssjef var underlagt flygesjefen. Under seg hadde han en Treningskoordinator, Sjefinstruktør Kabin, Sjefinstruktør Q400, Sjefinstruktør 100/300 og en Sjefinstruktør Bakketrening.

1.17.3.2 1. oktober 2004 overtok SAS Flight Academy (SFA), som en Type Rating Training Organisation (TRTO), oppgaven med å utføre Widerøes Type Rating Training for -100/-300/Q400. Widerøes bruker egne fly- og bakkeinstruktører for trening av sine flygere, og alle fly- og bakkeinstruktører fra Widerøes er godkjent av tidligere SAS Flight Academy. Ved overgang til SFA ble det foretatt en oppdatering av treningsprogrammer og håndbøker.

1.17.4 Widerøes bruk av Supervisory Pilot

1.17.4.1 Widerøe bruker et system der nye styrmenn flyr med erfarne fartøysjefer som er benevnt Supervisory Pilots. Hensikten er at nye styrmenn som kommer fra treningsavdelingen skal få noe erfaring sammen med en erfaren fartøysjef før de blir "released" for flyging som en ordinær styrmann.

1.17.4.2 SHT har også tidligere hatt til undersøkelse en ulykke der en Supervisory Pilot var involvert (ref. pkt. 1.18.1.5, 1.18.2.4 og Referanse 4).

1.17.5 Widerøes vindbegrensninger for kortbaneoperasjoner

1.17.5.1 Selskapets tillatte sidevindskomponent var basert på flyfabrikkens "demonstrated" sidevindskomponent, 36 kt, som fremgår av ytelseskapitlet (Performance Section) i flytypens Airplane Flight Manual (AFM). Dette er ikke en sertifisert flybegrensning (Limitation), som står i begrensningsskapitlet (Limitation Section), men den høyeste sidevindskomponent som fabrikken har landet flyet i under stabil sidevind på en lang, tørr og bred testbane. I praksis betyr dette at flyselskaper ikke er bundet av denne sidevindskomponenten, men de fleste flyselskaper velger å bruke den som maksimal sidevindbegrensning. Widerøe har valgt å bruke den samme tillatte sidevindskomponenten også på korte rullebaner.

1.17.5.2 På tilsvarende måte er selskapets tillatte medvindskomponent 10 kt både på lange og korte rullebaner. Fra fabrikkens side er 10 kt medvind basert på stabil medvind på lang og tørr rullebane, og er også den sertifiserte maksimale medvindskomponent under landing.

1.17.6 Widerøes konsept for stabiliserte innflyginger

- 1.17.6.1 Widerøe har adoptert et "stabilized approach concept" som er anbefalt av Flight Safety Foundation (FSF), og som er i tråd med internasjonal luftfartsstandard og godkjent av Luftfartstilsynet. Det som er spesielt for Widerøes konsept for stabiliserte innflyginger er at det er tilpasset "non precision" innflyging til kortbaner med 800 m rullebane. Konseptet er videre basert på stabilisert innflyging med 4,5° visuell glidebane fra 300 ft over rullebanen og med en "screen height" på 35 ft over baneenden. Før det siste bratte innflygingssegmentet startes, skal PF ha PLASI lysene i sikte, flyet skal konfigureres med full flaps og propellene justeres til maks turtall. Dermed går flyet gjennom en ny, ikke stabilisert fase under terskelhøyde + 500 ft der besetningen må etablere flyet på nytt i stabil gjennomsynking på glidebanen, samt trimme flyet på nytt.
- 1.17.6.2 Widerøe følger resultatene av sin prosedyreutvikling gjennom sitt Flight Data Monitoring (FDM) program. Parametere som måles er "descent rate high" under 1000 ft, og under 500 ft, "approach speed high" under 500 ft og under 50 ft, samt "approach speed low" under 500 ft og under 50 ft. Nevnte kriteria dokumenterer prosedyreendringer og trening i en historisk fremstilling. Analyser av FDM data viser at Widerøes "events" for ustabiliserte innflyginger har en jevn avtakende trend under de siste åtte årene. SHT anser dette for å være en viktig og god indikator på kvaliteten på innflygingene, og som kan tilskrives selskapets fokus på kvalitetssikring.
- 1.17.6.3 Etter denne ulykken har Widerøes Flight Data Analysing Group utført en analyse av 4 298 innflyginger til ENHF rullebane 05, i tidsrommet mai 2005 til og med mai 2009, med fokus på V_{ref} fra 50 ft og ned til setningspunktet. Analysen viser at i 324 tilfeller (7,5 %) var hastigheten over +10 kt, 64 tilfeller (1,5 %) over + 15 kt og 14 tilfeller (0,3 %) over + 20 kt over V_{ref} . SHT anser at dette generelt indikerer en høy operativ standard, selv om en eller flere av de 14 tilfellene over + 20 kt kan innebære øket risiko. SHT mener at med selskapets oppfølging av flyoperasjonene gjennom sitt FDM program, ligger det til rette for ytterligere forbedringer.
- ### 1.17.7 Widerøes sjekkliste for nødevakuering (On Ground Emergency)
- 1.17.7.1 Widerøes sjekkliste for nødevakuering er vist i Vedlegg E. Av denne fremgår det at Right Pilot (RP) skal informere ATC om hvilket Emergency Equipment som det er behov for, antall personer om bord og gjenværende brennstoffmengde om bord.
- 1.17.8 Videre fremgår det av sjekklisten at Left Pilot (LP) eller Pilot In Command (PIC) skal sette bryteren for Emergency Lights til ON.
- ### 1.17.9 Selskapets sikkerhetsarbeid (Safety Program/Safety Management Program)
- 1.17.9.1 Helårlige flyoperasjoner på 800 m rullebaner under varierende vær- og lysforhold gir selskapet store utfordringer, og selskapet har lagt ned mye arbeid for å øke sikkerheten. Blant annet opererer selskapet et data overvåkingssystem (Data Monitoring System, DMS) som registrerer en rekke parametere for alle flyginger, og trender overvåkes. Ifølge Widerøe blir mer enn 85 % av alle flyginger analysert.
- 1.17.9.2 Alle selskapets flygere har de siste årene gjennomgått interne kurs i temaene: Controlled Flight Into Terrain (CFIT), Approach And Landing Accident Reduction (ALAR) og Safe

Winter Operations. Videre fokuseres det på menneskelige faktorer (Human Factors, HF) og Crew Resources Management (CRM), crew-koordinering og kortbaneoperasjoner.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Tidligere ulykker og hendelser av tilsvarende karakter som SHT har undersøkt

- 1.18.1.1 12. februar 1999 inntraff en ulykke med en DHC-8-103 LN-WIL på Hammerfest lufthavn. Flyet landet hardt under turbulente vindforhold på bane 23. I landingen ble sikkerhetsbolten (Fuse Pin) i høyre understellslegg overbelastet og sviktet. Høyre understellslegg foldet seg, og flyet skled på høyre, delvis innfelte, hjul og høyre vingetipp. Rullebanen og baneskulderen var dekket med snø. Flyet skar ut til høyre og kom til ro i brøytekanalen på baneskulderen. Dermed ble det minimale skader på flyet. Ingen om bord ble skadet. Havarikommisjonen utarbeidet ikke en full rapport om denne undersøkelsen, siden problemstillingene er omtalt i andre rapporter. Det er flere fellestrekk mellom den aktuelle ulykken og hendelsen med LN-WIL 11. februar 2000 og ulykken med LN-WIS på Båtsfjord 14. juni 2001.
- 1.18.1.2 11. februar 2000 inntraff en alvorlig luftfartshendelse på Hammerfest lufthavn med en DHC-8-103, LN-WIL. Flyet skled av rullebane 23 på glatt bane i sterk og turbulent sidevind fra nordvest. Flyet og de ombordværende ble ikke skadet. Ref. HSL RAP 23/2002 (Referanse 1).
- 1.18.1.3 14. juni 2001 inntraff en hard landing på Båtsfjord lufthavn med en DHC-8-103, LN-WIS, som følge av kontrollproblemer og med tilsvarende forløp. Flyet landet hardt på høyre understell og Fuse Pin sviktet slik at understellsleggen foldet, og flyet la seg ned på høyre hjul og vingetipp. FDR data viser en registrert normal akselerasjon på 3,9 G. Fuse Pin hadde 5 547 landinger av en total levetid på 29 080 landinger. Propellen tok ned bakken og flyet skar ut på høyre side av rullebanen. Flyet fikk omfattende skader i skrog, høyre vinge, understell, høyre motor og propell. Ref. HSLB RAP 42/2003 (Referanse 3).
- 1.18.1.4 22. november 2001 inntraff en luftfartsulykke på Førde lufthavn Bringeland med LN-WIG. Flyet landet hardt fra en ustabilisert innflyging og fikk omfattende strukturskader. Begge sikkerhetsboltene (Fuse Pin) i understellet ble bøyd som følge av overbelastning, men sviktet ikke. FDR data viste at maksimal registrert vertikal G-belastning var 4,4 G. Ref. HSLB RAP 40/2003 (Referanse 2).
- 1.18.1.5 6. januar 2003 inntraff en luftfartsulykke på Vadsø lufthavn med LN-WIN. Styrmannen var under "supervision". Flyet landet på glatt rullebane. Det ene venstre hjulet låste seg som følge av en feilkopling i bremsesystemet. Flyet skled av rullebanen, og skrog og begge propellene ble skadet. På høyre side ble vindu nr. 2 knust (ved seterad nr. 2), og skroget penetrert av et fragment av et propellblad. Propellbiten stakk ca. 14 cm inn i kabinen. Ref. HSLB RAP 33/2004 (Referanse 4).



Figur 14: Punktert og penetrert høyre kabinvindu nr. 2, LN-WIN.

1.18.1.6 Av likhetstrekk mellom ulykkene og hendelsene på Hammerfest i 1999, Hammerfest i 2000, Båtsfjord og Førde i 2001, Vadsø i 2003 og den aktuelle ulykken med LN-WIK, nevnes spesielt:

- Fuse Pin ble overbelastet som følge av en hard landing (sviktet helt på LN-WIL 1999, LN-WIS 2001, LN-WIK 2005, og ble bøyd på LN-WIG 2001)
- En bit fra et propellblad punkterte høyre kabinvindu nr. 2 og penetrerte passasjerkabinen (LN-WIS 2001, LN-WIN 2003 og LN-WIK 2005)
- Fartøysjefens ordre om evakuering kom ikke ut på kabinens PA-system (LN-WIS 2001 og LN-WIK 2005)
- Kabinansatt utviste en behersket og profesjonell opptreden og sørget for en ordnet og sikker evakuering av passasjerene (LN-WIS 2001 og LN-WIK 2005)
- Vindforholdene ved Hammerfest lufthavn (LN-WIL 1999, LN-WIL 2000, LN-WIK 2005)
- Flyet ble landet i sterkere vind enn baneforholdene tilsa (LN-WIL 1999, LN-WIL 2000, LN-WIK 2005)
- Kommunikasjon; bruk av ustandardiserte radioprosedyrer (LN-WIL 2000, LN-WIK 2005)
- FDR registrert vertikal akselerasjon ved landing var mellom 3,9 og 4,4 G
- Styrmannen var under supervision (LN-WIS 2003 og LN-WIK 2005)
- Boltene ("fuse pin") var alle langt fra sin totale "levetid" på 29 080 landinger

1.18.2 Tidligere sikkerhetstilrådinge fra SHT som er relevante i denne sammenheng

1.18.2.1 RAP 23/2002. Havarikommisjonen tilrår at:

- Widerøe vurderer forbedringer i bruken av FSF anbefalte Approach-and-Landing Risk Awareness Tool i sitt treningsprogram generelt og ustabilisert innflyging og landing spesielt, samt simulatortrening i "go-around" som følge av ustabilisert landing, landing forbi planlagt settningspunkt og plutselige hindringer på rullebanen. (Tilråding 15/2002). Tilrådingen er lukket.
- HSL tilrår at Widerøe vurderer om selskapets CRM treningsprogram kan forbedres i lys av to hendelser (Hammerfest II 2000, Førde 2001), og to ulykker (Hammerfest I 1999, Båtsfjord 2001). (Tilråding 16/2002). Tilrådingen er lukket.

1.18.2.2 RAP 40/2003. Havarikommisjonen tilrår at:

- Luftfartstilsynet vurderer muligheten til å etablere landingskonfigurasjon på den aktuelle PLASI vinkel lengre ute og dermed få en stabilisert innflyging med konstant innflygingsvinkel på final approach segment. (Tilråding nr. 35/2003). Tilrådingen er lukket.

1.18.2.3 RAP 42/2003. Havarikommisjonen tilrår at:

- Widerøes flyveselskap vurderer effekten av CRM treningen med vekt på styrmannens funksjon og avbrutt landing i landingskonfigurasjon. (Tilråding nr. 39/2003). Tilrådingen er lukket.
- Widerøes flyveselskap vurderer om flygernes trening i kortbaneoperasjoner kan forbedres. (Tilråding nr. 40/2003). Tilrådingen er lukket.
- Widerøes flyveselskap vurderer om selskapets typeutdanning med vekt på AP systemer, varselsystemer og flyegegenskaper i landingskonfigurasjon kan forbedres. (Tilråding nr. 41/2003). Tilrådingen er lukket.
- Widerøes flyveselskap vurderer implementering av Line Operations Safety Audit. (Tilråding nr. 42/2003). Tilrådingen ble lukket av Luftfartstilsynet 17. desember 2003, men LOSA er ennå ikke innført.
- Widerøe kontrollerer at PA-systemet fungerer i alle flyene, både med Battery Master Switch på og av. (Tilråding nr. 43/2003). Tilrådingen er lukket.

1.18.2.4 RAP 33/2004. Havarikommisjonen tilrår at:

- Landing etter bratt innflyging med DHC-8 på kortbanenettet krever høy presisjon på siste del av innflygingen for at landingspunktet skal gi tilstrekkelige marginer med tanke på stoppdistanse. Hjelpemiddelet for å oppnå nødvendig presisjon er en visuell glidebaneindikator (PLASI). Til tross for at PLASI er en forutsetning for kortbaneoperasjonene, har selskapet ingen obligatoriske "call outs" knyttet til identifikasjon av PLASI eller avvik i forhold til PLASI-vinkelen i sine normale prosedyrer/prosedyrer for bratte innflyginger. HSLB tilrår at Widerøes Flyveselskap vurderer om det er behov for spesiell tilrettelegging relatert til identifikasjon og

overholdelse av PLASI-vinkel i forbindelse med bratte innflyginger. (Tilråding nr. 34/2004). Tilrådingen er lukket.

- HSLB mener det kan synes som om den generelle arbeidsbelastningen på finalen under bratte innflyginger er så stor at det er grunn til å stille spørsmål om hvorvidt ”Stabilised Gate”- kravene er formålstjenlig utformet. På bakgrunn av dette tilrår HSLB at Widerøes Flyveselskap evaluerer konseptet for stabilisert innflyging med spesiell vekt på om det er hensiktsmessig utformet i relasjon til besetningenes arbeidsbelastning under ikke-presisjonsinnflyginger. (Tilråding nr. 35/2004). Tilrådingen er lukket.
- HSLB mener det kan tyde på at selskapets ledelse ikke har nådd helt frem med budskapet sitt om stabilisert innflyging når en ”Supervisory Pilot” og en styrmann som nylig har gjennomgått ”Approach and Landing Accident Reduction” (ALAR)-kurs vurderte at det ikke var behov for å avbryte den aktuelle innflygingen. Havarikommisjonen mener det er viktig at etterlevelsen av ”Stabilised”- konseptet evalueres når det har vært i drift i en tilstrekkelig lang periode til at man kan forvente å se resultater. På bakgrunn av dette tilrår HSLB at Widerøes Flyveselskap vurderer om det er behov for ytterligere innsats for å øke flygerkorpset bevissthet knyttet til konseptet for stabilisert innflyging. (Tilråding nr. 36/2004). Tilrådingen er lukket.
- I påvente av presisjonsinnflyging vurderes omlegging fra tradisjonell ”step down” til ”Constant Angle Non-Precision Approach” (CANPA) å være et tiltak som ventelig vil kunne bedre sikkerheten på kortbanene. Det krever ressurser fra myndighetenes side hvis forholdene skal legges optimalt til rette for stabiliserte innflyginger med konstant gjennomsynking på kortbanenettet. HSLB tilrår at Luftfartstilsynet i samråd med Avinor og Widerøes Flyveselskap foretar en gjennomgang av AIP-innflygingsprosedyrene på kortbanenettet og legger til rette for at innflygingen kan utføres som en stabilisert innflyging med konstant gjennomsynking og påkrevd terrengklarering til et punkt der minima samsvarer med visuelt glidebaneanlegg (PLASI). (Tilråding nr. 37/2004). Tilrådingen er åpen.

1.18.3 Menneskelige faktorer, fellestrekk med ulykken med LN-WIS under landing på Båtsfjord lufthavn 14. juni 2001 (HSLB RAP 42/2003, Referanse 3)

1.18.3.1 Denne ulykken på ENHF har fellestrekk med ulykken på ENBS med hensyn til menneskelige faktorer. Fra RAP 42/2003 siteres:

”...HSLB vurderer denne ulykken som et resultat av flere sammenfallende menneskelige faktorer.

HSLB vurderer det som lite hensiktsmessig å fokusere ensidig på denne spesielle besetningens handlemåte og manglende samarbeide under innflygingen. For å kunne hindre gjentakelser er det HSLBs oppfatning at en må fokusere på de bakenforliggende årsaksfaktorer og ikke jakte på ”syndebukker”. Det vil ikke hindre gjentakelser. En besetnings handlemåte og ”feilgrep” er ofte et resultat av utdanning, prosedyrer, trening, erfaring, kultur og omstendigheter.

Under analysearbeidet i forbindelse med denne ulykken har HSLB vurdert mulige bakenforliggende årsaker til besetningens handlemåte:

Hvorfor var besetningen så oppsatt på å kunne lande til tross for dårlige værrapporter?

Var denne besetningen enestående i sin vurdering og utførelse av flygingen?

Kan det henge sammen med besetningens ønske om å yte service for passasjerene samtidig som de mente å hjelpe selskapet?

Kan selskapets fokusering på punktlighet og regularitet ha påvirket besetningen til å føle seg presset til å forsøke landing under dårlige forhold?

Skiller denne besetningen seg fra andre besetninger i selskapet?

Dette er spørsmål som det er vanskelig for HSLB å finne svar på. Det vil bl.a. nødvendiggjøre omfattende undersøkelser blant alle selskapets personellgrupper. De fem siste ulykker og hendelser under landing på norske kortbaneplasser med DHC-8-103 som HSLB har hatt/har til undersøkelse, inneholder mange menneskelige årsaksfaktorer. Flyging på norske kortbaneplasser utføres med mindre marginer enn trafikken på stamruteplassene. Rullebanene er kortere og smalere, innflygingsvinkelen er brattere, innflygingshjelpemidlene er færre, værforholdene er ofte dårlige med sterk kastevind fra siden og glatte baner, ofte dårlige lysforhold, etc. Dette krever større kunnskaper og ferdigheter av besetningene, noe som setter store krav til utdanning og trening. HSLBs vurdering er at Widerøe bør gjøre en gjennomgående analyse av disse forholdene i lys av denne og andre hendelser. HSLB mener at det ikke er nok å vise til tiltak etter tilrådingene i rapport 23/2002.

Widerøes Flyveselskap har lagt ned store ressurser i flysikkerhetsarbeidet sitt de siste 10 årene. HSLBs vurdering er at vesentlige forbedringer er utført for å øke sikkerheten.

At det fortsatt forekommer ulykker og hendelser under landing på kortbaner, kan være et tegn på at det er mindre marginer ved denne type operasjoner enn ved flyplasser med lengre baner. Det er en indikasjon på at sikkerhetsarbeidet må fortsette med forbedringer i kortbanekonsept, prosedyrer, trening og kvalitetssikring.

HSLB er kjent med at Widerøe har holdt kurs for samtlige flygere i selskapet, med spesiell fokusering på risikoreduserende faktorer ved landing (CFIT/ALAR).

Widerøe har også et godt innarbeidet Flight Operations Quality Assurance (FOQA) program der data fra FDR blir analysert for å oppdage uheldige trender i operasjonene. HSLB støtter disse tiltakene, samtidig som en mener at videre tiltak på området menneskelige faktorer, CRM opplæring og trening direkte relatert til disse spesielle operasjonene er påkrevd.

Flybesetninger vil alltid være utsatt for å gjøre menneskelige feil, derfor må det fokuseres på gode beslutningsprosesser. Et relativt nytt verktøy i denne sammenheng er Line Operations Safety Audit (LOSA). Ref. 6.13, ICAO Doc. 9803 AN/761, First edition 2002.

Fra dette dokumentet refereres:

"... LOSA is closely linked with Crew Resource Management (CRM) training. Since CRM is essentially error management training for operational personnel, data from LOSA form the basis for contemporary CRM training refocus and/or design known as Threat and Error Management (TEM) training. Data from LOSA

also provide a real-time picture of system operations that can guide organizational strategies in regard to safety, training and operations...."

.....

."....The implementation of normal operations monitoring requires an adjustment on prevailing views of human error. In the past, safety analyses in aviation have viewed human error as an undesirable and wrongful manifestation of human behaviour. More recently, a considerable amount of operationally oriented research, based on cognitive psychology, has provided a very different perspective on operational errors.

This research has proven, in practical terms, a fundamental concept of cognitive psychology: error is a normal component of human behaviour..."

.....

".....In order to understand how an organisation can effectively implement approaches to error management, it is essential to examine the organisations attitude toward error and punishment. This will make it possible to assess the effectiveness of the controls that the organisation has in place to ensure that its processes foster the "green band" of operational human performance.

It is good to remember the following points: humans do not live in a vacuum so their behaviours are affected by many external factors; corporate culture is an organizational mandate that conditions operational personnel decision making; and humans exhibit the kinds of behaviours an organization fosters and which they therefore assume the organization expects from them....."

HSLB har stor tro på LOSA som et verktøy i det videre sikkerhetsarbeidet innen luftfarten og vil tilrå at Widerøe tar dette i bruk..."

1.18.4 Internasjonal forskning på "Approach and Landing Accidents"

1.18.4.1 Under de senere år er det forsket relativt mye på ulykker i forbindelse med innflyging og landing. Ref. http://www.flightsafety.org/asw/dec06/asw_dec06_p28-33.pdf³ og Referanse 9.

1.18.4.2 Det har vist seg at det er spesielt tre forhold som kan gjøre seg gjeldende ved innflyging og landing under vanskelige forhold: *"Plan continuation bias (conscious cognitive bias to continue original plan in spite of changing conditions)", "expectation bias" og "snowballing workload"*.

"Plan continuation bias" er et uttrykk for en menneskelig tendens til å følge den først vedtatte beslutningen, selv om det kommer ny informasjon som tilsier at det bør gjøres en ny vurdering. *"Expectation bias"* betyr at en person som forventer en situasjon er lite mottakelige for signaler som indikerer at situasjonen ikke er helt hva den synes å være. *"Snowballing effect"* er et uttrykk for at en øket arbeidsbelastning produserer stress. Stress reduserer mental kapasitet og kan resultere i at en besetning mister oversikten (*"situational awareness"*) og overfokuserer på en arbeidsoppgave på bekostning av andre (*"target fixation/tunneling"*).

³ A. Berman and R. Key Dismukes, PhD. Artikkel i tidsskriftet Aviation Safety World, FSF, December 2006.

1.18.5 Relevante JAR-OPS bestemmelser

JAR-OPS 1.400 Approach and landing conditions

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

IEM OPS 1.400 Approach and landing conditions

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

JAR-OPS 1.515 Landing – Dry runways

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

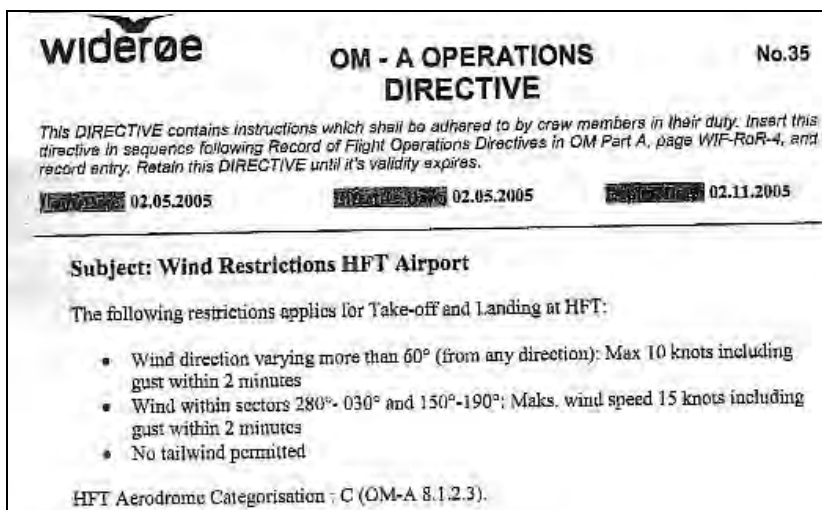
(2) Not more than 50% of the headwind component or not less than 150% of the tailwind component;

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

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

1.18.6 Vindbegrensninger ved norske flyplasser

- 1.18.6.1 AIP 2.23, pkt. 2.2 og 2.3 setter krav til at flyoperatørene fastsetter begrensninger for både høydevind og bakkevind. Widerøe har fastsatt slike krav for flere regionale lufthavner. Imidlertid gjelder ikke dette de mest utsatte lufthavnene, deriblant Hammerfest lufthavn.
- 1.18.6.2 Norsk Flygerforbund har i et brev til Luftfartstilsynet (Vedlegg C) uttrykt bekymring for vindforholdene ved flere norske flyplasser, deriblant de regionale lufthavnene Sørkjosen, Honningsvåg og Hammerfest.
- 1.18.6.3 I sitt svarbrev (Vedlegg D) skriver Luftfartstilsynet at det er operatørene som må fastsette vindbegrensninger basert på blant annet flytyper og besetningenes kvalifikasjoner.
- 1.18.6.4 Slike begrensninger for høydevind er fastsatt for enkelte lufthavner basert på vindmålere på høydetopper i nærheten av lufthavnen, men ikke for Hammerfest lufthavn (ref. vindmåler på Storfjellet).
- 1.18.7 Widerøes tiltak etter ulykken med LN-WIK 1. mai 2005
- 1.18.7.1 Widerøe innførte strengere vindbegrensninger for Hammerfest lufthavn umiddelbart etter ulykken.



Figur 15: Utsnitt fra OM no 35 som viser de nye vindbegrensningene.

1.18.7.2 Med virkning fra 24. januar 2006 ble følgende vindbegrensninger gjort gjeldende for Widerøes operasjoner på ENHF:

“RESTRICTION:

The following wind restrictions apply: Wind within sector 290°-030° and 120°-190°:

For approach and landing:

Max wind speed 25 kts including gust within 2 minutes.

Variable wind within or into given sectors: Max wind speed 15 kts including gust within 2 minutes (variable means variation in direction more than 60°).

For take-off:

Max wind speed 25 kts including gust within 2 minutes.

Variable wind within or into given sectors: Max wind speed 20 kts including gust within 2 minutes (variable means variation in direction more than 60°).

Note: Ved hurtige variasjoner i vindretning hvor det er vanskelig å avgjøre bane i bruk, skal vi som hovedregel bruke høydevindens dominerende retning som retningsgivende for valg av bane. Vi planlegger ikke med tail wind landing. Hvis vindretningen er ubestemmelig, skal vi i performance beregningen ta hensyn til høyest målte vind, dvs. ”worst case”.

Hvis det under innflygingen ca. 2 minutter før landing guster over tillatt vindstyrke, eller oppgitt vind senere på innflygingen er over tillatt vindstyrke, skal innflygingen avbrytes.

Take-off RWY 05: Lead-in light closest to THR (0.8 NM NE of apt) must be visible at brake release.

Take-off RWY 05V: 1.OBST 650 ft. and 717 ft. FLG red 1.5 NM NE of apt must be visible at brake release. 2. Follow lead-in light and Hazard Beacon (FLG white light) 1.5 NM NE of apt. 3. Maintain visual contact to D2.0 HF or MIM 1200 ft.

CAUTION:

FMS wind check must be performed when established on LOC from both directions. Upper wind from sectors 120°-190° and from 280°-030° above 35 kts indicates that wind shear and eddies may occur on final approach to both runways.

Circling to RWY 23 when upper wind from SE exceeds 30 kts is not recommended.

Severe turbulence may occur on short final RWY 05/23 with wind 280°-030° above 15 kts."

- 1.18.7.3 Widerøe har samarbeidet med Avinor og Det Norske Veritas angående Avinors risikoanalyser rundt flyoperasjonene til og fra Hammerfest lufthavn. Dette har medvirket til risikoreduserende tiltak innen merking, lyssetting, turbulensvarsling og operativ vindmåler på Storfjellet.
- 1.18.8 Avinors tiltak etter ulykken med LN-WIK 1. mai 2005
- 1.18.8.1 Etter denne ulykken med LN-WIK på ENHF gjennomførte Avinor en risikoanalyse rundt flyoperasjoner på Hammerfest lufthavn (ref. Vedlegg G). Under arbeidet med risikoanalysen kom det frem blant annet forslag til risikoreduserende tiltak i forbindelse med inn- og utflyging. Et annet forslag til tiltak var å forbedre informasjon til pilotene om vind og turbulensforholdene på og ved lufthavnen (ref. Vedlegg G).
- 1.18.8.2 Disse momentene ble under det videre arbeidet fulgt opp med nær kontakt med Widerøes Flyveselskap. Risikoregnskapene som ble utarbeidet i forbindelse med analysen viste at de mest kritiske innflygingene til ENHF ligger risikomessig 3-5 ganger høyere enn luftfartsbransjens overordnede målsetting for flysikkerhet (ICAOs "target level of safety" 1×10^{-7} pr. flyging).
- 1.18.8.3 Med utgangspunkt i disse resultatene var det Avinors vurdering at de største risikoreduserende tiltakene på ENHF ville være å forbedre informasjonen om vindforholdene, blant annet ved å innføre et system for varsling av vind og turbulens (ref. Vedlegg G). Et slik informasjons- og varslingssystem ble derfor etablert høsten 2005, som et prøveprosjekt, gjennom et samarbeid mellom Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning (SINTEF), det Norske Meteorologiske Institutt (NMI) og Avinor. Turbulensprosjektet er nå i operativ drift for Hammerfest lufthavn og tilbakemeldingene fra Widerøe er at selskapet har gode erfaringer med turbulensvarslingen. I tillegg sender nå Værvarslingen i Tromsø ut varsel om turbulens for ENHF.
- 1.18.8.4 Vindmåleren på Storfjellet er i normal drift og vinddata fra denne kommer rutinemessig på alle METAR for ENHF.
- 1.18.8.5 Med hensyn til kommunikasjon mellom AFIS enhet og fly, har Avinor etablert "fraseologitrener" på hver enkelt AFIS enhet.
- 1.18.8.6 Avinors kommentarer i sin helhet fremgår av Vedlegg G.
- 1.18.9 Luftfartsilsynets vurdering av risiko for personskader som følge av at biter av propellblader punkterer kabinvindu (ref. pkt. 1.12.2.1).
- 1.18.9.1 I sine høringskommentarer til denne rapporten har Luftfartstilsynet informert om konstruksjons- og sertifiseringskravene for kabinvinduer. Det er ikke krav til at en

risikoanalyse/-vurdering (Safety Assessment) skal utføres med utgangspunkt i at en propellbit penetrerer skroget. Det er heller ikke krav om at skroget skal tåle en slik hendelse.

- 1.18.9.2 Derimot er det et krav om at konsekvensene *"in the event a propeller blade fails or is released by a hub failure"*, skal søkes redusert til et minimum. Fokus er altså på at *"propeller debris"* ikke skal resultere i *"catastrophic effect"* med tap av fly (*"hull loss"*) eller flere omkomne (*"multiple fatalities"*).
- 1.18.9.3 LTs vurdering av mulige skader i kabinen som følge av penetrering av propellbiter er et sted mellom *"major"* og *"hazardous"* effekt i konsekvens. *"Hazardous"* effekt regnes som *"large reduction in functional capabilities or safety margins"* og *"serious or fatal injury to a small number of passengers or cabin crew"*.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det har ikke vært benyttet undersøkelsesmetoder som betinger spesiell omtale.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

- 2.1.1 Havarikommisjonen har undersøkt en rekke ulykker og hendelser med DHC-8-103 på kortbanenettet de siste 9 årene. SHT viser til Referansene 1-4. Havarikommisjonen har fremmet flere sikkerhetstilrådinge, hvorav de fleste er lukket (ref. 1.18.2). Siden ulykker/hendelser med liknende fellestrekk gjentar seg, vurderer SHT dette som et tegn på at det fortsatt er behov for økte sikkerhetsmarginer. SHT vurderer videre at det neppe lar seg gjøre å øke sikkerhetsmarginene utover dagens, uten at sikkerhetstiltakene vil påvirke regulariteten. Dette er en sentral problemstilling i forbindelse med sikkerhetsvurderinger innen alle former for transportsystemer (produksjon versus sikkerhet).
- 2.1.2 Havarikommisjonen mener at de norske kortbaneoperasjonene pålegger besetningene, og da spesielt fartøysjefene, et stort ansvar. Dermed er det også lett i ettertid, ved hjelp av *"etterpåklokskap"*, å fokusere på hva fartøysjefen *"burde"* eller *"ikke burde"* ha gjort for å unngå en ulykke eller hendelse. SHT lar derfor undersøkelsene fokusere på besetningens vurderinger i forkant av hendelsen, basert på tilgjengelig informasjon og rammebetingelser på beslutningstidspunktet. Basert på flere undersøkelser omkring tilsvarende hendelser, mener SHT at besetninger som opererer på kortbanenettet har svakere sikkerhetsbarrierer enn ved operasjoner på stamrutenettet. Havarikommisjonen mener derfor at det er nødvendig å gi fartøysjefene klarere rammebetingelser og beslutningsgrunnlag, for på denne måten øke sikkerhetsmarginene.
- 2.1.3 I undersøkelsene og analysene omkring denne ulykken har SHT basert seg på metoder for ulykkesundersøkelser som reflektert i Referansene 5 og 7.

"Organizational accidents have multiple causes involving many people operating at different levels of their respective companies. By contrast, individual accidents are ones in which a specific person or group is often both the agent and the victim of the accident. The consequences to the people concerned may be great, but their

spread is limited. Organizational accidents, on the other hand, can have devastating effects on uninvolved populations, assets and the environment. (Reason 1997).

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

2.2 Avgrensning av analysen

2.2.1 Havarikommisjonen har i flere tidligere rapporter analysert forhold med flysikkerhetsmessige forbedringspotensial relatert til norske kortbaneoperasjoner. I denne rapporten har SHT analysert både forhold som har vært drøftet tidligere og forhold som er unike for denne ulykken.

2.2.2 SHT har i denne undersøkelsen valgt å analysere følgende temaer:

- Værforhold
- Planlegging
- Vurdering av hendelsesforløpet før landing
- Vurdering av hendelsesforløpet etter landing
- Evakuering
- Brann- og redningstjenesten
- Selskapets prosedyrer og vindbegrensninger på kortbaner
- Vindsimulering og AIP informasjon om vindforhold ved ENHF
- Vindmåler på Storfjellet
- Bruk av vindinformasjon ved innflyging til regionale flyplasser
- Beta varsellyd under flyging
- Knust kabinvindu nr. 2
- Fuse Pin
- Widerøes Stabilized Approach Concept
- Menneskelige faktorer
- Tidligere sikkerhetstilrådinger og risikoreduserende tiltak

2.3 Værforhold

- 2.3.1 Værvarslet (TAF) for ENHF den aktuelle dagen var bra, men med relativt mye vind. Varslet vind var fra syd (190°), 10 kt med kast til 20 kt. Disse vindhastighetene ga ikke besetningen spesiell grunn til bekymring. Vindretningen favoriserte rullebane 23, som de også hadde tatt av fra tidligere om morgenen. Imidlertid økte vinden utover dagen, med store variasjoner i vindretning. WIF921 tok av fra ENTC kl 1201Z. Rapportert vind kl. 1050Z, 1150Z og 1250Z (METAR ENHF) viste vind fra 190° med kast på mellom 21 og 25 kt. Dette ville gitt motvindskomponenter på bane 23 og medvindskomponenter på 16-19 kt på bane 05. Basert på tilgjengelig METAR for ENHF den aktuelle dagen, var rullebane 23 den best egnede banen. Dette var også bane i bruk fra morgenen av, og var fortsatt bane i bruk ved WIF 921s ankomst til Hammerfest. Varslet og rapportert vind var innenfor selskapets sidevindsbegrensning på 36 kt, mens medvindskomponenten på bane 05 var over selskapets begrensning på 10 kt. METAR vind er basert på 10 min middelvind for retning og styrke, med 3 sek. vindkast ("gust"). Utskrift fra vindmålerne i den aktuelle perioden, viser at 10 min middelvind for bane 23 lå mellom 5 og 10 kt, med gust opp til 16 kt, med vindretning mellom 50° og 130°. For bane 05 var 10 min middelvind mellom 8 kt og 17 kt, med gust opp til 28 kt, med vinderetning mellom 140° og 180° (ref. pkt. 1.7.6).
- 2.3.2 Ved innsjekk på ENHF frekvens ble besetningen informert om aktuelle vindforhold av AFIS fullmektigen. Disse informasjonene var basert på vindmålere plassert i hver ende av rullebanen. Vinden som ble formidlet til WIF921 var avlest "øyeblikksvind", som er 2 min. middelvind med 3 sek. vindkast. Vinden var sterkt varierende både i retning og styrke og det var tidvis medvind på begge banene. Imidlertid var vinden generelt noe svakere på bane 23. Dette bekreftes av utskrifter av vindmålerne basert på 10 min middelvind og 3 sek. Vindkast (ref. pkt. 1.7.6).
- 2.3.3 Ca. 7 min. før landing informerte AFIS-fullmektigen om at vinden dreide og at det så ut som at det kunne bli rullebane 05. Ca. 2,5 min. før landing fikk besetningen en vindinformasjon som var spesielt gunstig for landing på bane 05, ved at rapportert vind var maks 7 kt og at vindpølsa hang rett ned. Imidlertid fikk de like etter, ca. 30 sek. før landing, en kontrabeskjed om at vindkast da var oppe i 24 kt fra syd til sydvest i kastene. Disse informasjonene samsvarer godt med utskriftene fra vindmålerne som vist under pkt. 1.7.6. Havarikommisjonen vurderer at tilgjengelig og formidlet vindinformasjon gjenspeilet de faktiske forhold.
- 2.3.4 Informasjon fra Widerøe viser at selskapets flyginger til de regionale lufthavnene påbegynnes ofte i et tidsrom før det er tilgjengelige værvarsler og værrapporter i form av offisielle TAF og METAR. Flygerne må derfor i stor grad basere seg på IGA prognoser som den eneste værinformasjon som er tilgjengelig for planlegging. Videre værinformasjon må innhentes ved ankomst til bestemmelsestedet før landing. Widerøes flygere er derfor vant med å "være selvhjulpne" med hensyn til værinformasjon. SHT ser ikke bort fra at dette forholdet kan ha ført til at flygerne er mindre påpasselige med å innhente oppdatert TAF og METAR under korte bakkeopphold, og at de inntar en "vent og se holdning" med hensyn til vær og vind på neste landingsplass (ref. pkt. 2.4.2).

2.4 Planlegging

- 2.4.1 Besetningen i WIF921 hadde tatt av fra ENHF tidligere på dagen. De hadde da sjekket værvarslet for ENHF resten av dagen. TAF indikerte bra værforhold og den aktuelle vinden ved avgang ENHF samsvarte med varslet.
- 2.4.2 Besetningen hadde et kort bakkeopphold på ENTC og innhentet ikke ny værinformasjon før avgang. Medvirkende til dette var at besetningen hadde sjekket varselet for ENHF før avgang derfra, og basert på denne forventet de ikke endringer i værforholdene.
- 2.4.3 Havarikommisjonen mener at korte bakkeopphold ikke må være til hinder for å innhente oppdatert vær før avgang til et nytt bestemmelsessted. Oppdatert værinformasjon kan innhentes fra LTT på avgangsstedet, eller fra selskapets trafikkavdeling. Av tilgjengelig værreporter kan en se fra METAR ENHF kl 1050Z og senere, at vinden hadde øket til 26 kt og at retningen varierte ”rundt hele vindrosen” (000°-360°). Med denne METAR tilgjengelig kunne besetningen ha vært bedre forberedt på mulige vindproblemer ved ankomst ENHF. SHT ser at innføringen av nye Security krav kan gi flygerne større tidsproblemer, men mener at selskapet bør vurdere prosedyrer som sikrer at besetninger lett får tilgang på oppdatert værinformasjon for neste landingssted ved korte bakkeopphold.

2.5 Vurdering av hendelsesforløpet før landing

- 2.5.1 Ved innsjekk på ENHF frekvensen ble besetningen på WIF921 informert om vindforholdene. Aktuell vind var da variabel i retning og styrke på begge baner, med opp til ca. 10 kt medvind på bane 23 og opp til ca 25 kt medvind på bane 05. Vinden favoriserte fortsatt bane 23, og besetningen planla en visuell innflyging til denne banen.
- 2.5.2 Bane 23 var også i bruk for annen trafikk, og hadde vært i bruk siden åpningen den dagen. Styrmannen, som fløy under ”supervision”, var Pilot Flying (PF) og ble rettleidet av fartøysjefen mot en visuell medvindslegg bane 23.
- 2.5.3 Under den videre innflygingen kom AFIS fullmektigen med fortløpende oppdateringer om vindforholdene. Informasjonen var omfattende med mange tall om retning, styrke og vindkast. Denne betydelige informasjonsmengden kan ha virket forvirrende på besetningen, og fartøysjefen kan ha blitt i tvil om bane 23 fortsatt var den best egnede for landing. Denne vurderingen støttes av at fartøysjefen ba om gjentakelser av tallene. Ca. 7 min før landing mottok besetningen en melding fra AFIS fullmektigen om at vinden favoriserte bane 05. SHT mener at denne meldingen, sammen med alle tidligere vindinformasjoner, medvirket til at fartøysjefen omgjorde sin tidligere beslutning om landing på bane 23. Han overtok kontrollen for selv å utføre landingen da han forventet turbulens på finalen.
- 2.5.4 Ca. 2,5 min før landing mottok besetningen en melding som ”sementerte” beslutningen om å lande på bane 05 (ref. pkt. 1.1.13). Fra dette tidspunktet synes besetningen å ha vært i ”landingsmodus” og fortsatte med å gå gjennom landingsjekklisten. Etter ”*stabilized call*” i 800 ft, mottok besetningen en vindinformasjon om 24 kt fra 180-240°. Vindmeldingen kom som en bisetning til en bekreftelse om at PLASI var på. SHT mener at måten denne vindinformasjonen ble gitt på, ved å inkludere to meldinger i en, var uheldig. Spesielt med tanke på at vindinformasjonen indikerte fare for vindskjær (ref. pkt. 1.9.2). Basert på samtaler med besetningen og annen informasjon, mener SHT at både

styrmannen og fartøysjefen i denne fasen var fokusert på selve landingen, og derfor ikke oppfattet innholdet i meldingen. Derfor ble ikke betydningen av meldingen, at det faktisk var over 10 kt medvind på bane 05, oppfattet av besetningen.

- 2.5.5 Ved en innflyging i null vind på en stabilisert glidebane på 4,5° med ca 100 KIAS, vil flyet ha en gjennomsyning på ca. 800 ft/min. Analyse av FDR data viser at LN-WIK hadde en gjennomsyning i størrelsesorden 1 000 ft/min, noe som indikerer at flyet hadde ca. 20 kt medvind på finalen.
- 2.5.6 Besetningen hadde valgt å fly med Vref + 10 kt. Vref var 89 KIAS og valgt innflygingshastighet var derfor 99 KIAS. FDR data viser at hastigheten varierte rundt 100 KIAS under den siste del av innflygingen, og at fartøysjefen dermed lyktes i å kontrollere hastigheten meget bra til tross for sterk turbulens. Innflygingen gikk tilsynelatende bra og i henhold til prosedyrene. Styrmannen kalte ”*stabilised*” i 800 ft (500 ft over banehøyde ved visuell innflyging) som forutsatt. SHT vurderer det som sannsynlig at verken styrmannen eller fartøysjefen oppfattet at den siste vindinformasjonen i realiteten ga dem 15-24 kt medvind på bane 05 (ref. pkt. 1.1.16).
- 2.5.7 3 sek. før landing oppfattet fartøysjefen at gjennomsyningen var for stor, ved at han uttrykte en forundring over det som skjedde. Samtidig droppet hastigheten ca. 20 kt. Dette mener SHT er en indikasjon på at et plutselig vindkast dreide retning fra ca 180° til ca 240°, og vindhastigheten økte fra ca. 15 kt til ca. 26 kt. SHT mener det er samsvar mellom AFIS rapportert vind 30 sek før landing, utskrift fra vindmåler vest 05 (se pkt. 1.7.6) og Storm Weather Center vindsimulering (Vedlegg F), og at hastigheten droppet 20 kt på ett sekund (se Figur 5). Fartøysjefen forsøkte å gå rundt ved å øke motorkraften og heve nesestillingen, men rakk ikke å stoppe gjennomsyningen før flyet traff rullebanen. Motorene rakk ikke å akselerere til mer enn ca. 50 % før nedslaget. Analyse av FDR data (se Figur 5) viser at flyets vertikale bane ble brattere under de siste 3 sek før landing. Det indikerer at det ikke ble noen utflating før landing og flyet fortsatte med stor gjennomsyning helt til det traff asfalten. Dette bekreftes også av at flyet traff rullebanen langt foran normalt setningspunkt, med høyre hjul bare ca. 18 m fra asfaltkanten i enden av banen. Det er en indikasjon på at flyet har droppet vesentlig under glidebanen på 4,5°. Havarikommisjonen vurderer det som umulig å redde en slik situasjon. Den siste sikkerhetsbarrieren var at fartøysjefen kunne ha avbrutt innflygingen etter den siste vindinformasjonen besetningen mottok ca. 30 sek før landing. SHT mener at omstendighetene tyder på at besetningen ikke oppfattet innholdet i, eller konsekvensen av meldingen og at ulykken dermed var uunngåelig.
- 2.5.8 FDR utskrift viser videre at det var økende drift til venstre på sluttinnlegget. Fartøysjefen forsøkte å kompensere for avdriften ved å krenge mer til høyre (inn i vinden) og holde retningen med økende venstre sideror (side slip, se pkt. 1.11.2). Avdriften har vært så stor at fartøysjefen ikke lyktes helt med å eliminere driften til venstre, selv med økende krenkning inn i vinden. LN-WIK landet derfor hardt på høyre understell. Dette er indikert av gummistripene fra høyre hjulpar.
- 2.5.9 I det kraftige sammenstøtet med rullebanen som følge av stor gjennomsyning og sideveis drift, ble understellets Fuse Pin overbelastet av vertikale og laterale påkjenninger. Dette er i henhold til designkriteria. Flyet la seg dermed ned på høyre understell og vingetipp, og propellbladene tok nedi rullebanen. Basert på avstanden mellom propellmerkene i asfalten og propellturtall fra FDR, viser beregninger at flyet

hadde en bakkehastighet på ca. 97 kt. Sammenliknet med flyets hastighet fra FDR, mener SHT at flyet har landet med ca. 20 kt medvind som diskutert foran.

- 2.5.10 Havarikommisjonen er kjent med at det blant enkelte flygere hersker en misforstått oppfatning om at slike situasjoner kan unngås ved å øke innflygingshastigheten tilsvarende økning i vindkast. SHT vil understreke at dette ikke var tilfellet ved denne ulykken. Besetningen fulgte selskapets prosedyre og økte hastigheten med 10 kt, noe som SHT mener var korrekt. SHT vil likevel påpeke dette da undersøkelser av andre ulykker og hendelser i forbindelse med landing har vist at det ofte holdes for høy hastighet under landing under vanskelige forhold.
- 2.5.11 For å illustrere konsekvenser av en slik praksis, ville det i dette tilfellet ha resultert i en øket innflygingshastighet med 27 kt. Det ville ha gitt en $V_{ref}+27$ kt. I tillegg til å sette til side alle landingsdata i AFM, ville en slik praksis ha ført til en ukontrollerbar utflating og forhindret setting på normalt landingspunkt på en kortbane. V_{ref} er basert på at flyet skal flys på en $4,5^\circ$ glidebane gjennom "screen height" av ca. 35 ft med korrekt angrepsvinkel for 35° flaps og med en bestemt landingsmasse. V_{ref} er basert på $1,3 \times V_{stall}$ i den aktuelle konfigurasjonen. Det er tillatt å øke V_{ref} med 10 kt i kastevind. Det er standard praksis å øke V_{ref} med halve gusthastighet. Dersom hastigheten økes ytterligere, vil flyet ha for lav angrepsvinkel og vil flyte langt i utflatingen ved bruk av den foreskrevne landingsteknikken. 20 kt høyere hastighet vil gi ca. 200 ft/min høyere gjennomsynking med bibehold av den samme innflygingsvinkel. Denne økningen kommer i tillegg til øket gjennomsynking som følge av medvind. Dersom fartøysjefen på LN-WIK hadde fløyet med $V_{ref}+20$ kt og hatt 20 kt medvind, ville gjennomsynkingen ha vært ca. 1 200 ft/min. Det ville da ikke ha vært mulig å lande flyet på foreskrevne måte.
- 2.5.12 Den høyeste rapporterte vindhastigheten på bane 05 var 12 kt med kast til 27 kt. Dermed var gusthastighet 15 kt ($27-12=15$) og V_{ref} burde ha vært øket med 8 kt. Fartøysjefen hadde valgt $V_{ref}+10$, som SHT mener var i tråd med selskapets prosedyrer.
- 2.5.13 Det kan synes som den spesielle teorien om øket finalehastighet er basert på en misforståelse om at den økte gjennomsynkingen kommer av at flyet steiler. Det er ikke tilfellet. Flyets steilehastighet i dette tilfellet var 69 KIAS ved den aktuelle konfigurasjon og landingsmasse. FDR data viser at den laveste registrerte hastigheten var 78 KIAS, altså 9 KIAS over V_{stall} . Det som skjedde, var at en plutselig reduksjon i indikert hastighet på 20 kt resulterte i et like plutselig øket kraftbehov. Gjennomsynkingen (Rate of Descent) er kontrollert av: $R/D = (D-T)V/W$ (der $D=$ Drag, $T=$ Thrust, $V=$ hastighet og $W=$ landingsvekt)⁴. I dette tilfellet ser vi at hastigheten droppet 20 KIAS på 1 sek (se Figur 5). I dette hastighetssjiktet vil en hastighetsreduksjon resultere i øket luftmotstand dersom angrepsvinkelen økes for å unngå redusert løft. Ved en hastighet som er 20 kt lavere, vil luftmotstanden (D), og dermed kraftbehovet (T), være vesentlig høyere for å holde den samme stabile gjennomsynkingen. Selv med 0,5 sek reaksjonstid hos flygeren, vil treghet i motor-/propellsystem gjøre at det vil ta flere sekunder fra for eksempel 10 % T_q til 100 %. Det vil derfor gå flere sekunder før flyet stopper gjennomsynkingen. I tillegg kommer at et fly som flyr en glidebane på $4,5^\circ$, sammenliknet med en standard glidebane på 3° , har 200-300 ft/min høyere gjennomsynking, og dermed tilsvarende større vertikal bevegelsesenergi som skal elimineres i utflatingen. Den spesielle norske kortbaneoperasjonen gir dermed mindre marginer for avvik når det gjelder spesifisert glidebane, flyhastighet, gjennomsynking og presis utflating. Dersom et kraftig vindkast

⁴ USAF Test Pilot School Performance Manual, FTC-TIH-70-1001, Edwards AFB 1970.

med vinddreining til medvind kommer på siste del av innflygingen, vil det være vanskelig å forhindre en hard landing eller et havari. Det er dette havarikommisjonen vurderer som høy risiko ved å akseptere gjeldende praksis med kortbaneoperasjoner i vindkast som kan gi plutselig medvind.

- 2.5.14 Som beskrevet under pkt. 1.17.6.2 følger Widerøe opp sine flyoperasjoner gjennom sitt FDM program. Data fra innflyginger til ENHF viser at flygerne i stor grad er lojale mot selskapets prosedyrer, med relativt små avvik fra de prosedyrebestede innflygings-hastighetene. SHT anser dette for å være et viktig sikkerhetsbidrag som kan tilskrives Widerøes sikkerhetsfremmende tiltak.

2.6 Vurdering av hendelsesforløpet etter landing

- 2.6.1 Flyet landet med en kurs på 052°. Etter nedslaget krenget flyet 13° til høyre og svingte ytterligere 2° til høyre (inn i vinden) og hadde kurs ut av rullebanen (se Figurene 2 og 6). FDR data viser at fartøysjefen klarte ved hjelp av venstre sideror, venstre balanseror, samt reversering på venstre motor, å rette opp flyet og svinge tilbake mot senterlinjen av banen (ref. pkt. 1.11.2). Det var først under de siste 7 sek før stopp at høyre vingetipp skrapte ned i asfalten og bremsing på venstre hjul ikke lengre var nok til å motvirke dreiemomentet til høyre. Flyet svingte derfor ut til siden og stoppet på høyre baneskulder mellom TWY B og C (se Figurene 7 og 8).
- 2.6.2 Havarikommisjonen berømmer fartøysjefen for hans ferdigheter til å kontrollere flyets bane nedover rullebanen. Liknende ulykke på Båtsfjord og Q400 ulykkene i SAS viste at det ikke er en selvfølge at det er mulig å holde flyet på rullebanen dersom en understellslegg folder seg under landing. Ved alle de øvrige tilsvarende ulykker skar flyene ut av rullebanen.
- 2.6.3 Etter at flyet stoppet, stengte fartøysjefen ned motorene og beordret evakuering. Styrmannen fortsatte å kommunisere med AFIS i tråd med nødsjekklisten. Hans oppgave i en slik situasjon var å melde fra til AFIS om antall personer om bord og gjenværende brennstoffmengde. Deretter skal styrmannen evakuere og dermed være den første personen ut av flyet. Det er forutsatt at han deretter skal assistere med å evakuere kabinen. Dette ble også gjort, men styrmannens kommunikasjon med AFIS tok verdifull tid med tanke på eventuell brannfare. SHT mener at brannfaren ved et flyhavari alltid er overhengende, og at evakuering av flyet må iverksettes så fort som mulig. Informasjon til AFIS/TWR i en slik situasjon er sekundær. SHT mener derfor at det er grunn til å revurdere dette punktet i nødsjekklisten etter havari. Se Vedlegg E.
- 2.6.4 Feil bruk av PA-systemet gjorde at meldingen fra cockpit ikke nådde kabinen. SHTs vurdering er at det ikke var opplagt for cockpitbesetningen at meldingene fra cockpit ikke kom ut på kabinens høyttaleranlegg. Havarikommisjonen mener at den kabinansatts (CA) aktive påvirkning bidro til at det ikke gikk enda lengre tid før evakuering. I mellomtiden klarte hun og en Widerøeansatt blant passasjerene å hindre at passasjerene på egen hånd evakuerte gjennom nødutgangene.
- 2.6.5 Det er forståelig at passasjerene var skremt av røyk og svidd lukt i kabinen. Det samme var tilfellet ved havariet med LN-WIS på Båtsfjord i 2001 (ref. pkt. 1.18.1.3). Havarikommisjonen vil berømme den kabinansatte for hennes rolige og klartenkende oppførsel. Hun hadde lest rapporten etter ulykken på Båtsfjord og var meget bevisst på at evakuering måtte vente til propellene hadde stoppet, og hun hadde mottatt

evakueringsordre fra fartøysjefen. Mens flyet rullet/skled nedover rullebanen, snakket hun til passasjerene på kabinens høyttaleranlegg flere ganger og forsøkte å roe dem ned.

- 2.6.6 Andre ulykker i forbindelse med utforkjøringer etter landing har vist at det ofte oppstår brann. I den aktuelle ulykken stoppet LN-WIK 23 meter fra et drivstoffanlegg. SHT mener dette indikerer risikopotensialet ved utforkjøringer fra rullebaner.

2.7 Evakuering

- 2.7.1 Nødbelysning i kabinen var ikke tent. Det hadde ingen betydning i denne ulykken, men nødbelysningen vil være av stor betydning ved evakuering av kabinen i mørke. Det er videre klart at fartøysjefens første evakueringsordre ble gitt mens strømmen på flyet fremdeles var på. Under normal nedstenging av flyet etter flyging, slås bryteren for Emergency Lights (nødbelysningen) til OFF, mens prosedyren for nødevakuering krever at den samme bryteren settes til ON. Med bryteren i posisjon ON, vil nødbelysningen fungere både på hovedstrøm og nødstrøm. SHT vurderer det derfor som sannsynlig at fartøysjefen, av gammel vane i en stresset situasjon, har slått denne bryteren fra ARM til OFF, slik det gjøres rutinemessig under nedstenging etter flyging. Det er et velkjent psykologisk fenomen at mennesker kan utføre reflekshandlinger av innlærte prosedyrer ("*reversion*") under stress. Under flyging skal bryteren for Emergency Lights stå i ARM. Det sikrer at lysene tennes automatisk når strømmen brytes. Det er derfor ikke nødvendig at fartøysjefen rører denne bryteren i en nødsituasjon. SHT mener derfor at Widerøe bør vurdere å endre nødprosedyren.
- 2.7.2 Fartøysjefen gjentok evakueringsordren flere ganger uten at disse meldingene kom ut på høyttaleranlegget. Siste gangen ble meldingen formidlet til CA via styrmannen når denne evakuerte fra cockpit, og evakuering kunne iverksettes gjennom kabindøren og nødutgangen på venstre side.
- 2.7.3 Kabinansatt (CA) utviste en profesjonell håndtering av situasjonen og omsorg for passasjerene. Hun måtte også vite hvilken side de skulle evakuere på avhengig av roterende propell. Havarikommisjonen har ved flere ulykker og hendelser registrert at Widerøes kabinansatte har utført sine sikkerhetsoppgaver på en pliktoppfillende og profesjonell måte.
- 2.7.4 På den annen side er det SHTs mening at samarbeidet og samtrentingen mellom cockpit og kabin i forbindelse med havarier og nødevakuering kan forbedres. I undersøkelsene etter Båtsfjordulykken påpekte havarikommisjonen at fartøysjefens evakueringsordre ikke kom ut på kabinens høyttaleranlegg, og fremmet en tilråding om en generell kontroll av systemet i hele flåten (ref. pkt. 1.18.2.3). Dette ble iverksatt uten å finne uregelmessigheter. Heller ikke under evakueringen av LN-WIK kom fartøysjefens evakueringsordre ut på kabinens høyttaleranlegg. SHT vurderer det som mest sannsynlig at årsaken til dette var feil betjening av PA-systemet i cockpit (ref. pkt. 1.6.5). SHT vurderer det som mest sannsynlig at velgeknappen var satt til feil posisjon og at sendingen derfor gikk ut på en annen frekvens. Siden PA-systemet i både LN-WIS og LN-WIK fungerte som forutsatt ved testing etter begge ulykkene, mener SHT at det sannsynligvis var den samme årsaken til at meldingene ikke kom ut på høyttaleranlegget.
- 2.7.5 Selskapets nødevakueringsprosedyre er vist i Vedlegg E. SHT vurderer at prosedyren i for stor grad er basert på en kontrollert evakuering etter en avbrutt avgang og med liten fare for brann. Det fremgår av prosedyren at styrmannen (RP) skal informere LTT om

diverse detaljer om utstyr, passasjerer og brennstoff. SHT mener at viktigheten av denne informasjonen ikke står i forhold til betydningen av å få evakuert passasjerer og besetning hurtigst mulig med tanke på brannfaren. Ved et havari som følge av utforkjøring har ikke cockpitbesetningen oversikt over branntilløp eller fare for brann som følge av brennstofflekkasjer eller brann i brems, hjul, etc. Ved denne ulykken gikk det uforholdsmessig lang tid før evakueringen ble iverksatt. SHT vurderer at denne forsinkelsen var en direkte følge av utformingen av Widerøes nødsjekkliste (ref. pkt. 2.6.3 og Vedlegg E). SHT mener at den viktigste informasjonen til LTT er at det evakueres på høyre, venstre eller begge sider av flyet. Etter at denne informasjonen er gitt, mener SHT at styrmannen fortest mulig bør forlate cockpit for å assistere med evakueringen av passasjerene.

- 2.7.6 Basert på undersøkelsene etter ulykken på Båtsfjord og denne ulykken på Hammerfest, mener SHT at selskapet bør se på nødevakueringsprosedyren (Emergency On Ground), samt legge mer vekt på trening i nødevakuering, både med nye flygere og besetningsmedlemmer, og periodisk nødtrening med hele besetninger.
- 2.7.7 SHT vurderer at resten av evakueringen fungerte som forutsatt, og at bistanden fra redningsmannen fra Norsk Helikopter og lufthavnens brannmannskaper bidro til en effektiv og hurtig evakuering.

2.8 Brann- og redningstjenesten

Havarikommisjonen mener at lufthavnens brann- og redningstjeneste fungerte som forutsatt.

2.9 Selskapets prosedyrer og vindbegrensninger på kortbaner

- 2.9.1 På hendelsestidspunktet var den tillatte sidevindskomponent på kortbaner 36 kt. Dette er den samme vindkomponent som står som "maximum demonstrated cross wind" i ytelseskapitlet (Performance Chapter) i AFM. Det betyr at det er den høyeste sidevind som flyfabrikken har demonstrert under testing på en lang og bred bane under forhold med stabil sidevind. På tilsvarende måte tillater fabrikkens prosedyrer landing i opp til 10 kt stabil medvind. Dette er basert på ytelsesdata i AFM, som igjen er basert på sertifiserte data på tørr og lang rullebane. De fleste norske kortbanene er omkranset av kupert terreng som kan gi vindskjær og turbulente inn- og utflygingsforhold. SHT mener derfor at det er grunn til å se på den enkelte flyplass spesielt, og fastsette vindbegrensninger for den enkelte lufthavn basert på kjente vindforhold. ENHF er et godt eksempel på dette hvor forholdene er relativt godt kartlagt. AIP Norge inneholder bl.a. en klar advarsel om vindskjær/virvelvinder på siste del av sluttinnlegget til RWY 05 ved vind fra 120-180° over 20 kt (ref. pkt 1.10.3). Denne advarselen var overført til Widerøes innflygingskart for ENHF. Det var derfor ikke tale om ukjente vindforhold. SHT mener at intensjonen med advarselen var at den skulle være en støtte til besetninger i vurdering av landingsforholdene. SHT mener at denne advarselen ikke fungerte etter hensikten i den forstand at den ikke ble vurdert som en vindbegrensning, men som rådgivende informasjon (Ref. Vedlegg D). Den endelige avgjørelsen om landing eller ikke, var basert på fartøysjefens skjønnsmessige vurdering basert på vindinformasjon fra AFIS, uten at det blir tatt tilstrekkelig hensyn til den offisielle rapporterte vindinformasjon i METAR. "Øyeblikksvind" basert på 2 min. middelvind (med 3 sek. vindkast), kan endre seg på noen sekunder som vist i dette tilfellet. Ved denne ulykken var det dessuten varslet og rapportert vind fra 190-200°. Det er egentlig utenfor den vindsektoren som det advares

mot. SHT mener derfor at det er grunnlag til å endre denne advarselen ved å øke sektoren.

- 2.9.2 Denne og tidligere ulykker og hendelser, indikerer at dersom advarselen skal ha noe effekt, bør den innarbeides i selskapets prosedyrer. Vindsimuleringen som havarikommisjonen har fått utført (ref. pkt. 1.16.1 og Vedlegg F) viser hvorfor en har de spesielle vindforholdene rundt ENHF. Det som utgjør den største risikofaktoren er vindskjær. Det betyr at vinden kan dreie plutselig fra motvind/sidevind til medvind slik som ved denne ulykken. Havarikommisjonen mener derfor at Widerøe bør revurdere vindbegrensningene på kortbaner. Som en kan se av denne ulykken, er det vanskelig å beregne nøyaktig hvordan og når kastene vil komme. Selv om en ikke har planlagt landing i medvind, kan det inntreffe at vinden plutselig dreier forbi rett sidevind og gir flyet en medvindskomponent. Denne komponenten vil trolig bli mindre enn om en planla landing i opptil 10 kt medvind, og således beholdt sikkerhetsmarginen.

2.10 Vindsimulering og AIP informasjon om vindforhold ved ENHF

- 2.10.1 Vindsimuleringen som havarikommisjon har fått utført, viser hvordan omkringliggende terreng påvirker vindforholdene rundt Hammerfest lufthavn (ref. pkt. 1.16). I tillegg viser de registrerte vindmålingene ved denne ulykken at de vanskelige vindforholdene inntraff ved vindretning delvis utenfor den sektoren som det er advart mot i AIP Norge (120°-180°, ref. pkt. 1.7.6). Havarikommisjonen mener derfor at erfaringene fra denne ulykken, i tillegg til resultatene av SHTs vindsimulering, bør brukes til å oppdatere advarselen i AIP Norge, ENHF, AD 2.23, 4.1, med en utvidelse av sektoren.

2.11 Vindmåler på Storfjellet

- 2.11.1 Vindmåleren på Storfjellet (ref. pkt. 1.10.5) var ute av drift på ulykkestidspunktet. Havarikommisjonen mener at denne vindmåleren er vesentlig for at flygere og AFIS fullmektiger skal kunne vurdere generell vindretning og styrke i forhold til aktuelle advarsler i AIP Norge og flyselskapenes prosedyrer. Vindforholdene på lufthavnen vil være sterkt påvirket av det omkringliggende terrenget og vil være meget varierende i retning og styrke når det blåser over 20 kt fra syd-syd-øst og fra nord-vest-nord (ref. pkt. 1.16).
- 2.11.2 SHT mener videre at informasjon fra denne vindmåleren bør brukes av AFIS og Widerøe til å bedømme rullebane i bruk og landingsforholdene på flyplassen. Sett i forhold til Widerøes vindbegrensninger i høyden, slik det gjøres for andre flyplasser med vanskelige vindforhold, kan det gi fartøysjefene et bedre beslutningsgrunnlag før landing. Som referert i pkt. 1.18.6 setter AIP Norge krav til at operatørene fastsetter vindbegrensninger både for høydevind og bakkevind. Begrensninger for høydevind bør baseres på vindmålere montert på nærliggende fjelltopper eller høydedrag. SHT mener at det i tråd med AIP bør fastsettes høydevindbegrensninger for Hammerfest, basert på vindmåleren på Storfjellet, på tilsvarende måte som for eksempel Evenes. Havarikommisjonen mener at landing ikke bør tillates med denne vindmåleren ute av drift når det er varslet vind som omfattes av høydevindsbegrensninger. Det vises til pkt. 1.18.8 om Avinors tiltak etter ulykken. Data fra vindmåleren på Storfjellet er i ettertid inkludert i METAR for ENHF.

2.12 Bruk av tilgjengelig vindinformasjon under innflyging

- 2.12.1 SHT har ved flere tidligere undersøkelser av ulykker og hendelser (DHC-8-103 ENHF 1999, DHC-8-103 ENHF 2000, B737-500 ENEV 2005, B737-700 ENTC 2007) registrert at flygere baserer sine beslutninger om å lande i sterk vind med variabel retning, utelukkende basert på vindinformasjoner fra AFIS/TWR. Dette er en gammel praksis som tidligere har ledet til alvorlige hendelser eller ulykker i forbindelse med landing. Havarikommisjonen mener at flygere i større grad må basere seg på observert (METAR) vær, samt selskapets vær- og vindbegrensninger på aktuelle landingsplasser. SHT viser her til JAR-OPS bestemmelser (ref. pkt. 1.18.5). SHT forutsetter at *"latest available report"* innenfor 30 min. menes den offisielle METAR. SHTs vindsimulering (ref. Vedlegg F) bekrefter hvor skiftende og turbulent vindforholdene på ENHF vil være ved de vindretninger som det er advart mot i AIP Norge. Det indikerer at det er vindretningen og styrke i høyde med toppen av Storfjellet (ca. 1300 ft) som best kan indikere den best egnede baneretningen. Den aktuelle vindmåleren på Storfjellet var ute av drift, men besetningen hadde vindindikasjon på sine Flight Management Systemer (FMS) og kan lese av vind ved passering av 1 200 – 1 400 ft. SHT er oppmerksom på at FMS vind ikke er helt å stole på, spesielt i en fase med hastighets- og høydeendringer. Det har vært observert opptil 20 kt differanse i avlest vindhastighet mellom de to FMS systemene i DHC-8, samt stor differanse i vindretning. Til tross for dette er bruk av FMS vind, sammen med METAR i landingsplanleggingen, bedre enn avlest "øyeblikksvind" (2 min. vind med 3 sek. gust) fra AFIS dersom vindindikasjon på Storfjellet ikke er tilgjengelig. SHT viser til spesifikasjonene for vindmålere (ref. pkt. 1.7.6). Det er viktig å merke seg at METAR vind er 10 min. middelvind og "øyeblikksvinden" i AFIS/TWR er 2 min. middelvind. Gust inkludert i METAR og "øyeblikksvind" er basert på 3 sek. maksimum i løpet av 10 min. eller 2 min. middelvind. Den vinden som en får opplest fra AFIS/TWR er således ikke en reell "øyeblikksvind", men en "historisk middelvind" registrert i løpet av en forutgående 2 min. periode. Dersom en baserer seg på landing med en vind som er opplest like før landing, er dette allerede en historisk vind, og en kan bli utsatt for vindbyger som er inkludert i 10 min. middelvind (som indikert i METAR). Derfor mener SHT at landing ikke bør planlegges basert på vindverdier som er lavere enn angitt av siste METAR. Dersom AFIS fullmektig og flygerne baserer seg på bruk av rullebane bare på en "øyeblikksvind", kan det naturlig nok skifte fra den ene til den andre baneretning som i dette tilfellet. Det er ingen garanti for at vinden ikke kan endre seg vesentlig noen sekunder etter en opplest 2 min. middelvindindikasjon. I dette tilfellet var vindinformasjonene fra AFIS fullmektigen meget varierende og indikerte generelt medvind på begge rullebanene, dog minst på bane 23. Med så mange forskjellige tall å forholde seg til under relativt kort tid, samt å relatere tallene til baneretning og selskapets begrensninger i forhold til aktuelle vindkomponenter, mener havarikommisjonen at besetningen vanskelig kunne fatte en riktig beslutning i løpet av sekunder.
- 2.12.2 Dersom besetningen hadde basert seg på de offisielt rapporterte vindforholdene, ville de hatt et generelt bilde av vindretning og styrke. Sammenholdt med selskapets advarsel på innflygingskartet for ENHF, ville det ha fremgått at vindretning og styrke var over de kritiske 20 kt og at det kunne forekomme vindskjær og virvler på siste del av sluttinnlegget. Dermed ville det tydeligere ha vært klart at den oppgitte vindstyrken i kastene kunne komme medvinds på sluttinnlegget, og tvunget frem en avgjørelse av fartøysjefen om ikke å lande ved de gjeldende vindforholdene. Dette er "etterpåkløkskap" ("*counterfactual*", Dekker, 2006) og var ikke like klart for besetningen på beslutningstidspunktet. Det er også lett i ettertid å se at fartøysjefen burde gitt seg selv mer tid til å vurdere vindforholdene og baneretning, og mulige alternativer. Videre er det

lett å se at fartøysjefen, som også var ”*supervisory pilot*”, ikke burde ha landet under de rådende forholdene. Imidlertid mener SHT at fartøysjefens avgjørelser må ses på bakgrunn av hans egen vurdering av de aktuelle forholdene sett i forhold til selskapets prosedyrer, praksis, sikkerhetskultur, og hans egne kunnskaper, erfaringer, trening og forutsetninger.

- 2.12.3 Selskapet aksepterte å planlegge landing med 10 kt medvind på korte baner. Dette var basert på godkjente prosedyrer i AFM. Imidlertid er disse prosedyrene basert på stabil medvind. I dette tilfellet skiftet vinden fra motvind til medvind i kastene, i tråd med advarselen i AIP Norge og selskapets innflygingskart (”*wind shear/eddies*”). SHTs forståelse av uttrykkene ”vindskjær/virvelvinder” (”*wind shear/eddies*”) er at vinden plutselig kan skifte retning (”vindskjær”) og styrke. Det må tolkes som at den rapporterte styrken kan komme fra den sektorretningen som er rapportert, i dette tilfellet kast opp i 27 kt som rapportert ca. 4 min før landing (kl. 14:32:58, ”*seksti grader åtte (...) maks tretten og varierende mellom tjue og nitti (...), på null fem hundreogstøtti tolv gusting tjuesju og variasjon mellom femti grader og tohundreogtjue*”). SHT vurderer at dersom denne meldingen hadde blitt oppfattet og diskutert blant besetningsmedlemmene (i tråd med selskapets CRM filosofi) og vurdert opp mot selskapets begrensninger for landing på kortbaner, er det sannsynlig at besetningen ikke hadde byttet til bane 05, eller at fartøysjefen hadde besluttet at landing ikke var tilrådelig.
- 2.12.4 Det er vanskelig å gardere seg mot plutselig skifte av vindkast fra motvind/sidevind til medvind under landing på kortbaner. En prosedyre som ikke tillater planlagt landing i medvind ved store endringer i vindretning og styrke, vil være en beslutningsstøtte for fartøysjefen. Det er ikke medvind i seg selv som er problemet, men plutselig skifte av retning. Dersom et fly flyr i 20 kt sidevind i det ene øyeblikket og plutselig kommer inn i et vindskjær der vinden skifter til 20-25 kt medvind, vil flyhastigheten plutselig droppe 20-25 kt. Det var dette som skjedde i det aktuelle tilfellet. Utskrift av vindmålingene (10 min. vind med 3 sek. gust) på bane 05 (se pkt. 1.7.6) viser at det ble registrert et kast på 26 kt like før LN-WIK landet, etterfulgt av langt lavere vindhastighet. Dette samsvarer med FDR data som viser at hastigheten droppet ca. 20 kt 2 sek. før nedslaget. Etter nedslaget økte flyhastigheten igjen. Det tyder på at vinden dreide tilbake mot sydøst-øst og avtok i styrke (”*mellom femti grader og tohundreogtjue*”) samtidig som kastet avtok. Dette er normalt, da vindens retning dreier mot høyre (økende kompassretning) når vindhastigheten øker i kastene (*Coriolis*-effekten på den nordlige halvkule).
- 2.12.5 Det kan diskuteres hvorvidt besetningen kan ha nytte av å se på vindpølsen nær terskelen før landing på en kortbane. SHT mener at arbeidsbelastningen for en besetning under innflyging til en norsk kortbane er så høy at dette er urealistisk. Ved de aktuelle vindforholdene kunne dessuten vindpølsene ha vist motsatt vindretning. Som diskutert foran mener SHT at METAR og høydevind (Storfjellet) bør være utslagsgivende for valg av rullebane og som beslutningsgrunnlag for landing innefor selskapets begrensninger. ”Øyeblikksvind” (2 min. vind) fra AFIS bør brukes som en kontroll av maksimumsverdier i forhold til METAR og baneretning.

2.13 Beta varselyd under flyging

- 2.13.1 Under innflygingen hørte besetningen lydvarsel for propellenes ”beta range”. Dette lydvarselet kom to ganger mens de fløy mot base legg. Lyden høres ut som ”fuglekvitter” og initieres dersom sperrene for ”beta range” løftes når flyet er i luften. Å løfte sperrene i luften kan resultere i at ett eller begge throttle håndtakene kan gå inn i ”discing” eller

revers, med katastrofalt resultat. SHT finner det betenkelig at besetningen ikke kjente igjen lydvarselet og betydningen av dette. Fartøysjefen mente at lyden kom fra nødfrekvensen og at det muligens var fra en nødpeilesender. Selskapet har senere hatt en alvorlig luftfartshendelse der begge propellene gikk i "discing" eller revers, og medførte at flyet kortvarig kom ut av kontroll. Årsaken var at fartøysjefen trakk tilbake throttle håndtakene samtidig med at fingrene grep rundt throttle-sperrene. Turbulensen, med tilhørende negativ G-belastning, førte til at fartøysjefens hånd ble løftet og sperrene ble opphevet. Dermed kom propellene inn i "beta range". SHT vurderer det som sannsynlig at throttle-sperren for en eller begge throttlene ble aktivert som følge av turbulensen under innflygingen til Hammerfest. Etter den alvorlige luftfartshendelsen har Widerøe satt opp advarsler nær throttle håndtakene, men SHT mener at konsekvensene ved at propellene kan komme inn i "beta range" er så store at selskapet bør vurdere alternative måter å sperre "beta range" på når flyet er i luften, samt å vurdere om flygernes kunnskaper om dette systemet er tilstrekkelig. Dette forholdet hadde ingen betydning for denne ulykken, men SHT vurderer det som en risikofaktor. Styrmannen har bekreftet for SHT at han ikke hadde hørt dette lydvarselet tidligere. Det indikerer at flygernes opplæring i systemkunnskap han forbedres.

2.14 Knust kabinvindu nr. 2

2.14.1 I havariet ble biter fra høyre propell slynget inn i skroget og i høyre kabinvindu nr. 2, som ble knust. Det samme skjedde ved havariet på Båtsfjord i 2001. Ved en utforkjøring på Vadsø lufthavn i 2003 ble høyre kabinvindu nr. 2 knust av biter fra propellen, og en bladbit penetrerte skrogsiden. Havarikommisjonen mener at dette innebærer en sikkerhetsrisiko for passasjerer som sitter i de aktuelle seteposisjoner.

2.14.2 I høringen av denne rapporten har Luftfartstilsynet redegjort for konstruksjons- og sertifiseringskravene som gjelder for skader som følge av tap av propellblader eller biter fra propellblader (ref pkt. 1.18.9). SHT vurderer at i verste fall kan to passasjerer bli alvorlig skadet dersom et propellblad penetrerer et kabinvindu eller skroget. Basert på gjeldende sertifiseringsregler er denne risikoen akseptert da den kommer inn under "hazardous" kategori som inkluderer "serious or fatal injury to a small number of passengers or cabin crew".

2.15 Fuse Pin

2.15.1 Havarikommisjonen har undersøkt fire ulykker med denne flytypen som følge av overbelastet eller brukket Fuse Pin i understellet under landing på kortbaner (LN-WIL ENHF 1999, LN-WIS ENBS 2001, LN-WIG ENBL 2001, LN-WIK ENHF 2005. Ref. pkt. 1.18.1). I rapporten etter Båtsfjordulykken skrev havarikomisjonen (ref. HSLB RAP 42/2003):

"Nevnte bolt har sviktet i flere landinger med Widerøes DHC-8-103 på kortbaner. I andre tilfeller har boltene blitt skadet og blitt skiftet etter harde landinger. Dette kan være en indikasjon på at de operasjonelle prosedyrer, flygernes praktisering av prosedyrene, ferdigheter, trening, eller flygernes kunnskaper om typens ytelser i landingskonfigurasjon, kan forbedres."

2.15.2 Ulykken på Hammerfest 1. mai 2005 har likhetstrekk med Hammerfestulykken i 1999 og Båtsfjordulykken i 2001. Svikten i Fuse Pin har i alle tilfellene vært relatert til overbelastning. Som beskrevet under pkt. 1.6.4 er Fuse Pin konstruert for å svikte ved en

gjennomsynking på 600 ft/min. I dette tilfellet var gjennomsynkingen i størrelsesorden 1 000 ft/min, og SHT mener derfor at Fuse Pin har fungert som forutsatt.

2.16 Widerøes Stabilized Approach konsept

- 2.16.1 SHT har undersøkt flere ulykker og hendelser relatert til norske kortbaneoperasjoner. I flere av disse undersøkelsene har SHT kunnet konstatere at Widerøes konsept for stabiliserte innflyginger ikke fungerer optimalt ved kortbaneoperasjoner. Besetningen har fulgt prosedyrene og var stabilisert ved passering av terskelhøyde + 500 ft. Det har ikke forhindret at flyet har kommet inn i en ustabilisert situasjon på bratte innflyginger som en konsekvens av vindkast som har dreid fra delvis motvind til medvind på kort finale.
- 2.16.2 Havarikommisjonen mener det bør vurderes om det bør være et prosedyrepålagt "deviation calls" ved avvik fra den visuelle glidebanen (PLASI) på tilsvarende måte som det er "deviation calls" ved avvik/"go-around" fra ILS. Widerøe hevder på den annen side at det ikke bør være for mange "deviation calls" og at det i dette tilfellet ikke ville gitt rom for handling som kunne ha hindret ulykken. SHT mener likevel at det er meget viktig at PNF utfører en aktiv overvåking av landingsparametere og vindforhold. I dette tilfellet var det vindforholdene som var kritiske, og som det var PNFs oppgave å følge nøye med på og assistere fartøysjefen med "call out" ved overskridelse av selskapets begrensninger. SHT mener imidlertid at det er urealistisk at besetningsmedlemmene skal kunne beregne side- og medvindskomponenter kontinuerlig under innflygingen basert på vindinformasjon fra AFIS/TWR, basert på avlest "øyeblikksvind" med kontinuerlige variasjoner.
- 2.16.3 Widerøe mener at selskapet har god kontroll over sine flyoperasjoner gjennom sitt FDM program. SHT er enig i dette, men statistikken viser også at det fortsatt forekommer avvik fra stabilisert innflyging, selv om trenden er nedadgående.

2.17 Menneskelige faktorer

2.17.1 Kommunikasjon

- 2.17.1.1 Havarikommisjonen mener det var prisverdig at AFIS fullmektigen ønsket å holde besetningen oppdatert med vindinformasjoner, men det er mulig at dette ble så mange tall å forholde seg til at besetningen ikke fikk med seg de kritiske verdiene. Basert på CVR data mener SHT at dette kan ha ledet fartøysjefen inn i en forhastet beslutning om å fravike sin allerede fastlagte plan for innflyging og landing. Den siste avgjørende vindinformasjonen kom på sluttinnlegget sammen med en bekreftelse på et spørsmål. Besetningen var da i en situasjon med høy stressfaktor med de siste landingsforberedelsene, og fartøysjefen konsentrerte seg om å fly den visuelle glidebanen. Dette illustrerer hvor viktig det er å kommunisere en informasjon om gangen. Styrmannen bekreftet mottak, men har i samtale med SHT bekreftet at han ikke oppfattet den kritiske vindinformasjonen (ref. pkt. 1.1.16). Dermed kunne han heller ikke informere fartøysjefen om de plutselig inntrufne kritiske vindforholdene.
- 2.17.1.2 Havarikommisjonen mener at den ustandardiserte og upresise formen på kommunikasjonen mellom AFIS-fullmektigen og besetningen i LN-WIK som ble benyttet, kan ha bidratt til at besetningen ikke oppfattet innholdet i den siste meldingen. Etter ulykken har Avinor etablert "fraseologitrener" på alle AFIS enhetene, et tiltak som SHT mener vil bidra til øket sikkerhet.

2.17.1.3 Erfaring viser at når en flybesetning har bestemt seg for å lande på en rullebane, skal det mye til å avbryte innflygingen. Flight Safety Foundation (FSF) har gjort en studie på dette gjennom sin Approach and Landing Accident Reduction (ALAR studie). Studien viser bl.a. at det er viktig at alle meldinger til en flybesetning er klare og konsise, spesielt når det gjelder flysikkerhetsrelaterte meldinger angående landingsforholdene.

2.17.2 Styrermann under opplæring (under supervision)

2.17.2.1 Styrermannen var under opplæring og fløy under "*supervision*" (ref. 1.17.4). Han hadde landet på ENHF tre ganger tidligere, men ikke under slike vindforhold. Basert på de vanskelige vindforholdene ble besetningen enig om at fartøysjefen skulle utføre landingen.

2.17.2.2 SHT finner det rimelig at en styrermann under opplæring ikke nødvendigvis kan fungere like bra som en erfaren styrermann. Basert på data fra flyets CVR er det SHTs vurdering at besetningens CRM ikke fungerte optimalt, og at det heller ikke kan forventes. Det forventes av en styrermann som fungerer som PNF, at han stiller spørsmål ved PFs beslutning om å skifte til bane 05 i stedet for bane 23 som de hadde briefet. Dersom det er enighet om at det er fornuftig å skifte rullebane i bruk, er det også forutsatt at det gjøres en ny landingsbriefing. AFIS meldingen om at "*pølsa den hæng helt slapt ned der borte*" kan også ha gitt begge flygerne en forventning om at vinden ville være akseptabel for landing når den tid kom. Styrermannen bekreftet mottak av melding fra TWR om at PLASI var på, men han har bekreftet for SHT at han ikke oppfattet tilleggsmeldingen om sterk medvind på bane 05.

2.17.2.3 SHT har i flere undersøkelser etter hendelser på de regionale lufthavner analysert Widerøes bruk av Crew Resource Management (CRM) og Supervision Flight. Dette er blant annet analysert i SHT RAP 33/2004 (ref. pkt. 1.18.1.5 og Referanse 4).

2.17.3 Fartøysjef som standardiseringskaptein (Supervisory Pilot)

2.17.3.1 Generelt mener havarikommisjonen at fartøysjefen fulgte selskapets prosedyrer og utførte sin oppgave som "*supervisory pilot*" på en samvittighetsfull måte slik han oppfattet sin oppgave. Sett fra besetningens side utførte de sin oppgave i tråd med selskapets prosedyrer og begrensninger.

2.17.3.2 I "*approach*" briefinggen dekket fartøysjefen innflygingsforholdene og vindforholdene rundt Hammerfest. SHT mener at fartøysjefen i denne fasen rettleidet styrermannen på en eksemplarisk måte.

2.17.3.3 Besetningen hadde god tid til å diskutere mulige innflygingstraseer og de aktuelle vindforholdene. Det ble tidlig klart at vindforholdene favoriserte bane 23. Fartøysjefen var godt kjent med forholdene rundt Hammerfest og orienterte styrermannen om problemer med de aktuelle vindforholdene, som kunne gi vindskjær og turbulens under innflygingen. Besetningen var således ferdig med forberedelsene til landing på bane 23 og hadde bare finalesjekkene igjen. Ca. 7 min. før landing informerte AFIS-fullmektigen om at det så ut som det ble bane 05 da vinden var i ferd med å dreie. Fartøysjefen valgte å endre til landing på rullebane 05. LN-WIK var på det tidspunktet kommet opp til Håøya der de hadde satt ut hjulene og startet videre nedstigning. De var derfor veldig nær baseleggen for landing 05, og måtte handle raskt dersom de skulle få posisjonert seg i riktig høyde før sluttinnlegget til bane 05. Basert på denne meldingen tok fartøysjefen en

beslutning om å skifte til bane 05. SHT mener at det er lett å se dette i ettertid, men i en slik situasjon bør en ”supervisory pilot” gi seg tid til å diskutere forholdene med sin uerfarne styrmann som skal lære av situasjonen. Slik SHT forstår ordningen er det nettopp slike erfaringer som nye styrmenn skal ta med seg videre.

- 2.17.3.4 Det ble ikke tid til en ny briefing for landing på rullebane 05, og kort tid senere kom det en ny melding fra AFIS om at nå hadde vinden dreiet tilbake og at de fikk velge bane selv. AFIS fullmektigen la til at det var faktisk medvind på begge baner. I de etterfølgende minuttene kom det stadig oppdaterte vindinformasjoner fra AFIS. SHT mener det er urealistisk å regne med at en besetning har mental kapasitet til å beregne vindkomponenter i hodet samtidig som de er konsentrert med å kontrollere flyet på en nøyaktig og krevende visuell innflyging. Beslutningen om å lande på rullebane 05 ble ikke endret og fartøysjefen hadde overtatt kontrollene selv (PF). Dermed virket det som om styrmannen overlot resten til fartøysjefen. SHT mener at i den aktuelle situasjonen var det styrmannens oppgave som PNF å assistere fartøysjefen med bl.a. å følge med på vindforholdene og relatere disse til selskapets vindbegrensninger. Fartøysjefen befant seg i en situasjon der han i tillegg til å kontrollere flyet under vanskelige forhold, også skulle rettlede styrmannen, overvåke kommunikasjonen og sørge for at finalesjekken ble utført. SHT mener derfor at det er forståelig dersom fartøysjefen ikke oppfattet den siste kritiske vindinformasjonen. Han befant seg på sluttinnlegget av innflygingen og konsentrerte seg om PLASI lysene.
- 2.17.3.5 Fartøysjefen hadde en rolle som ”supervisor” for en styrmann under utsjekk. SHT mener at det bør fremgå av instruksen for ”supervisory pilot” at flyging med en styrmann under opplæring ikke nødvendigvis vil gi de samme Crew Resources som ved en fullt operativ styrmann. ”Supervisory pilots” bør vurdere om besetningens samlede ressurser er tilstrekkelig til å fortsette en innflyging under vindforhold som ligger på grensen av selskapets begrensninger. Havarikommisjonen har i en tidligere ulykkesrapport (RAP 33/2004, ref. pkt 1.18.1.5 og 1.18.2.4 og Referanse 4) omtalt ordningen med ”supervisory pilot” i kombinasjon med innflyging i marginale værforhold. SHT mener det er grunn til at selskapet bør vurdere om retningslinjene for denne ordningen er tilfredsstillende, og om forventet CRM under vanskelige innflygingsforhold i kombinasjon med en fersk styrmann er tilstrekkelig. SHT er innforstått med at en styrmann under ”supervision” er ferdig med sin ”type rating” trening og at det gjenstår kun en innføring i selskapets praktiske trafikkflyging. På den annen side har SHT i to undersøkelser registrert at ordningen ikke fungerer som forutsatt.
- 2.17.3.6 SHT har inklusive denne ulykken undersøkt to ulykker med Widerøes fly der besetningen besto av en ”supervisory pilot” og en styrmann under ”supervision” (ref. pkt. 1.18.2.4). I begge tilfellene gjaldt det innflyging til en regional lufthavn under vanskelige værforhold, det ble briefet landing på en bestemt rullebane for deretter å endre innflyging til motsatt bane grunnet værforholdene, og den endrede innflygingen resulterte i en ustabil innflyging. Det ble ikke utført ny innflygings/landings briefing. SHT mener derfor at det kan være grunn til at Widerøe gjennomgår sine bestemmelser og prosedyrer for ”supervisory” flyging.
- 2.17.4 Andre menneskelige årsaksfaktorer
- 2.17.4.1 SHT mener generelt at en ulykke ikke alene kan forklares med en enkelt årsaksfaktor, som for eksempel ”fartøysjefen avbrøt ikke landingen i tide” eller ”de skulle ha fløyet til alternativ landingsplass”. Forskning innen ulykkesgransking aksepterer at en ulykke

generelt har flere bakenforliggende årsaksfaktorer (Reason 1997, Dekker 2006). Videre er det allment akseptert at menneskelige feilhandlinger og feilvurderinger er medvirkende i ca. 80 % av ulykkene, uten at dette var innlysende i beslutningsøyeblikket. Med utgangspunkt i at en ulykke har inntruffet, er det vanligvis enkelt å analysere seg bakover i en tilsynelatende linje hendelseskjede og dermed påpeke hvilke feilvurderinger som ble utført. Det er da som regel lett å se hva som burde ha vært gjort for å unngå ulykken. SHT er ikke i tvil om at denne besetningen gjorde sitt beste for å lande flyet trygt på Hammerfest lufthavn. For besetningen var det ikke opplagt at det ikke skulle være mulig å lande. Noen sekunder tidligere favoriserte vindforholdene landing på bane 05, og i et øyeblikk var det nesten vindstille (vindpølsen hang rett ned). Med utgangspunkt i tilgjengelig og oppfattet informasjon for besetningen da beslutning om å endre rullebane for landing fra bane 23 til bane 05 ble fattet, mener SHT at det er mulig å forklare hvorfor besetningen handlet som den gjorde og endte opp i en ulykke. FSF har gjennom sin ALAR analyse (*Approach and Landing Accident Reduction (ALAR) Task Force*). Referanse nr. 6) påpekt at det skal mye til for en besetning å avbryte en innflyging og landing etter beslutning om landing er fattet. Dette kan forklares med fenomenet "*target fixation*", eller i dette tilfellet "*landing fixation*" (ref. pkt 1.18.6).

- 2.17.4.2 Forskning innen menneskelige faktorer viser at når en har låst seg til en plan, kan denne være vanskelig å endre i en presset situasjon ("*plan continuation bias*" / "*press-on-itis*", R.K. Dismukes, B.A. Berman, L.D. Loukopoulos, 2006. Ref. pkt. 1.18.4 og Referanse 9). Både FSFs Task Force og annen forskning viser at dette fenomenet ligger bak flere landingsulykker, og at slik "*bias*" er et resultat av sosial/organisatorisk (bedriftskulturell) påvirkning, menneskelige egenskaper og kognitive begrensninger, i tillegg til uklare informasjoner, prosedyrer eller begrensninger. Forskningen viser at dersom prosedyrer er utformet som sterke anbefalinger, men ikke som krav eller begrensninger, og dermed opp til fartøysjefers avgjørelser, kan forhold som regularitet og kostnader ("*passasjerer og last skal frem*") bli prioritert. Flygerne opparbeider seg erfaring med landinger under vanskelige forhold på kanten av selskapets prosedyrer og justerer sin vurdering av risikonivået. De vurderer sannsynligheten for å ende opp i en ulykke som meget liten, mens de unngår en overflyging som vil medføre tidstap og omkostninger for selskap og passasjerer. Dette kalles for "*drifting into failure*" (Dekker, 2006).
- 2.17.4.3 En annen menneskelig egenskap er forventning om en situasjon ("*expectation bias*") som påvirker vurderinger og beslutninger slik at hun eller han er mindre mottakelige for inntrykk ("*cues*") som indikerer at situasjonen har uventede elementer. I den spesielle situasjonen med varierende vind, som varierte fra sterk sidevind og delvis medvind, til nesten vindstille ("*vindpølsa hang rett ned*"), samt fartøysjefens lange erfaring fra tidligere landinger på ENHF, kunne det ligge en forventning om at det ville gå bra.
- 2.17.4.4 En tredje moment som er aktuell i denne ulykken er opplevelse av akselererende arbeidsbelastning ("*snowballing workload*", ref. pkt. 1.18.4). Innflygingen endte opp med en endring av rullebane og dermed en kort og hektisk finale som ikke var briefet på forhånd. Flyet kom inn på en finale der det ble relativt kort tid til å konfigurere og justere til riktig hastighet og glidevinkel. I denne fasen var fartøysjefen sterkt konsentrert om landingen, og hadde et relativt høyt stressnivå. Personer i slike situasjoner blir mindre mottakelige for ny informasjon, spesielt gjennom hørsel.
- 2.17.4.5 Havarikommisjonen har foran diskutert mulige menneskelige faktorer som kan ha påvirket hendelsesforløpet. De nevnte faktorene er ikke ukjente fra andre ulykkesundersøkelser, uten at det er mulig å veie den enkelte faktors betydning i dette

tilfellet. Fartøysjefen hadde helt sikkert landet i vanskelige vindforhold på Hammerfest lufthavn tidligere uten problemer. Erfaringer viser at det er fullt mulig å operere med små sikkerhetsmarginer i lang tid uten alvorlige konsekvenser, men at det er et tidsspørsmål før grensene overskrides.

2.18 Tidligere sikkerhetstilrådinge og risikoreducerende tiltak

- 2.18.1.1 Havarikommisjonen har undersøkt flere ulykker og hendelser relatert til norske kortbaneoperasjoner (ref. pkt. 1.18.1). SHT vurderer dette som en indikasjon på at kortbaneoperasjoner innebærer større sikkerhetsmessige utfordringer enn operasjoner på stamruteflyplassene, og at det kan være behov for å øke sikkerhetsmarginene. SHT viser til Avinors vurdering av risikonivået ved operasjoner til/fra Hammerfest lufthavn, som ved de mest kritiske innflygingene ligger risikomessig 3-5 ganger høyere enn luftfartsbransjens overordnede målsetting for flysikkerhet (ref. pkt. 1.18.8.2). Flygere som flyr på de regionale lufthavnene har ikke de samme tilgjengelige ressurser som finnes på stamruteplassene (rullebanelengde og -bredde, ILS, og alltid tilgjengelig TAF/METAR), og må i større grad basere operasjonene på egne vurderinger og skjønn. SHT ser ikke bort fra at slike utfordrende operasjonelle forhold har påvirket bedriftskulturen i Widerøe.
- 2.18.1.2 Havarikommisjonen har under de siste 8 årene fremmet flere sikkerhetstilrådinge relatert til kortbaneoperasjoner (ref. pkt. 1.18.2). Havarikommisjonen har registrert at de fleste av disse sikkerhetstilrådingene er lukket. Til tross for dette har SHT registrert at enkelte sikkerhetsmomenter, relatert til kortbaneoperasjoner som er avdekket og belyst i tidligere undersøkelser, dukker opp igjen i nye hendelser. SHT vurderer dette som et tegn på at sikkerhetstiltakene ikke alltid har hatt den ønskede effekt. Havarikommisjonen er kjent med at Widerøe har arbeidet målbevisst under disse årene med å forbedre sikkerheten. Denne ulykken er en bekreftelse på at det fortsatt er relativt små sikkerhetsmarginer ved operasjoner på 800 meters rullebaner med DHC-8-103, og at det fortsatt er forbedringspotensial. Selskapets sikkerhetsarbeid bør derfor fortsette med uforminset innsats.

3. KONKLUSJON

3.1 Undersøkelsesresultater

3.1.1 Flyet

- a) Flyet var luftdyktig før ulykken.
- b) Flyets masse og balanse var innenfor gjeldende begrensninger.
- c) I landing med stor gjennomsynking ble Fuse Pin i høyre understellslegg overbelastet og brakk, slik at understellet foldet seg.
- d) Flyets drivstofftanker inneholdt ca. 2 700 lbs (ca. 1 530 l) JET A-1 drivstoff ved havariet.
- e) Lydvarsel for "Beta range" kom på to ganger under innflyging mot baseleggen.

3.1.2 Besetningen

- a) Besetningen var sertifisert og kvalifisert for oppdraget
- b) Besetningen hadde tatt av fra ENHF tidligere på dagen og hadde et kort bakkeopphold på ENTC. De innhentet ikke en oppdatert værreport under det korte bakkeoppholdet i Tromsø.
- c) Styrmannen var PF og fløy under ”*supervision*” frem til sluttinnlegget.
- d) Fartøysjefen var ”*supervisory pilot*”/standardiseringskaptein. Like før landing overtok han kontrollen grunnet vanskelige vindforhold med turbulens og vindskjær på sluttinnlegget til bane 05.
- e) Styrmannen, som var i en opplæringsfase, hadde begrenset erfaring til å fungere fullt ut i et CRM konsept.
- f) Fartøysjefen utførte sin oppgave som standardiseringskaptein (”*supervisory pilot*”) etter sitt beste skjønn, men det er sannsynlig at han ble overbelastet på siste del av innflygingen.
- g) Denne ulykken og en tidligere ulykke i selskapet inntraff begge under ”*supervisory*” flyging. Det kan derfor være behov for revurdering av instruksene for denne tjenesten.
- h) CA utførte sin oppgave som sikkerhetsansvarlig i kabinen på en eksemplarisk og profesjonell måte, noe som bidro til en kontrollert og sikker evakuering av passasjerene.
- i) Besetningens bruk av PA-anlegget i en kritisk situasjon resulterte i at fartøysjefens evakueringsordre ikke nådde kabinen.
- j) Under innflygingen til Hammerfest kom lydvarsel for propellenes ”*beta-range*” på to ganger uten at besetningen kunne identifisere lyden.

3.1.3 Værforholdene

- a) Det var varslet bra værforhold, men med til dels sterk vind fra syd-øst som favoriserte bane 23.
- b) Basert på vind- og turbulensforholdene hadde besetningen planlagt en høy og vid medvindslegg nord for lufthavnen med innflyging og landing på bane 23.
- c) Sent i innflygingsfasen mottok besetningen melding fra AFIS fullmektigen om at vinden hadde snudd og favoriserte bane 05. Basert på denne meldingen tok fartøysjefen en beslutning om å endre innflygingen til bane 05.
- d) Kort tid senere kom AFIS fullmektigen med en kontramelding om at vinden skiftet tilbake og favoriserte bane 23. AFIS fullmektigen holdt besetningen løpende informert om vindforholdene som varierte både i retning og styrke, med til dels medvind på begge banene.

- e) De skiftende vindforholdene samsvarte med METAR, advarslene i AIP Norge ENHF, AD 2.23, 4.1 og Widerøes innflygingskart for ENHF.
- f) Vindutskriftene for ENHF viser at vindforholdene ga til dels medvind på begge rullebaner, men vinden var svakere på bane 23 og favoriserte denne banen.
- g) Sent på sluttinnlegget mottok besetningen en melding fra AFIS om at det var kastevind fra syd-sydvest (medvind) og 24 kt. Meldingen var innbakt i et svar på en forespørsel om PLASI, og besetningen oppfattet ikke innholdet i denne meldingen.
- h) Rett før utflating fikk flyet et vindkast med medvind som resulterte i tap av hastighet og øket gjennomsynking. Fartøysjefen satte throttlene til full motorkraft i et forsøk på å avbryte landingen, men dette ble utført på et for sent tidspunkt til å forhindre ulykken. Det var ikke høyde nok til å forhindre at flyet traff rullebanen med stor gjennomsynking.

3.1.4 Overlevelsesaspekter

- a) Under landingshavariet ble deler av høyre propellblader slynget i høyre skrogside og knuste kabinvindu nr. 2. Det samme skjedde ved to tilsvarende ulykker; en i Båtsfjord i 2001 og en i Vadsø i 2003. Dette innebærer en risiko for eventuelle passasjerer i den aktuelle seteraden.
- b) Fartøysjefen lyktes i å holde flyet på rullebanen til tross for at flyet skled på høyre motornaselle og høyre vingetipp. Dette medvirket til redusert skadeomfang.
- c) Flyet stoppet på høyre baneskulder mellom TWY B og TWY C, 23 m fra lufthavnens drivstoffanlegg. Dette illustrerer risikopotensialet ved utforkjøringer fra rullebanen.
- d) Fartøysjefens første evakueringsordre kom ikke ut på kabinens høytalersystem (PA-system). Evakueringen ble derfor først iverksatt 33 sek etter fartøysjefens første ordre om nødevakuering. Dette hadde ingen konsekvenser i denne ulykken, men kunne vært meget kritisk ved en eventuell brann.
- e) Kabinens nødbelysning ble ikke tent. Dette hadde ingen konsekvens ved den aktuelle ulykken, men vil være viktig for hurtig evakuering i mørke.
- f) Kabinansatt bidro til en behersket og ryddig evakuering. Dette førte til en disiplinert og ordnet evakuering.
- g) Flyet ble evakuert gjennom venstre kabindør og nødutgang. Dette bidro til en hurtig evakuering når den førts ble igangsatt.
- h) Ingen personer ble skadet.
- i) Brann- og redningstjenesten fungerte som forutsatt.

3.1.5 Selskapets prosedyrer

- a) DHC-8-100 opereres i henhold til en særskilt norsk godkjenning for kortbaneoperasjoner som gir mindre sikkerhetsmarginer enn operasjoner på stamruteplasser.
- b) Det er ikke innført særskilte vindbegrensninger ved kortbaneoperasjoner som følge av reduserte marginer.
- c) Selskapet benyttet produsentens generelle begrensninger for sidevind (36 kt) og medvind (10 kt) på korte rullebaner.
- d) Denne hendelsen, sammen med ulykken på Vadsø lufthavn med LN-WIN, avdekker svakheter i Widerøes konsept for ”*supervisory pilots*”.
- e) SHT mener at utformingen av selskapets nødevakueringsprosedyre (Emergency On Ground) er uheldig utformet ved at styrmannen pålegges å bruke tid til å informere LTT om passasjerantall og brennstoffmengde på bekostning av verdifull tid til evakuering i tilfelle brann.
- f) Nødsjekklisten krever at fartøysjefen skal slå bryteren for nødlyssystemet til ON, selv om bryteren allerede står i ARM. Med bryteren i ARM vil nødlysene i kabinen tennes automatisk når Battery Master slås til OFF, eller når strømmen brytes. SHT vurderer at den eksisterende nødsjekklistens utforming inviterer til at fartøysjefen av gammel vane slår bryteren til OFF.

3.1.6 Hammerfest lufthavn

- a) Vindmåleren på Storfjellet var ute av drift. Dette resulterte i manglende informasjon om den generelle vindretning.
- b) SHTs vindsimulering for ENHF bekrefter, og viser utvidet behov for, advarsel om vindforholdene ved ENHF i AIP Norge.
- c) Ikke standardiserte kommunikasjonsprosedyrer mellom AFIS og besetning og høy arbeidsbelastning i cockpit bidro til at besetningen ikke oppfattet den siste og avgjørende vindinformasjonen.

3.2 **Signifikante undersøkelsesresultater**

- a) I siste del av sluttinnlegget for landing på ENHF bane 05 fikk LN-WIK et medvindkast i størrelsesorden 20 kt. Dette medførte at innflygingshastigheten ble redusert med 20 KIAS og gjennomsynkingen økte kraftig. Fartøysjefen forsøkte å avbryte landingen ved å øke motorkraften, men klarte ikke å stoppe gjennomsynkingen før flyet traff rullebanen, ca. 18 m innenfor asfaltkanten, med stor kraft.
- b) I sammenstøtet med rullebanen ble høyre understells Fuse Pin overbelastet og brakk. Flyet la seg ned på høyre motornasell og vingetipp.

- c) Fartøysjefen klarte å holde flyet på rullebanen nesten helt til flyet stanset foran tårnet, 23 m fra lufthavnens drivstoffanlegg. Fartøysjefens relativt gode kontroll over flyet langs rullebanen bidro til at skadeomfanget ble begrenset.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger⁵ relatert til denne ulykken:

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/21T

Widerø aksepterte operasjoner på kortbaner med de samme begrensningene for sidevind og medvind som er demonstrert på lange og brede rullebaner (36 kt sidevind og 10 kt medvind). SHT mener at vindforholdene ved de fleste kortbaner i Norge er meget turbulente og uforutsigbare ved visse vindretninger og vindstyrker. Dette kan resultere i plutselig tap av hastighet og stor gjennomsynking i lav høyde. Havarikommisjonen tilrår at Widerøe vurderer vindbegrensninger avpasset til de lokale forholdene ved de utsatte kortbanene og ikke tillater å planlegge landing med en medvindskomponent på kortbaner under forhold med store variasjoner i vindretning og styrke.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/22T

SHT har undersøkt to landingshavarier i Widerøe der nødevakueringsprosedyren ikke har fungert som forutsatt. SHT vurderer at selskapets On Ground Emergency Procedure er i for stor grad basert på en evakuering etter en avbrutt avgang og ikke i tilstrekkelig grad ivaretar en hurtig evakuering i forbindelse med et landingshavari eller utforkjøring av rullebane der det er fare for brann. Havarikommisjonen tilrår at Widerøe vurderer å tilpasse nødprosedyren bedre med tanke på hurtigst mulig nødevakuering.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/23T

SHT har undersøkt to landingshavarier i Widerøe der nødevakueringsprosedyren ikke har fungert som forutsatt. Det er ikke funnet feil på flyenes PA-systemer eller nødlysanlegg og SHT vurderer at årsaken er feil bruk av systemene. Havarikommisjonen tilrår at Widerøe vurderer om cockpitbesetningens nødtrening kan forbedres.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/24T

SHT mener at denne ulykken, sett i sammenheng med ulykken på Vadsø med LN-WIN, har avdekket svakheter i Widerøes konsept for ”*supervisory pilot*”. Havarikommisjonen tilrår at Widerøe vurderer om det er behov for å revurdere retningslinjene og instruksene for denne tjenesten.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/25T

AIP Norge inneholder en advarsel om spesielle vindforhold ved Hammerfest lufthavn. Erfaringene fra denne ulykken, og SHTs vindsimulering bekrefter disse forholdene og utdypet årsaken til turbulens og vindskjær ved innflyging til lufthavnen. Erfaringene viser også at den kritiske vindsektoren bør utvides. Havarikommisjonen tilrår at Avinor

⁵ Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilrådinger blir forelagt luftfartsmyndigheten og/eller andre berørte departementer til vurdering og oppfølging, jf. Forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, § 17.

vurderer om den kritiske vindsektoren i advarselen om vanskelige vindforhold ved Hammerfest lufthavn bør utvides.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/26T

Ved denne ulykken var vindmåleren på Storfjellet ute av drift. Denne vindmåleren er avgjørende for å bestemme høydevind og den generelle vindretning i forhold til vindsektorene i advarselen i AIP Norge. Havarikommisjonen tilrår at landing ikke aksepteres dersom denne vindmåleren er ute av drift og det er varslet vind som omfattes av advarselen i AIP Norge.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2009/27T

Flygerne kjente ikke igjen lydvarselet for ”beta range” som kommer på når betasperrene blir løftet uforvarende under flyging. Havarikommisjonen tilrår at Widerøe vurderer om flygernes kunnskaper og bevissthet om dette systemet kan forbedres.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 6. oktober 2009

REFERANSER

1. HSL RAP 23/2002:
2. HSLB SL RAP 40/2003
3. HSLB SL RAP 42/2003
4. HSLB SL RAP 33/2004
5. James Reason. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate 1997.
6. Flight Safety Foundation (FSF). Killers in Aviation: FSF Task Force Presents Facts about Approach-and-Landing and Controlled Flight-Into-Terrain Accidents. Flight Safety Digest Volume 17 (November-December 1998) and Volume 18 January-February 1999.
7. Sidney Dekker. The Field Guide to Understanding Human Error. Ashgate 2006.
8. Sidney Dekker. Just Culture: Balancing Safety and Accountability. Ashgate 2007.
9. R.K. Dismukes, B.A. Berman, L.D. Loukopoulos. The Limits of Expertise: Rethinking Pilot Error and the Causes of Airline Accidents. Ashgate 2007.

VEDLEGG

- A. Aktuelle forkortelser
- B. Utdrag fra BSL G 5-1
- C. Kopi av brev fra Norsk Flygerforbund angående vindbegrensninger ved norske flyplasser
- D. Svarbrev fra Luftfartstilsynet angående operatørenes ansvar for å fastsette egne vindbegrensninger
- E. Widerøes On Ground Emergency Procedure
- F. Simulation of Wind Conditions for Hammerfest Airport
- G. Høringssvar fra Avinor med tiltak etter ulykken

VEDLEGG A**FORKORTELSER**

AAIB	Air Accident Investigation Branch
ADF	Automatic Direction Finder
AFIS	Aeroplane Flight Information Service
AFM	Airplane Flight Manual
AGL	Above Ground Level
AIP	Aeronautical Information Publication
ALAR	Approach and Landing Accident Reduction
ATPL(A)	Air Transport Pilot Licence (Aeroplane)
CA	Cabin Attendant
CFIT	Controlled Flight Into Terrain
CPL(A)	Commercial Pilot Licence (Aeroplane)
CRM	Crew Resources Management
CVR	Cockpit Voice Recorder
DME	Distance Measurement Equipment
DMS	Data Monitoring System
D	Drag
EASA	European Aviation Safety Agency
FDR	Flight Data Recorder
FSF	Flight Safety Foundation
G	Acceleration of gravity
HDG	Heading
HSLB	Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane
IAS	Indicated Air Speed
IGA PROG	Information to General Aviation Prognosis

ILS	Instrument Landing System
KA	Kabinansatt
KIAS	Knots Indicated Air Speed
LC	Line Check
LDA	Landing Distance Available
LOC	Localizer
LTT	Lufttrafikkjenesten
MB	Marker Beacon
METAR	Meteorological Aerodrome Report
PA	Public Address
PC	Proficiency Check
PF	Pilot Flying
PLASI	Pulsed Light Approach Slope Indicator
PNF	Pilot Not Flying (Pilot Monitoring)
RAD ALT	Radio Altitude
R/D	Rate of Descent
SAS	Scandinavian Airline System
SFA	SAS Flight Academy
SHT	Statens havarikommisjon for transport
SWC	Storm Weather Centre
T	Thrust
TAF	Terminal Aerodrome Forecast
TCAS	Traffic Collision Avoidance System
TWR	Tower
TWY	Taxiway
Tq	Torque
UTC	Universal Time Coordinated

V	Velocity
Vref	V reference (minimum threshold speed)
VHF	Very High Frequency
W	Weight
Z	Zulu (Greenwich Mean Time)

VEDLEGG B

UTDRAG FRA BSL G 5-1

§ 5. Meldingskategorier og prioriteringsrekkefølge

(1) Meldinger som skal besørges av luftfartens mobile sambandstjeneste omfatter de kategorier som fremgår av nedenstående tabell. Tabellen inneholder også prioritetsrekkefølgen ved opprettelse av samband og ved sending av meldinger, samt radiotelefonisignaler for enkelte kategorier meldinger.

Prioritetsrekkefølge	Meldingskategori	Radiotelefonisignal
1	nødanrop, nødmeldinger og nødtrafikk	MAYDAY
2	ilmeldinger, herunder meldinger som innledes med signalet for sanitetstransporter	PAN, PAN eller PAN, PAN MEDICAL
3	samband vedrørende peilinger	
4	flygesikkerhetsmeldinger	
5	meteorologiske meldinger	
6	flygeregularitetsmeldinger	

Ettersom meldinger vedrørende anslag mot luftfartøyers sikkerhet er knyttet til uvanlige omstendigheter, kan bruk av anerkjente sambandsprosedyrer for å bestemme meldingskategori og prioritet bli utelukket.

(2) Nødmeldinger og nødtrafikk skal behandles i samsvar med bestemmelsene i § 18 og § 19. Ilmeldinger og iltrafikk, herunder meldinger som innledes med det signal som tilkjenner sanitetstransporter, skal behandles i samsvar med § 18 og § 20.

Meldinger om peilinger sendes etter anmodning fra luftfartøy eller, om nødvendig, på initiativ fra vedkommende radiopeilestasjon.

Flygesikkerhetsmeldinger skal omfatte følgende typer meldinger:

- a) reise- og kontrollmeldinger,
- b) meldinger utstedt av et luftfartsforetagende eller et luftfartøy og som er av øyeblikkelig betydning for et luftfartøy under flyging,
- c) meteorologiske råd som er av øyeblikkelig betydning for et luftfartøy under flyging eller som er klar til å ta av (individuell sending eller kringkasting),
- d) andre meldinger som berører luftfartøyer under flyging eller som er klar til å ta av.

Meteorologiske meldinger skal omfatte meteorologiske opplysninger til eller fra luftfartøyer, unntatt slike opplysninger som nevnt i § 5 andre ledd fjerde punktum bokstav c.

VEDLEGG C



NORSK FLYGERFORBUND
Norwegian Airline Pilots Association



20 JAN 2006

Luftfartstilsynet
Postboks 243
8001 BODØ

LUFTFARTSTILSYNET	
ARRIVKODE 409	EDK NR 1
23 JAN 2006	
SANDEF 200600329	
AVD: TC/100	FAKSDEN

Dokument:

Vår ref:

008/PN/FSK

Lysaker, 17. januar 2006

VINDBEGRENSNINGER VED NORSKE FLYPLASSER

En rekke regionale og stamruteflyplasser i Norge har en geografisk plassering og omliggende topografi som stiller større krav til flyoperatører. Kystnære flyplasser gir særlige utfordringer ved lufttemperatur rundt null grader, og dertil upålitelige bremsemålinger. Korte rullebaner med manglende hinderfrie sikkerhetssoner og/eller manglende kompensierende tiltak som absorberende underlag, er et annet emne som Norsk Flygerforbund har etterlyst ved flere anledninger.

Norsk Flygerforbund ønsker også å sette fokus på kombinasjonen sterk vind og kompliserende topografi.

I AIP 2.23 punkt 2.2 er følgende beskrevet for en rekke flyplasser:
Flyoperatør skal sette særskilte begrensninger i forhold til høydevind.

I AIP 2.23 punkt 2.3 er følgende beskrevet for en rekke flyplasser:
Flyoperatør skal sette særskilte begrensninger i forhold til bakkevind.

Til eksempel: For innflygning MKR LOC 120 Sandane er det ikke beskrevet noe spesifikt om forholdene med sterk høydevind. For flybesetninger i selskapet som nå trafikkerer plassen (Widerøe) er det velkjent at selv relativt svak høydevind gir betydelig turbulens under innflygning. Derfor benyttes prosedyren nesten aldri. Dette vil ikke være kjent for andre operatører, ad-hoc eller nye selskaper som vinner anbudsrunder for flyplassen, da det ikke finnes offentlig dokumentasjon gir referanser til kriteriene de "særskilte begrensningene" i AIP skal forankres i.

Mange andre flyplasser, eksempelvis Haugesund, Værnes, Sørkjosen, Honningsvåg og Hammerfest er andre flyplasser der vind som ellers ville vært vel innenfor flyets begrensninger, medfører en kraftig økt risiko på grunn av den omliggende topografien. Selv etablerte operatører har hatt ulykker på disse plassene, der vind/turbulens har vært en sentral faktor.

Postadresse:
Oksenøystrøen 2
N-1586 Lysaker, Norway

Telefon: (+47) 67 10 26 10
Telefaks: (+47) 67 10 26 20
E-post: nf@norpilotas.net

Bankgarn: 7038 05 14492
Org. nr.: NO 974 431 459

Medlem av:
International Federation of
Air Line Pilots Associations

Nylig ble resultatet av anbudet på kortbanerutene frigitt, og nye aktører vil operere i landsdeler som de har relativt liten erfaring på. Norsk Flygerforbund ber om at disse gis det nødvendige grunnlaget til å sette relevante "særskilte begrensninger" ved at Luftfartsilsynet bruker egne erfaringer, analyser fra SINTEF eller liknende institusjoner samt erfaringsinnhenting fra "lokalkjente" flyoperatører for å sette nødvendig vindbegrensning på de plassene der slikt er nødvendig av hensyn til sikkerheten.

Med vennlig hilsen
NORSK FLYGERFORBUND
Petter Nordby
Petter Nordby
Flysikkerhetskomiteen

Kopi: Statens Havarikommisjon for Transport
Samferdselsdepartementet

VEDLEGG D



Luftfartstilsynet
Civil Aviation Authority - Norway

Postboks 0050 Oslo
NO-0051 Oslo
Baseskadresse:
Tødtvege 7, Oslo

Telefon: 23 31 73 00
Telefax: 23 31 75 95
postmottak@caa.no
www.luftfartstilsynet.no

Org. nr: 961 105 515
Bankfor: 7894 05 0750
Dette: DNB NOR
IBAN: NO04 4570 8171 0000 0000 0000

Norsk Flygerforbund
Øksenøystien 2
1366 LYSAKER

Vår saksbehandler: Bjørn Bø
Vår referanse: 200600329-2/409/BBO
Vår dato: 31. januar 2006

Telefon direkte:
98 26 17 24

Deres referanse: 008/PN/FSK
Deres dato:

STATENS HAVARIKOMMISJON FOR TRANSPORT	
Avd./sek.: SL	
14 FEB 2006	
S.nr.: 06/33-2	06/338
Arkiv: 309	S.beh.: BAB

Vindbegrensninger ved norske flyplasser

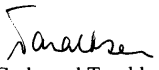
Det vises til Deres brev av 17. januar 2006.


Luftfartstilsynet er klar over de momenter som er anført i Deres brev. Det var på den bakgrunn det i 2002 ble gjennomført et arbeid med risikovurdering av samtlige norske flyplasser som munnet ut i at det ble etablert særskilte krav til operatører som skal utføre ervervsmessig lufttransport på en hel rekke norske lufthavner. Disse krav er tatt inn i lufthavnens godkjenning og er kunngjort i AIP Norge.

Luftfartstilsynet er av den oppfatning at det er operatørene selv som må sette de nødvendige begrensninger da vurderingene må gjøres ut fra de flytyper som benyttes, besetnings erfaring og kvalifikasjoner etc. Operatørene må i den anledning selv innhente nødvendig bakgrunnsinformasjon.

Luftfartstilsynet mener, ved det arbeid det er referert til ovenfor, å gjøre operatørene særlig oppmerksom på at det kan være lokale forhold som ikke kom tilstrekkelig klart frem eller som vanskelig kan beskrives eksakt i AIP.

Med vennlig hilsen


Gudmund Taraldsen
direktør
Operativ avdeling


Bjørn Bø
flyoperativ overinspektør

Kopi: Statens Havarikommisjon for Transport, Samferdselsdepartementet

VEDLEGG E

WIDERØES ON GROUND EMERGENCY PROCEDURE

3.4.3.4 Crew Coordination Ground Failures / Aborted Take-off

- Either pilot will call: "ABORT"
- The PF will select Power Levers to Disc or Reverse and simultaneously applies maximum braking.
- The LP will take control of the aircraft at 60 kts and come to stop turning the aircraft into the engine on fire to avoid smoke towards the passenger cabin. The PIC will command individual duties according to situation and pilot station. The crew will then carry out the following individual duties:

PF	PNF
Either pilot will call "ABORT"	
SIMULTANEOUSLY: Selects POWER levers to disc/reverse Applies maximum braking	Advise ATC of the "ABORT" Cancels Master Caution Light and Master Warning Light Before the aircraft comes to stop advise the PIC of the malfunction/emergency
Once the aeroplane has stopped the crew will assess the problem	
"ON GROUND EMERGENCY"	
LP - PIC	RP
Emergency Brake On Power Levers Idle Condition Levers Fuel Off Both Pull Fuel Off Pull Tank Aux Pumps Off	Advise ATC: • Emergency Equipment required • Persons on board • Amount of Fuel
If Fire:	
Extinguish Fwd Bottle Affected Engine Command First Officer "Evacuate Left/Right/Both Side" Extinguish Aft Bottle Affected Engine	Inform ATC: "Evacuating passengers Left/Right/Both Side"
Evacuate:	
Emergency Lights On Fasten Belts Off Auto/Man/Dump switch DUMP PA Commands on: "Evacuate x 3 Left/Right/Both Side" External Power/APU Off Battery Master Off	Leaves the flight deck to assist in the evacuation

- NOTES:**
1. All accelerate-stop performance is based upon the use of full anti-skid braking until the aeroplane has stopped.
 2. Reverse thrust may be used, commensurate with directional control.
 3. If Engine Failure the PIC will complete Engine Failure Shutdown of actual engine.

3.4.3.4 Crew Coordination Ground Failures / Aborted Take-off

- "ABORT" - to inform to discontinue the takeoff
- "ABORTING" - to inform the RP that the takeoff is being discontinued. This call also means change of controls when RP is PF.
- "GO" - to inform the RP that the takeoff is being continued.
- If aborting the LP will select Power Levers to Disc or Reverse and simultaneously applies maximum braking.
- If fire the LP will take control of the aircraft at 60 kts and come to stop turning the aircraft with the engine on fire downwind to avoid smoke towards the passenger cabin. The Commander will command individual duties according to situation and pilot station. The crew will then carry out the following individual duties:

PF - PIC	RP
"ABORTING" or "GO"	"ABORT"
SIMULTANEOUSLY: Selects POWER levers to disc/reverse Applies maximum braking	Advise ATC of the "ABORT" Cancels Master Caution Light and Master Warning Light Before the aircraft comes to stop advise the PIC of the malfunction/emergency
Once the aircraft has stopped the crew will assess the problem	
"ON GROUND EMERGENCY"	
LP - PIC	RP
Emergency Brake On Power Levers Idle Condition Levers Fuel Off Both Pull Fuel Off Pull Tank Aux Pumps Off	Advise ATC: • Emergency Equipment required • Persons on board • Amount of Fuel
If Fire:	
Extinguish Fwd Bottle Affected Engine Command First Officer "Evacuate Left and/or Right Side" Wait up to 30 seconds, if fire persists: Extinguish Aft Bottle Affected Engine	Inform ATC: "Evacuating passengers Left and/or Right Side"
Evacuate:	
Emergency Lights On Fasten Belts Off Auto/Man/Dump switch DUMP PA Commands on: "Evacuate x 3 Left and/or Right Side" External Power Off Battery Master Off	Leaves the flight deck to assist in the evacuation on Commanders command

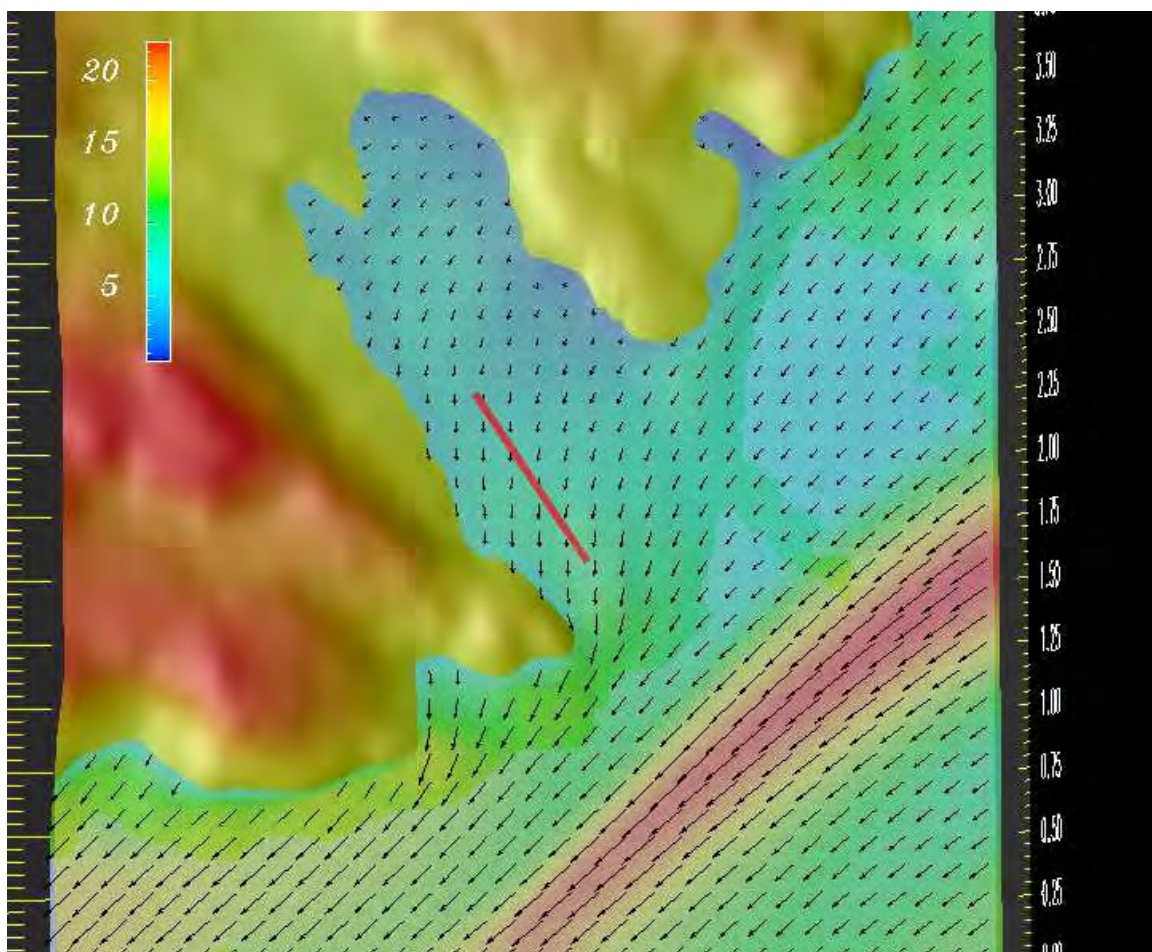
- NOTE:**
- If the Commander is in RP's seat, LP will perform all duties up to and including Auto/Man/Dump-Dump. The Commander will then order LP to leave flight deck. The Commander completes checklist.

Simulation of wind conditions for Hammerfest airport

Astrid Holstad Ivar Lie

Storm Weather Center, P.O.Box 7222, 5020 Bergen

April 3, 2006



Contents

1	Introduction	1
2	Model configuration	1
3	Wind predictions from atmospheric models	2
3.1	Governing equations for atmospheric models and the properties of the solutions .	2
3.2	Reynolds hypothesis and wind gusts	3
3.3	Estimation of turbulence and wind gusts	4
4	Selected model results	6
5	Analysis of the wind conditions on May 1, 2005	6
6	Conclusion	8
A	Statistics from wind measurements	20
B	Numerical computation of integrals	21
C	Sampling from a probability distribution	21

1 Introduction

In this report we describe results from runs of a nested system of atmospheric models in connection with the aircraft accident at Hammerfest airport May 1, 2005. The project was initiated by the Federal Accident Investigation Board for Transport (SHT), who wanted a detailed study of the wind field around the airport at the time the accident occurred.

A model system of the type we use here has been used in special studies in the past, and shown to be a useful tool. The difference between the approach we have taken and so-called wind simulations using a Computational Fluid Dynamics (CFD) model is that we use the actual fields from the weather situation May 1, 2005 and not artificially generated fields. Since we are using a full atmospheric model, we are taking into account the relevant physical phenomena during the actual weather situation.

The report is organized as follows: In section 2 we describe the model configuration, but not going into all details. Section 3 contains some theoretical results on how detailed wind field information can be obtained from model results. This section together with section 4, which contains selected model results, form the background for the analysis of the wind conditions when the accident occurred. The analysis is presented in section 5 and conclusions are given in section 6. Except for figure 1, all figures are located at the end of the report. There are 3 appendices: Appendix A provide some useful statistical measures which can be obtained from wind measurements. Appendices B and C provides some computational details needed in section 3.

2 Model configuration

The nested system of weather models consists of Storm's operational model MM5¹ and the fine scale atmospheric model MC2². The model configuration resembles that used in the investigation of the Mehamn aircraft accident, see [5]. We do not describe all the parameter settings that were used in the model configuration, only the number of gridpoints and the sizes of the model domains. The maximum horizontal resolution used in the nesting is 31 m, and this limitation is due to the resolution of the digital terrain model we are using (DTED2). With this resolution it is possible to model detailed wind patterns caused by small features in the topography as well as wind gradients along the runway. The 31 m resolution model runs are also sufficient accurate to study variations in the wind field over short time spans, for example a few minutes. The results in [5] show that such a high resolution is required to obtain convergence in terms of spatial resolution.

The nested model configuration is as follows:

- MC2 at 3 km horizontal resolution with $150 \times 130 \times 26$ gridpoints and model top at 20 km covering most parts of Northern Norway. Storm's operational MM5 model at 12 km horizontal resolution is used to produce initial and boundary conditions.
- MC2 at 1 km horizontal resolution with $75 \times 85 \times 50$ gridpoints and 20 km model top covering an area in Western Finnmark and using MC2 at 3 km horizontal resolution to produce initial and boundary conditions.
- MC2 at 250 m horizontal resolution with $91 \times 91 \times 50$ gridpoints and model top 15 km, covering an area of approximately 22×22 km around Hammerfest, nested into MC2 1 km.

¹<http://www.mmm.ucar.edu/mm5>

²<http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/rpn.comm>

- MC2 at 75 m horizontal resolution with $137 \times 151 \times 70$ gridpoints and model top 15 km covering an area of approximately 8.5×10 km around the airport and nested into MC2 250 m.
- MC2 at 31 m horizontal resolution with $131 \times 131 \times 70$ gridpoints with model top 15 km covering an area of approximately 4×4 km around the airport and nested into MC2 75 m.

Figure 2 shows the model domains for the 75 m and 31 m (black rectangle) resolution model runs.

3 Wind predictions from atmospheric models

This section describes a method to obtain detailed wind predictions from an atmospheric model. If we compare the time evolution of the wind speed at a point in space obtained from an atmospheric model with a corresponding measurement, we see that the measurement has a larger and faster variation than the model result. If the measurements are averaged over a certain time period, for example 10 minutes, the correspondence between measurements and model results is closer in terms of variability. In practice, typical model results are often more similar to measurements with averaging period longer than 10 minutes.

If we want to predict a wind field that is similar to measurements with relatively short averaging time, and reproduce wind gusts realistically, it is obvious that we can not use the predicted wind field directly. This section contains some suggestions for how realistic wind fields can be computed using model variables and insight into the physical principles of the wind field.

3.1 Governing equations for atmospheric models and the properties of the solutions

The governing equations in an atmospheric model are the compressible Navier-Stokes equations expressing conservation of mass and energy, together with Newton's second law ($\mathbf{K} = m\mathbf{a}$). These equations are accompanied by conservation equations for water vapour and liquid water, see e.g. [1]. The equations are of course not analytically solvable in realistic cases, but a qualitative description is possible. Without going into detail, we can say that the solutions in many realistic cases are characterized by a chaotic behaviour. In essence this means that the solutions do not depend continuously on the initial conditions, and that the solutions look random even if they are deterministic. This behaviour is often characterized by saying (in mathematical terms) that the flow is turbulent, see [7, p.9]. Note that there is no universal agreement on the definition of turbulence and even well-respected books like [4] and [8] are very vague.

Describing and computing turbulent flows is a great challenge, and has been one of the main research fields in several disciplines since Kolmogorov's work in 1941. Kolmogorov considered the qualitative properties of homogeneous (in space) and isotropic turbulence. Atmospheric flows near the surface are often driven by topography. In such cases the turbulence is neither homogeneous nor isotropic, and this makes description and computation of such turbulence even harder, see for example [8].

In any case we have to use numerical solutions, and hence the level of detail of the flow field is limited by a multiple of the grid size, say Δx . There is also a limitation in temporal resolution. By using the Courant condition for advection, $u \frac{\Delta t}{\Delta x} \leq 1$, where u is the local wind speed, we see that the timestep is limited by a fraction of $\frac{\Delta x}{u}$. The temporal resolution is then a multiple

(for example 4-6) of the timestep. In practice, the fields vary slower since several of the physical processes in atmospheric models are relatively slow.

3.2 Reynolds hypothesis and wind gusts

We have seen that we have a limited spatial and temporal resolution in the wind fields we can compute. A natural assumption, used almost universally, is Reynolds' hypothesis which decomposes the wind field,

$$\mathbf{u}(x, t) = \bar{\mathbf{u}}(x, t) + \mathbf{u}'(x, t), \quad (1)$$

where $\bar{\mathbf{u}}$ is the average wind field computed by applying some averaging or smoothing operator to the full wind field and \mathbf{u}' represents the deviation from this average wind field. There are several possible averaging operators, see for example [7, ch.3, ch.8]. We can interpret (1) as follows: The field $\bar{\mathbf{u}}$ is the field we can compute on the grid, whereas \mathbf{u}' is the part of the wind field we cannot resolve and therefore have to be computed from other quantities. Another way of stating this is to say that $\bar{\mathbf{u}}$ has a relative slow variation in time, whereas \mathbf{u}' has a fast variation in time like what we see from measurements.

Note that there is no assumption on the magnitudes of $\bar{\mathbf{u}}$ and \mathbf{u}' , one can in many cases have that $\|\mathbf{u}'\| > \|\bar{\mathbf{u}}\|$, and that the directions are quite different. This is illustrated in the figure below, where we have put $\|\mathbf{u}'\| = \|\bar{\mathbf{u}}\|$, direction of $\bar{\mathbf{u}}$ to 150 degrees and direction of \mathbf{u}' to 270 degrees.

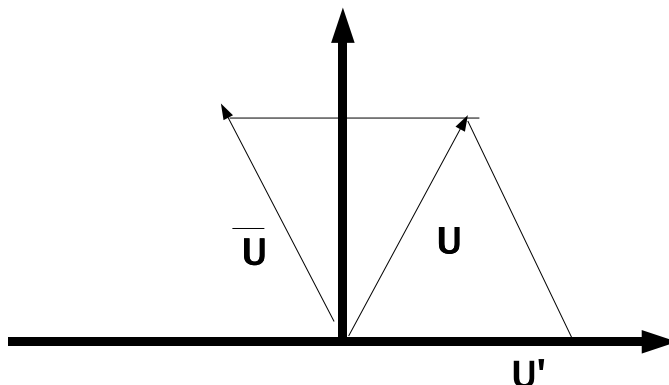


Figure 1: *Wind direction for the full wind field \mathbf{u} rotated from the direction of the average wind field $\bar{\mathbf{u}}$ by the non-resolved wind field \mathbf{u}' .*

A wind gust is characterized by a sudden change in the wind vector,

$$\delta\mathbf{u}_\tau(x, t) = \mathbf{u}(x, t + \tau) - \mathbf{u}(x, t), \quad (2)$$

where τ is a small time period, typically seconds. If $\delta\mathbf{u}_\tau$ exceeds a certain threshold $S(\tau)$, i.e.

$$\|\delta\mathbf{u}_\tau\| \geq S(\tau),$$

we say that there is a wind gust. Relating this to (1), a gust is represented in \mathbf{u}' since τ is small. Note that there is only a weak connection between a turbulent flow and gusty winds: The wind field can be far from chaotic and still gusty. Turbulent winds indicate only that gusts will be more irregular. In principle we can have turbulent winds without gusts in cases where the chaotic motions are slow, but such flows seldom occur in atmospheric applications.

The question now is how we can obtain information on \mathbf{u}' and $\delta\mathbf{u}_\tau$, so we can predict a real wind field with reasonable accuracy.

3.3 Estimation of turbulence and wind gusts

Since we assume that $\bar{\mathbf{u}}$ is the quantity we can compute on the grid (together with the corresponding averages of pressure, temperature and other fields), the natural way to proceed is to derive governing equations for the averaged quantities. This is indeed possible, but the resulting equations, for example displayed in [7, p.108], are quite complicated and contain many terms where the non-resolved quantities occur. The latter quantities will then have to be approximated or modelled. However, such a derivation of equations for averaged quantities is not done in weather modelling, instead right hand sides of the equations ("forcing terms") are constructed from physical considerations of the processes that are considered to be most important.

One of the key quantities appearing in the averaged equations as well as in the physical parameterizations in weather models, is the turbulent kinetic energy usually denoted by k and expressed by $k = \frac{1}{2} \overline{\|\mathbf{u}'\|^2}$. Hence k represents the average kinetic energy coming from the non-resolved scales. From k we can compute the average turbulent wind speed,

$$u_{turb} = \sqrt{2k}. \quad (3)$$

A common method in wind applications to estimate maximum gust is to introduce a gust factor $\kappa > 1$ and say on rather empirical statistical basis that,

$$u_{gust,max} = \|\bar{\mathbf{u}}\| \kappa. \quad (4)$$

The size of the gust factor depends on the topography, \mathbf{u} and other quantities and is a very empirical quantity that has to be used with care unless one can use previous experience at the site. There is a large body of literature on the use of extreme value statistics to estimate wind gusts, for a review see [6].

We suggest a lightly different approach: In regions where u_{turb} is significant, one may use,

$$u_{gust} = u_{turb} \hat{\kappa}, \quad (5)$$

where $\hat{\kappa} \neq \kappa$ in general. Note that (4) is used to estimate the maximum size of the wind gust, whereas (5) is used to compute the time-varying gust as $\|\bar{\mathbf{u}}\| + u_{gust}$. The relation (5) seems natural where there is a k -field, the relation (4) does only take the average field into account. Note carefully that both (4) and (5) are scalar relations which do not express anything about the direction of the gusts. However, both (1) and (2) are vectorial relations. From practical measurements, it is unlikely to assume that $\bar{\mathbf{u}}$ and \mathbf{u}' are parallel, so the challenge is not only to estimate the strength of the gusts, but also to estimate how much the direction of \mathbf{u} deviates from $\bar{\mathbf{u}}$.

The wind field computed by using (5) is still not satisfactory from a practical viewpoint. From measurements we can easily see that the instantaneous wind field is such that the gusts vary rather randomly both in strength and direction. There have been several investigations on probability distributions of wind gusts, and all results clearly indicate that distributions are heavy-tailed, of so-called intermittent form, see for example [3] and [2]. In essence this means that the probability of a large gust is orders of magnitude larger than the probability obtained from the normal distribution. The basic result in [3] gives the conditional distribution of $\|\delta\mathbf{u}_\tau\|$ given $\|\bar{\mathbf{u}}\|$ denoted by $p(\|\delta\mathbf{u}_\tau\| \mid \|\bar{\mathbf{u}}\|)$,

$$p(\|\delta\mathbf{u}_\tau\| \mid \|\bar{\mathbf{u}}\|) = \frac{1}{2\pi\lambda_\tau} \int_0^\infty \exp\left(-\frac{(\|\delta\mathbf{u}_\tau\| - \mu)^2}{2s^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{\ln^2(s/s_0)}{2\lambda_\tau^2}\right) \frac{d(\ln s)}{s}, \quad (6)$$

where μ is the expectation of the distribution. In [3] $\mu = 0$, but based on the above considerations we propose to take u_{turb} into account. This can be done by taking $\mu = u_{turb}$, but it seems more

natural to let u_{turb} affect the standard deviation of the distribution. Letting the standard deviation be proportional to u_{turb} is suggested here.

Let us briefly describe how we can generate samples from a probability distribution with a probability density function (pdf) given by (6):

1. Compute the pdf for values of $\|\delta\mathbf{u}_\tau\|$ in a range where the pdf is significant, for example in the range $[-10, 10]$. This is done by evaluating the integral by the trapezoidal rule, see Appendix B for details.
2. Compute the probability function $F(y)$ (for simplicity we denote $\|\delta\mathbf{u}_\tau\|$ by y),

$$F(x) = \int_{-\infty}^x p(y) dy.$$

This is also done by the trapezoidal rule. The probability function is such that $P(x \leq a) = F(a)$.

3. Draw random numbers in the range $[0, 1]$: $\{U_i\}_{i=1}^N$. The stochastic gust values are then computed by: $y_i = F^{-1}(U_i)$, for details see Appendix C.

If we sample from the distribution (6) and denote a sample by \hat{u} , we can compute a probabilistic wind speed field as $\|\bar{\mathbf{u}}\|(x, t) + \hat{u}(t)$. Since we can compute samples from (6) with an arbitrary frequency, a wind speed field with arbitrary fast variation may be reproduced. If we have observations with 3 seconds gust for example, we sample from (6) and say that the samples are taken every 3 seconds. In many cases one would like to compute many sequences of samples (each such sequence is often called a realization), and compute statistics such as mean and standard deviation. Note that several other statistics can be computed from a realization, for example the probability that a gust exceeds a certain value, say α : $P(x > \alpha) = 1.0 - F(\alpha)$.

The distribution (6) gives only information about the wind speed. Since observations indicate an apparently random variation also in direction, it is natural to use a similar distribution for the wind direction. For wind speeds that are not too weak, it is often observed that the instantaneous direction of the wind deviates relatively little from the direction of $\bar{\mathbf{u}}$. This implies that we may use the distribution (6) with another value for the parameter λ_τ , which determines the form of the distribution.

With these considerations in mind, we suggest the following method to compute a probabilistic wind field:

1. Generate samples \hat{u} from $p(\|\delta\mathbf{u}_\tau\| \mid \|\bar{\mathbf{u}}\|)$ with $\lambda_\tau = \lambda_1(\tau)$ and $\mu = 0$. The standard deviation of the distribution is taken to be proportional to u_{turb} .
2. Generate samples θ from $p(\|\delta\mathbf{u}_\tau\| \mid \|\bar{\mathbf{u}}\|)$ with $\lambda_\tau = \lambda_2(\tau)$ and $\mu = 0$.
3. The full wind field is then: $\|\mathbf{u}\| = \|\bar{\mathbf{u}}\| + \hat{u}$, $arg(\mathbf{u}) = arg(\bar{\mathbf{u}}) + \theta$.

The above algorithm is empirical, but does produce samples which seem realistic compared to observations of turbulent wind fields. To illustrate this, we have performed numerical experiments with the pdf given in (6). The pdf and the probability function $F(x)$ is shown in figure 14, where we have chosen $s_0 = 1.0$. A stochastic wind field based on 200 samples is shown in figure 15. The green line in this figure is the wind speed from an atmospheric model, and this field is rather smooth. Such a field can be compared to $\|\bar{\mathbf{u}}\|$ referring to the Reynolds' hypothesis. The red line is the total wind speed field $\|\bar{\mathbf{u}} + \mathbf{u}'\|$, where \mathbf{u}' is computed from the probability distribution (6), as explained above. The red line in figure 15 is characterized by relatively frequent occurrence of large gusts. Looking at the wind measurements from the airport, shown

in figures 12 and 13, we see that the 3 second gust values have the same property, namely that relatively large gusts are frequent.

The direction $arg(\mathbf{u})$ can be considered as the projection of the direction of \mathbf{u} onto the horizontal plane. If we consider the three-dimensional case, we have to generate samples from (6) both in azimuth and elevation. results similar to those shown in figure 15 can then be obtained.

4 Selected model results

The results from the simulations consist of three-dimensional fields of wind components, temperature, turbulent kinetic energy, turbulent length scale and other meteorological quantities. In order to visualize the results, we have chosen to present vertical and horizontal cross sections of the quantities that have direct relevance to the wind field, i.e. the wind speed, the vectorial wind field and the turbulent kinetic energy. It is to be emphasized that there exists an infinity of ways to present three-dimensional fields, but we have chosen a relatively modest selection that illustrates and supports our findings that are presented in the next section.

Figure 3 shows a vertical cross section of the wind speed from the 31 m simulation. The cross section is directed along the runway, and reaches up to 1620 m. We see that there is a wind maximum at approximately 700 m and that there is a region of strong winds reaching quite low to the west of the runway. Figure 4 is the same plot, but now from the 75 m simulation and the purpose of this figure is to show that the characteristics of the wind field in the cross section reach beyond the model domain of the 31 m simulation. Figures 5 and 6 show horizontal cross sections of the wind field along with the vectorial representation of the wind. The cross sections are 10 m and 60 m above the runway, respectively. We see that the belt of strong wind to the west of the airport reaches right down to the surface and is quite distinct in range horizontally. It is also evident from the figures that there is a vertical wind shear over the runway, the cross section at 60 m has a more southerly direction than the wind closer to the surface. From 60 m and upwards the vectorial wind field does not change significantly in direction, but changes in speed. Figure 7 shows a horizontal cross section of the turbulent kinetic energy 100 m above the runway. We see that turbulence is present over the runway and that there is a weak gradient along the runway. The turbulence near the western endpoint of the runway is most likely advected downstream from the small mountain south of Hammerfest. This is further illustrated in figure 8 which is a vertical cross section from the 75 m simulation. The cross section is perpendicular to the runway and crosses the runway near the western endpoint. We see that turbulent kinetic energy is generated from the Tjuven mountain upstream from the airport, not from the terrain details close to the airport such as the mountain Salen, but from the higher terrain details further south. The turbulence is generated and advected while the turbulent length scale is decreasing near the surface to 5 – 10 m as shown i figure 9. This figure is the same vertical cross section as in figure 8. The turbulent length scale can be interpreted as the "diameter" of a turbulent structure (typically a roll). A small length scale, for example in the order of the size of a small aircraft, implies that the aircraft may be exposed to a torque. This torque and the intermittent temporal and spatial structure of the turbulence is a potential danger for small aircrafts.

5 Analysis of the wind conditions on May 1, 2005

In this section we will summarize the model results for the time the accident occurred, and try to explain based on the figures of the model results and the considerations in section 3, how the actual wind field could have been.

From the wind recordings at the western and eastern endpoint of the runway, shown in figures 12 and 13 respectively, we see that around the time of the accident (1237 UTC):

1. The average wind at wind observation west is 13 kt with direction 180 degrees.
2. Strong gusts occur, up to 27 kt.
3. The wind direction is around 150 degrees, 5 minutes before and after the accident.
4. Highly irregular gusts strongly indicate turbulent flow.
5. The average wind at wind observation east is 7-8 kt with direction around 100 degrees.
6. Gusts occur, but not so strong as at wind observation west.

The model results near the surface give the following results:

1. The average wind at wind observation west is 12 kt with direction around 130 degrees.
2. There is a turbulent kinetic energy field covering the western part of the runway.
3. The average wind speed at wind observation east is 8 kt with direction around 100 degrees.
4. Only a very weak turbulence field is covering the eastern part of the runway.

The model results, providing only average quantities, can not reproduce the observed wind direction at the western end of the runway around the time of the accident, but is rather accurate at the eastern end of the runway. However, the predictions of wind speed is quite good. The purpose of the analysis below is to provide explanations for the change in the wind direction at the western end of the runway around the time of the accident as well as the strong gusts. We will use the material in section 3, together with insight into how the parameterization schemes for turbulence works in an atmospheric model.

From figure 7 we see that there is significant turbulent kinetic energy in the area around the western end of the runway. Moreover, the corresponding turbulent length scale is 5-10 m. The turbulence is generated upstream and transported to the region around the western part of the runway. This is shown in figure 8 which is a vertical cross section perpendicular to the direction of the runway. There is also a small temporal variation in the turbulence field within 5 minutes (not shown in the figures), indicating that the turbulence changes relatively fast both in time and space.

From the relation (5) and the model fields, we estimate $k \approx 3.5$, $u_{turb} \doteq 2.645$. With $\hat{\kappa} = 2.0$ we get $u_{gust} \approx 10 \text{ kt}$ near the western end of the runway. Using the wind recordings, we may assume that $\arg(\bar{\mathbf{u}}) = 130$, $\|\bar{\mathbf{u}}\| = 10 \text{ kt}$ and if $\arg(\mathbf{u}') = 270$, we have a situation similar to that in figure 1, and we can compute that $\arg(\mathbf{u}) = 185$, which is close to what is observed at the time of the accident.

The strength of the gusts can be estimated by the above algorithm, and gives that gusts with 24 kt (observed by AFIS) is likely to occur.

From figure 5 we see that there is a strong horizontal wind shear to the west of the airport. Such a wind shear will generate turbulent kinetic energy, but the turbulence schemes in most atmospheric models are basically vertical and therefore cannot take such shears into account. However, in a full 3D turbulence scheme, a conservation equation for turbulent kinetic energy can be derived which contains a shear production term of the form $\bar{\rho}(\mathbf{u}' \cdot \nabla \bar{\mathbf{u}})\mathbf{u}'$ taking shears in all directions into account.

From figures 5 and 6 (horizontal cross sections 10 m and 60 m above the runway) we also see that there is a significant vertical wind shear not in speed, but in direction. This also contributes to the production of turbulent kinetic energy. Hence we have two sources of turbulent kinetic energy not seen in the model fields which can contribute both to the size of u_{gust} and the difference in direction between \mathbf{u} and $\bar{\mathbf{u}}$.

6 Conclusion

We have presented results from very high resolution atmospheric models to simulate the wind conditions at the time of the accident at Hammerfest airport May 1, 2005. The model results, providing only averaged fields, can not reproduce directly the conditions at the western end of the runway at the time of the accident. The observations at the time of the accident show that the wind conditions were gusty and that the direction changed rapidly. This indicates that turbulence was a major contributor to the wind field. Based on some theory and inspection of the model fields, we have tried to reconstruct the wind field. The reconstruction shows that a stochastic wind field, as shown in figure 15, using the above theory superimposed on the average field is in fact quite close to the behaviour of the observed field at the western end of the runway, as shown in figure 12. A similar stochastically generated wind direction superimposed on the model wind direction also shows that conditions of tailwind when landing from the west occur with a probability which is quite significant.

In general, one has to take into account that atmospheric models are models, and that model predictions are not error-free. Hence some interpretation and post-processing (as done here) is usually required. On this background, the model predictions from such very high resolution models are fairly good, once again proving that such a model apparatus is a powerful tool to compute detailed wind conditions.

It is well known that the wind conditions at Hammerfest airport are problematic with north-west winds, due to the rather unfortunate location of the airport. An example is given in figure 10 which shows the turbulent kinetic energy in a vertical cross section along the runway, March 7, 2004. This figure is from a simulation with 75 m horizontal resolution. The wind speed is quite moderate, but nevertheless significant turbulence is generated from the ridge to the north-west of the airport. The turbulence is particularly problematic at the eastern end of the runway. The kinetic energy itself is quite moderate, but the location of the turbulence is very close to the surface. Small aircrafts landing from the east may therefore expect rough conditions.

Practical experience and now runs with high resolution models show that south-east winds can also be problematic since turbulent kinetic energy is generated from the mountains upstream and is advected to the western end of the runway. The turbulent length scale is small, and this means that the turbulence is potentially dangerous to a small aircraft. The turbulence is characterized by apparently random changes in wind direction and relatively strong gusts. The day of the accident is characterized by moderate winds and still difficult wind conditions occurred. An example showing a more powerful development is presented in figure 11. This figure shows the turbulent kinetic energy in a vertical cross section perpendicular to the runway at January 19, 2006, a day with very strong winds around Hammerfest. From the figure we see that powerful turbulent structures with strength up to $10 m^2/s^2$ and close to the surface, are generated and advected to the area around the airport, producing very difficult conditions for airport operations.

References

- [1] P.R.Bannon: *Theoretical Foundations for Models of Moist Convection*, J.Atmos.Sci. 59(2002), pp.1967-1982.
- [2] L.Bifernale: *Probability distributions in turbulent flow and shell models*, Phys.Fluids A 5(2), February 1993, pp.428-435.
- [3] F.Boettcher et al: *On the statistics of wind gusts*, Boundary-Layer Meteorology 108(July 2003), pp163-173.
- [4] H.Tennekes, J.L.Lumley: *A First Course in Turbulence*, MIT Press, 1997.
- [5] Stortingets granskningskommissjon for Mehamn-ulykken: *Luftfartsulykken med Twin Otter LN-BNK nær Gamvik 11.mars 1982*, Vedleggsrapport 2, Stortinget, 20.september 2005.
- [6] J.P.Palutikof et al.: *A review of methods to calculate extreme wind speeds*, Meteorological Applications 6(1), 1999, pp. 119-132.
- [7] B.Mohammadi, O.Pironneau: *Analysis of the K-Epsilon Turbulence Model*, Masson, Paris, 1994.
- [8] R.B.Stull: *Boundary-Layer Meteorology*, Kluwer, Amsterdam, 1994.

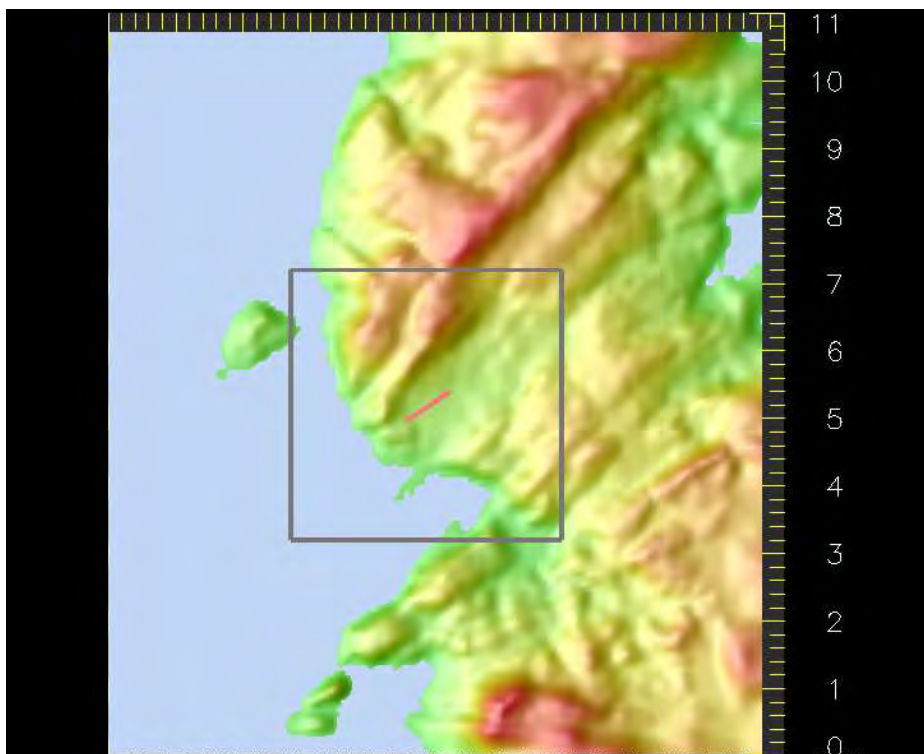


Figure 2: *Model domain for the 75 m resolution model with the model domain for the 31 m resolution model marked as a grey rectangle and the airport in red*

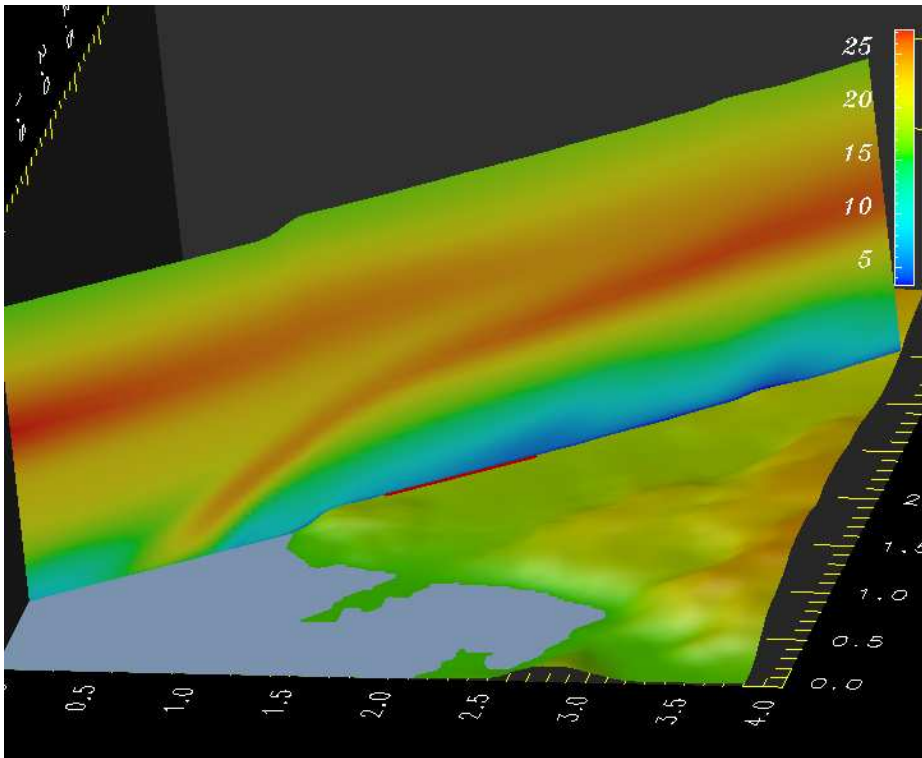


Figure 3: *From simulations with 31 m resolution: Vertical cross section along the runway of the wind speed in knots. The cross section reaches to 1620 m.*

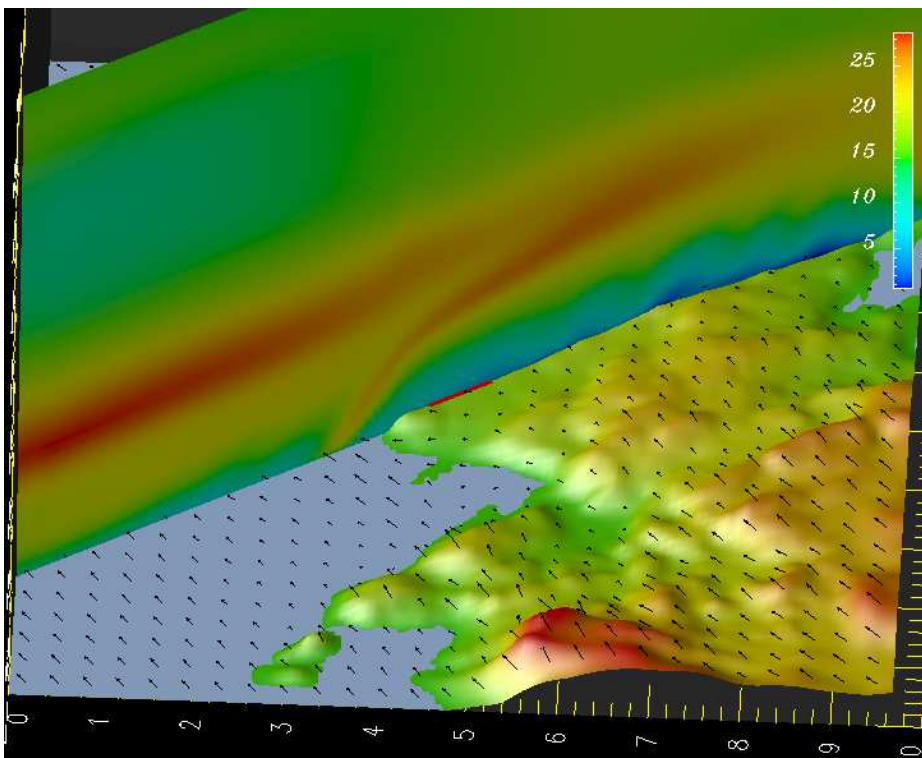


Figure 4: *From simulations with 75 m resolution: Vertical cross section along the runway of the wind speed in knots. The cross section reaches to 3450 m.*

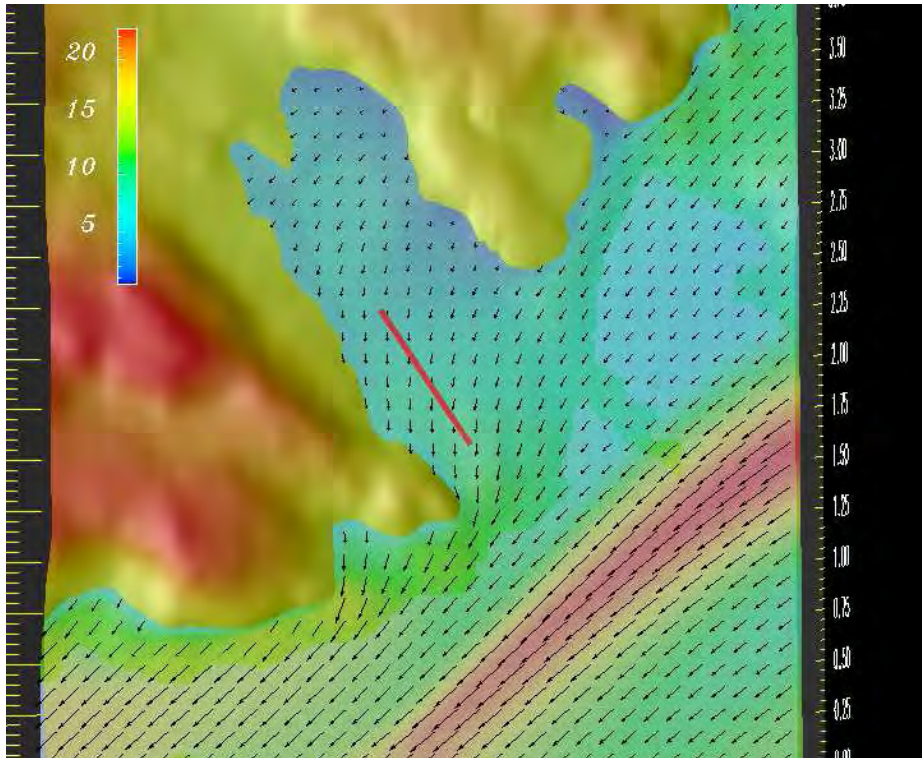


Figure 5: From simulations with 31 m resolution: Horizontal cross section 10 m above the runway of the wind speed in knots (scalar field) and vectorial wind field.

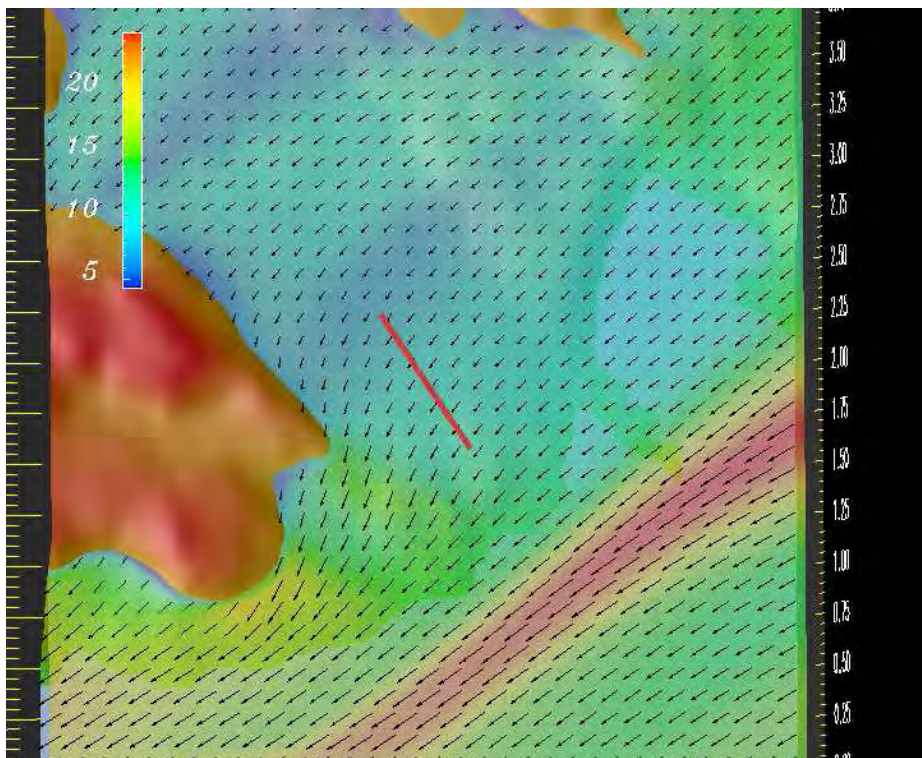


Figure 6: From simulations with 31 m resolution: Horizontal cross section 60 m above the runway of the wind speed in knots (scalar field) and vectorial wind field.

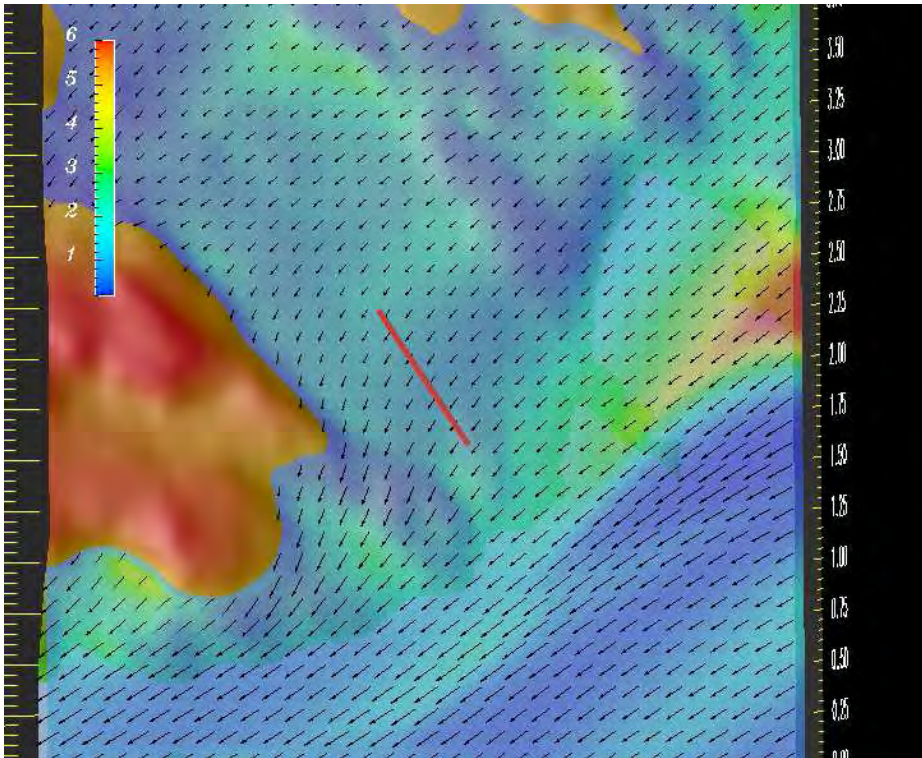


Figure 7: From simulations with 31 m resolution: Horizontal cross section 100 m above the runway of the turbulent kinetic energy (scalar field with unit m^2/s^2) and vectorial wind field.

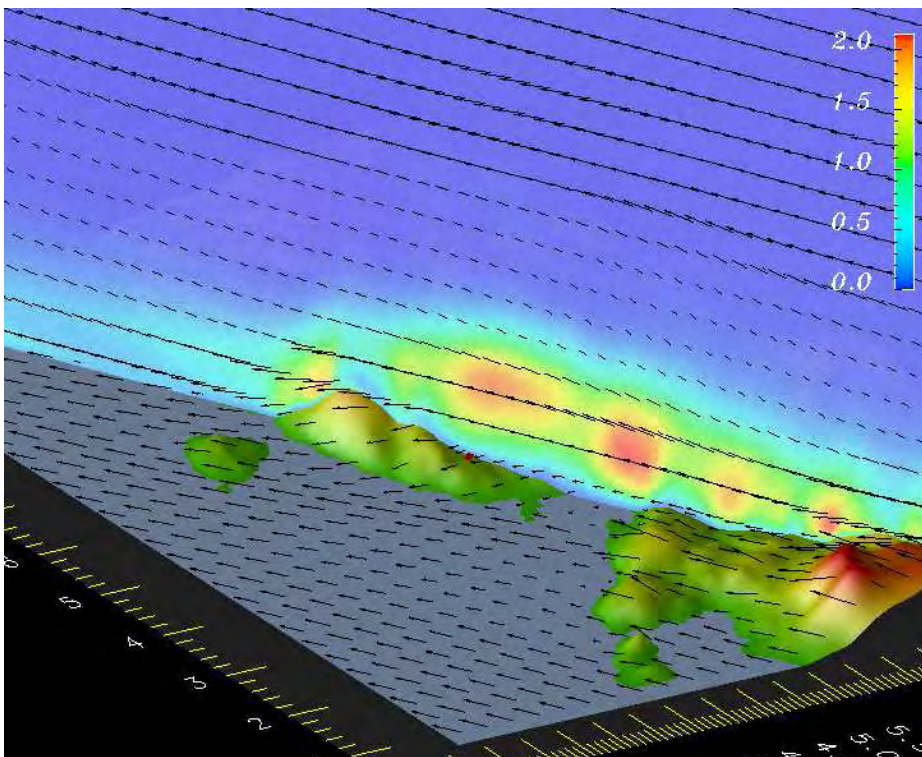


Figure 8: From simulations with 75 m resolution: Vertical cross section perpendicular to the runway of the turbulent kinetic energy (scalar field with unit m^2/s^2) and vectorial wind field. The vertical cross section intersects the runway near the western endpoint.

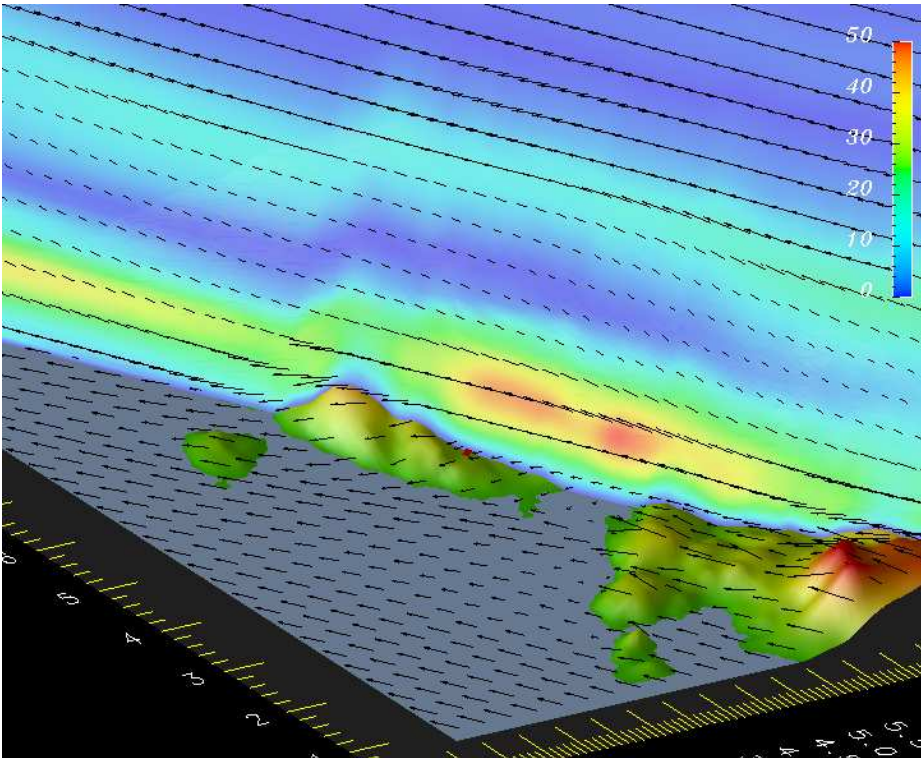


Figure 9: From simulations with 75 m resolution: Vertical cross section perpendicular to the runway of the turbulent length scale (scalar field with unit m) and vectorial wind field. The vertical cross section intersects the runway near the western endpoint.

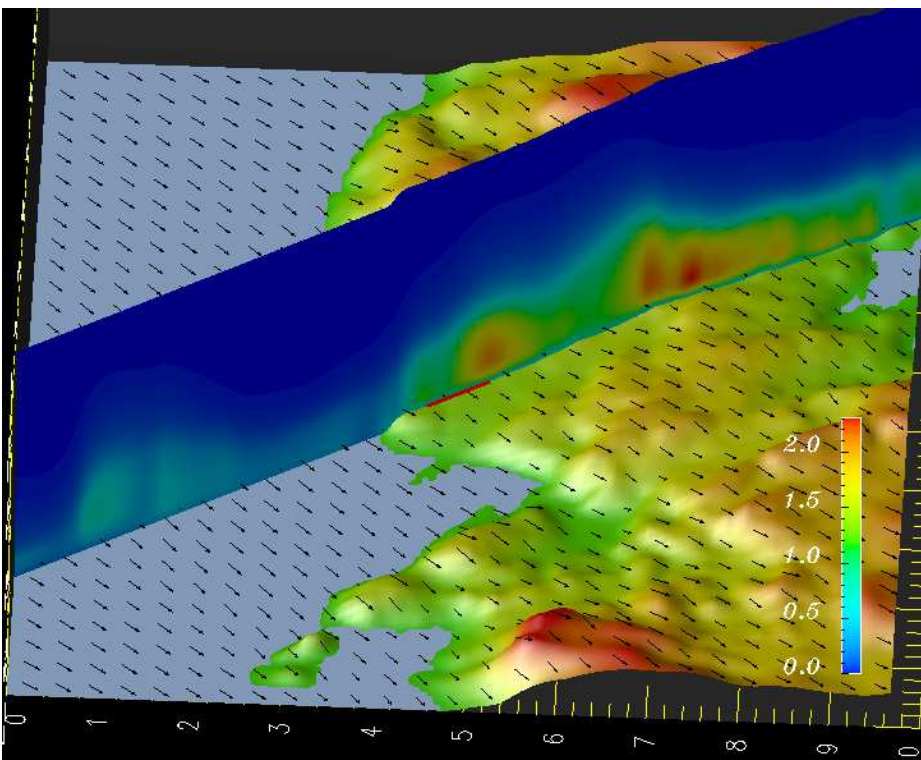


Figure 10: From simulations with 75 m resolution in the north-west case: Vertical cross section along the runway of the turbulent kinetic energy (scalar field with unit m^2/s^2).

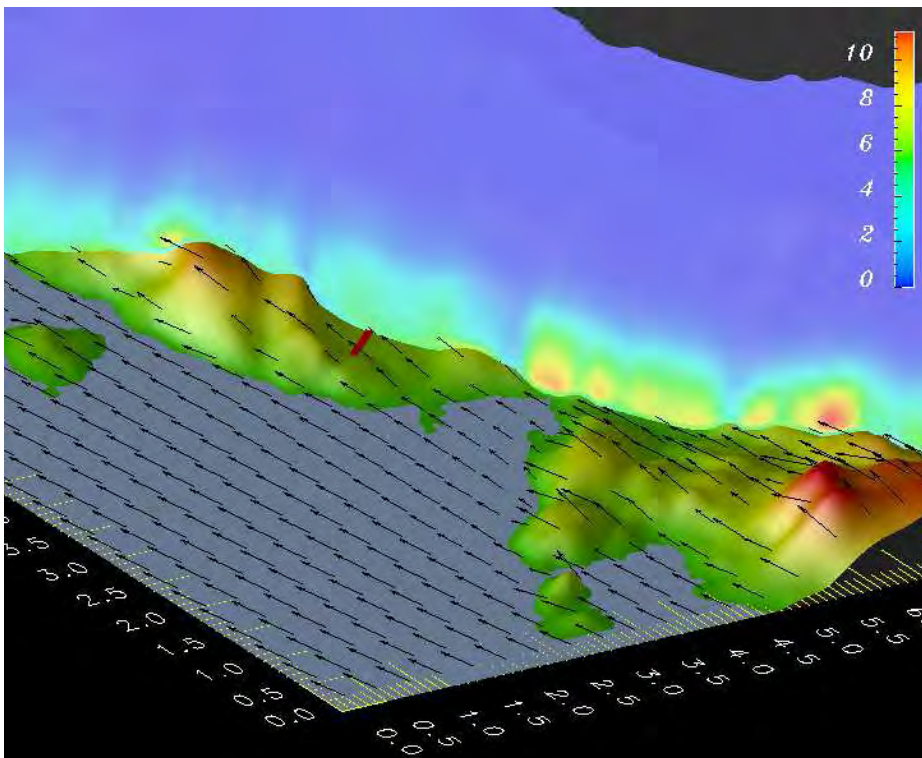
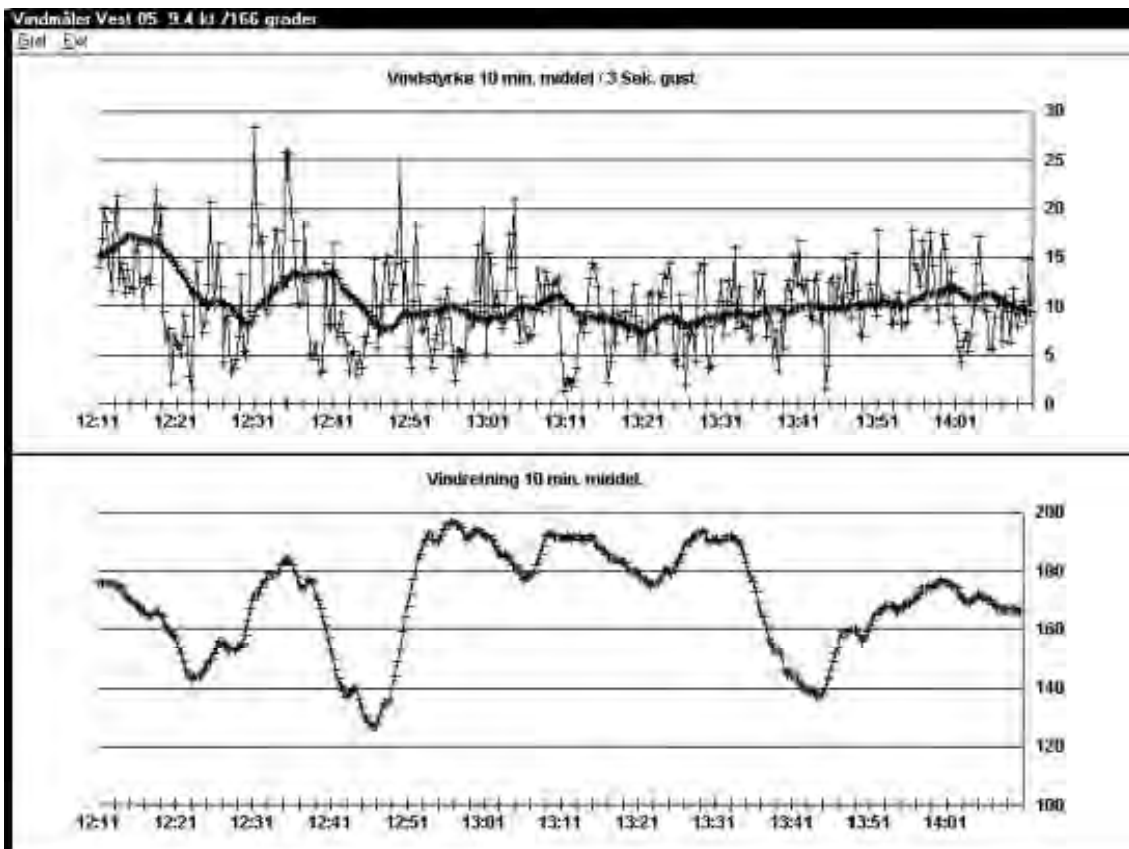
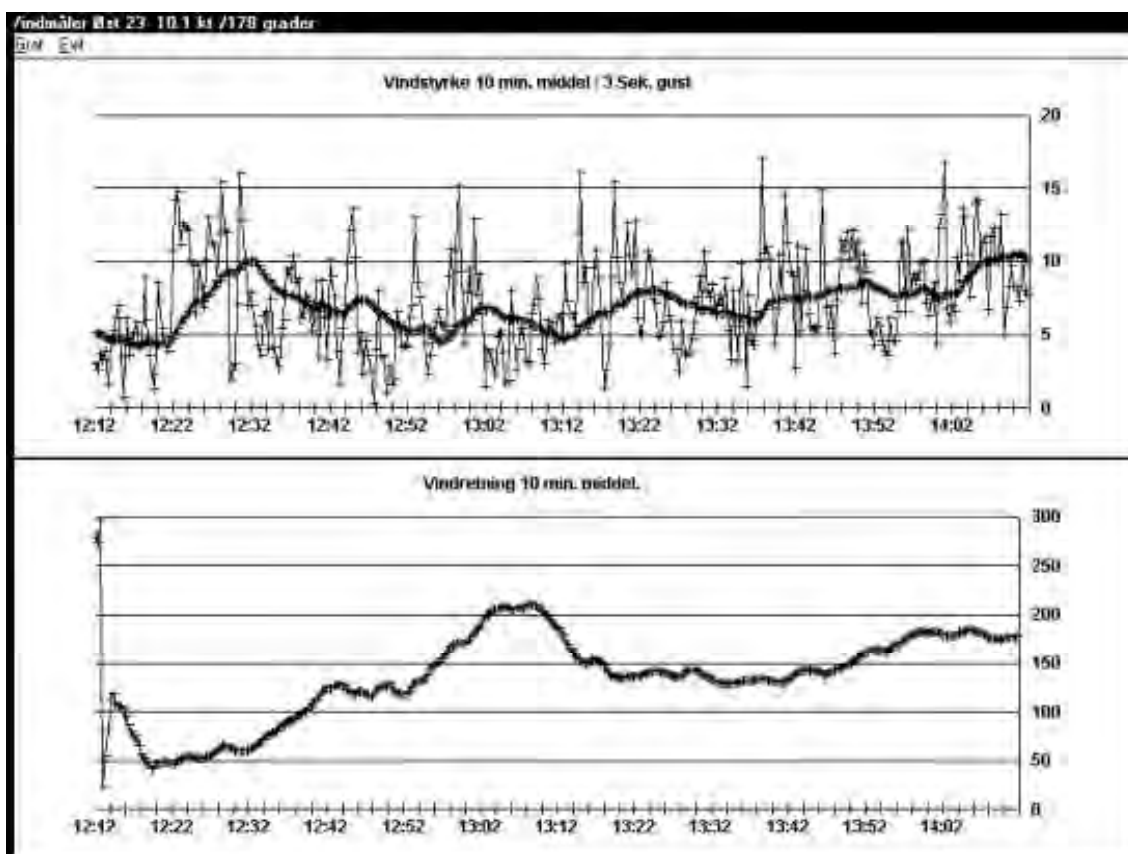


Figure 11: *From simulations with 75 m resolution on the stormy day January 19, 2006: Vertical cross section perpendicular to the runway of the turbulent kinetic energy (scalar field with unit m^2/s^2). The vertical cross section intersects the runway near the western endpoint.*



/tmp/kde-ivar/kmailw2A7Eb.5/HF III 010505 VESTB SV.bmp

Figure 12: *The wind measurements at the western endpoint of the runway.*



/tmp/kde-ivar/kmailLcwz4a.6/HF III 010505 ØST SV.bmp

Figure 13: *The wind measurements at the eastern endpoint of the runway.*

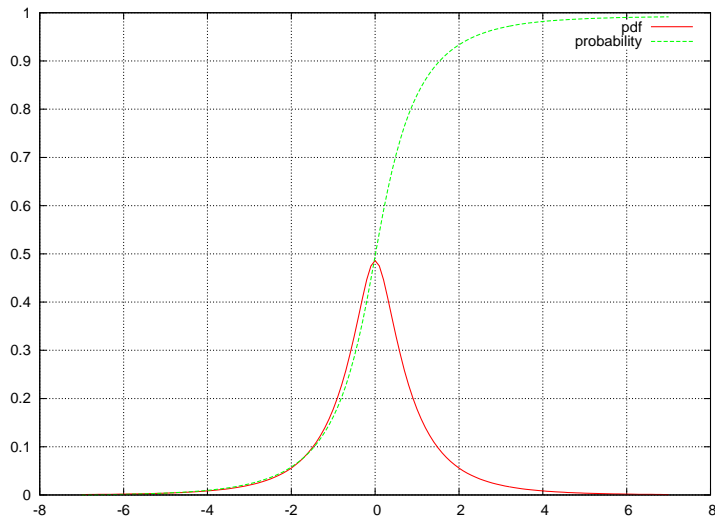


Figure 14: *Probability density function and probability function for the intermittent distribution.*

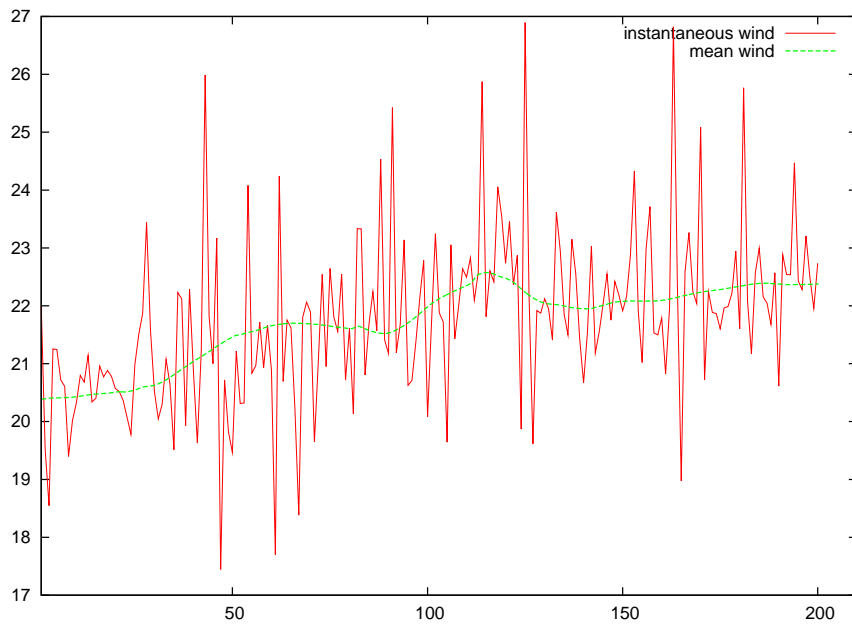


Figure 15: *Mean wind field in green from atmospheric model stochastic gusts generated from an intermittent distribution in red.*

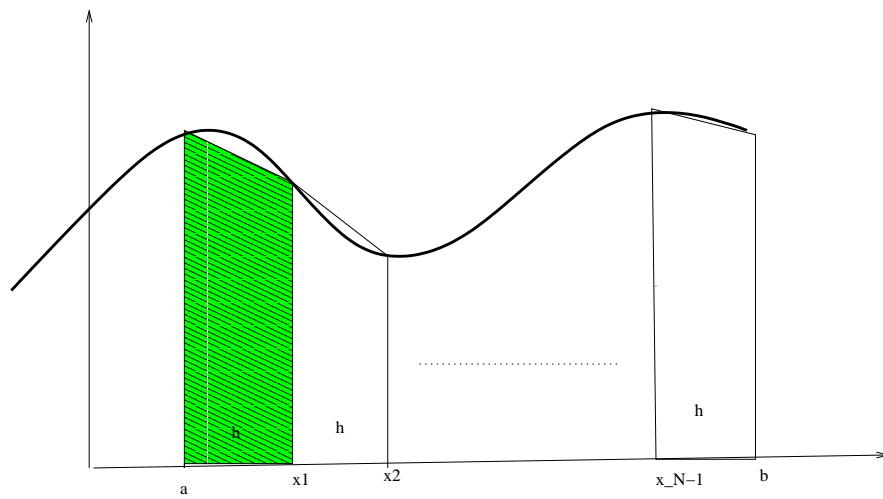


Figure 16: The trapezoidal rule

Appendix

A Statistics from wind measurements

In this appendix we will describe briefly some statistics from measurements that may be useful when the wind conditions are gusty and turbulent. This material is not specifically tied to the rest of the material in this report, but included here because it is tied to the actions the SHT may recommend as a result of the accident and the wind studies in this report.

Given measurements $\{u_i\}_{i=1}^n$ and $\{\theta_i\}_{i=1}^n$ of the wind speed and the wind direction respectively. The measurements are the instantaneous measurements taken for example every 3 seconds, and these measurements are taken for example over the last 5 or 10 minutes.

We can then compute the means and the variances:

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i, \quad \sigma_u^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2,$$

$$\bar{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_i, \quad \sigma_\theta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\theta_i - \bar{\theta})^2.$$

An interesting quantity often used in wind studies is the so-called turbulence intensity, defined as:

$$I_u = \frac{\sigma_u}{\bar{u}}, \quad I_\theta = \frac{\sigma_\theta}{\bar{\theta}}, \quad (7)$$

which is an indication of how gusty or turbulent the winds have been during the time of the measurements.

Other quantities of interest are:

- a) Maximum wind: $u_{max} = \max_i u_i$.
- b) Maximum gust (deviation from the mean wind): $g_u = \max_i (u_i - \bar{u})$.
- c) Maximum deviation in direction: $g_\theta = \max_i |\theta_i - \bar{\theta}|$.

The quantities I_u , I_θ , u_{max} , g_u and g_θ will in addition to the instantaneous readings of the wind speed and wind direction, provide insight in how the wind conditions have been in the last 10 minutes say. Other quantities may of course also be used as long as they can be computed from the wind recordings.

The computation of the above-mentioned quantities can be performed as frequently as the user requires, for example every minute. The wind measurements must be recorded in such a way that only the last "n" measurements are used in the computations.

B Numerical computation of integrals

This appendix gives a brief description of the method used to compute numerically the probability density function (pdf) expressed by the integral formula (6). To simplify the notation we use y instead of $\|\delta\mathbf{u}_\tau\|$ and omit the condition on $\|\bar{\mathbf{u}}\|$ in (6). We also show how to compute the corresponding probability function $F(x)$:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x p(y) dy,$$

In general, an integral

$$\int_a^b f(x) dx \tag{8}$$

is the area below the curve $f(x)$, $a \leq x \leq b$. If we divide the interval $[a, b]$ into N equal subintervals with width $h = (b - a)/N$ and let $x_i = a + ih$, $i = 0, 1, \dots, N$ with $b = a + Nh$, we can approximate the area under the curve in the interval $[x_j, x_{j+1}]$ by a trapezoid as shown in figure 16. The area of such a trapezoid is $\frac{h}{2}(f(x_j) + f(x_{j+1}))$. Summing the areas of all the trapezoids in $[a, b]$, we obtain the following formula for the integral (8):

$$Q(f, h) = \frac{h}{2}f(x_0) + h \sum_{i=1}^{N-1} f(x_i) + \frac{h}{2}f(x_N). \tag{9}$$

The smaller h is, the better the approximation. The trapezoidal rule is simple and reasonably accurate, and hence applicable in many cases.

Turning to our computational tasks, denote the integrand in (6) by $f(y)$. We can compute the pdf by the trapezoidal rule with a specified integration interval, which we here take as $[0.05, 20.0]$, and a step h , which is set to 0.05. This computation is performed for values of $\|\delta\mathbf{u}_\tau\|$ (which we still denote by y) in the interval $[-15, 15]$ with step 0.1. This is how the bell-shaped curve in figure 14 is produced. To compute the probability function we apply the trapezoidal rule again, now with integration interval $[-15, 15]$ and step 0.1. The S-shaped curve shown in figure 14 is the result.

C Sampling from a probability distribution

Given a probability function $F(x)$, for example the function computed in the previous section, the task is now to compute random samples from this distribution. The procedure for doing this is as follows:

1. Draw a random number U_i in the interval $[0, 1]$.
2. Compute $y_i = F^{-1}(U_i)$. Then y_i is the random sample from the distribution given by $F(x)$.

A brief explanation of the formula $y_i = F^{-1}(U_i)$ is: Since $F(x)$ is a monotone function ($F(x_1) < F(x_2)$ for $x_1 < x_2$) a unique inverse F^{-1} exists. Then compute:

$$P(y \leq y_i) = P(F^{-1}(U) \leq y_i) = P(U \leq F(y_i)).$$

The last step follows from the monotonicity of $F(x)$. Now since $P(U \leq U_i) = U_i$, it follows that $P(y \leq y_i) = F(y_i)$ which is what we wanted to compute.

VEDLEGG G



AVINOR

Statens Havarikommisjon for Transport
Postboks 213
2001 LILLESTRØM

STATENS HAVARIKOMMISSJON FOR TRANSPORT	
Åvd./sek.: SL	
12 JUN 2009	
S.nr.: 05/178-15 09/1688	
Arkiv: 3	S.beh.: 17/09
LN-WIK-2	

Vår saksbehandler
Evelyn Vestbø

Vår dato
10. juni 2009
Deres dato
22. april 2009

Vår ref.
200502028-8
Deres ref.
05/178-11

Kommentarer til utkast til rapport Hammerfest lufthavn, 270309

Vi viser til Statens Havarikommisjon for Transport utkast til rapport av 22. april 2009 om luftfartsulykke ved Hammerfest lufthavn (ENHF) 01.05.2005. Videre til e-post utveksling 03. juni 2009 vedrørende kommentarer til rapporten samt utsettelse av svarfrist.

Utkast til rapport er sendt på høring til berørte parter internt i Avinor.

Etter den aktuelle luftfartsulykken på Hammerfest i 2005 ønsker Avinor å opplyse om hva som er blitt gjort i ettertid.

I juni 2005 ble det gjennomført en risikoanalyse i tilknytning til hindersituasjonen på og ved ENHF. Under arbeidet med risikoanalysen kom det frem forslag til risikoreduserende tiltak i fm inn- og utflyging til ENHF, i ft å unngå hinder. Ett annet forslag til tiltak var å forbedre informasjonen til pilotene om vind og turbulensforholdene på og ved lufthavna.

Disse momentene ble under det videre arbeidet med selve rapporten fulgt opp med inngående kontakt med safety pilot i Widerøes Flyveselskap AS. Risikoregnskapene som ble utarbeidet i fm analysen viste at de mest kritiske innflygingene til ENHF ligger risikomessig 3-5 ganger høyere enn luftfartsbransjens overordnede målsetting for flysikkerhet (ICAOs target level of safety 1×10^{-7} pr flyging). Fra rapportens side 29, kap 9.3.1. fremgår b.la følgende:

"Turbulens, downdraughts mv er nevnt som problemstilling i flere høyder og flere områder rundt lufthavna, spesielt i siste del av fase 2, hele fase 3 og også inn i fase 4. Dersom et turbulensvarslingssystem er mulig å etablere slik at det gis bedre informasjon om problemområder, som kan gi bedre definisjon av sikre og usikre vindforhold, kan dette bidra til reduksjon av toppfrekvensen "Kontrollproblemer" i fasene 2, 3 og 4".

Med utgangspunkt i disse resultatene, var det Avinors vurdering at de største risikoreduserende tiltakene på ENHF ville være å forbedre informasjonen om vindforholdene på ENHF, b.la ved å innføre et system for varsling av vind og turbulens. Et slik informasjons- og varslingssystem ble derfor etablert høsten 2005 som et

Avinor AS Postboks 150 NO-2061 Gardermoen
Telefon 22 04 20 00 Telefaks 64 81 20 01
post@avinor.no www.avinor.no

NO 985 198 292 MVA

prøveprosjekt, for b.la ENHF, gjennom et samarbeid mellom SINTEF, MET (DNMI) og Avinor. Systemet er senere videreutviklet og forbedret og er nå tilgjengelig på IPPC /"Kilden" for flere av Avinors lufthavner, b.la flere regionale lufthavner med erfaringsmessige vanskelige vind- og turbulensforhold.

Det kan også tilføyes at foruten ovennevnte risikoreduserende tiltak var det i risikoanalysen også flere andre forslag til risikoreduserende tiltak, b.la oppgradering og forbedring av de visuelle hjelpemidlene på og ved lufthavna (eksempelvis innføring av såkalte "Go-around"-lys), vurdering av å nedlegge sirklingsprosedyren til bane 23 basert på sirkling via LLZ+DME 05 mv. Flere av disse tiltakene er fulgt opp i ettertid.

Avinor har utført vindsimuleringer ved de mest utsatte kortbanene: Det er etablert et eget turbulensprosjekt. Systemet er i operativ drift på 7 lufthavner (6 kortbaner) og er planlagt implementert på ytterligere 6 (5 kortbaner) i år.

Turbulensprosjektet er i operativ drift for Hammerfest. Evaluering fra Widerøe er så langt at selskapet er godt fornøyd med informasjon som turbulensmodellen gir. I tillegg, når forholdene tilsier det, blir det fra værvarslinga i Tromsø utstedt TURB WARNING for Hammerfest. TURB WARNING sendes som en "warning" på samme måte som WS-warning, beskrevet i ANNEX-3. Gjelder moderat og/eller sterk turbulens.

Eks.: ENHF WS WRNG 02 191248 VALID 191300/191700 TURB WARNING ENHF. MOD TURB FCST. NC

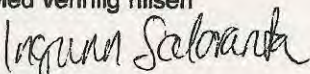
Fjellvindmåleren (Storfjellet) er i drift og vinddata derfra kommer også rutinemessig på alle METARer (ENHF 100420Z VRB02KT 9999 BKN033 06/01 Q1015 RMK WIND 1254FT 11002KT)

Videre så er det igangsatt ny PFO, etablert "fraseologi-trener" på hver enkelt AFIS enhet.

Utover dette har Avinor ingen kommentarer til utkast til rapport.

Høringsutkastet returneres da det er unntatt fra offentlighet jf. Luftfartslovens § 12-23.

Med vennlig hilsen


for Anne Fosshaug
Seksjonsleder Analyseseksjonen
Konsernstab Flysikkerhet & HMS


Evelyn Vestbø

Vedlegg: Utkast til rapport