

## **RAPPORTO SUL GRAVE INCIDENTE AEREO AEROPORTO GARDERMOEN DI OSLO 9 FEBBRAIO 2003 BOEING 737-36N, LN-KKL, Gestito da NORWEGIAN AIR SHUTTLE**

Designazione del tipo:	Boeing 737-36N
Registrazione:	LN-KKL
Callsign:	NAX 541
Proprietario:	LIFT VG Brasile LLC c/o Wilmington Trust Company Wilmington, Delaware, USA
Utente:	Norwegian Air Shuttle AS Fornebu
Equipaggio:	2 piloti e 3 membri dell'equipaggio di cabina
Passeggeri:	45
Luogo dell'incidente:	Aeroporto di Oslo Gardermoen (ENGM) Avvicinamento finale, pista 19L
Momento dell'incidente:	Domenica 9 febbraio 2003, ore 14h43

Tutti gli orari riportati in questo rapporto sono l'ora locale (UTC + 1 ora), se non diversamente indicato.

### **AVVISO DELL'INCIDENTE**

L'Ufficio investigativo degli incidenti dell'aviazione civile e delle ferrovie (HSLB) ha ricevuto una notifica preliminare dell'incidente dal servizio del controllo traffico aereo di 'Oslo Lufthavn AS (OSL) alle 15h40 dello stesso giorno in cui avvenne. Dieci giorni dopo, la commissione ha ricevuto rapporti scritti dall'OSL e dal comandante della LN-KKL. Sulla base di ciò e dell'incontro con i rappresentanti dell'OSL e della Norwegian Air Shuttle, l'HSLB ha deciso di condurre un'indagine sull'incidente.

### **RIEPILOGO**

Un B737-36N della Norwegian Air Shuttle ha effettuato un volo dall'aeroporto di Stavanger Sola (ENZV) all'aeroporto di Oslo Gardermoen (ENGM). Durante l'ultima parte dell'avvicinamento, quando l'aeromobile si trovava sia sul radiofaro di direzione (LLZ) sia sul sentiero di discesa (GP) della Rwy 19L, il trasmettitore del sentiero di discesa a terra GP si è spento perché il sistema di monitoraggio misurava che segnale di controllo era al di fuori dei valori limite stabiliti. Immediatamente dopo il guasto del sentiero di discesa, la velocità di discesa dell'aeromobile è aumentata a 2.200 piedi/min mentre veniva fatto volare manualmente verso i minimi LLZ. Durante l'avvicinamento l'aeromobile è sceso significativamente più in basso del previsto e nel punto più basso si trovava a soli 460 piedi sopra il livello del suolo a una distanza DME 4,8 Nm.

A questa distanza dalla soglia della pista l'aeromobile avrebbe dovuto trovarsi a ca. 1.100 piedi più in alto. L'avvicinamento è stato interrotto e un nuovo avvicinamento ed in seguito l'atterraggio sono stati effettuati

senza problemi. Tuttavia l'equipaggio non ha percepito come anormali i movimenti dell'aeromobile durante la sequenza di avvicinamento.

L'indagine dell' Accident Investigation Board si è concentrata principalmente sullo stato tecnico del trasmettitore del sentiero di discesa, sul significato del guasto del sentiero di discesa per le informazioni sulla strumentazione del cockpit, nonché sui fattori umani nel cockpit. Secondo HSLB la causa principale dell'incidente è legata all'immagine mentale errata del movimento e della posizione dell'aeromobile durante l'avvicinamento.

L'indagine ha rivelato condizioni non ottimali relative alla presentazione delle informazioni nella cabina di pilotaggio. L'Accident Investigation Board lo ritiene un errore. Inoltre, sono state dimostrate condizioni sfavorevoli relative al servizio controllo del traffico aereo e al trasferimento delle responsabilità di controllo tra gli organismi di controllo.

HSLB oltre a due raccomandazioni immediate che ha dato circa due mesi dopo l'incidente, ha formulato ulteriori quattro raccomandazioni per questo caso. Queste possono essere trovate nel capitolo 4.

Tutte le distanze DME nel rapporto sono relative al trasmettitore DME a Gardermoen con l'identificazione GME.

## **1 INFORMAZIONI REALI**

### **1.1 Il corso degli eventi**

1.1.1 La descrizione del corso degli eventi si basa su una combinazione di ciò che l'equipaggio ha spiegato alla commissione investigativa sugli incidenti, sui rapporti scritti dell'aeroporto di Oslo AS e della Norwegian Air Shuttle ASA. Inoltre sono stati utilizzati i dati dei registratori dei dati di volo (Flight Data Recorder), i dati radar, le registrazioni della corrispondenza radio e le indagini proprie dell'Accident Investigation Board.

1.1.2 LN-KKL, Boeing 737-36N, della Norwegian Air Shuttle (NAS) ha volato sulla rotta NAX 541 dall'aeroporto di Stavanger Sola (ENZV) all'aeroporto di Oslo Gardermoen (ENGM) domenica 9 febbraio 2003.

L'aeromobile era in avvicinamento a Gardermoen ed era controllato dall'Oslo Approach Control (Oslo Approach - APP). La pista in uso a Gardermoen era la 19R. L'aeromobile è stato vettorato dal radar per ca. 15 miglia nautiche prima che fosse concessa l'autorizzazione per la "base leg". L'aeromobile è stato quindi autorizzato a scendere a 4.000 piedi. Avvicinamento e atterraggio venivano effettuati dal primo ufficiale in veste di "Pilot Flying" (PF) e dal comandante in veste di "Pilot Non-Flying" (NPF).

1.1.3 Poco dopo che era stata concessa l'autorizzazione a 4.000 piedi, all'equipaggio fu detto che la pista 19R a Gardermoen era chiusa a causa dello spazzamento della neve e che l'atterraggio avrebbe dovuto invece avvenire sulla pista 19L. Il controllo di avvicinamento ha guidato l'aeromobile in posizione per avvicinarsi a questa pista. Il cambiamento della pista ha cambiato anche l'altitudine di riattaccata da 4.000 piedi per la 19R a 3.000 piedi per la 19L. L'equipaggio ha effettuato un breve briefing sul nuovo "final approach".

1.1.4 Il controllo di avvicinamento aveva pianificato l'atterraggio sulla pista 19L per tre aeromobili (durante lo spazzamento sulla 19R).

Il volo 191 di Widerøe (callsign WIF 191) è stato il primo, poi il LN-KKL (callsign NAX 541) e infine il volo 2374 di Air France (callsign AFR 2374).

1.1.5 L'equipaggio dell'LN-KKL ha continuato il suo avvicinamento secondo l'autorizzazione e le procedure per effettuare un avvicinamento ILS. L'aeromobile ha volato con un pilota automatico inserito. Per prima cosa è stata effettuata la "localizer capture" e l'equipaggio ha inserito la "runway heading" sul pannello di controllo della modalità. Quindi è stata ottenuta la "glideslope capture" ed è stata impostata la "go-around altitude". Quest'ultimo è successo a ca. DME 10. I flap sono stati aumentati da 10° a 15° a DME 6.8 e la velocità indicata era di 170kt.

1.1.6 L'aeromobile è stato trasferito dal controllo di avvicinamento alla frequenza di Torre (120.100 MHz) alle 14h42:36. In quel momento l'aeromobile si trovava tra le nove e le dieci miglia nautiche dalla soglia della pista. Sono trascorsi un minuto e trentasei secondi dal momento in cui il comandante approvò il cambio di frequenza fino a quando comunicò l'approccio interrotto alla torre di controllo.

L'utilizzo del pulsante TO/GA viene registrato undici secondi dopo questa chiamata. Durante questo periodo non c'era stata comunicazione tra l'aeromobile e la torre. L'equipaggio non aveva effettuato il check-in sulla frequenza della Torre e la Torre di controllo non aveva tentato di richiamare NAX 541.

1.1.7 Alle 14:42:55, cioè diciannove secondi dopo che all'equipaggio era stato ordinato di passare alla frequenza della torre, il trasmettitore del sentiero di discesa sulla 19L si è spento automaticamente e nella torre di controllo è scattato l'allarme. Secondo il comandante, ciò è stato registrato nella cabina di pilotaggio dell'LN-KKL dall'indicatore ILS del sentiero di discesa che si muoveva leggermente verso l'alto, poi verso il basso e poi scompariva completamente. Il muso dell'aeromobile si è abbassato leggermente. Contemporaneamente l'autopilota si è disattivato (14h43:27 ora FDR). Sia il pilota che il primo ufficiale sostengono fermamente che nessuna flag di avviso di avaria del segnale di glideslope<sup>1</sup> è mai stata visualizzata sull'EFIS.

1.1.8 Il WIF 191, che precedeva il NAX 541, è stato immediatamente informato dalla torre di controllo che il sentiero di discesa si era interrotto. L'equipaggio del NAX 541 non ha sentito la comunicazione perché non aveva ancora cambiato frequenza e non ha mai ricevuto le stesse informazioni date all'equipaggio del volo della Widerøe. Il controllore del traffico aereo della torre di controllo (TWR) non era riuscito a stabilire il contatto radio con il NAX 541 nonostante avesse assunto la responsabilità di controllo dall'APP. Il primo messaggio dell'equipaggio del NAX 541 udito dalla torre di controllo è stato il messaggio "We are going to make a go-around because we have no glide".

1.1.9 Il comandante del NAX 541 ha riferito all'HSLB che dopo l'avaria del glideslope ha sentito l'equipaggio dell'AFR 2374 riferire via radio che anche loro avevano registrato l'accaduto. Lo interpretò come un'indicazione che il guasto del glideslope era a terra e non nell'elettronica dell'aeromobile. HSLB ritiene che in quel momento AFR 2374 fosse ancora sulla frequenza di controllo di avvicinamento.

1.1.10 Confrontando ciò con il momento del guasto del glideslope e con il fatto che l'equipaggio del NAX 541 non ha sentito il messaggio dalla torre al Widerøe, si può dedurre che il cambio di frequenza per (la

---

<sup>1</sup> **Glideslope:** describes the systems that generate, receive, and indicate the ground facility radiation pattern.

**Glidepath:** is the straight, sloped line the aircraft should fly in its descent from where the glide slope intersects the altitude used for approaching the FAF, to the runway touchdown zone

comunicazione VHF) a bordo del NAX 541 è stato effettuato più tardi di 26 secondi dopo che il controllo di avvicinamento APP aveva chiesto all'equipaggio di contattare la Torre di controllo a Gardermoen.

1.1.11 Quando l'equipaggio si è reso conto che l'indicazione del glideslope era scomparsa, il comandante ha deciso di continuare l'avvicinamento manualmente, e portarsi ai minimi LLZ, che sono 1.020 piedi per la 19L. I flap sono stati impostati a 30 perché il comandante voleva scendere ai minimi stabiliti nella configurazione di atterraggio. Questa valutazione si basava sulle condizioni meteorologiche con una base nuvolosa di 300 ft, nonché sul fatto che il primo ufficiale aveva poca esperienza con il tipo di aeromobile. E' stato il comandante a scegliere la regolazione dei flap, anche se il PF era il primo ufficiale. Durante tutta la fase di volo manuale è stato inserito il sistema Auto-Throttle. I valori N1 sono rimasti stabili al 30% negli ultimi 1 minuto e 29 secondi prima che venisse premuto il pulsante TO/GA.

1.1.12 Poco dopo la perdita del segnale del sentiero discesa, la velocità di discesa (descend rate) dell'aeromobile è aumentata dai normali 600-800 piedi/min a più di 2.000 piedi/min mentre l'aeromobile veniva pilotato manualmente. Questo non è stato registrato dall'equipaggio. Sia il pilota in comando che il primo ufficiale hanno affermato che il movimento dell'aeromobile durante l'avvicinamento è stato percepito come del tutto normale. L'avvicinamento è continuato fino alle 14:44:12. Il comandante ha quindi deciso di interrompere l'avvicinamento e ha segnalato l'accaduto alla torre di controllo. La decisione è stata presa perché l'aeromobile era ancora in mezzo a nuvole dense ed anche perché l'aeromobile si era spostato leggermente fuori dalla LLZ.

1.1.13 Il controllore del traffico aereo dopo aver ricevuto il messaggio di riattaccata dal NAX 541, ha registrato in torre di controllo che l'aeromobile continuava la sua discesa.

I dati FDR mostrano che la comunicazione tra pilota e controllore riguardo alla riattaccata è stata interrotta 2 secondi prima che fosse premuto il pulsante TO/GA. Ci sono voluti quindi 8 secondi affinché l'aeromobile raggiungesse il punto più basso. Durante questi 10 secondi, il controllore del traffico aereo ha osservato che l'altitudine dell'aeromobile diminuiva.

Quando il comandante, 28 secondi dopo il messaggio di interruzione dell'avvicinamento, ha chiesto alla torre un vettore per un nuovo avvicinamento, il controllore del traffico aereo ha quindi risposto con "climb immediately straight ahead to 4.000ft", anche se l'aeromobile aveva già stabilito un rateo di salita positivo a quel momento. Il capitano ha riferito all'HSLB che in quel momento trovava strano l'uso della parola "immediatamente" in quanto non aveva idea del fatto che l'altitudine di avvicinamento fosse diversa da quella prevista.

1.1.14 Nel momento in cui il comandante ha deciso di interrompere l'avvicinamento, l'aeromobile era sceso a 820 piedi AGL a DME 5.5. Dopo aver deciso di interrompere l'avvicinamento, l'aeromobile ha continuato la sua discesa fino alle 14:44:31 (14h44:56 ora FDR). L'altitudine era allora di 460 piedi AGL a DME 4.8. L'aeromobile è quindi salito rapidamente, passando per 2.000 piedi QNH verso un'altitudine di 4.000 piedi QNH a DME 4. Nel punto più basso l'aeromobile si trovava a ca. 1.100 piedi più in basso di quanto avrebbe dovuto, se fosse stato stabilizzato correttamente sull' ILS della pista 19L.

L'aeromobile è sceso sotto i 2.000 piedi QNH a DME 6.5, sebbene questa sia un'altitudine minima che può essere superata solo su DME 4. L'equipaggio ha dichiarato che quando è stato avviato il "Go around", entrambi erano dell'opinione che l'aeromobile si trovasse 2 NM più indietro di quanto successivamente si è scoperto essere. Ciò è accaduto in una zona densamente edificata intorno ad Oslo a Råholt in Eidsvoll, ma il Ground Proximity Warning System (GPWS) non ha dato alcun allarme.

1.1.15 Il NAX 541 è salito quindi a 4.000 piedi QNH e un minuto dopo aver richiesto un vettoramento, l'equipaggio ha ricevuto istruzioni dalla torre di controllo di virare in direzione 090° ed è stato quindi trasferito al controllo di avvicinamento APP (119,970 MHz). L'aeromobile è entrato nuovamente nel circuito di traffico, ha volato verso l'NDB Oppaker (OPA) e poco dopo l'equipaggio ha completato un atterraggio del tutto normale a Gardermoen. Nel frattempo è stato completato lo spazzamento sulla pista 19R e il traffico è tornato su questa pista.

1.1.16 HSLB ha realizzato una rappresentazione grafica della posizione dell' aeromobile sul piano verticale da ca. DME 10 alla soglia della pista. Le informazioni sull'altitudine dell'aereo sono ottenute dal registratore dei dati di volo (Flight Data Recorder - FDR) sotto forma di altitudine pressione e altitudine radiometrica, rispetto all'altitudine letta sul radar di Gardermoen (SSR). Come mostra lo schizzo (vedi appendice 2), i dati di queste tre fonti indipendenti coincidono al punto che l'Accident Investigation Board ritiene che non ci siano dubbi riguardo ai movimenti nel piano verticale dell'aereo durante l'ultima parte dell'avvicinamento alla pista 19L.

## **1.2 Lesioni personali**

Non ci sono stati feriti

## **1.3 Danni all'aeromobile**

L'aereo non è stato danneggiato

## **1.4 Altri danni**

Non si sono verificati altri feriti

## **1.5 Informazioni sul personale**

### 1.5.1 Il comandante

1.5.1.1 Il comandante, un uomo di 56 anni, vola da molti anni e ha una vasta esperienza su diversi tipi di aeromobili, ma negli ultimi anni ha volato solo sul B737. È stato impiegato da un gran numero di compagnie aeree, principalmente in Europa, ma ha volato anche per compagnie nazionali in Norvegia. È stato impiegato presso NAS nel 2002 ed è poi stato assunto da Virgin Express.

1.5.1.2 Il comandante è in possesso di certificato ATPL valido fino all'8 agosto 2006. L'ultima visita medica prima dell'incidente è stata il 10 gennaio 2003 con restrizione VDL. Ha effettuato un controllo di professionalità (Operator Proficiency Check - OPC) il 18 dicembre 2002 e contemporaneamente ha svolto il suo ultimo corso di formazione CRM prima dell'incidente. L'ultimo Line check è stato effettuato l'8 agosto 2002.

<b>TEMPO DI VOLO</b>	<b>TUTTI I TYPE</b>	<b>QUESTO TYPE (B737)</b>
ULTIME 24 ORE	3:20	3:20
ULTIMI 3 GIORNI	11:35	11:35
ULTIMI 30 GIORNI	67:25	67:25
ULTIMI 90 GIORNI	169:45	169:45
TOTALE	18 270	10 123

1.5.1.3 Il pilota ha espresso a HSLB che si sentiva riposato e pronto a volare prima di questo viaggio.

#### 1.5.2 Il primo ufficiale

1.5.2.1 Il primo ufficiale, maschio, 59 anni, ha una lunga esperienza come pilota, ma aveva poca esperienza sul tipo di aeromobile B737 al momento dell'incidente e non aveva mai effettuato un "riattaccata" sul B737 se non nel simulatore. E' stato alla NAS per diversi anni e ha volato sui Fokker-50 della compagnia prima di iniziare il suo trasferimento al B737 nel 2002. Lo skill test per ottenere l'omologazione (type rating) sul B737 è stato effettuato il 18 dicembre 2002.

1.5.2.2 Il primo ufficiale è in possesso di certificato ATPL valido fino al 10 giugno 2006. L'ultimo controllo medico è stato effettuato il 30 Settembre 2002 con restrizione VNL. È stato sottoposto a OPC il 15 ottobre 2002 sull'F-50. L'ultimo addestramento CRM è stato effettuato anche sull'F-50 in collegamento con l'OPC. L'ultimo controllo di linea è stato effettuato l'8 febbraio 2002.

<b>TEMPO DI VOLO</b>	<b>TUTTI I TYPE</b>	<b>QUESTO TYPE (B737)</b>
ULTIME 24 ORE	2:40	2:40
ULTIMI 3 GIORNI	10:50	10:50
ULTIMI 30 GIORNI	61:35	61:35
ULTIMI 90 GIORNI	61:35	61:35
TOTALE	20 127	64:45

1.5.2.3 Allo stesso modo del comandante, il primo ufficiale ha detto di sentirsi riposato e pronto a volare prima di questo viaggio.

### 1.5.3 Controllore del traffico aereo nella torre di controllo di Gardermoen

Il controllore del traffico aereo in servizio a Gardermoen era un aspirante controllore del traffico aereo. Ha svolto il servizio sotto la supervisione di un controllore del traffico aereo esperto come richiesto dalle normative.

## **1.6 L'aeromobile**

### 1.6.1 Generale

#### 1.6.1.1

Produttore:	Boeing Aircraft Company
Tipo:	737-36N
N. di serie:	28671
Anno di fabbricazione:	1997
Tempo di volo:	13.114 ore
MTOM:	63.277 Kg

1.6.1.2 Prima che la NAS rilevasse l'aereo nel 2002, questo era gestito dalla compagnia aerea Varig. L'aeromobile non ha subito particolari aggiornamenti/modifiche tecniche. Non è stato precedentemente esposto a incidenti/incidenti che abbiano richiesto riparazioni speciali.

### 1.6.2 Strumentazione/segnali di avvertimento della cabina di pilotaggio

1.6.2.1 Un modo comune per indicare malfunzionamenti sugli strumenti della cabina di pilotaggio è l'uso di spie di avvertimento. Si tratta di segnali obbligatori, rossi, che vengono visualizzati e si sovrappongono allo strumento che ha funzionalità ridotte. Sul campo rosso verrà spesso scritto anche a quale sistema si applica l'errore. Sugli strumenti meccanici tradizionali, anche queste spie saranno meccaniche. Sugli strumenti con grafica a colori, sullo schermo saranno presenti campi rossi.

1.6.2.2 Nell'indagine di HSLB su questo incidente, l'accento è posto sul modo in cui queste flag vengono presentate sugli strumenti elettronici, consistenti in schermi su cui il pilota riceve le informazioni sottoforma di grafici.

### 1.6.3 Sistema di allarme di prossimità al suolo (GPWS)

1.6.3.1 L'equipaggio ha dichiarato che il sistema GPWS non ha dato alcun allarme, e i dati della FDR lo supportano.

Questo aeromobile è dotato di un sistema GPWS di Honeywell con 7 diverse modalità:

1. Excessive rate of descent.
2. Level flight or too shallow climb towards rising terrain (2A og 2B)
3. Take off altitude loss

4. Unsafe terrain clearance (4Aog 4B)
5. Excessive deviation below the glide slope
6. Descent below decision height
7. Windshear

Di questi, in relazione a questo incidente, è importante esaminare più in dettaglio le modalità 1, 2, 4, 5 e 6.

1.6.3.2 I dati di FDR mostrano che LN-KKL, tra DME 8 e DME 6.25, aveva un descent rate di 2.200 piedi/min. Il muso dell'aeromobile è stato quindi leggermente sollevato in modo che il descent rate tra DME 6,25 e DME 5 fosse di 1.056 piedi/min. L'aeromobile ha raggiunto il suo punto più basso subito dopo a DME 4.8.

1.6.3.3 La modalità 1 del GPWS può emettere gli allarmi "SINK RATE" e "WHOO! WHOOP! WHOOP! PULL UP" in funzione del descent rate (barometrico) e dell'altezza dal suolo. Con un descent rate di 2.200 piedi/min, l'altezza dal suolo deve essere inferiore a 750 piedi per ottenere l'allarme "SINK RATE" e inferiore a 500 piedi per ottenere il "PULL UP". Con un descent rate di 1.056 piedi/min, si è leggermente al di fuori del limite di allarme "SINK RATE" di 1.031 piedi/min, ma in teoria è possibile ricevere tale allarme se l'altezza dal suolo è inferiore a 100 piedi. **La modalità 1 quindi non darebbe allarme nel caso di LN-KKL.**

1.6.3.4 La modalità 2 può emettere gli allarmi "TERRAIN TERRAIN" e "WHOO! WHOOP! WHOOP! PULL UP" in funzione della velocità con cui l'aereo si avvicina al suolo e dell'altezza dell'aereo dal suolo. La modalità è duplice, la modalità 2A che si applica quando i flap sono chiusi e la modalità 2B che si applica quando i flap sono estesi. LN-KKL aveva i flap abbassati durante il periodo di volo in questione, quindi si applica la modalità 2B. La "l'involuppo" per 2B ha un limite superiore di 789 piedi al di sopra del suolo. Ciò significa che durante il periodo con un descent rate di 2.200 piedi/min l'aeromobile non è sceso abbastanza in basso da consentire alla modalità di attivare un allarme. Nella fase con una velocità di discesa di 1.056 piedi/min, l'aeromobile è arrivato abbastanza basso da poter ottenere "TERRAIN TERRAIN", ma a causa della velocità di discesa decrescente, i requisiti della modalità per la velocità con cui l'aeromobile deve avvicinarsi al terreno non sono soddisfatti. Affinché il modo 2B dia "PULL UP", l'aeromobile deve avvicinarsi al terreno ad almeno 3.000 piedi/minuto e allo stesso tempo essere ad un'altezza inferiore a 789 piedi dal suolo. **La modalità 2 quindi non darebbe allarme nel caso di LN-KKL.**

1.6.3.5 La Modalità 4 è composta da due parti, 4A e 4B. Entrambe le varianti danno l'allarme "TOO LOW - TERRAIN". Inoltre, 4A emette l'allarme "TOO LOW - GEAR" e 4B l'allarme "TOO LOW - FLAPS" in funzione della potenza, dell'altezza dal suolo, della posizione dei flap e se il carrello di atterraggio è estratto o meno. LN-KKL aveva il carrello di atterraggio estratto tra DME 10.5 e DME 4.8, inoltre sono stati utilizzati i flap. Pertanto, non sono soddisfatti né i requisiti per 4A né per 4B. **La modalità 4 quindi non darebbe alcun allarme nel caso di LN-KKL.**

1.6.3.6 La modalità 5 può emettere l'allarme "GLIDESLOPE" in funzione dell'energia del segnale "fly-up" che l'aereo riceve dal trasmettitore del percorso di planata e dell'altezza dell'aereo dal suolo. La modalità viene attivata quando il ricevitore NAV è impostato su una frequenza ILS e il carrello di atterraggio è fuori. Per entrare nell'area che dà un allarme "Soft warning", l'altezza dal suolo deve essere compresa tra 1.000 e 150 piedi nello stesso momento in cui il segnale di volo risulta in un minimo di 1,3 "punti" sotto il sentiero di planata. LN-KKL era al di sotto di 1.000 piedi dal suolo da DME 5.8 a DME 4.2, ma poiché il segnale del sentiero di discesa era guasto, il sistema non poteva calcolare l'energia del segnale di deviazione e il numero di "punti". **La modalità 5 quindi non ha potuto emettere un allarme nel caso di LN-KKL.**



Anche la spia "INOP" sul pannello di controllo GPWS non si è accesa. Se una corrispondente deviazione dal sentiero di discesa fosse stata effettuata con un trasmettitore del sentiero di discesa operativo, l'aeromobile sarebbe entrato nell'area della modalità per "Hard warning". **Ciò significa che l'allarme "GLIDESLOPE" verrebbe ripetuto ogni 0,67 secondi.**

1.6.3.7 La modalità 6 può fornire un'ampia gamma di allarmi. È lo stesso operatore aereo a scegliere quali saranno in uso. Alla NAS questa impostazione viene effettuata sul campo da tecnici su ordine della sezione ingegneria dell'azienda. Sono i capi piloti che scelgono quali "chiamate" utilizzare. Lo schema elettrico per LN-KKL mostra che "Altitude Callout ID34" è attivato. Ciò farà sì che la modalità emetta l'allarme "BANK ANGLE" se l'aereo rolla di oltre 35 gradi. Inoltre, il connettore "Altitude Callout Enable" è collegato a terra (elettrica). Questo disconnette dal radioaltimetro tutti gli allarmi che la modalità può fornire circa l'altitudine dell'aeromobile, compreso il "MINIMO" legato alla "decision height", **La modalità 6 quindi non darà alcun allarme nel caso di LN-KKL.**

1.6.3.8 NAS ha informato HSLB che l'uso della modalità 6 varia leggermente tra gli aeromobili della compagnia, ma che è stato avviato un processo per standardizzarlo. Tuttavia il processo di standardizzazione è stato interrotto dopo un intervallo di tempo perché l'azienda voleva invece implementare EGPWS/TAWS.

#### 1.6.3.9 Test del sistema

L'equipaggio può eseguire un test di sistema del GPWS in volo premendo il pulsante "Sys test" sul pannello di controllo del GPWS. Se il sistema funziona come dovrebbe, il risultato del test sarà che gli allarmi GLIDESLOPE, PULL UP e WINDSHEAR suoneranno. Se una modalità fallisce, l'allarme associato non funzionerà. Il test non può essere eseguito finché l'aeromobile non si trova a un'altezza superiore a 1.000 piedi dal suolo (altezza radio). Affinché l'allarme GLIDESLOPE suoni durante un test del sistema, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- Radio altitude NOT failed
- Glideslope NOT failed
- Glideslope mode NOT inhibited
- ILS/VOR frequency NOT failed

La condizione "Glideslope NOT Failed" non sarà soddisfatta se le condizioni: ILS Tuned = TRUE e Open Wire = TRUE (deviazione > 13 punti) sono soddisfatte contemporaneamente.

Il test del sistema verifica solo le condizioni relative al GPWS interno all'aeromobile.

Anche se manca il segnale del sentiero di planata da terra, e quindi i prerequisiti per la modalità 5 non sono soddisfatti, questo test non darà un messaggio di errore fintanto che il sistema dell'aeromobile è isolato correttamente.

#### 1.6.4 " Auto-Throttle"

1.6.4.1 LN-KKL non è controllato con un sistema Auto-Throttle, che è stato attivato durante l'intero avvicinamento. Il pulsante TO/GA è collegato alla modalità GO-AROUND (modalità G/A) nel sistema Auto-Throttle. La modalità G/A ha due sotto modalità:

- modalità G/A ridotta
- modalità G/A massimo

Se il pilota preme una volta il pulsante TO/GA, il sistema fornisce la modalità ridotta. Premendolo due volte si attiva la modalità massima del sistema.

1.6.4.2 La modalità G/A ridotta fornisce un aumento della velocità dei motori fino a un limite di giri N1 calcolato dal sistema Auto-Throttle sulla base della massa dell'aeromobile e della radio altitudine in modo che l'aereo ottenga un rateo di salita positivo. Con questa sotto modalità i valori della velocità dei motori N1 saranno nell'ordine del 70-80%. La modalità G/A massima aumenterà la velocità del motore fino al limite N1 che il sistema Auto-Throttle riceve dal "Flight Management Computer". Se viene utilizzata questa sotto modalità, i valori del numero di giri dei motori N1 saranno dell'ordine del 90%.

## **1.7 Meteo**

METAR ENGM 091420Z 19014KT 4500 DZ BR FEW002 BKN 004 01/M00 Q1021 TEMPO 2500 DZRA BKN002

## **1.8 Aiuti alla navigazione**

### 1.8.1 Il sistema di atterraggio strumentale sulla pista 19L

#### *1.8.1.1 Posizione e Frequenze*

Il sistema è costituito da un localizzatore (LLZ) e da un glideslope (GS). Le informazioni sulla distanza sono fornite da un trasmettitore DME (Distance Measurement Equipment) separato. Il radiofaro (ident GME) è situato all'estremità opposta della pista e indica una direzione di avvicinamento di 196° sulla pista 19L. Trasmette sulla frequenza 110.550 MHz. Il sistema di atterraggio strumentale (ILS) sulla pista 19L è una struttura di categoria I (CAT I).

Il sentiero di discesa e il DME si trovano a sinistra della 19L, all'interno della soglia pista, in modo che un aereo che segue il sentiero di discesa durante l'atterraggio mantenga ca. 15 metri (50 piedi) di altezza sopra la soglia pista. L'elevazione del glide path è di 3° e viene trasmesso sulla frequenza 329.450 MHz.

Le frequenze scelte per i radiofari di direzione e i sentieri di discesa "vanno insieme" come descritto nell'allegato 10 ICAO, capitolo 3. Il canale per il sistema DME è CH42Y. Questo canale è assegnato alla frequenza del radiofaro di direzione di 110.550 MHz e fornisce impulsi di interrogazione di 1.066 MHz e impulsi di risposta di 1.129 MHz. Il DME viene attivato automaticamente quando viene selezionata la frequenza per ILS.

#### *1.8.1.2 Il trasmettitore del sentiero di discesa*

Il trasmettitore del sentiero di discesa fa parte del sistema ILS descritto al punto precedente. È un trasmettitore glidepath a due frequenze con designazione di tipo NM7033. È prodotto e fornito dalla ex Navia Aviation, ora Park Air Systems, a Oslo.

I segnali nel trasmettitore sono il segnale RF proveniente dall'oscillatore OS1221B mentre i segnali di modulazione a bassa frequenza (90 Hz e 150 Hz) provengono dal generatore a bassa frequenza LF1223A.

I segnali vengono amplificati e modulati in ampiezza prima di passare attraverso un mixaggio ibrido che crea il segnale CSB (portante + banda laterale) e il segnale SBO (solo banda laterale). I segnali provenienti da OS1221B e LF1223A vengono forniti anche a uno stadio di modulazione/amplificatore che genera il segnale CLR (Clearance).

Lo scopo principale del segnale CLR è creare un'intensità di campo sufficiente ad angoli bassi. Il segnale dà un "fly-up" costante. Inoltre ha un effetto stabilizzante sul bordo inferiore del lobo di antenna, in modo che le false rotte e i "fly-down" ad angoli bassi causati da errori nel sistema vengano mascherati.

L'onda portante nel segnale CLR è a soli 8-18 kHz dall'onda portante CSB.

Il sistema dispone di due trasmettitori identici (Tx1 e Tx2), uno dei quali è collegato all'antenna, mentre l'altro invia l'energia su un "carico fittizio" e funge da trasmettitore di riserva.

#### *1.8.1.3 Sistema di monitoraggio*

La struttura ILS dispone di un sistema di monitoraggio integrato che controlla continuamente se i parametri nei segnali trasmessi rientrano nei valori limite impostati. Il compito principale del sistema di monitoraggio è generare allarmi in caso di superamento dei valori limite. Come punto di partenza per i calcoli riceve i segnali RF del sistema provenienti dall'antenna del glideslope tramite una rete di ricombinazione (MCU). I segnali passano attraverso un "front-end del monitor" dove vengono rilevati i segnali in banda base e viene generato un segnale di corrente continua per ciascun segnale RF ricevuto in cui il livello di tensione è proporzionale al livello del segnale RF. Nei trasmettitori di glideslope a due frequenze, come quello installato sulla pista 19L, vengono generati anche impulsi che mostrano la DF (differenza di frequenza) tra il segnale di rotta (CSB e SBO) e il segnale di autorizzazione (CLR).

Questi segnali analogici vengono inoltrati dal "front-end del monitor" al "monitor". Qui vengono prima digitalizzati e vengono filtrati utilizzando FFT o calcoli del valore medio. Dopo il filtraggio, i segnali vengono confrontati con i valori limite memorizzati in un comparatore. Se il risultato di ciò mostra che uno o più valori limite sono stati superati, il comparatore genera un segnale di allarme.

#### *1.8.1.4 Valori limite*

Il sistema di monitoraggio controlla che l'impianto ILS operi entro le specifiche stabilite nell'allegato 10 dell'ICAO, capitolo 3.2.5. I requisiti aumentano con la categoria più alta dell'impianto. Sebbene l'ILS sulla pista 19L di Gardermoen sia un impianto di categoria I, OSL AS ha scelto di gestire l'impianto con valori limite di categoria III per ragioni di statistiche operative e di confronto con altri impianti ILS dell'aeroporto.

#### *1.8.1.5 Controllo remoto*

Il sistema ILS può essere controllato in remoto dalla torre di controllo. Questo viene fatto con un telecomando (RC1241A) che viene gestito tramite il pannello frontale (RF1242A). Il Controllo Remoto comunica con il sistema ILS tramite una linea telefonica fissa. La comunicazione segue il protocollo V.21. Utilizzando il sistema di controllo remoto, il sistema ILS può essere acceso e spento. Lo stato del sistema viene visualizzato con l'accensione di LED. Anche il pannello frontale e gli allarmi sono dotati di suono. Se il sistema ILS si spegne automaticamente, non potrà essere riaccessato prima che siano trascorsi 20 secondi.

#### *1.8.1.6 Funzionamento della struttura ILS*

L'impianto ILS sulla pista 19L è operativo dal 1997. OSL ha conservato un registro di servizio per la struttura sin dall'inizio, dal quale risulta che per il 9 febbraio 2003 si sono verificate otto interruzioni nel trasmettitore del sentiero di discesa.

Questo sono:

Data	Motivazione	Ore fuori servizio
28.11.1997	Sconosciuto	23
21.11.1998	Errore nel segnale CLR	53
17.03.1999	Errore nel segnale CLR	<1
24.01.2001	Troppa neve sulla superficie riflettente	8
16.08.2001	Antenna NF e lun. carta	258
21.02.2002	Errore sui cavi dell'antenna	527
19.01.2002	Errore nel segnale CLR	?
09.02.2003	Errore nel segnale CLR	<1

Le ragioni di questi risultati sono diverse, ma quattro di esse sono dovute al fatto che il sistema di monitoraggio ha registrato che il segnale CLR è al di fuori dei valori limite impostati. Questo è stato anche il motivo per cui l'impianto è stato chiuso il giorno dell'incidente in questione. Questo errore domina le cause dell'errore e OSL ha provato a fare qualcosa per risolvere il problema.

Dopo l'incidente con l'aeromobile della Norwegian, l'OSL ha scelto di smontare l'intera rete di trasmettitori e di inviarla al produttore Park Air . Sono stati scoperti difetti tecnici come saldature elettriche non efficienti. Park Air ha inviato una nuova rete a Gardermoen. L'OSL ha riscontrato un guasto anche nell'antenna n. 3 durante il lavoro di ricerca guasti sul glideslope. Questa è stata ora sostituita e il sistema ILS è stato controllato dopo la riparazione.

Poiché l'ILS sulla pista 19L è una struttura di categoria I, non vi sono requisiti da parte dell'ICAO in merito all'integrità o alla continuità della struttura. Al contrario, esiste una raccomandazione dell'ICAO per cui il trasmettitore del glideslope in una struttura ILS di categoria I deve avere un tempo medio tra le interruzioni (MTBO) non inferiore a 1.000 ore. L'accumulo orario per il trasmettitore del glidepath sulla pista 19L fornisce un MTBO di 3.677 ore, ovvero ben entro la raccomandazione ICAO.

Il requisito dell'ICAO per l'MTBO per i trasmettitori del glidepath inclusi nei sistemi ILS di categoria superiore alla categoria I è di 2.000 ore. OSL lo calcola in un modello di gruppo che include tutti e quattro i trasmettitori del glidepath indipendentemente dalla categoria. Ciò è possibile perché gli impianti di categoria I vengono gestiti con limiti di allarme di categoria III. Questo calcolo fornisce un MTBO per il gruppo di 5.665 ore. OSL ha quindi un'attività delle sue strutture glidepath che, misurata in termini di tempo operativo delle strutture, supera di buon margine i requisiti dell'ICAO.

### 1.8.2 Ulteriori aiuti alla navigazione in aeroporto

L'aeroporto di Oslo Gardermoen è dotato di quattro opzioni per strutture ILS di diverse categorie. Nessuno dei sistemi ILS dispone di radiofari, ma utilizza invece DME. L'aeroporto ha un totale di cinque strutture DME oltre a DVOR e NDB. Gardermoen ha sia un radar terminale (PSR/MSSR) che due radar per i movimenti di superficie (SMR).

## **1.9 Comunicazioni**

### **1.9.1 Collegamento con controllo di avvicinamento (avvicinamento Oslo)**

1.9.1.1 L'equipaggio era in contatto radio con Oslo Approach sulla frequenza 119.970 MHz. Qui, l'aeromobile è stato prima inserito nel percorso di traffico per l'atterraggio sulla pista 19R, per ricevere in seguito il vettoramento per la pista 19L quando la 19R era chiusa. Tutto si è svolto secondo le procedure e LN-KKL è stato trasferito alla frequenza della torre di Gardermoen alle 14h42:36.

1.9.1.2 Durante la riattaccata, dal momento in cui l'aeromobile è stato nuovamente trasferito al controllo di avvicinamento, l'equipaggio ha avuto grandi difficoltà a sentire il controllore del traffico aereo. Ciò è stato dovuto a un guasto alle cuffie del controllore del traffico aereo. Successivamente è stato effettuato il passaggio e la qualità della connessione è stata ripristinata.

### **1.9.2 Collegamento con la torre di controllo di Gardermoen**

L'equipaggio è rimasto in contatto radio con il controllore del traffico aereo nella torre di controllo (120.100 MHz) per due volte. La prima volta è stata durante l'avvicinamento alla pista 19L, che si è concluso con una riattaccata. La seconda volta è stato quando il controllo di avvicinamento ha trasferito l'aeromobile alla torre di controllo per l'atterraggio sul 19R. In entrambe le occasioni la connessione ha funzionato correttamente.

## **1.10 Aeroporto**

Non rilevante.

## **1.11 Registratori di volo**

### **1.11.1 Registratore vocale in cabina di pilotaggio (CVR)**

1.11.1.1 LN-KKL è dotato di un CVR "a stato solido" di Honeywell, P/N 980-6022-001. Ha una capacità di 120 minuti di registrazione audio continua prima che inizi la sovrascrittura delle registrazioni precedenti.

1.11.1.2 Dopo l'atterraggio l'equipaggio della LN-KKL non ha avuto la sensazione che fosse successo qualcosa di significativo. Pertanto i dati del CVR non sono stati presi in considerazione da Norwegian. Quando dall'analisi del "flight path" divenne chiaro che l'evento era di natura tale da dover essere indagato come incidente la registrazione era già stata cancellata. La cancellazione è avvenuta per sovrascrittura automatica del nastro audio nei successivi voli dell'aeromobile.

### **1.11.2 Registratore dei dati di volo (FDR)**

1.11.2.1 LN-KKL è dotato di un FDR "a stato solido" di Honeywell, codice articolo 980-4700-003. Il registratore ha capacità di registrare un volume di dati di 128 word per secondo per 25 ore prima che venga avviata la sovrascrittura dei dati registrati in precedenza. I dati si sono conservati e sono stati estratti ed elaborati dalla divisione tecnica di Honeywell Braathens, poiché NAS non dispone delle attrezzature o dell'organizzazione per tale elaborazione dei dati. HSLB ha ricevuto i dati da Braathens tramite un rappresentante tecnico in norvegese.

1.11.2.2 Un'ampia gamma di parametri di volo dell'aeromobile viene registrata nel FDR a diversi intervalli di tempo. Il sistema è composto fondamentalmente da due unità:

1. FDR che memorizza i dati
2. DAU (Data Acquisition Unit) che contiene tutta l'elettronica per fungere da interfaccia tra l'FDR e l'avionica.

1.11.2.3 Un'analisi approfondita dell'incidente basata sui dati FDR è un processo completo. HSLB ha utilizzato principalmente i dati FDR per descrivere i movimenti dell'aeromobile rispetto al suolo durante l'ultima parte dell'avvicinamento. Inoltre, i dati sono stati utilizzati per analizzare alcuni sistemi avionici dell'aereo e il loro utilizzo da parte dell'equipaggio.

1.11.2.4 Gli eventi registrati in FDR vengono utilizzati anche per coordinare l'ora del FDR con i sistemi presenti nell'aeroporto di OSL.

## **1.12 Il luogo dell'incidente e il relitto dell'aereo**

Non rilevante

## **1.13 Condizioni mediche e patologiche**

Non rilevante

## **1.14 Fuoco**

Non rilevante

## **1.15 Aspetti di sopravvivenza**

Non rilevante

## **1.16 Indagini speciali**

### 1.16.1 Analisi avionica

#### *1.16.1.1 Introduzione*

In una conversazione con l'HSLB l'equipaggio ha espresso alcune questioni relative all'avionica dell'aeromobile che la commissione investigativa sugli incidenti ha voluto approfondire. Riguardo quanto segue:

- a. Non vi è certezza sul fatto che l'autopilota si sia disattivato immediatamente quando il glidepath è scomparso.
- b. L'equipaggio ritiene che le barrette di indicazione del Flight Director fossero ancora visibili dopo la scomparsa del segnale del sentiero di discesa.
- c. L'equipaggio ritiene che il guasto del segnale del glidepath non abbia generato una flag di avvertimento sull'EFIS.

Sono necessarie molte operazioni tecniche per ottenere un segnale regolare dal segnale oscillante che l’FDR ha registrato tramite i parametri che permettono di ricostruire il track per far sì che il segnale track venga visualizzato correttamente su un grafico.

La Commissione HSLB(Havari) ha scelto di assumere la consulenza dell'azienda Aviation Solutions per risolvere queste operazioni. La ricerca si basa sui dati FDR, sulle simulazioni e sui documenti tecnici. Dal paragrafo 1.16.1.2 al paragrafo 1.16.1.6 di questo Rapporto è presente una breve presentazione dei risultati della ricerca svolta da "Aviation Solutions". Il rapporto di Aviation Solution è reperibile nell'appendice 3 del presente Rapporto.

#### **1.16.1.2 Avionica**

Le componenti più importanti che costituiscono la base dell'indagine di Aviation Solutions sono:

- a. Sistema EFIS pilota/copilota
- b. Computer di controllo di volo sinistro/destro (FCC)
- c. Ricevitore NAV sinistra/destra e DME

Boeing ha segnalato al NAS che le spie dovrebbero essere visualizzate se il segnale del glidepath non è corretto. Ciò viene affermato anche nei manuali di manutenzione dell'aereo, ma le indagini dimostrano che ciò non è corretto. Vengono invece visualizzati i flag per gli errori LLZ. L'EFIS non visualizza mai una flag di fallimento del sentiero di discesa.

Le radio NAV ricevono segnali sia dal sistema ILS che dai trasmettitori VOR. Il segnale del sentiero di discesa è analogico e viene inviato sia al generatore di simboli FCC che EFIS. L'indagine di Aviation Solutions mostra che questo segnale analogico è diverso dal segnale del glidepath registrato nell'FDR, in quanto l'FDR riceve il segnale del sentiero di discesa digitale dal generatore di simboli dell' EFIS.

Questa soluzione tecnologica tuttavia consente che si verifichino deviazioni tra ciò che il pilota ha visto sull'EFIS e ciò che l'FDR ha registrato.

#### **1.16.1.3 Registratore dei dati di volo**

HSLB si è subito interessato a un segnale oscillante che l’FDR ha registrato sul parametro del segnale del glideslope. L'oscillazione è iniziata nello stesso momento in cui il trasmettitore del sentiero di discesa si è spento ed è dunque diventato importante trovare la fonte del segnale per vedere se questo sarebbe potuto essere rilevante per l'incidente. L'indagine di “Aviation Solutions” ha però rivelato che tale oscillazione è da considerarsi una caratteristica del FDR/DAU. Quando il radio ricevitore NAV è in modalità ILS senza avere un segnale di glideslope da inoltrare all'FDR, nell'FDR si verifica la suddetta oscillazione.

Si è scoperto che, anche se per una parte dell'avionica dell'aeromobile si parla di sistemi duplicati, nell'FDR viene registrato solo un parametro del sistema. Ad esempio, l'aeromobile ha due ricevitori NAV (sinistra/destra), ma viene registrato solo un segnale/canale del glideslope. È diventato quindi importante scoprire quale canale è stato registrato per determinare quali segnali sono stati effettivamente osservati.

Non è stato possibile trovare queste informazioni in Norvegia, ma dopo che Aviation Solution ha contattato il produttore del DAU, è possibile stabilire quanto segue:

- a. FDR registra i dati EFIS dal lato/canale sinistro quando il pilota vola con l'aiuto di FD, AP ed EFIS sul lato/canale destro.
- b. L'FDR registra quindi dati EFIS diversi da quelli in base ai quali l'aeromobile sta volando.

#### *1.16.1.4 AutoPilot/Auto Throttle Engage/Disengage*

FDR registra le modalità utilizzate per AP (pilota automatico) e AT (Auto Throttle). L'analisi di questi dati da parte di "Aviation Solutions" ha mostrato che durante il viaggio da Sola a Gardermoen l'equipaggio ha utilizzato quasi tutte le modalità disponibili in FCC. L'avvicinamento a Gardermoen è stato effettuato con AP a canale singolo. Ciò fornisce un avvicinamento automatico, ma richiede l'atterraggio manuale.

Inoltre, i dati registrati hanno mostrato che l'AP si è spento 4-5 secondi dopo che il segnale del glideslope (sentiero di discesa) è scomparso da terra. Questo ritardo è previsto nella documentazione dell'aeromobile Boeing. Il sistema è progettato con questo ritardo per consentire piccole modifiche del segnale a breve termine senza che l'AP debba disconnettersi. Il test ha dimostrato che lo spegnimento dell'AP attiva un allarme acustico e luminoso.

L'avvicinamento è stato effettuato con AT nella stessa modalità per tutto il tempo. Questo sistema è stato utilizzato fino alla "go-around".

#### *1.16.1.5 Simulazione della perdita del segnale del glideslope*

Nell'ambito dell'analisi avionica è stata effettuata una simulazione della perdita del glideslope. L'LN-KKL è stato portato nell'hangar e collegato al tester Pitot/statico (ADTS405F). E' stato quindi possibile inserire velocità e altitudine nei sistemi dell'aeromobile in modo da poter attivare il pilota automatico AP. Mentre questo sistema era attivato, i segnali di beacon direzionale simulato e di glideslope venivano inviati alle antenne ILS anteriori dell'aeromobile. L'equipaggiamento per questo test è stato fornito dall'Autorità norvegese per le poste e le telecomunicazioni. La simulazione è stata in grado di determinare quanto segue:

- a. La perdita del segnale del glideslope non fornisce un flag sull'EFIS.
- b. L'unica indicazione dell'EFIS in caso di guasto del glideslope è la scomparsa del triangolino nero ("indicatore di deviazione") all'estrema destra del display.
- c. La perdita del glideslope dà un segnale di avvertimento sull'E-ADI (indicatore elettronico di direzione dell'assetto) "Stand-by".
- d. Quando l'interruttore automatico del Ricevitore NAV è scattato, il puntatore di deviazione e la scala di deviazione sono scomparsi, ma non è stato emesso alcun segnale di avviso.
- e. Quando l'AP è spento, viene attivato un allarme.
- f. Sebbene il segnale del glideslope sia scomparso, la modalità FD "GS" è rimasta visibile con lettere verdi sull'E-ADI.

#### *1.16.1.6 Conclusione analisi avionica*

I risultati dell'indagine possono essere così riassunti punto per punto:

- a. L'autopilota si spegne quando viene perso il segnale del glideslope. Quando ciò accade, vengono attivati allarmi luminosi e sonori.



- b. Nessun flag di avviso viene visualizzato sull'EFIS quando il segnale del sentiero di discesa si perde. Ciò vale indipendentemente dal motivo della perdita del segnale.
- c. Viene visualizzato un flag "standby" per la perdita del segnale del sentiero di discesa sull'EADI.
- d. Anche se il segnale glideslope si perde, "GS" rimane in lettere verdi sull'EADI e simboleggia la modalità OK Flight Director. Ciò è coerente con il fatto che il parametro "A/P-GS" rimane "ingaggiato" nell'FDR anche dopo che l'autopilota è stato rilasciato.
- e. FDR registra i dati dall'EFIS dal lato opposto rispetto a dove si trova il "Flying Pilot". Ciò significa che possono verificarsi delle deviazioni tra i dati registrati e i dati in base ai quali l'aeromobile sta volando.

## **1.17 Organizzazioni e gestione**

### 1.17.1 Norwegian Air Shuttle

1.17.1.1 La compagnia Norwegian Air Shuttle è stata fondata nel 1993 in stretta collaborazione con Braathens. Fin dall'inizio la compagnia volava con i Fokker 50 e la compagnia possedeva un massimo sei aeromobili di questo tipo. Successivamente si decise di cambiare la strategia della compagnia e nell'autunno del 2002 la Norwegian divenne operativa come compagnia low cost con 7 unità. B737. Successivamente il numero dei voli è aumentato, e nel corso del 2003 tutti i Fokker 50 dell'azienda sono stati messi fuori servizio. Lo Norwegian attualmente ha ca. 300 dipendenti.

1.17.1.2 Nell'autunno del 2002, Norwegian ha ottenuto un COA per il B737 con validità di un anno in conformità con JAR OPS 1. Dopo il rinnovo nell'autunno del 2003, l'AOC è stato concesso per un ulteriore anno.

1.17.1.3 Quando l'incidente venne a conoscenza della direzione operativa della compagnia aerea, entrambi i piloti furono portati fuori dalla linea di volo e sottoposti a un addestramento al simulatore. I dati FDR sono stati analizzati in azienda e si è tentato di ricreare l'approccio in un simulatore. Entrambi tornarono in servizio attivo poco tempo dopo.

### 1.17.2 Aeroporto di Oslo AS

1.17.2.1 La società aeroporto di Oslo AS (OSL), fondata nel novembre 1992, possiede e gestisce l'aeroporto di Oslo Gardermoen. OSL è una consociata interamente controllata da Avinor e ha operato dal gennaio 1997 fino alla chiusura di Fornebu, sia su Fornebu che Gardermoen. L'azienda dispone di ca. 470 dipendenti a tempo indeterminato. Nel 2002, l'aeroporto contava ca. 177.000 movimenti aerei e 13,4 milioni di passeggeri.

1.17.2.2 L'OSL è organizzato in diversi dipartimenti. La responsabilità dell'esercizio e della manutenzione dei sistemi radar e di navigazione spetta al Dipartimento per i sistemi operativi di volo e l'IT. Nell'ambito dell'inchiesta l'HSLB ha avuto contatti con questo dipartimento e con il dipartimento per i servizi del traffico aereo.

1.17.2.3 Il dipartimento dei servizi del traffico aereo dell'OSL è stato trasferito alla nuova divisione del controllo del traffico aereo ad Avinor nel marzo 2004.

### 1.17.3 Il servizio del traffico aereo

1.17.3.1 Durante questo incidente sono stati coinvolti due organi di controllo del servizio del traffico aereo. Si tratta del servizio di controllo di avvicinamento (APP) presso l'ATCC di Oslo, che è di responsabilità di Avinor, e del servizio di controllo delle torri (TWR) a Gardermoen, che è di responsabilità di OSL. Il trasferimento della responsabilità del controllo del traffico aereo tra questi due enti deve avvenire secondo regole specifiche.

1.17.3.2 La distribuzione delle responsabilità di controllo tra gli enti di controllo del traffico aereo per gli aeromobili in arrivo è descritta nelle norme per il servizio del traffico aereo (RFL I), capitolo 4, sezione 3.2.1.1. Qui viene descritto al punto b) che il trasferimento della responsabilità di controllo può avvenire in un determinato punto, o ad una determinata altezza, se ciò è stato concordato attraverso un accordo di coordinamento tra gli organi di controllo. ATCC di OSL e Gardermoen TWR dispone di tale accordo (Normativa regionale, parte 5, capitolo 1).

1.17.3.3 Gardermoen TWR è dotato del sistema Integrated Controller Workstation (ICW) che è strettamente collegato al sistema radar/dati di Oslo ATCC. Sulle postazioni di lavoro dell'ICW il controller della torre può aprire/visualizzare le finestre secondo necessità e, tra le altre cose, recuperare i dati radar e le strip di volo elettroniche (EFS). Lo scambio dei dati di un piano di viaggio, coordinamento e controllo tra APP e TWR per i voli controllati dovrà avvenire prevalentemente in formato elettronico attraverso le postazioni di lavoro.

1.17.3.4 Quando si trasferisce la responsabilità di controllo per un aeromobile in arrivo, il controllore del traffico aereo dell'APP deve attivare la cosiddetta funzione di "handoff" nel sistema per dimostrare che è pronto a trasferire la responsabilità di controllo. Il controllore del traffico aereo in TWR dovrà disattivare la funzione di "handoff" e dimostrare così di accettare il trasferimento della responsabilità di controllo. Quando il controllore del traffico aereo in APP vede che ciò è stato fatto, ordina all'equipaggio dell'aereo in questione di passare alla frequenza VHF della torre di controllo. In questo particolare incidente, in cui il NAX 541 è stato trasferito da APP a TWR, tutto ha funzionato come previsto.

1.17.3.5 Se la procedura descritta al punto precedente non viene effettuata in precedenza, il trasferimento della responsabilità di controllo per gli avvicinamenti ILS e VOR/DME deve avvenire al più tardi al superamento:

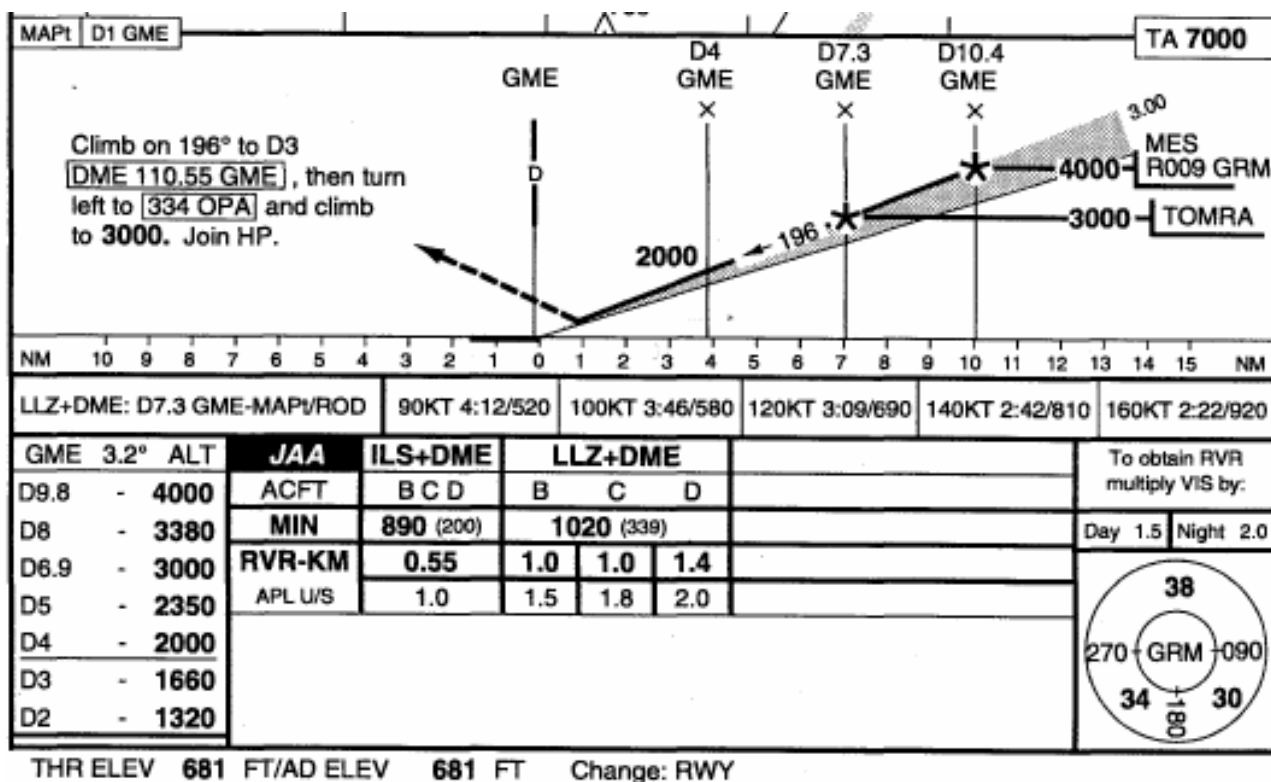
- 8 NM dalla soglia dell'ultimo palo, oppure
- 6 NM dalla soglia dell'avvicinamento finale se la distanza dall'aeromobile che precede sulla stessa pista è inferiore a 5 NM.

Il trasferimento della comunicazione deve avvenire al più tardi nel momento del trasferimento della responsabilità del controllo radar.

## **1.18 Altre informazioni**

### 1.18.1 Atterraggio strumentale sulla pista 19L

1.18.1.1 Le AIP descrivono come dovrebbero avvenire gli avvicinamenti utilizzando l'ILS sulla pista 19L a Gardermoen. Ci sono anche altre pubblicazioni che descrivono questo, e l'equipaggio della LN-KKL ha utilizzato le carte di avvicinamento del Manuale delle operazioni della compagnia. NAS ("Norwegian Air Shuttle") acquisisce queste mappe da ("European Aeronautical Group"). La parte inferiore della mappa descrive il profilo di avvicinamento verticale:



1.18.1.2 Un approccio è diviso in segmenti. L'ultimo segmento, ("Final Approach segment"), inizia al FAF (Final Approach Fix), boa esterna o all'intercetta del sentiero di discesa quando viene effettuato un avvicinamento di precisione utilizzando l'ILS. Il segmento termina al MAP (Missed Approach Point) e durante il segmento l'aeromobile deve scendere fino al punto minimo in cui è possibile effettuare un atterraggio a vista (CAT I).

1.18.1.4 Durante il percorso, il trasmettitore del sentiero di discesa si è spento. Ciò significava che non si disponeva più di alcuno strumento di avvicinamento che potesse aiutare a correggere il movimento dell'aeromobile sul piano verticale, per cui i requisiti per effettuare un avvicinamento di precisione non erano più soddisfatti. L'approccio doveva essere completato come approccio non di precisione. LLZ e DME erano ancora operativi e il nuovo minimo era di 1.020 piedi QNH.

1.18.1.5 La tabella all'estrema sinistra della Figura 1 è un aiuto per gli approcci non di precisione. Qui, l'altezza in piedi è data per distanze DME maggiori rispetto al caso di un avvicinamento di precisione. Il profilo descritto nella tabella può differire leggermente dal profilo di avvicinamento di precisione, ma le altitudini non saranno mai inferiori alle altitudini minime determinate per l'avvicinamento. Le altezze sottolineate sono le altezze minime per la distanza DME associata. MAP per l'approccio non di precisione è 1 DME GME.

1.18.1.6 Secondo la procedura applicabile all'avvicinamento non di precisione, la quota di LN-KKL non doveva mai essere inferiore a 2.000 piedi prima di superare 4 DME GME. Dopo aver superato 4 DME GME, la discesa avrebbe potuto essere effettuata fino ai minimi LLZ di 1.020 piedi. A questa quota, un "riattaccata" avrebbe dovuto essere avviata a 1 DME GME se l'equipaggio non avesse avuto riferimenti visivi sufficienti per effettuare un atterraggio.

### **1.19 Metodi di indagine utili o efficaci**

In questa indagine non sono stati utilizzati metodi che meritano una menzione speciale.

## **2. ANALISI**

### **2.1 Generale**

2.1.1 Questo incidente a Gardermoen descrive una situazione in cui un aeromobile di linea ha avuto problemi nell'ultima parte dell'avvicinamento a causa di cambiamenti imprevisti nei segnali che l'aeromobile ha ricevuto dal sistema ILS.

L'Accident Investigation Board valuta seriamente quanto accaduto alla luce di altri due incidenti:

- il volo NZ60 di Air New Zealand a Samoa nel luglio 2000, dove un B767 precipitò a 384 piedi dal suolo a 5,5 NM dalla pista. Il motivo fu che il trasmettitore del sentiero di discesa inviava solo un segnale CSB, (signal Carrier and Side Band) che faceva sì che lo strumento nell'aeromobile indicasse "sul sentiero di discesa" indipendentemente dall'altitudine alla quale l'aeromobile si trovasse.
- il volo 801 della Korea Air a Guam nell'agosto 1997 dove un B747 entrò in collisione con il terreno a 3 miglia nautiche dall'aeroporto. Il motivo risiedeva nell'incapacità dell'equipaggio di padroneggiare un approccio non di precisione in caso di maltempo quando il trasmettitore del sentiero di discesa era fuori servizio.

2.1.2 Con questi eventi come sfondo, l'HSLB vuole trovare risposte al motivo per cui il NAX 541 aveva problemi di visibilità ridotta a Gardermoen durante un avvicinamento non di precisione in cui il trasmettitore del sentiero di discesa si era spento.

### **2.2 Tecnologia**

#### **2.2.1 La struttura ILS**

2.2.1.1 È opinione di HSLB che un sistema ILS sia un'installazione tecnica dalla quale si possono verificare guasti di tanto in tanto, ma è ovvio che gli errori si verificano così raramente che i requisiti di integrità dell'ICAO e continuità (MTBO) siano rispettati e che l'impianto sia quindi affidabile per l'utente.

Ciò si ottiene mediante il monitoraggio automatico della qualità dei segnali radio, e nonché l'organizzazione operativa abbia stabilito un sistema di routine, regolamenti e documentazione come richiesto dai Regolamenti sui servizi di navigazione aerea (BSL G 6-1), come ha fatto OSL .

2.2.1.2 HSLB ritiene che il verificarsi del guasto del trasmettitore del sentiero di discesa sulla pista 19L nel giorno in questione sia di natura tale che sia prevedibile (di tanto in tanto) senza che si verifichino situazioni pericolose.

Quando si verificano errori e gli utenti lo percepiscono come un degrado dell'automazione che di solito viene utilizzata come base per le loro operazioni di volo, si deve quindi poter partire dal presupposto che le parti interessate, cioè i controllori del traffico aereo e i piloti, siano in grado di gestire la situazione in modo soddisfacente. In questo caso, non sembra sia andata così.

## 2.2.2 Avionica

### *2.2.2.1 Strumentazione della cabina di pilotaggio*

Nel corso degli anni lo sviluppo tecnico nella cockpit si è mosso nella direzione di una maggiore automazione, di più sistemi e di legami più stretti tra i sistemi. In condizioni normali, dove tutti i sistemi funzionano e tutto è normale, i sistemi automatici faranno letteralmente volare l'aereo e il compito principale del pilota sarà il monitoraggio del sistema. In una realtà del genere è importante che i sistemi possano segnalare malfunzionamenti al pilota. In una cabina di pilotaggio moderna, l'attenzione del pilota sarà in gran parte dedicata alle informazioni visualizzate sull'EFIS.

Si tratta fondamentalmente di schermi di computer in cui tutte le informazioni sono sotto forma di grafica creata dai computer.

La commissione investigativa norvegese sugli incidenti è rimasta sorpresa dal fatto che l'indagine su questo incidente debba concludere che non sia stata generata alcuna segnalazione sull'EFIS per il guasto o assenza di glideslope.

Il "Deviation Pointer " scompare, ma non c'è nient'altro che attiri l'attenzione dei piloti. Le informazioni che HSLB ha ricevuto dal produttore dell'avionica su questo punto si rivelano in contrasto con le esperienze acquisite nell'ambito dell'indagine.

Oltre ai risultati di cui sopra, l'HSLB ha anche registrato che l'avionica fornisce informazioni che possono essere interpretate erroneamente dal pilota.

Il sistema Flight Director è progettato in modo tale che la modalità selezionata e attiva sia mostrata in lettere verdi nella parte superiore dell'EADI.

Quando l'aeromobile segue un segnale radio sotto forma di glideslope, indica "GS". Dall'indagine risulta che la scritta "GS" rimane verde anche dopo che l'aeromobile non riceve più alcun segnale di planata.

Ciò fornisce un'indicazione errata sulla possibilità o meno di un approccio di precisione, perché il verde viene percepito intuitivamente come se tutto fosse ok. Il sistema avrebbe dovuto avere una funzionalità migliore per comunicare i malfunzionamenti al pilota.

Le lettere verdi avrebbero dovuto scomparire, o cambiare colore, o lampeggiare o avvisare in altro modo il pilota che uno dei prerequisiti per l'attuale modalità "Flight Director", ovvero il segnale del glideslope non è più presente.

Il produttore e l'ente di certificazione sono responsabili di garantire che il sistema avionico abbia una buona funzionalità in questa applicazione.

#### *2.2.2.2 Sistema di allarme di prossimità al suolo (GPWS)*

Come descritto nella sezione 1.6, il movimento verticale dell'LN-KKL non soddisfa i requisiti per attivare un allarme nelle modalità 1, 2 e 4. La modalità 5, dell'autopilota d'altro canto, avrebbe dato un allarme se il glideslope avesse funzionato perché l'aeromobile era nell'area "avviso forte" della modalità. Lo scopo di questa modalità è quello di poter avvisare l'equipaggio che l'aeromobile è troppo basso, come in questo caso, ma la modalità è stata disabilitata senza che il sistema potesse accorgersene perché l'errore era esterno al sistema installato sull'aeromobile.

Nell'abitacolo è presente una lampada con la scritta "INOP" collegata al GPWS. La funzione di questa spia è quella di accendersi quando il sistema ha eseguito un test BITE e ha rilevato errori o quando una o più modalità non hanno funzionato.

Lo scopo di questa luce diventa discutibile finché non è possibile stabilire quale modalità ha fallito.

Il pilota diventa dipendente dall'esecuzione di un test del sistema durante il volo per ottenere un'indicazione se tutte le modalità funzionano.

Ciò sembra complicato e difficile, e avrebbe potuto essere vantaggiosamente gestito dall'automazione per fungere da barriera di sicurezza.

In previsione dell'introduzione dell'EGPWS sui propri aerei, NAS ha scelto di utilizzare un minimo assoluto delle possibilità di "call-out" in modalità 6 per LN-KKL.

Nella descrizione del sistema GPWS da parte del produttore del sistema, possiamo leggere che la modalità 6 può fornire una lunga serie di "chiamate" relative all'altezza del velivolo dal suolo durante l'avvicinamento in base alla radio altimetro.

La Commissione investigativa sugli incidenti è del parere che a un migliore utilizzo di questi avrebbe potuto contribuire a far sì che l'equipaggio acquisisse una percezione più corretta del movimento verticale dell'aeromobile, e quindi avrebbe potuto essere corretto in anticipo per l'aumento del tasso di discesa.

### **2.3 Comportamento dell'equipaggio**

#### 2.3.1 Comprensione della situazione

2.3.1.1 Il comandante e il primo ufficiale hanno riferito individualmente all'HSLB che questa fase di avvicinamento è stata percepita come del tutto normale, eccetto per la perdita del glide path e il volo manuale che il primo ufficiale doveva eseguire. Non c'era nulla che indicasse all'equipaggio che la velocità di discesa era maggiore del previsto, sebbene fosse effettivamente aumentata fino a circa tre volte il normale. Come illustrato nell'allegato 2, l'aereo ha attraversato il glide path prima che questo scomparisse. Di conseguenza, è stata effettuata una correzione automatica verso il basso, la quale era ancora attiva quando il glide path è scomparso e l'autopilota si è disattivato. Questo doveva essere corretto manualmente, ma non è stato fatto e la velocità di discesa è aumentata.

2.3.1.2 L'informazione dalla torre di controllo all'equipaggio di LN-KKL sulla perdita del glide path avrebbe potuto contribuire a una maggiore attenzione su questo aspetto e, di conseguenza, a una migliore vigilanza su eventuali problemi. Questo è stato reso difficile dal fatto che l'equipaggio ha impiegato troppo tempo per

cambiare frequenza dal controllo di avvicinamento alla torre di controllo. Se l'equipaggio avesse chiamato Gardermoen immediatamente dopo che il controllo di avvicinamento aveva chiesto di cambiare frequenza, l'aereo sarebbe stato sulla frequenza della torre circa 20 secondi prima che si verificasse il guasto del glide path, e NAX 541 avrebbe potuto ricevere la stessa informazione che la torre di controllo aveva dato a WIF 191.

2.3.1.3 Il primo ufficiale era il PF (Pilot Flying) durante il volo in questione. Aveva solo 64 ore sul tipo di aereo, a differenza del comandante con oltre 10.000 ore sul B737. Nella situazione che si è verificata con il cambio della "runway in use", nevicata, visibilità ridotta, perdita del glide path e un rapido e inaspettato passaggio al volo manuale, il carico di lavoro per il primo ufficiale era elevato e il livello di stress è aumentato. Il comandante, come PNF (Pilot Not Flying), si è concentrato sulla gestione dell'aereo da parte del primo ufficiale e ha partecipato più attivamente a questo di quanto il suo ruolo di PNF avrebbe richiesto. Questo può aver contribuito a una minore attenzione sulla corretta gestione delle comunicazioni radio.

2.3.1.4 Un compito importante per il PNF è "guardare dentro" e concentrarsi sugli strumenti dell'aereo. L'HSLB ritiene che la collaborazione tra l'equipaggio sia fallita poiché il comandante ha trascurato le informazioni del DME ed era convinto che l'aereo fosse 2 NM più vicino alla soglia di pista di quanto non fosse realmente.

2.3.1.5 È opinione della HSLB che una parte importante di questo incidente possa essere attribuita al fatto che l'equipaggio, a causa della situazione, per un certo periodo è stato sovraccaricato nell'elaborazione delle informazioni. In una tale situazione, spesso ci vuole tempo prima di essere in grado di identificare i problemi e adottare le misure corrette basate sull'esperienza.

2.3.1.6 Per poter trasferire esperienze da una situazione all'altra, devono esserci elementi che si riconoscono e che determinano se si valuta la situazione come una deviazione da quanto pianificato. In altre parole, deve esserci il riconoscimento di una situazione in cui si conoscono le procedure, permettendo di identificare rapidamente il problema e di affrontarlo utilizzando azioni apprese in precedenza. Se si sperimenta una situazione di deviazione totalmente sconosciuta, si utilizzerà tempo prezioso per distinguere gli elementi decisivi prima di poter valutare se sono importanti o meno e, di conseguenza, decidere il tipo di azione da intraprendere. (Questo argomento è trattato anche nel rapporto HSLB 64/2003).

2.3.1.7 In una situazione di atterraggio si ha poco tempo a disposizione, quindi la cosa più sensata da fare, quando si scopre una deviazione, è decidere immediatamente di interrompere l'avvicinamento. Per poter prendere una tale decisione è necessario avere familiarità con le procedure, oltre ad aver affrontato tali situazioni nell'addestramento CRM e al simulatore, in modo che l'equipaggio non abbia dubbi sui propri compiti. Entrambi i piloti avevano seguito l'addestramento CRM nell'anno precedente l'incidente, in conformità con i requisiti del JAR OPS 1. L'ultimo addestramento CRM del copilota era stato svolto su un altro tipo di aereo (F-50), ma nella stessa compagnia. Dato che l'addestramento CRM è in gran parte indipendente dal tipo di aereomobile, è improbabile che ciò abbia avuto un ruolo.

2.3.1.8 Attraverso il loro addestramento CRM, l'equipaggio dovrebbe aver compreso la differenza tra vigilanza individuale e vigilanza basata sull'equipaggio. La prima significa che il pilota è così preparato al volo che, se riceve una nuova autorizzazione, ha bisogno di poco tempo per modificare le procedure. Senza questa preparazione, sarà rapidamente sovraccaricato da un cambiamento nelle procedure. La vigilanza basata sull'equipaggio implica che l'equipaggio è così sicuro dei propri compiti che, in caso di deviazione, sa immediatamente quale sarà il nuovo compito senza bisogno di molta comunicazione aggiuntiva.

2.3.1.9 Una buona vigilanza è anche legata a un buon uso della strumentazione di bordo. Anche se si sta effettuando un avvicinamento ILS e si è catturato sia il localizzatore che il glideslope, è vantaggioso tenere d'occhio le informazioni del sistema DME e dell'altimetro, in modo da poter verificare distanza e altitudine rispetto alla soglia utilizzando le informazioni dell'ILS, rilevando così eventuali deviazioni.

2.3.1.10 HSLB pone interrogativi sulla decisione del comandante di proseguire l'avvicinamento dopo la scomparsa del segnale del sentiero di discesa nelle condizioni in atto. C'erano cattive condizioni di visibilità, cambio di pista poco prima dell'avvicinamento, passaggio improvviso al volo manuale e un copilota come PF con esperienza minima sul tipo di aeromobile. Continuare fino ai minimi del LLZ quando il segnale del glideslope scompare improvvisamente è più impegnativo rispetto a eseguire un normale avvicinamento LLZ/DME che è stato correttamente preparato prima dell'arrivo. La commissione ritiene che l'avvicinamento avrebbe dovuto essere interrotto prima.

### 2.3.2 Selezione della modalità G/A

2.3.2.1 Come descritto nel paragrafo 1.6.4, la modalità G/A (Go-Around) nel sistema Auto-Throttle ha due sotto-modalità. I dati FDR indicano che sono trascorsi otto secondi dal momento in cui il pulsante TO/GA è stato premuto fino a quando l'aereo ha avuto una velocità di salita positiva. Inoltre, in relazione all'aumento dei valori di N1 dal 30% al 75-80%, ciò indica che è stata selezionata la sotto-modalità ridotta della modalità G/A.

2.3.2.2 Se l'avvicinamento fosse stato effettuato con l'autopilota inserito, avrebbe iniziato ad alzare leggermente la prua dell'aereo intorno ai 400 piedi di altitudine radio, il che avrebbe potuto favorire un passaggio più rapido a una velocità di salita positiva rispetto a quanto avviene quando l'aereo è pilotato manualmente. In questo caso, tuttavia, è stato utilizzato solo un autopilota, e indipendentemente dalla sotto-modalità del G/A che è stata selezionata, questo autopilota si sarebbe disattivato.

2.3.2.3 Quando l'equipaggio ha premuto il pulsante TO/GA, l'aereo stava scendendo a una velocità compresa tra 1.000 e 1.100 piedi al minuto. Ciò doveva essere trasformato in una velocità di salita positiva una volta che l'altitudine radio dell'aereo era scesa a circa 600 piedi. La Commissione ritiene che in questa situazione si sarebbe dovuto selezionare la modalità G/A massima.

## **2.4 Servizi di traffico aereo**

### 2.4.1 Trasferimento delle responsabilità di controllo

2.4.1.1 Due entità di controllo del traffico aereo erano coinvolte: il controllo avvicinamento di Oslo e la torre di controllo di Gardermoen. La distribuzione delle responsabilità di controllo tra Oslo Controllo Avvicinamento e la Torre di Controllo di Gardermoen è già trattata nel punto 1.17.3, con riferimenti al RFL I, capitolo 4, e all'accordo di coordinamento tra Oslo ATCC e Gardermoen TWR. La suddivisione delle responsabilità di controllo tra APP e TWR è anche menzionata nel RFL I, capitolo 10, punto 4.4. Qui si stabilisce che l'APP ha la responsabilità del controllo degli aeromobili in arrivo fino a quando l'aeromobile non è trasferito e ha stabilito un collegamento radio con la torre di controllo.



2.4.1.2 In questo caso, l'equipaggio del LN-KKL è stato istruito dall'APP di contattare la torre di controllo per completare l'avvicinamento e l'atterraggio. L'APP ha dato questa istruzione dopo che il controllore della torre aveva accettato il trasferimento delle responsabilità di controllo disattivando la funzione di handoff. Il comandante, che agiva come PNF e quindi era responsabile delle comunicazioni radio, non ha aggiunto nulla sulla frequenza dell'APP. Il controllore dell'APP ha naturalmente dato per scontato che l'aereo fosse passato alla frequenza TWR come previsto.

2.4.1.3 Il controllo della torre aveva accettato il trasferimento delle responsabilità per il volo, ma non ha reagito quando l'aereo non è passato alla frequenza della torre. Il comandante non ha mai effettuato una chiamata corretta alla torre, e il controllore del traffico aereo non ha mai cercato di contattare il NAX 541, nonostante avesse accettato il controllo e sapendo che l'aereo era sotto la sua responsabilità. La commissione d'inchiesta ha sollecitato un approccio più proattivo nella creazione di contatti radio con l'aereo, specialmente date le condizioni meteorologiche avverse, le operazioni di spazzaneve e il cambio di pista in uso.

2.4.1.4 HSLB è del parere che il trasferimento della responsabilità di controllo tra avvicinamento e torre non abbia mantenuto la qualità che ci si dovrebbe aspettare. Come descritto nella sezione 1.1 di questo rapporto, l'indagine della commissione mostra che il NAX 541 è rimasto sulla frequenza APP per quasi mezzo minuto dopo che l'equipaggio avrebbe dovuto cambiare frequenza. Sebbene il trasferimento della responsabilità di controllo fosse avvenuto secondo le regole, il trasferimento del collegamento non aveva funzionato e né il controllore del traffico aereo dell'APP né il controllore del traffico aereo della TWR lo seppero. Secondo HSLB sarebbe dovuto essere il controllore del traffico aereo della TWR a scoprirlo perché aveva accettato la trasmissione senza che l'aereo arrivasse sulla sua frequenza. Il fatto che l'equipaggio dell'LN-KKL non abbia detto altro sulla frequenza dell'APP era in linea con le aspettative del controllore del traffico aereo dell'APP su come dovrebbe avvenire il trasferimento delle responsabilità di controllo, quindi ha innescato, comprensibilmente, nessuna azione da parte del controllore del traffico aereo in questione.

2.4.1.5 Un atteggiamento più proattivo da parte del servizio del traffico aereo avrebbe potuto portare il NAX 541 sulla frequenza corretta più rapidamente e quindi anche l'equipaggio avrebbe potuto essere informato più rapidamente su cosa era successo al sentiero di discesa. Ciò avrebbe potuto contribuire ad una maggiore vigilanza da parte dell'equipaggio.

#### 2.4.2 Presentazione delle informazioni radar

2.4.2.1 Gli organismi di controllo coinvolti sono fisicamente separati in quanto il controllo di avvicinamento è situato presso l'ATCC di Oslo a Røyken e la torre di controllo è a Gardermoen. Le informazioni radar sugli aeromobili in avvicinamento, ovvero come l'aereo si trova orizzontalmente e verticalmente rispetto al profilo di avvicinamento definito, vengono trasmesse da Gardermoen a Røyken dove vengono utilizzate dal controllo di avvicinamento.

2.4.2.2 La stessa presentazione delle informazioni radar è resa disponibile nella torre di controllo, ma qui non è inclusa in nessuna delle procedure. Le informazioni radar ci sono, ma non hanno alcun valore operativo diretto. È più del tipo "bello da sapere". In relazione a questo incidente, è stata la torre di controllo ad accertare che l'aereo continuava la discesa dopo che l'equipaggio aveva dato l'avviso di riattaccata. HSLB è del parere che vi sia un vantaggio in termini di sicurezza nell'utilizzo più attivo di queste informazioni radar e raccomanda all'OSL di tenerne conto.

### 3. CONCLUSIONI

#### 3.1 Risultati dell'indagine

##### 3.1.1 Comandante

- a) Al momento dell'incidente, possedeva certificati validi.
- b) Era un pilota esperto e aveva una conoscenza molto buona del tipo di aeromobile.
- c) Si sentiva sveglio e pronto per il volo.

##### 3.1.2 Copilota

- a) Al momento dell'incidente, possedeva certificati validi.
- b) Era un pilota esperto che al momento dell'incidente aveva poche ore di volo sul B737.
- c) Aveva ottenuto l'abilitazione sul B737 circa 7 settimane prima dell'incidente.
- d) L'ultimo OPC, il controllo di linea e l'addestramento CRM sono stati completati prima del cambio di tipo di aeromobile.
- e) Il copilota si sentiva riposato e in buona forma prima del volo.

##### 3.1.3 L'aeromobile

- a) L'aeromobile era regolarmente registrato e aveva un certificato di aeronavigabilità valido.
- b) L'indagine non ha rivelato difetti specifici relativi all'avionica oggetto di indagine.

##### 3.1.4 Movimento verticale dell'aeromobile

- a) Fino alla perdita del segnale del glideslope, il volo da Stavanger procedeva come previsto.
- b) Il glideslope è stato intercettato a circa DME 10. L'aeromobile ha attraversato il glideslope e il pilota automatico ha corretto l'assetto dell'aeromobile verso il basso.
- c) Il segnale del glideslope è scomparso a DME 8,8. Il pilota automatico si è disconnesso e l'aeromobile è stato pilotato manualmente. La velocità di discesa tra DME 8 e DME 6,25 era di 2200 ft/min. A DME 6,25 l'aeromobile era a 1250 ft sopra il livello del suolo.
- d) Da DME 6,25 a DME 5, la velocità di discesa era di 1056 ft/min. A DME 5, l'aeromobile era a 550 ft sopra il suolo.
- e) Il punto più basso è stato raggiunto a DME 4,8, con l'aeromobile a 460 ft sopra il suolo (altitudine radio).
- f) Successivamente, l'aeromobile è risalito rapidamente passando attraverso 2000 ft QNH a DME 4 verso l'altitudine autorizzata di 4000 ft QNH.

### 3.1.5 GPWS

- a) Il sistema GPWS non ha emesso alcun allarme. Questo è conforme ai valori limite impostati nel sistema.
- b) La funzionalità del GPWS per la segnalazione dei guasti non può avvisare l'equipaggio che la modalità 5 non funziona quando non viene ricevuto il segnale del glideslope, anche se l'equipaggio esegue manualmente un test del sistema (premendo "sys test") durante l'avvicinamento ILS.
- c) La scelta degli allarmi del NAS in modalità 6 è limitata e include solo l'allarme "BANK ANGLE".

### 3.1.6 FDR

- a) FDR registra i dati dall'EFIS opposto a quello in cui si trova PF. Ciò significa che non è necessariamente lo stesso di quello registrato nel FDR dell'aereo in volo.
- b) Il segnale analogico del sentiero di discesa che viene inviato al generatore di simboli EFIS non è lo stesso di quello registrato nell'FDR. Questa soluzione consente che si verifichino deviazioni tra ciò che il pilota ha visto sull'EFIS e ciò che l'FDR ha registrato.

### 3.1.7 Sistema ILS sulla pista 19L

- a) Il sentiero di discesa si è spento automaticamente a causa del sistema di monitoraggio che ha registrato valori per il segnale CLR che erano al di fuori dei valori limite.
- b) Da quando il trasmettitore del sentiero di discesa è stato messo in funzione nel 1997, è stato tenuto un registro di servizio che mostra che gli errori nel segnale CLR sono la causa di quattro guasti su otto del sentiero di discesa.
- c) Il guasto era localizzato nella rete di ricombinazione del sistema di monitoraggio ed era dovuto a una saldatura inadeguata.
- d) L'OSL ha riscontrato un guasto nell'antenna del sentiero di discesa n.3.
- e) La rete di ricombinazione e l'antenna sono state sostituite. La struttura è l'ala di controllo.
- f) Le statistiche operative presso l'OSL mostrano che l'MTBO per questo specifico sentiero di discesa, così come tutte le strutture ILS prese insieme, rientrano ampiamente nelle raccomandazioni e nei requisiti dell'ICAO.

### 3.1.8 Comunicazioni VHF

- a) Parte dei problemi di comunicazione tra l'equipaggio dell'LN-KKL e il controllore del traffico aereo al controllo di avvicinamento di Oslo erano dovuti a un guasto nelle cuffie del controllore del traffico aereo.

### 3.1.9 Trasferimento delle responsabilità di controllo tra controllo di avvicinamento e torre di controllo

- a) L'handover tra il controllo di avvicinamento di Oslo e la torre di controllo di Gardermoen è stato effettuato con la funzione di handoff in conformità con l'accordo di coordinamento tra l'ATCC di Oslo e la torre di controllo di Gardermoen.
- b) Sebbene il controllore del traffico aereo nella torre di controllo avesse accettato il trasferimento della responsabilità di controllo del volo, non tentò di chiamare il NAX 541 quando la chiamata dell'aereo da Gardermoen fu ritardata.
- c) Sebbene il trasferimento della responsabilità di controllo sia avvenuto come descritto nell'accordo di coordinamento, il trasferimento del collegamento non ha funzionato.

### **3.2 Risultati significativi dell'indagine**

- a) Nessun flag di avviso è stato visualizzato sull'EFIS quando il segnale del sentiero di discesa è stato perso. Ciò vale indipendentemente dal motivo della perdita del segnale.
- b) Anche se il segnale del glideslope fallisce, "GS" rimarrà in lettere verdi sull'EADI e simboleggerà la modalità "ok" del Flight Director.
- c) L'equipaggio non ha registrato che l'aereo ha triplicato il suo rateo di discesa durante la parte manuale dell'avvicinamento.
- d) L'equipaggio aveva una percezione errata di quanto si fosse avvicinato l'aeromobile alla soglia della pista.
- e) L'equipaggio ha scelto la modalità G/A ridotta tale che il punto più basso sopra il suolo è stato raggiunto 8 secondi dopo aver premuto il "pulsante TOGA".
- f) L'equipaggio non ha mai controllato la frequenza della torre prima che fosse dato il messaggio "riattaccata".

## 4. CONSIGLI DI SICUREZZA

### 4.1 Avvisi di sicurezza emessi nell'aprile 2003

4.1.1 Sulla base dei risultati ottenuti in relazione all'indagine su questo incidente, HSLB ha deciso nell'aprile 2003 di formulare due raccomandazioni immediate all'Autorità norvegese per l'aviazione civile. Questi erano:

- a) *"HSLB raccomanda all'Autorità norvegese per l'aviazione civile di valutare se le procedure relative al trasferimento del traffico tra il controllo di avvicinamento a Røyken e la torre di controllo dell'aeroporto di Oslo possono essere migliorate."*
- b) *"Gli incidenti aerei a livello nazionale e internazionale hanno accentuato la necessità di una conoscenza approfondita dell'interazione tra il sistema di atterraggio strumentale (ILS) e la strumentazione nella moderna cabina di pilotaggio automatica perché le moderne apparecchiature di navigazione non forniscono necessariamente agli equipaggi informazioni sufficienti per mantenere adeguate "consapevolezza della situazione". A questo proposito, HSLB chiede all'Autorità norvegese per l'aviazione civile di valutare se sia opportuno ricordare agli operatori che le informazioni provenienti dalla strumentazione ILS dell'aeromobile e dal "Flight Director System" possono essere assicurate al meglio confrontando l'altezza dell'aeromobile con quella dell'aereo. fornisce la distanza indicata (ad esempio DME) dalla pista e l'informazione 'indicatore di velocità verticale'."*

#### 4.1.2 Follow-up da parte dell'Autorità norvegese per l'aviazione civile

Prima che questo rapporto fosse completato, HSLB ha ricevuto un riscontro dall'Autorità per l'Aviazione Civile riguardo entrambe le raccomandazioni. La prima è stata chiusa chiarendo le procedure per la distribuzione delle responsabilità, con il trasferimento delle responsabilità tra le entità di controllo a 8 NM dall'atterraggio, oppure con l'accettazione del radar handover. La seconda raccomandazione è stata chiusa poiché l'Autorità per l'Aviazione Civile ha inviato una lettera a tutte le compagnie aeree che operano IFR, nonché all'Aeronautica Militare, invitandole a dare enfasi a questo aspetto nell'ambito della formazione interna.

#### 4.1.3 Follow-up da parte di Norwegian Air Shuttle

In relazione al fatto che NAS ha presentato osservazioni alla bozza di questo rapporto, HSLB è stata informata che la compagnia ha introdotto il confronto tra la distanza indicata (DME) e le altitudini durante l'avvicinamento come punto specifico nei controlli PC/OPC e nei controlli in linea.

### 4.2 Raccomandazioni di sicurezza avanzate con la presentazione del rapporto

HSLB raccomanda che:

4.2.1 L'Autorità norvegese per l'aviazione civile sta valutando la possibilità di intraprendere un'iniziativa con l'autorità di certificazione negli Stati Uniti per garantire che il simbolismo sui display dei computer fornisca informazioni significative all'equipaggio in generale e informazioni specifiche sullo stato del sentiero di discesa e sulla funzione del pilota automatico (Raccomandazione SL n. 12/2004).

4.2.2 L'Autorità per l'aviazione civile norvegese sta valutando se fare un'apposita comunicazione generale agli operatori aerei norvegesi pertinenti e specificare l'importanza di includere l'addestramento in simulatore per situazioni di mancato o errato segnale del sentiero di discesa dopo la "cattura del sentiero di discesa" durante gli avvicinamenti ILS (SL Raccomandazione n. 13/2004).

4.2.3 Oslo Lufthavn AS sta valutando se le informazioni radar messe a disposizione dei controllori del traffico aereo nella torre di controllo vengono utilizzate in modo ottimale per individuare eventuali deviazioni dal profilo di avvicinamento definito (Raccomandazione SL n. 14/2004).

4.2.4 Norwegian Air Shuttle valuta se, concentrandosi sugli aspetti CRM nell'addestramento al simulatore, sia possibile fornire all'equipaggio una base migliore per la "consapevolezza situazionale" (Raccomandazione SL n. 15/2004).

## **5. RIFERIMENTI**

1. Rapporto dell'Oslo Lufthavn AS (OSL) sull'incidente aereo riguardante il NAX 541
2. Navia Aviation, NM 7033 Glidepath, descrizione del sistema, revisione F04, ricevuta da OSL
3. Manuale di manutenzione Boeing 737-300/400/500, ricevuto dal NAS
4. Rapporto di Aviation Solutions (allegato)

## **6. APPENDICE**

1. Abbreviazioni
2. Schizzo del profilo di avvicinamento della LN-KKL
3. Rapporto di Aviation Solutions (senza allegato)

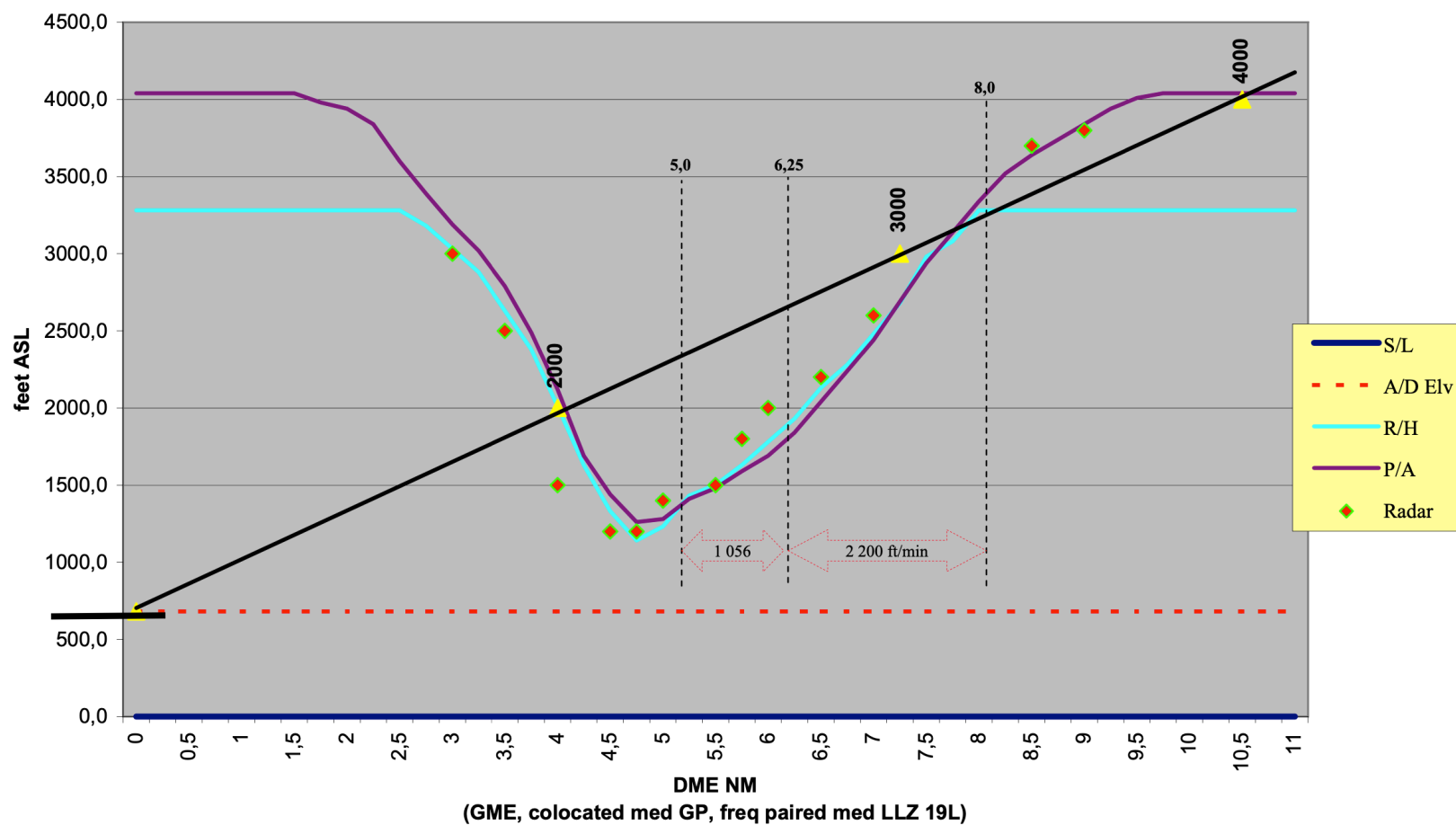
LA COMMISSIONE INFORTUNI PER L'AVIAZIONE CIVILE E LE FERROVIE (HSLB)

Lillestrøm, 21 giugno 2004

## **ABBREVIAZIONI**

AIP	Aeronautical Information Publications
AOC	Air Operator Certificate
AP	Autopilot
APP	Approach (controllo di avvicinamento)
AT	AutoThrottle
BITE	Built-In Test Equipment
CLR	Clearance
CRM	Crew Resource Management
CSB	Carrier Sideband (segnale nel sistema ILS)
DME	Distance Measurement Equipment
EADI	Electronic Attitude Director Indicator
EFIS	Electronic Flight Information System
EGPWS	Enhanced GPWS
FAF	Final Approach Fix
FCC	Flight Control Computer
FD	Flight Director
GPWS	Ground Proximity Warning System
HSI	Horizontal System Indicator
HSLB	Commissione Infortuni per l'aviazione civile e le ferrovie
ICW	Integrated Controller Workstation
ILS	Instrumental Landing System
LLZ	Localizer
MAPt	Missed Approach Point
MBTO	Mean Time Between Outage
NAS	Norwegian Air Shuttle
RF	Radio Frequency
RFL	Regole per il servizio del traffico aereo
SBO	Sideband Only (segnale nel sistema ILS)
TAWS	Terrain Awareness Warning System
TOGA	Take Off / Go Around
VHF	Very High Frequency
VOR	VHF Omnidirectional Range

# LN-KKL (NAX-541), ENGM 2003-02-09, ILS 19L



Correzioni incorporate

- 1) I dati FDR per R/H sono 681 piedi più in basso rispetto a quelli tracciati qui (Excel fit)
- 2) I dati FDR per P/A sono 240 piedi più bassi di quelli tracciati qui (corretto QNH)

LN-KKL, Allegato 2



